

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN.....	iv
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES y motivación.....	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. SOLUCIÓN PROPUESTA.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivo específico.....	4
1.5. RESULTADOS ESPERADOS.....	4
1.6. METODOLOGÍA.....	5
1.6.1. Objetivo específico 1.....	5
1.6.2. Objetivo específico 2.....	5
1.6.3. Objetivo específico 3.....	6
1.6.4. Objetivo específico 4.....	6
1.7. Organización del documento.....	6
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. DISCAPACIDAD EN EL MUNDO LABORAL.....	8
2.2. CATASTRO DE PERSONAS EN SITUACION DE DISCAPACIDAD.....	9
2.3. DEFINICION POSICIÓN ANATOMICA.....	11
2.4. LA SILLA DE RUEDAS.....	12
2.4.1 Tipos de sillas de ruedas.....	12
2.4.2 Componentes generales de una silla de ruedas.....	13
2.5. ESTADO DEL ARTE.....	14
2.5.1 Sillas de rueda tradicional con alza pierna.....	14
2.5.2. Silla de ruedas eléctrica Premium.....	15
2.5.3. Silla de rueda eléctrica R400.....	15
2.5.4. Get up.....	16
2.5.5. Exoesqueleto Hank.....	17
2.5.6. Silla de ruedas Arise.....	17
2.6. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	18
2.7. MECANICA DE CUERPOS RIGIDOS.....	19
2.7.1. Equilibrio de partículas.....	19

2.7.2. Momento de una fuerza	19
2.7.3. Ecuaciones de equilibrio de momentos.	20
2.8. FUERZAS INTERNAS.....	20
2.8.1. Fuerza axial.....	21
2.8.2. Fuerza de corte.....	21
2.8.3. Momento flexionante.....	21
2.8.4. Momento de torsión.....	21
2.8.4. Deflexión	21
2.9. UNIONES PERMANENTES.....	22
2.9.1 Soldadura	22
2.9.2 Sujetadores	23
2.9.3 Actuador neumático (pistón eléctrico)	24
2.10. Resistencia de materiales.....	25
2.10.1. ESFUERZO AXIAL.....	25
2.11. ESFUERZO CORTANTE.....	26
2.12. FACTOR DE SEGURIDAD	26
2.13. MATEIALES DE INGENIERIA	27
2.13.1. Aluminio 6061 (metal)	27
2.13.2. Gel elástico.	27
2.14. PRINCIPALES SOPORTES Y SUS REACCIONES	28
2.14.1 Ruedas	29
2.14.2. Coeficiente de fricción y fuerza normal.	29
2.14.3. Llantas	31
2.15. Centro de masa en el cuerpo humano	32
CAPITULO III. DESARROLLO.....	33
3.1. REQUERIMIENTOS DE LA SOLUCIÓN	34
3.1.1. Carga del diseño	34
3.1.2. Alcance de diseño.....	35
3.2. diseño de la solución	37
3.2.1. Antecedentes de diseño	37
3.2.2. Boceto preliminar	37
3.3. BOCETO DFINITIVO.....	39
3.4. DISEÑO 3D.....	42
3.4.1 Dimensionamiento del actuador eléctrico.	49

3.5. CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	50
3.5.1. Cálculo de empuje	51
3.5.2. Dimensionamiento en el pasador.....	53
3.5.3 Soldadura en la placa del cojín.....	56
3.5.4 Esfuerzo en la horquilla.....	58
3.5.5 Pandeo y esfuerzo en los soportes laterales del chasis	60
3.5.6 Esfuerzo en el asiento	62
3.6 SISTEMA DE BARRAS PARA LA SUJECIÓN DEL RESPALDO.	66
3.7 ANALISIS DE ESTABILIDAD	69
3.8 CÁLCULO DE SOLDADURAS	72
3.7 LISTA DE MATERIALES Y COSTEO.....	75
3.8 MEDIDAS FINALES	76
3.8 SIMULACIÓN COMPUTACIONAL	77
3.8.1 Simulación en el asiento.....	77
3.8.2 Simulación en el Chasis y apoyapiés.....	79
3.8.3 Simulación computacional del respaldo.....	82
3.8.3 Simulación computacional del pistón con rodamientos.....	84
3.9 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	86
4.0 CONCLUSIÓN.	87
ANEXOS	91
ANEXO 1: CATÁLOGO SKF RODAMIENTOS.....	91
ANEXO 2: ACTUADOR NEUMATICO CON CONTROL INCLUIDO.....	92
ANEXO 3: ESFUERZO MÁXIMO DE SOLDADURA apoyapié.....	93
ANEXO 4: PLANCHAS DE ALUMINIO.....	94
ANEXO 5. PROPIEDADES DE SOLDADURA.....	95
ANEXO 7. PLANOS DE FABRICACIÓN.....	96
ANEXO 7: CATALOGO TORNILLO DIN 931.....	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Personas con Discapacidad en Chile	3
Ilustración 2. Estudio nacional de la discapacidad.	3
Ilustración 3. Distribución nivel país discapacidad.	8
Ilustración 2. Distribución de la población de niños, niñas y adolescentes según sexo por situación de discapacidad.	8
Ilustración 3. Porcentaje de población adulta en situación de discapacidad según grado de discapacidad por quintil de ingreso autónomo per cápita del hogar.....	9
Ilustración 4: Porcentaje de la población adulta en situación de discapacidad que utiliza ayudas técnicas y servicios de apoyos.	10
Ilustración 5. Silla de ruedas tradicional con alza pierna.	14
Ilustración 6. Silla de ruedas eléctrica premium.....	15
Ilustración 7. Silla de ruedas eléctrica R400.	16
Ilustración 8. Silla de ruedas Get Up.....	16
Ilustración 9. Exoesqueleto Hank.....	17
Ilustración 10. Silla de ruedas Arise.	18
Ilustración 11. Consideraciones de diseño..	18
Ilustración 12. Componentes de fuerzas internas..	20
Ilustración 13. Esfuerzo en una soldadura de ranura tipo V.	23
Ilustración 14. Propiedades Mecánicas de Pernos.....	24
Ilustración 15. Pistón de Gas. Fuente: ofisillas.es	25
Ilustración 16. Cojín de gel elástico para silla de ruedas.....	28
Ilustración 17. Apoya Brazos y altura de asiento de la silla de ruedas.....	36
Ilustración 18. Fuerza normal en un plano inclinado.....	22
Ilustración 19. Fuerza de rozamiento estático.....	23
Ilustración 20. Centro de gravedad en la pelvis	24
Ilustración 21. Peso de personas en estado de dependencia.....	26
Ilustración 22. Anchos y longitudes de una silla de ruedas.....	25
Ilustración 21. Apoya Brazos y altura de asiento de la silla de ruedas.....	27
Ilustración 24. Altura y ancho de apoyapié.....	29
Ilustración 25. Boceto a mano alzada asiento y respaldo con mecanismo de elevación.....	30
Ilustración 26. Boceto a mano alzada chasis y ruedas.....	33
Ilustración 27. Diseño definitivo asiento.....	35
Ilustración 28. Diseño definitivo respaldo.....	37
Ilustración 29. Diseño definitivo Chasis.....	39
Ilustración 30. Diseño 3D Silla de ruedas con elevación de 70 grados (izquierda) y en estado normal (derecha).....	40
Ilustración 31. Diagrama de cuerpo libre silla de ruedas elevada.....	41

Ilustración 32. Diagrama de cuerpo libre silla de ruedas en reposo.....	43
Ilustración 33. Actuador neumático con medidas de compresión y extensión.....	43
Ilustración 34. Fuerza actuadora eléctrico en función al ángulo de elevación.....	44
Ilustración 35. Sistema de elevación en la silla de ruedas.....	46
Ilustración 36. Posición y ángulo de actuador eléctrico silla de ruedas en reposo.....	49
Ilustración 37. Posición y ángulo de actuador eléctrico silla de ruedas elevada.....	50
Ilustración 38. Representación gráfica de las masas para su cálculo de empuje.....	51
Ilustración 39. Diagrama de cuerpo libre.....	52
Ilustración 40. Distancias y carga de diseño en el pasador.....	52
Ilustración 41. Momento máximo en el pasador.....	54
Ilustración 42. Soldadura en el soporte del cojín.....	56
Ilustración 43. Diagrama de cuerpo libre y efecto de deflexión en el soporte.....	57
Ilustración 44. Deflexión en la placa del cojín.....	58
Ilustración 45. Fuerzas provenientes del pistón.....	59
Ilustración 46. Pasador DIN EN 22341 16x55.....	60
Ilustración 47. Soportes laterales mayor.....	62
Ilustración 48. Dimensiones cojín de gel elástico para el asiento.	62
Ilustración 49. Mecanismo de 4 barras paralelos en la silla de ruedas.	63
Ilustración 50. Determinación de momento en las bisagras.....	64
Ilustración 51. Diagrama de cuerpo libre y fuerzas en las barras largas con posición de 70 grados.....	67
Ilustración 52. Diagrama de cuerpo libre y fuerzas en las barras largas con posición de 0 grados.	69
Ilustración 53. Centro de gravedad con persona incluida.....	70
Ilustración 54. Ubicación centro de gravedad.....	71
Ilustración 55. Soldadura en la placa inferior del cojín de gel elástico	72
Ilustración 56. Resistencia a la tensión según tipo de electrodo.....	72
Ilustración 57. Esfuerzo permisible según el tipo de carga en soldaduras.....	73
Ilustración 58. Fuerza en el asiento. Fuente: Elaboración propia.	74
Ilustración 59. Deformación total en el asiento con pasamanos	75
Ilustración 60. Esfuerzo Von Misses mediante simulación computacional en el asiento.....	78
Ilustración 61. Factor de seguridad mínimo.....	79
Ilustración 62. Fuerzas y condiciones en el chasis por simulación computacional.....	80
Ilustración 63. Deformación total por simulación computacional en el chasis.....	80
Ilustración 64. Esfuerzo de Von Misses en el Chasis.....	82
Ilustración 65. Factor de seguridad en el chasis.....	82
Ilustración 66. Fuerzas y presiones en el respaldo por simulación computacional.	82
Ilustración 67. Deformación total en el respaldo por simulación computacional.....	83
Ilustración 68. Esfuerzo De Von Misses en el respaldo por simulación computacional.....	83
Ilustración 69. Factor de seguridad en el respaldo.....	84
Ilustración 70. Fuerza en los rodamientos por simulación computacional.....	84
Ilustración 71. Deflexión máxima en el pistón por simulación computacional.....	85

Ilustración 72. Esfuerzo de Von Mises del pistón por simulación computacional.....85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de seguridad mínimos recomendados.	26
Tabla 2. Propiedades del aluminio 6061..	27
Tabla 3. Propiedades del gel elástico.	28
Tabla 4. Coeficientes de roce según superficies en contacto.. . ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 5. Reacciones en el punto D y fuerza del actuador eléctrico en función al ángulo de elevación.....	54
Tabla 6. Posicionamiento del actuador eléctrico en función al ángulo de elevación..	55
Tabla 7. Fuerza de corte, momento flector y deflexión máxima	54
Tabla 8. Fuerza de corte, momento flector y deflexión máxima en el pasador.....	55
Tabla 9. Datos del soporte de chasis de aluminio 6061..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 10. Descomposición de la fuerza P del actuador eléctrico.	59
Tabla 11. Esfuerzos en el pasador y diámetros sugeridos por inventor desing accelerator	60
Tabla 12. Datos del soporte lateral del chasis. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 13. Datos del cojin del asiento.....	63
Tabla14 Lista de materiales.....	75
Tabla 15 Medidas de referencias vs medidas reales de la silla de ruedas.....	76