

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA



**DISEÑO DE ASCENSOR HIDRÁULICO DE DOS NIVELES PARA
PERSONAS DISCAPACITADAS CON PROBLEMAS DE
MOTILIDAD.**

Tesis para obtener el Título de Ingeniero Mecánico

AUTOR:

Fernando Aquiles, Tello Arévalo.

ASESOR:

Mg. Ing. León Lescano, Javier

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Equipos y Máquinas

TARAPOTO – PERÚ

2013

DISEÑO DE ASCENSOR HIDRÁULICO DE DOS NIVELES PARA PERSONAS
DISCAPACITADAS CON PROBLEMAS DE MOTILIDAD.

Fernando Aquiles, Tello Arévalo.

..

Presentada a la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad César Vallejo de
Tarapoto, para su aprobación.

Ing.

Presidente

Ing.

Secretario

Ing.

Vocal

TARAPOTO – PERÚ

2013

DEDICATORIA

A los Maestros, entendiendo que son todos los preceptores, que esparcidos por el mundo, imparten sabiduría, aun los que practican la maestría sin necesidad de instrucción, título o grado oficial, aquellos a los que la vida y su propio talento los a hecho mentores. Sin dejar de mencionar a mis queridos y recordados maestros, cada uno con una enseñanza particular ¡Oh, Maestros admirables!

Dedico el presente trabajo en primer lugar a mis queridos padres Aquiles Tello Flores y Jovita Arévalo de Tello. Quienes me dieron la vida, me enseñaron los primeros pasos y aun guían el camino de mi vida. ¡Oh, Maestros admirables!

De manera especial, dedico este trabajo a las personas con discapacidad, razón y motivo de esta tesis, que día a día nos dan ejemplo de coraje y perseverancia ante la adversidad, sobreponiéndose a sus dificultades enseñándonos a través de una magistral lección de vida. ¡Oh, Maestros admirables!

AGRADECIMIENTOS

Debo Agradecer a Dios, Gran Arquitecto Del Universo (G.:A.:D.:U.:) en quien deposito mi fe en todo tiempo, y que con humilde confianza en tan segura ayuda afronto mis retos personales y profesionales, pues en cualquier parte que invoquemos su nombre confiamos en que ningún peligro nos sobrevendrá.

A mis queridos padres por la formación recibida de buenos principios y valores.

A mis hijos que son mi fuente de inspiración y deseo de superación.

Debo agradecer de manera especial y sincera al Mg. Ing. León Lescano, Javier por su orientación en este trabajo de tesis y en la formación como Ingeniero Mecánico.

Un agradecimiento muy especial a la municipalidad distrital de Morales, por su grandiosa colaboración en la realización de esta tesis.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Cumpliendo con lo establecido por el reglamento de grados y títulos de la facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo, presento a su consideración para evaluación la presente tesis titulada:

“DISEÑO DE ASCENSOR HIDRÁULICO DE DOS NIVELES PARA PERSONAS DISCAPACITADAS CON PROBLEMAS DE MOTILIDAD”, con el propósito de cumplir con los requisitos para optar el título de Ingeniero Mecánico así mismo contribuir a que las personas con discapacidad tengan facilidades de accesibilidad a servicios.

Por tanto, espero con optimismo que el esfuerzo en el desarrollo del presente trabajo cumpla y satisfaga sus expectativas. Pongo a su consideración, este documento para su respectiva evaluación y de esta manera poder obtener su aprobación.

ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Presentación	v
Índice	vi
Resumen	xiv
Abstract	xv
I : INTRODUCCIÓN	16
1.1. Problema de Investigación	17
1.1.1. Planteamiento del problema	17
1.1.2. Formulación del Problema	19
1.1.3. Justificación	19
1.1.4. Antecedentes	20
1.1.5. Objetivos	23
1.1.5.1. Objetivo General	23
1.1.5.2. Objetivos Específicos	24
1.2. Marco Referencial	24
1.2.1. Marco Teórico	24
1.2.1.1. Diseño	24
1.2.1.2. El diseño en ingeniería mecánica	25
1.2.1.3. Factores de un diseño mecánico	25
1.2.1.4. Ascensor hidráulico	26

1.2.1.5.	Carga total de desplazamiento	27
1.2.1.6.	Cables metálicos	28
1.2.1.6.1.	Partes de un cable metálico	29
1.2.1.6.2.	Diseño de un cable metálico	30
1.2.1.7.	Análisis por pandeo	36
1.2.1.8.	Sistema hidráulico	41
1.2.1.8.1.	Análisis de presiones en el sistema hidráulico	41
1.2.2.	Marco conceptual	44
1.2.2.1.	Bomba hidráulica	44
1.2.2.2.	Cabina de ascensor	44
1.2.2.3.	Cilindro	45
1.2.2.4.	Filtro de retorno	45
1.2.2.5.	Motilidad	45
1.2.2.6.	Persona con discapacidad	45
1.2.2.7.	Tipos de personas discapacitadas	45
1.2.2.8.	Plataforma hidráulica	46
1.2.2.9.	Válvula distribuidora	47
1.2.2.10.	Válvula reguladora de caudal con compensador de presión	47
1.2.2.11.	Válvula de seguridad	47
	Capítulo II	48
2	MARCO METOLÓGICO	48
2.1.	Metodología	49

2.1.1. Tipo de estudio	49
2.1.2. Diseño	49
2.2. Método de investigación	49
Capítulo III	50
3 RESULTADOS	50
3.1. Determinación de la carga total del sistema	51
3.2. Selección del cable metálico	57
3.3. Determinación del diámetro del vástago y pistón mediante pandeo	66
3.4. Cálculo del caudal de aceite en circulación por el sistema	71
3.5. Determinación de la potencia del motor eléctrico – bomba hidráulica	73
3.6. Diseño del circuito hidráulico	75
3.7. Descripción técnica de los principales componentes del ascensor	81
3.8. Inversión	83
3.9. Análisis de costo beneficio	84
Capítulo IV	86
4 CONCLUSIONES	86
Capítulo V	88
5 SUGERENCIAS	88
Capítulo VI	90
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
Capítulo VII	92
7 ANEXOS	92

A.1. Constantes físicas de materiales	93
A.2. Resistencia a la tensión y a la fluencia ASTM	93
A.3. Catálogo de filtros de retorno Stauff	94
A.4. Catálogo DIPRAX SL. Equipos hidráulicos estándar	95
A.5. Catálogo REXROTH- Bosh Group	96
A.6. Plano Instalación del ascensor en función al espacio	97
AP-1. Planos de la cabina	98
AP-2. Planos de la puerta	99
AP-3. Planos de la manija	101
AP-4. Planos de la bisagra	101
AP-5. Planos del pin para bisagra	102
AP-6. Planos del seguro para bisagra	102
AP-7. Ensamblaje de la cabina	103
AP-8. Poleas	103
AP-9. Ejes soldados para ensamble de poleas	105
AP-10. Vástago – pistón	105
AP-11. Cilindro	106
AP-12. Ensamblaje poleas – ejes soldados – vástago – pistón – cilindro	107
AP-13. Eje de plataforma	108
AP-14. Plancha entre plataforma y ascensor	108
AP-15. Vigas de estructura	109
AP-16. Topes de desplazamiento para eje de plataforma	109

AP-17. Ensamblaje de la plataforma	110
AP-18. Planos de bastidor	111
AP-19. Planos de rueda guía	112
AP-20. Planos de estructura móvil	113
AP-21. Ensamblaje ascensor	114
AP-22. Plano de ubicación del edificio de la Municipalidad del distrito de Morales	117
AP-23. Plano vista de escalera caracol por donde se instala el ascensor	118
AM-1. Materiales de la cabina	119
AM-2. Materiales de la plataforma	119
AF-1. Foto de la Municipalidad distrital de Morales	120
AF-2. Foto del edificio mostrando la puerta de ingreso de personas discapacitadas	120
AF-3. Foto del edificio mostrando la ubicación del ascensor	121
B.1. Plan de contingencia para desalojo de personas atrapadas en el ascensor	122

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y DIAGRAMAS

Figura 1.1. Partes principales de un ascensor hidráulico	27
Figura 1.2. Tipos de arrollamientos para cables metálicos	29
Figura 1.3. Partes de un cable metálico	29
Figura 1.4. Relación determinada en forma experimental entre la vida para la fatiga de un cable de acero y la presión de la polea	34
Figura 1.5. Constantes según las condiciones en los extremos	37
Figura 1.6. Componentes de un sistema hidráulico	41
Figura 1.7. Diagrama de cuerpo libre cilindro –pistón	42
Figura 3.1. Diseño del ascensor hidráulico	51
Figura 3.2. Sistema de polea simple	52
Figura 3.3. Polea fija	52
Figura 3.4. Sistema de polea móvil	53
Figura 3.5. Sistema de poleas	54
Figura 3.6. Propiedades físicas de la cabina	55
Figura 3.7. Propiedades físicas de la plataforma	56
Figura 3.8. Sistema de levantamiento	58
Figura 3.9. DCL del sistema de levantamiento	58
Figura 3.10. DCL del vástago	67
Figura 3.11. Presiones que actúan en área transversal inferior y superior del pistón	73
Tabla 1.1. Datos de cables metálicos	31
Tabla 1.2. Propiedades útiles de cables de acero	32
Tabla 3.1. Tabulación para determinar factor de seguridad	65
Tabla 3.2. Catálogo de longitudes de carrera admisible	70
Tabla 3.3. Catálogo de centrales hidráulicas serie IDP	75
Tabla 3.4. Inversión	83
Diagrama 3.1. Subida del ascensor	77
Diagrama 3.2. Ascensor en máximo punto de elevación	78
Diagrama 3.3. Bajada del ascensor	79
Diagrama 3.4. Sistema de seguridad	80

NOMENCLATURA

w_{total} : Carga total de desplazamiento	[N]
m_{total} : Masa total de desplazamiento	[Kg]
g : Aceleración de la gravedad	[m/s ²]
m_{cabina} : Masa de la cabina	[Kg]
$m_{plataforma}$: Masa de la plataforma	[Kg]
$m_{persona discapacitada}$: Masa promedio de la persona discapacitada	[Kg]
$m_{persona ayudante}$: Masa promedio de la persona ayudante del discapacitado	[Kg]
$m_{silla de ruedas}$: Masa promedio de una silla de ruedas	[Kg]
σ : Esfuerzo de tensión del cable	[Psi]
F_b : Carga de flexión equivalente	[Lbf]
A_m : Área transversal del alambre	[pulg ²]
E_r : Módulo de elasticidad o Young del cable	[Psi]
d_w : Diámetro del alambre	[pulg]
D : Diámetro de la polea	[pulg]
F_t : Tensión máxima del cable	[Lbf]
$W_{total/cable}$: Carga total de desplazamiento por cable	[Lbf]
m : Número de cables	[—]
w_{cable} : Peso/pie del cable metálico	[Lbf/pie]
L : Longitud del cable	[pies]
a : Aceleración/desaceleración máximas experimentadas	[pies/s ²]
v : velocidad máxima experimental	[pies/s]
h : Longitud recorrida por el ascensor	[pies]
p : Presión de apoyo	[Psi]
d : Diámetro del cable	[pulg]
F_f : Tensión permisible a la fatiga	[Lbf]
P/S_u : Relación presión-resistencia	[—]
S_u : Resistencia ultima a la tensión del alambre	[Psi]
F_u : Carga ultima del alambre	[Lbf]
n_s : Factor de seguridad por carga estática	[—]

n_f : Factor de seguridad por fatiga	[—]
P_{cr} : Carga crítica del vástago	[N]
C: Constante que depende de la condiciones de los extremos del vástago	[—]
A_v : Área transversal del vástago	[m ²]
d_v : Diámetro del vástago	[m]
L_v/k : Relación de esbeltez real	[—]
L_v : Longitud o carrera del vástago	[m]
k: Radio de giro	[m]
I_v : Momento de inercia del vástago	[m ⁴]
S_y : Resistencia a la fluencia del material del vástago	[Pa]
n_v : Factor de diseño del vástago	[—]
F_v : Fuerza en el vástago	[N]
P_p : Presión del pistón	[Pa]
F_p : Fuerza en el pistón	[N]
A_p : Área transversal del pistón	[m ²]
d_p : Diámetro del pistón	[m]
F_2 y F_1 : Fuerzas que actúan en área transversal inferior y superior del pistón	[N]
P_2 y P_1 : Presiones que actúan en área transversal inferior y superior del pistón	[Pa]
Q: Caudal volumétrico de aceite	[$\frac{m^3}{s}$]
Vol_{bomba} : Volumen de circulación por la bomba	[m ³]
T_{po} : Tiempo de desplazamiento del vástago	[s]
Vol_c : Volumen del cilindro	[m ³]
d_c : Diámetro del cilindro	[m]
\dot{W}_B : Potencia de la bomba	[kw]
η_b : Rendimiento volumétrico de la bomba	[%]
η_m : Rendimiento mecánico	[%]
$\dot{W}_{motor\ el\acute{e}ctrico}$: Potencia del motor eléctrico	[kw]

RESUMEN

El presente trabajo de tesis tiene como propósito el diseño de un ascensor hidráulico de dos niveles para personas discapacitadas con problemas de motilidad, en el distrito de Morales, considerando dimensiones ergonómicas y el espacio disponible en la infraestructura del edificio, el mismo que mide 1100mm de ancho, 1400 mm de largo y 2300 mm de alto

La cabina en su conjunto, incluyendo las puertas, es de aluminio, mide 1100mm de ancho, 1600mm de largo y 2256.35mm de alto, con una masa total de 698.5729 Kg y un peso total de 6853N, incluyendo el peso promedio de la persona usuaria, la silla de rueda y un asistente; en cambio la plataforma que soporta la cabina es de hierro perfilado y mide 1112.70mm de ancho, 1600mm de largo y 1.59mm de altura, con un peso de 180.67084Kg, siendo necesario para su accionamiento, dos cables metálicos, de acero arado mejorado con una designación de 0.5 pulg 6x19 y con un factor de seguridad a la fatiga de 10.35; mientras que el bastidor es hierro perfilado en U con 1250mm de ancho por 7700mm de alto y 420mm de largo.

El circuito hidráulico, comprende el pistón que mide 125mm de diámetro y de vástago 50mm, respectivamente, el mismo que se desplaza en un cilindro de hierro fundido, El caudal de aceite que necesita la bomba hidráulica para desplazar la masa total es de $2.551 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}$, el mismo que lo realiza en 11.25 seg, requiriendo para tal efecto una bomba hidráulica, accionada por un motor eléctrico de 4.4 Kw de potencia; además de 2 válvulas distribuidoras 2/2 para ordenar los cambios de la dirección del fluido, según las necesidades de cada fase es decir cada 15 seg, abriendo y cerrando las vías de paso, así mismo una válvula de seguridad, la cual es la encargada de liberar el fluido cuando la presión interna del sistema que lo contiene supere el límite establecido es decir, 13.7bar y un filtro de retorno para evitar el paso de partículas de contaminación hacia el tanque.

Las ventajas del diseño, vale decir con la construcción del ascensor, frente a las desventajas, sin ascensor, refleja una situación significativamente favorable para las personas discapacitadas con problemas de motilidad en el distrito de Morales, justificando de sobremanera el monto de inversión calculado en S/. 30,028.27.

ABSTRACT

This thesis aims to design a two-level hydraulic elevator for disabled persons with motility problems in the district of Morales, considering ergonomic dimensions and available space in the building infrastructure, the same measuring 1100mm wide, 1400 mm long and 2300 mm height.

The cab as a whole, including the doors, is aluminum, measuring 1100mm wide and 1600mm long 2256.35mm high, with a total mass of 698.5729 Kg and 6853N total weight, including the weight of the wearer average, the wheel chair and an assistant, whereas the platform supporting the cabin is profiled iron and measures 1112.70mm wide, 1600mm long and 1.59mm in height, weighing 180.67084Kg, being necessary for operation, two wire ropes, improved plow steel with a 0.5 inch 6x19 designation and a safety factor to the fatigue of 10.35, while the frame is U-shaped iron with 1250mm wide and 7700mm high and 420mm long

The hydraulic circuit, the piston comprises measuring 125mm diameter and 50mm rod, respectively, the same moves into a cast iron cylinder, the oil flow required by the hydraulic pump to shift the total mass of $2.551 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$, it performs the same at 11.25 sec, requiring to this end a hydraulic pump driven by an electric motor of 4.4 Kw; distributing valves plus 2 2/2 to command changes the direction of fluid according to the needs of each stage is 15 sec each opening and closing passageways, also a safety valve, which is responsible for releasing the fluid as the internal pressure of the system that exceeds the limit set contains ie 13.7bar and a return filter to prevent passage of particulate contamination into the tank.

The design advantages, namely the construction of the lift, tackle disadvantage, no lift, significantly reflects a situation favorable for the disabled with motility problems in the district of Morales, greatly justifying the investment amount calculated in S / 30028.27.