



**Universidad Tecnológica de la Mixteca
Instituto de Diseño**

“Diseño de un sistema mecánico para el proceso de carga y descarga de cilindros de gas LP”

TESIS

Para obtener el título de:

Ingeniera en Diseño

Presenta:

Cielo Amellaly López Sánchez

Director de Tesis:

M.C. Víctor Manuel Cruz Martínez

Huajuapán de León, Oaxaca, Junio, 2025.

DEDICATORIA

A mi hijo, mi todo, mi amor,

A mi madre, por su amor, sus valores, su paciencia, sus palabras y apoyo incondicional,

A mi esposo, por su amor, mi compañero de vida,

A mi hermano y cuñada, por sus consejos, su apoyo y palabras,

A mis padrinos, por su apoyo y por su gran corazón,

A mi familia, por su apoyo y sus consejos llenos de sabiduría,

A la vida misma.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco por todo a mi querida madre, quien desde pequeña me ha apoyado en todo, por el esfuerzo que hizo todos estos años, sus consejos, sus palabras y su apoyo para que no me rindiera en el camino. A mi esposo y mi hijo, por su amor, gracias por estar en mi vida.

A mi hermano Oliver, que ha sido el ejemplo de que en esta vida uno se tiene que esforzar por lo que quiere, nada sucede por la Suerte, todo es dedicación, persistir, perseverar, gracias hermano.

Agradezco a mi Director de Tesis M.C. Víctor Manuel Cruz Martínez, por su tiempo, su apoyo, su confianza que me brindo, sus aportes para poder culminar este trabajo de tesis.

A mis revisores, I.D. Eruvid Cortés Camacho, M.P.I.I.O. Fernando Iturbide Jiménez y M.T.A.M. Armando Rosas González, gracias por el tiempo dedicado, a sus asesorías, su confianza para poder culminar este trabajo de tesis.

A la DRA. Alejandra Velarde Galván, por todo el apoyo, por sus palabras, por sus consejos, gracias de verdad.

Al I.D. Armando López Torres, que formo parte en los inicios de esta tesis, por sus asesorías, sus consejos, sus aportes, sus palabras y su tiempo dedicado.

A los profesores, que durante mi estancia en esta carrera dedicaron su tiempo, su apoyo y sobre todo por enseñarme cada una de sus materias.

Gracias, a los técnicos de los talleres, por sus consejos llenos de sabiduría, por la ayuda cuando más la necesite.

A las amistades que conocí en la universidad, gracias al Erick, Armando, Gerardo, Arely, Andrea y Aurora, gracias por brindarme su amistad y su tiempo.

Agradezco a la Universidad Tecnológica de la mixteca que junto al personal me brindaron un segundo hogar para poder llevar a cabo mis estudios y poder culminarlos.

INDICE GENERAL:

CAPÍTULO 1 ASPECTOS PRELIMINARES	1
1.1 Estado del arte.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	10
1.3 Justificación.....	13
1.4 Objetivo general.....	14
1.5 Objetivos específicos y metas.....	14
1.6 Metodología.....	14
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO	17
2.1 Aspectos de la actividad.....	18
2.1.1. Factores de riesgo.....	18
2.2 Aspectos del usuario.....	19
2.3 Ergonomía.....	19
2.4 Antropometría.....	21
2.4.1. Percentiles.....	22
2.5 Aspectos de la solución.....	23
2.6 Criterios de Diseño.....	23
2.6.1 Criterios de diseño basados en ergonomía.....	23
2.6.2 Criterios de diseño basados en antropometría.....	24
2.7 Método Reba.....	25
2.8 Mecanismos.....	38
2.9 Clasificación de mecanismos.....	38
2.10 Parámetros ergonómicos y antropométricos.....	39
2.11 Materiales y procesos para sistemas mecánicos.....	40
2.12 Normas.....	40
CAPÍTULO 3 DESARROLLO DEL CONCEPTO	43
3.1 Perfil del usuario.....	44
3.2 Análisis de datos sobre los usuarios.....	44
3.3 Análisis de productos similares existentes.....	45
3.4 Determinación de los requerimientos de diseño.....	46
3.5 Evaluación Método Reba para sustentar los requerimientos de diseño.....	48
3.6 Medidas y percentiles de diseño.....	65
3.8 Selección de materiales.....	67
3.9 Estrategia de selección.....	68
CAPÍTULO 4 DISEÑO A NIVEL SISTEMA	69
4.1 Proceso creativo y elaboración de las propuestas.....	70
4.2 Definición de la propuesta final.....	77
4.3 Aspectos funcionales y materiales de la propuesta.....	78
CAPITULO 5 DISEÑO A DETALLE	81
5.1 Definir partes y dimensiones de la propuesta final.....	82
5.1.1 Uniones.....	83
5.2 Análisis del material.....	84
5.3 Construcción del prototipo.....	85
CAPITULO 6 PRUEBA Y REFINAMIENTO	89
6.1 Evaluación ergonómica y funcional del diseño con el Método Reba.....	90
6.2 Mecanismo de giro de carga y descarga.....	106
6.3 Proceso de maniobra secuencial de carga y descarga.....	107
6.4 Planos constructivos.....	110
6.5 Modelación tridimensional del Sistema mecánico.....	113

CONCLUSIONES	115
BIBLIOGRAFIA	116
ANEXOS	120
Anexo A Entrevistas a trabajadores cargadores.....	121
Anexo B Imágenes a detalle del análisis Reba	122
Anexo C Planos Constructivos.....	126

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Método REBA.....	2
Figura 2: Medición de ángulos Meazure.....	3
Figura 3. Producción: Puntuación REBA.....	4
Figura 4. Evaluación1 REBA trabajo en motrocidad (entrada y salida de la sala).....	4
Figura 5. Evaluación2 REBA trabajo en motrocidad (entrada y salida de la sala).....	5
Figura 6. Resultados de evaluación de metodo REBA cargo docente inicial y preparatoria.....	6
Figura 7. Evaluación 1 metodo REBA puesto de corte.....	6
Figura 8. Evaluación 2 metodo REBA puesto de corte.....	7
Figura 9. Puntuación final puesto de corte.....	7
Figura 10. Niveles de acción del Método REBA.....	8
Figura 11. Equipo de carga de tambores.....	8
Figura 12. Plataforma para carga y descarga de cilindros.....	9
Figura 13. Carro de gas.....	12
Figura 14. Carro de gas tipo 2.....	12
Figura 15. Fases de la Metodología adaptada Ulrich y Eppinger (2012).....	14
Figura 16. Levantamiento de cilindro de gas.....	18
Figura 17. Ejemplo de utilización de percentiles para alcance de altura y dimensiones internas.....	22
Figura 18. Medición del ángulo del tronco.....	26
Figura 19. Modificación de la puntuación del tronco.....	27
Figura 20. Medición del ángulo del cuello.....	27
Figura 21. Modificación de la puntuación del cuello.....	28
Figura 22. Puntuación de las piernas.....	28
Figura 23. Incremento de la puntuación de las piernas.....	29
Figura 24. Medición del ángulo del brazo.....	30
Figura 25. Modificación de la puntuación del brazo.....	30
Figura 26. Medición del ángulo de antebrazo.....	31
Figura 27. Medición del ángulo de la muñeca.....	32
Figura 28. Modificación de la puntuación de la muñeca.....	32
Figura 29. Esquema de puntuaciones.....	38
Figura 30. Puntuación Final Evaluación Reba de cargador de tanque de gas, Caso 1.....	52
Figura 31. Levantamiento de cilindro de gas.....	53
Figura 32. Puntuación Final Evaluación Reba de cargador de tanque de gas retorno, Caso 2.....	56
Figura 33. Agarre de cilindro de gas.....	57
Figura 34. Puntuación Final Evaluación Reba de cargador de tanque de gas (agarre).....	60
Figura 35. Sujetar el tanque de gas.....	61
Figura 36. Puntuación Final Evaluación Reba de cargador de tanque de gas, soporte de gas.....	64
Figura 37. Percentiles de población mexicana, trabajadores industriales.....	65
Figura 38. Percentiles de población mexicana, trabajadores industriales, percentiles.....	66
Figura 39. Percentiles de población mexicana, trabajadores industriales, dimensiones.....	66
Figura 40. Percentiles de población mexicana, trabajadores industriales, percentiles 2.....	67
Figura 41. Ejemplo de carros repartidores.....	68
Figura 42. Mapa mental general.....	70
Figura 43. Mapa mental requerimientos.....	71
Figura 44. Boceto 1.....	72
Figura 45. Boceto 2.....	72
Figura 46. Boceto 3.....	73
Figura 47. Propuesta sistema mecánico.....	78
Figura 48. Propuesta elegida de sistema mecánico.....	82

Figura 49. Soporte sujetado a la barra del carro.....	82
Figura 50. Base de acero.....	83
Figura 51. Análisis estático del desplazamiento del sistema mecánico prop final.....	84
Figura 52. Material.....	85
Figura 53. Trazado de piezas.....	86
Figura 54. Unión de piezas.....	86
Figura 55. Unión de piezas 2.....	87
Figura 56. Sistema mecánico en la carrocería.....	87
Figura 57. Bajada del cilindro.....	90
Figura 58. Puntuación Final Reba de cargador baja cilindro, Caso 1.....	93
Figura 59. Inclinación pequeña para cargar el cilindro.....	94
Figura 60. Puntuación Final Reba cargador inclina cilindro, Caso 2.....	97
Figura 61 Cargar el cilindro.....	98
Figura 62. Puntuación Final Reba cargar cilindro, Caso 3.....	101
Figura 63. Regresar el cilindro.....	102
Figura 64. Puntuación Final Reba regresar el cilindro, Caso 4.....	105
Figura 65. Modificación del sistema mecánico.....	106
Figura 66. Sistema mecánico durante el movimiento del carro.....	107
Figura 67. Diagrama de uso de mecanismo, descargar cilindros.....	108
Figura 68. Diagrama de uso de mecanismo, cargar cilindros.....	109
Figura 69. Plano 1 del sistema mecánico.....	110
Figura 70. Plano 2 del sistema mecánico.....	111
Figura 71. Plano 3 del sistema mecánico.....	111
Figura 72. Plano 4 del sistema mecánico.....	112
Figura 73. Render del sistema mecánico.....	113
Figura 74. Render 2 del sistema mecánico.....	114
Figura 75. Render 3 del sistema mecánico.....	114

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Necesidades que se encuentran en los productos.....	10
Tabla 2. Medidas de los tanques de gas LP.....	13
Tabla 3. Metodología: Diseño y desarrollo de productos de Ulrich y Eppinger (2012).....	15
Tabla 4. Puntuación del tronco.....	26
Tabla 5. Modificación de la puntuación del tronco.....	26
Tabla 6. Puntuación del cuello.....	27
Tabla 7. Modificación de la puntuación del cuello.....	28
Tabla 8. Puntuación de las piernas.....	28
Tabla 9. Incremento de la puntuación de las piernas.....	29
Tabla 10. Puntuación del brazo.....	30
Tabla 11. Incremento de la puntuación del brazo.....	31
Tabla 12. Puntuación del antebrazo.....	31
Tabla 13. Puntuación de la muñeca.....	32
Tabla 14. Modificación de la puntuación de la muñeca.....	33
Tabla 15. Puntuación del Grupo A.....	33
Tabla 16. Puntuación del Grupo B.....	33
Tabla 17. Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.....	34
Tabla 18. Incrementó de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas.....	34
Tabla 19. Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.....	35
Tabla 20. Ejemplos de agarres y su calidad.....	35
Tabla 21. Puntuación C.....	36
Tabla 22. Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular.....	37
Tabla 23. Niveles de actuación según la puntuación Final obtenida.....	37
Tabla 24. Necesidades de los trabajadores.....	44
Tabla 25. Análisis de producto uno.....	45
Tabla 26. Análisis de producto dos.....	46
Tabla 27. Requerimientos de diseño (Rodríguez, 1983).....	47
Tabla 28. Desglose de diseño.....	47
Tabla 29. Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo A.....	50
Tabla 30. Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo B y Puntuación Final.....	51
Tabla 31. Evaluación Reba de cargador de tanque de gas retorno, Grupo A.....	54
Tabla 32. Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo B, retorno y Puntuación Final.....	55
Tabla 33. Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo A (agarre).....	58
Tabla 34. Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo B(agarre) y Puntuación Final.....	59
Tabla 35. Evaluación Reba de cargador de tanque de gas, Sujetar cilindro de gas, Grupo A...62	62
Tabla 36. Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo B, soporte y Puntuación Final.....	63
Tabla 37. Información general de los tanques de gas.....	68
Tabla 38. Propuesta 1.....	74
Tabla 39. Propuesta 2.....	75
Tabla 40. Propuesta 3.....	76
Tabla 41. Evaluación de propuestas.....	77
Tabla 42. Aspectos funcionales.....	78
Tabla 43. Criterios para selección de material.....	79
Tabla 44. Evaluación Reba bajada de cilindro Grupo A.....	91
Tabla 45. Evaluación Reba bajada de cilindro Grupo B y Puntuación Final.....	92
Tabla 46. Evaluación Reba inclinación de cilindro, Grupo A.....	95

Tabla 47. Evaluación Reba inclinación de cilindro Grupo B y Puntuación Final.....	96
Tabla 48. Evaluación Reba cargar el cilindro Grupo A.....	99
Tabla 49. Evaluación Reba cargar el cilindro Grupo B y Puntuación Final.....	100
Tabla 50. Evaluación Reba regresar el cilindro, Grupo A.....	103
Tabla 51. Evaluación Reba regresar el cilindro Grupo B y Puntuación Final.....	104

INTRODUCCION:

En este trabajo de tesis se plantea aplicar el diseño enfocado a la ergonomía, para la actividad que se da en la carga y descarga de cilindros, en el aspecto postural del trabajador, si bien se sabe, un cilindro metálico tiende a presentar exceso de carga, aunado a esto se le suma el contenido variado que se requiere transportar, variedad en la capacidad volumétrica requerida por cada comprador, en este caso, nos referimos al gas LP, el cual es un gas que se ha puesto dentro del sector industrial, teniendo diversos usos, pero en este trabajo solo nos enfocaremos al gas LP que tiene uso doméstico.

El principal objetivo de esta tesis es el diseño, desarrollo y construcción de un sistema mecánico para el análisis de las posturas, que, con la guía de una metodología de investigación, se realizara la construcción de una herramienta que permita a los trabajadores la carga y descarga de los cilindros metálicos, el cual fue un proceso de investigación enfocado en la ergonomía, que será verificado con el Método Reba.

La propuesta elegida, deberá tener un diseño que por su estructura y forma simplifique su construcción, deberá cumplir con las necesidades del trabajador y al diseño industrial.

El prototipo será analizado con el Método Reba enfocado principalmente en el aspecto ergonómico y funcional que finalmente es el principal motivo de la realización de este trabajo de tesis.

CAPÍTULO I
ASPECTOS PRELIMINARES

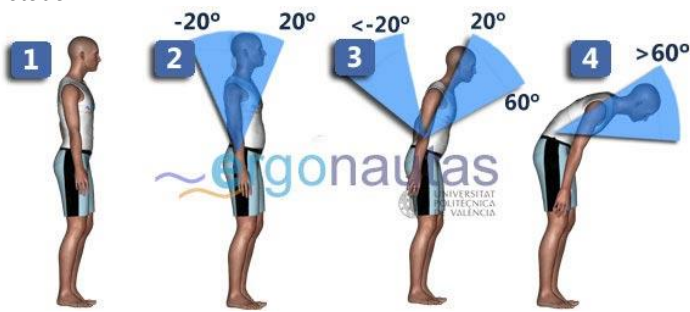
1.1 Estado del arte:

Un sistema mecánico, es un sistema formado por dispositivos, elementos o componentes que cumplen la función principal de transmitir energía a través del movimiento de las fuentes que sirven para generarla (R. José Luis, 2023).

Teniendo la definición anterior, se consideró que se requiere de un sistema mecánico para llevar a cabo las actividades que realizan los cargadores, además de que se usó un método para poder analizar las posturas al realizar la manipulación de cargas, es así como se eligió el Método REBA Figura 1 (Diego-Mas, 2015), el cual proporciona datos para corregir las posturas inadecuadas, que se llevan en esta labor, este método divide el cuerpo en segmentos para codificarlos individualmente y hacer un sistema de puntuación para la actividad muscular debido a las posturas (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003).

Figura 1

Método REBA.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

La Evaluación del Método REBA consiste en dividir el cuerpo en dos secciones, Grupo A (pierna, tronco y cuello) y Grupo B (Brazos, antebrazos y muñecas), para luego asignarle una puntuación a cada zona corporal, después de asignarle valores globales a cada uno de los grupos A y B, es importante tener en cuenta que el valor final es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, así mismo se menciona que los valores altos indican un mayor riesgo de lesiones musculoesqueléticas (Peñaloza, 2016).

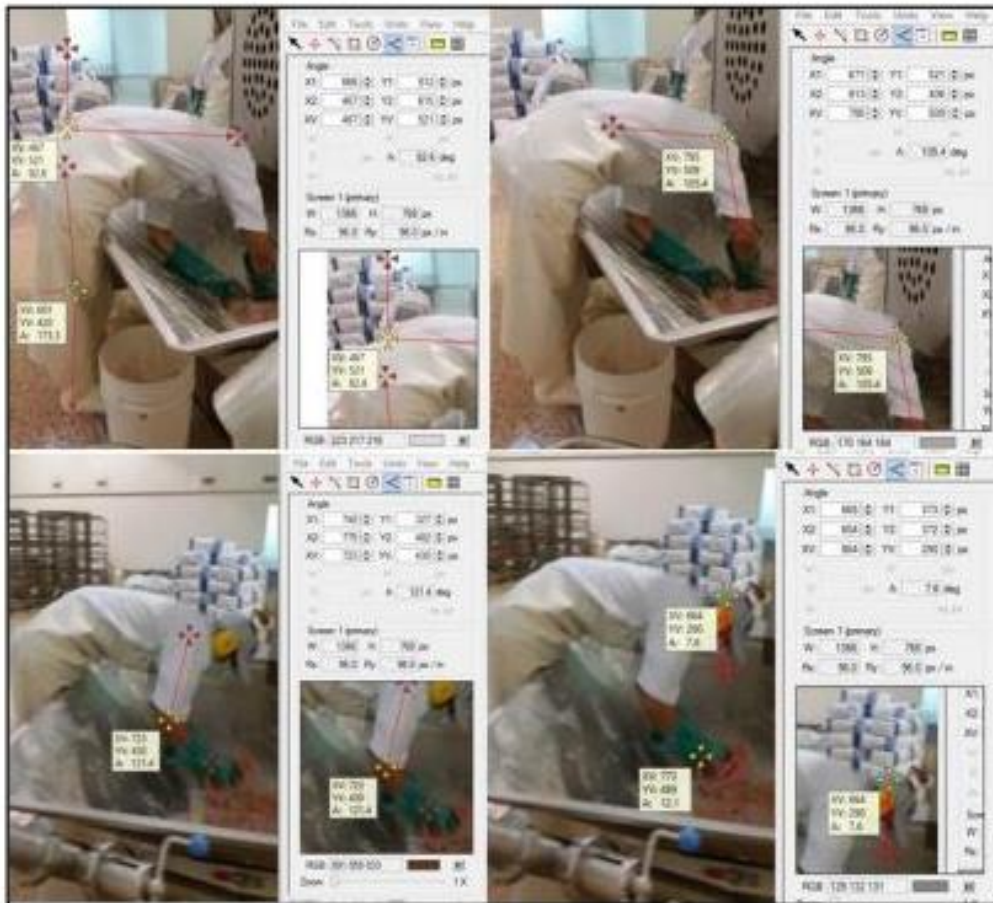
Para tener un mejor entendimiento sobre el Método REBA se investigaron 3 casos, en los

cuales se hizo la aplicación de este método y se mostraron resultados:

Caso 1: Pertenece a una empresa que se dedica a la elaboración de embutidos, como se observa en la Figura 2, donde se muestra el análisis de ángulos de uno de los trabajadores, un masculino de 32 años, el cual trabaja en el área de producción, el cual tiene el cargo de ser mezclador de embutidos (Álvarez y Loja, 2015).

Figura 2

Medición de ángulos Meazure.



Nota: <https://repositorio.uti.edu.ec/>

Después de realizar la Evaluación con el método Reba que se explica anteriormente, se muestra como resultado la siguiente Figura 3, una tabla de resultados que especifica que es necesario el cambio postural, debido a su resultado fue el valor 11, si bien sabemos que el

rango va de 1 a 15 siendo este último un grado de alto riesgo (Álvarez y Loja, 2015).

Figura 3

Producción: Puntuación REBA.

NIVELES DE RIESGO Y ACCIÓN:	
Puntuación final REBA ⁽¹⁻¹⁵⁾	11
Nivel de acción ⁽⁰⁻⁴⁾	4
Nivel de riesgo	Muy alto
Actuación	Es necesaria la actuación de inmediato

Nota: <https://repositorio.uti.edu.ec/>

Caso 2: Pertenece al análisis postural y su relación con sintomatología de dolor lumbar en docentes de enseñanza primaria general, en este caso se analizó a nivel inicial, en las Figuras 4 y 5 podemos ver la evaluación de 1 de las 16 actividades que se hicieron en el trabajo de motricidad de la entrada y salida de la sala. En este método Reba se toman ángulos claves de ciertas áreas del cuerpo para después hacer la evaluación que se explica anteriormente (Aguaysa, 2019).


Figura 4

Evaluación 1REBA trabajo en motricidad (entrada y salida de la sala).

Cargo	Docente Inicial y Preparatoria
Tarea	Trabajo en Motricidad / entrada y salida de la sala


Grupo A Cuello, piernas y tronco

Cuello

Movimiento	Puntuación	Corrección		Puntuación Cuello
0° - 20° flexión	1	Añadir +1 si existe rotación o inclinación lateral		2
> 20° flexión o extensión	2			

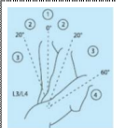


Piernas

Movimiento	Puntuación	Corrección		Puntuación Piernas
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir +1 si existe flexión de rodillas entre 30° y 60°, Añadir +2 flectión de rodillas más de 60°		1 + 2 = 3
soporte unilaterial, soporte ligero o postura inestable	2			



Tronco

Movimiento	Puntuación	Corrección		Puntuación Tronco
Erguido	1	Añadir +1 si existe rotación o inclinación lateral		2
0° - 20° flexión	2			
20° - 60° flexión	3			
> 20° extensión > 60° flexión	4			



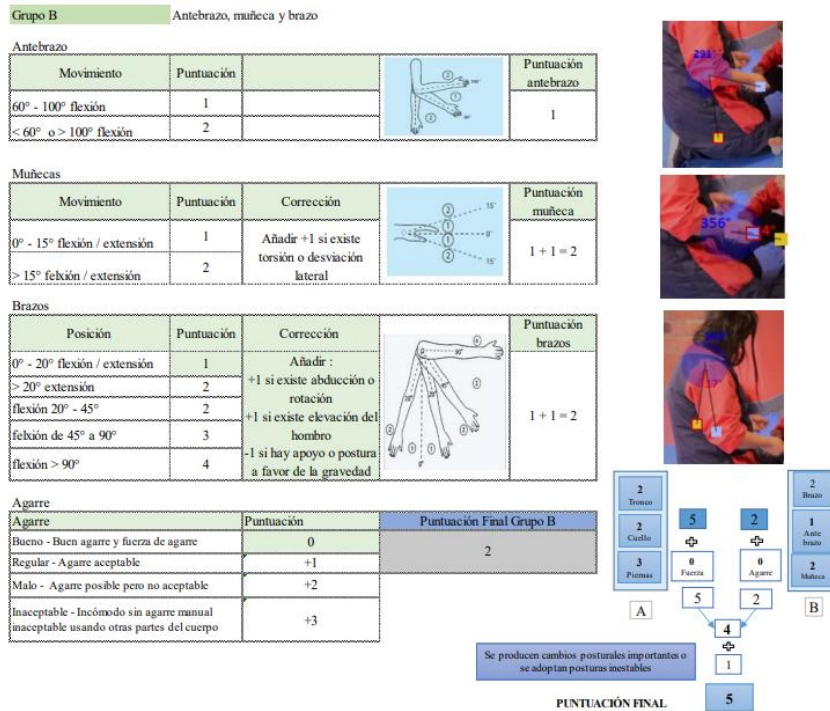
Carga - Fuerza

Carga	Puntuación	Corrección	Puntuación Final Grupo A
< 5 Kg	0	Añadir +1 si existe instauración rápido o brusca	5
5 - 10 Kg	1		
> 10 Kg	2		

Nota: <https://repositorio.uta.edu.ec/>

Figura 5

Evaluación2 REBA trabajo en motroicidad (entrada y salida de la sala).



Nota: <https://repositorio.uta.edu.ec/>

Lo siguiente fue tener una tabla de resultados como se muestra en la Figura 6, es una tabla general que arrojo el valor general resumido, donde se pudo observar que no todas las actividades requieren de cambios en la postura de las actividades (Aguaysa, 2019). En este caso el análisis de las posturas no implico el cambio inmediato debido a que de todas las actividades que se hicieron solamente 6 generaron un valor medio que va de 4 a 7 de puntuación, solamente una de las 16 actividades presento un nivel alto entre 8 y 10 de puntuación, muy por debajo de todas las actividades que se analizaron. El análisis de las actividades en este caso es diferente a los otros ya que en este caso en la tabla final se puso el valor de todas las actividades que sobresalieron con los niveles altos de riesgo, en los otros casos se puso una tabla final por cada actividad que se realizó.

Figura 6

Resultados de evaluación de metodo REBA cargo docente inicial y preparatoria.




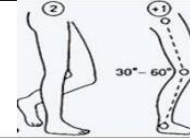
Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación	Nº de Actividades
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación.	0
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.	1
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.	6
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.	1
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.	0

Nota: <https://repositorio.uta.edu.ec/>

Caso 3: Pertenece al análisis postural y su incidencia en las enfermedades profesionales de la empresa Servicartón, dentro de la cual se evaluó con el método REBA, como se observa en las Figuras 7 y 8, donde se muestra la Evaluación de la actividad de un trabajador que se encarga de sacar las bobinas de la bodega, instalarlas y la realización de su respectivo mantenimiento, enfocándose principalmente en los cortes de las bobinas (Peñaloza, 2016).

Figura 7

Evaluación 1 metodo REBA puesto de corte.

METODO REBA - HOJA DE DATOS				
Puesto:	Corte			
Descripción del puesto:	es el encargado de sacar bobinas de bodega e instalarlos, controlar los cortes, regular la maquina según requerimientos, llenar formatos de verificación.			
Número de operadores:	1			
Fecha de elaboración:	03/03/2016			
Elaborado por:				
TRONCO				
Movimiento	Puntuac.	Corrección		Puntaje
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral		
0 - 20 flexión 0 - 20 extensión	2			
20 - 60 flexión >20 extensión	3			
>60 flexión	4			
			3	
CUELLO				
Movimiento	Puntuac.	Corrección		Puntaje
0 - 20 flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral		
20 - 60 flexión o extensión	2			
			2	
PIERNAS				
Posición	Puntuac.	Corrección		Puntaje
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir: + 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° y + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60°(salvo postura sedente)		
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2			
			3	

Nota: <https://repositorio.uti.edu.ec/>

Figura 8

Evaluación2 metodo REBA puesto de corte.

BRAZOS			
Posición	Puntuac.	Corrección	
0°-20° flexión/extensión	1	Añadir	
> 20° extensión	2	Abducción o rotación +1	
21°-45° flexión	3	Elevación del hombro +1	Puntaje
> 90° flexión	4	Si hay apoyo o postura a favor de la gravedad +1	3

ANTEBRAZOS			
Movimiento	Puntuac.	Corrección	
60°-100° flexión	1	No aplica	Puntaje
< 60° flexión	2		
> 100° flexión			

MUÑECAS			
Movimiento	Puntuac.	Corrección	
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir +1 si hay torsión o desviación lateral	Puntaje
> 15° flexión/ extensión	2		



Nota: <https://repositorio.uti.edu.ec/>

Donde después se obtuvieron valores que se muestran en una tabla de esta actividad como se muestra en la Figura 9, donde se puede ver que el valor como resultado es 11 de una escala de 1 a 15 que mientras más alto más es el riesgo, entonces quiere decir que las posturas en esta actividad requieren de un cambio inmediato (Peñaloza, 2016).

Figura 9

Puntuación final puesto de corte.

NIVEL DE ACCION	PUNTUACION	NIVEL DE RIESGO	INTERVENCION Y POSTERIOR ANALISIS	
0	1	Inapreciab	No necesario	
1	de 2-3	Bajo	Necesario	
2	de 4-7	Medio	Necesario	
3	de 8-10	Alto	Necesario pronto	X
4	de 11-15	Muy alto	Actuación inmediata	

Nota: <https://repositorio.uti.edu.ec/>

Como conclusión de estos casos, el Método REBA tiene como finalidad demostrar cual es el riesgo total de realizar una tarea que implica el levantamiento de cargas como se muestra en la Figura 10, donde la puntuación se presenta en una escala del 1 a 15, los cuales son los puntos

que son evaluados durante el proceso de acción de cada caso en particular (Información obtenida a través de investigación de campo).

Figura 10

Niveles de acción del Método REBA.

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación Ergonómica inmediata

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Después de dar a conocer ejemplos del método Reba, lo siguiente fue realizar una investigación, dónde se encontraron los siguientes proyectos que poseen aspectos similares con el que se desarrollará: Como se muestra a continuación, actualmente se emplea una amplia gama de productos que sirven para levantar cilindros, en la Figura 11 se muestra un equipo de carga de tambores que tiene una manilla giratoria que permite girar el cilindro, tiene un mecanismo para tener fijo el objeto, además de que se puede cambiar la altura hasta 1.35 metros, este producto sirve para trasladar, a la ves para bajar y subir los cilindros. El peso de carga es aproximado entre 130 y 360 kg, el material de fabricación es acero inoxidable, el peso neto es de 190 kg (Assistech, 2022).

Figura 11

Equipo de carga de tambores.



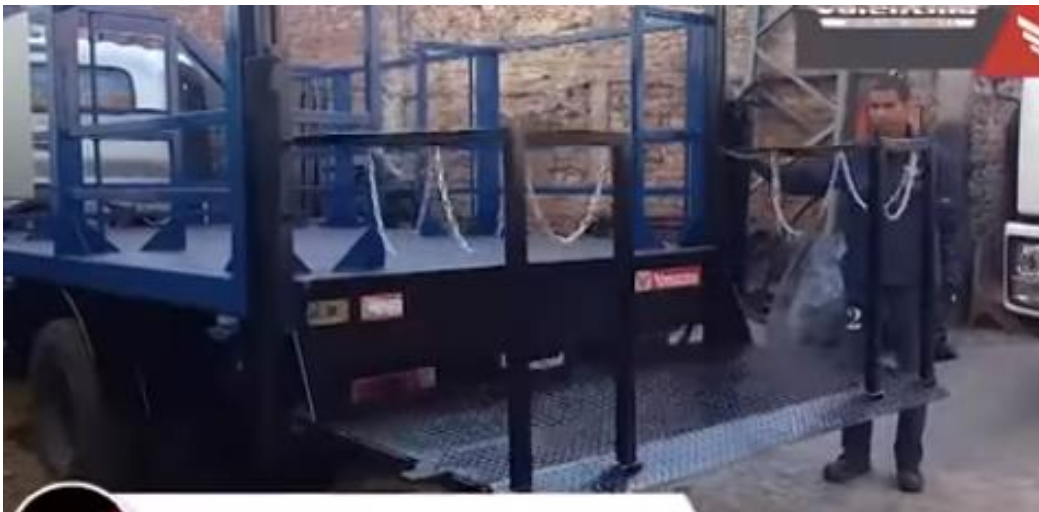
Nota: www.assistech.com.co

En la Figura 12 se muestra una plataforma fija en el vehículo, que sube y baja para poder manipular los objetos, para que no sufran algún daño o golpe, ya que puede ser peligroso por el material que se encuentra dentro del cilindro, esta plataforma tiene elementos de agarre para sujetar los cilindros.

Además, la plataforma siempre se mantiene paralela al vehículo para evitar que la persona que quiera agarrar el cilindro no se vea forzada a cargar el cilindro, esto implica que pueda tener una mala postura al momento de que el peso del cilindro caiga sobre su hombro, es importante mencionar que los cilindros deben manipularse correctamente para evitar explosiones o accidentes graves, el peso máximo que puede soportar es 1900 Kg. (Valentina Auxiliar Carrocera, 2019). Fabricadas con acero inoxidable.

Figura 12

Plataforma para carga y descarga de cilindros.



Nota: valentina.com.co

En la siguiente Tabla 1, se muestran las necesidades obtenidas del análisis del mercado para información bibliográfica.

Tabla 1

Necesidades que se encuentran en los productos.

Necesidades	Descripción
Durabilidad	El SM es durable.
Resistencia	Los materiales son resistentes a la temperatura.
Armado fácil	El SM tiene un armado fácil.
Seguridad	El SM es seguro para los usuarios
Limpieza	El SM es fácil de limpiar.
Desmontable	Es fácil de desmontar.
Mantenimiento	El SM es fácil para dar mantenimiento.
Ligereza	El SM es ligero.
Estética	El SM es estético.
Operable	El SM es fácil de operar.

Nota: Elaboración propia.

La información anterior sirvió de guía para la elaboración apropiada del sistema mecánico, además de limitar los alcances sobre el diseño al que se quiere llegar, así mismo el método REBA fue usado para evaluar ergonómicamente cada uno de las posturas que implica la carga de los cilindros de gas LP (Información obtenida a través de investigación de campo).

1.2 Planteamiento del problema

La ergonomía se define según *Kroemer (1987)*, “Factores humanos/ergonomía es el estudio de las características del hombre para el diseño apropiado del ambiente donde él vive y del trabajo, así como de su relación con los objetos de diseño”.

La OIT define accidente de trabajo como el suceso de ocurrido en el curso del trabajo o en

relación con el trabajo, que causa: Lesiones profesionales mortales o Lesiones profesionales no mortales.

Los trabajadores deben adaptarse a las condiciones laborales sin excepción, aunque esto genere lesiones graves en las manos, las muñecas, la espalda u otras partes del organismo.

En el sector gasero constantemente se realiza la carga de cilindros que contienen gas LP los cuales contienen líquido, esto quiere decir que la manipulación de líquidos o de otro tipo de cargas con un centro de gravedad que se pueda mover, puede incrementar el riesgo de lesión al producirse fuerzas y tensiones que impedirán un levantamiento equilibrado (Universidad de Málaga, 2007).

Riesgo laboral se entiende como el conjunto de factores físicos, psíquicos, químicos, ambientales, sociales y culturales que actúan sobre el individuo, la interrelación y los efectos que producen esos factores dan lugar a la enfermedad ocupacional (Badía, 1985).

Los trabajadores que se encuentran laborando dentro de este sector tienen en promedio de 18 a 45 años, tienen que realizar las rutinas y pedidos debiendo cumplir su jornada laboral. Se les asigna un vehículo para realizar las entregas y de ser necesario regresan a la base a cambiar los tanques vacíos, existen varios modelos de vehículos, uno de ellos se muestra en la Figura 13 y Figura 14, el cual es una camioneta adaptada para los tanques.

Los trabajadores cuentan con su uniforme, botas de trabajo, guantes y herramientas para cambiar la conexión de los tanques, todo esto es dado por la empresa.

Los trabajadores reciben un curso básico al entrar a trabajar, pese a esto, ellos no cuentan con las herramientas necesarias para realizar la mayoría de sus actividades, pero en particular, uno de los principales problemas que se ha considerado, es que no tienen un sistema mecánico de carga que les permita descargar los cilindros metálicos apropiadamente, sin sufrir algún riesgo laboral (Información obtenida a través de investigación de campo).

Figura 13

Carro de gas.



Nota: Elaboración propia.

Figura 14

Carro de gas tipo 2.



Nota: Elaboración propia.

La carga de los tanques de gas tuvo como consecuencia una serie de riesgos de salud, tales como al hacer una mala postura, el exceso del peso de carga, no portar el uniforme industrial, no tener calzado NOM-113-STPS-2009.

1.3 Justificación

Con la carga constante de los cilindros se observó que es necesaria la realización de un sistema mecánico para que los trabajadores realicen eficazmente esta actividad.

Teniendo en cuenta que los cilindros metálicos tienen un propio peso que va variando dependiendo su capacidad y volumen, con esta información se pudo realizar en la siguiente Tabla 2, donde se pudo apreciar que se manejan 3 tipos de medidas de gas, las cuales son 20, 30 y 45 Kg, sumado a esto el valor del tanque vacío, para luego obtener el peso total del cilindro, siendo este último el valor real que debe cargar cada trabajador cuando realiza una entrega (Información obtenida a través de investigación de campo).

Tabla 2

Medidas de los tanques de gas LP.

Capacidad de tanque de gas	TARA (peso del tanque vacío)	Peso total del cilindro
20 Kg	19.5 Kg	39.5 Kg
30 Kg	26.5 Kg	56.5 Kg
45 Kg	30 Kg	75 Kg

Nota: Elaboración propia.

Con los datos de la tabla anterior se pudo decir que el peso máximo que llega a cargar un trabajador es de 75 Kg aproximadamente, razón por la cual se identificó un serio problema físico, pudiéndose reducir el riesgo de sufrir algún daño a largo plazo (Información obtenida a través de investigación de campo).

La seguridad en el trabajo es indispensable dentro de cualquier entorno laboral, no obstante, existen los factores de riesgo, en este caso en particular se hablará de los factores de riesgo dentro del sector gasero, algunos de ellos son los siguientes: características y colocación de la carga, técnica de manipulación de la carga, condiciones del trabajo, tipo de suelo, organización del trabajo (INSHT, 2003).

1.4 Objetivo general

Diseñar un sistema mecánico que permita manipular cilindros de gas LP para facilitar el proceso de carga y descarga al personal repartidor de las empresas gaseras.

1.5 Objetivos específicos y Metas

OE1: Identificar las características de los usuarios.

M: Elaborar una lista con las características del usuario.

OE2: Investigar los principales sistemas mecánicos existentes en el mercado.

M: Evaluación comparativa de los sistemas mecánicos para la evaluación e identificación de alternativas.

OE3: Investigación de requerimientos de diseño.

M: Aplicar el método REBA (Rapid Entire Body Assessment) para obtener los requerimientos de diseño.

M: Definición de los requerimientos de diseño.

OE4: Realizar 3 propuestas del diseño.

M: Evaluar la selección de a mejor propuesta.

OE5: Seleccionar la mejor propuesta en base a criterios ergonómicos, antropométricos, funcionales y estéticos.

M: Aplicar una matriz de selección.

OE6: Desarrollar la propuesta seleccionada.

M: Realizar el modelo tridimensional de la propuesta seleccionada en un software CAD.

M: Fabricar un modelo de baja fidelidad del sistema mecánico.

OE7: Evaluar el prototipo con el usuario.

M: Aplicar el método REBA (Rapid Entire Body Assessment) para la evaluación ergonómica.

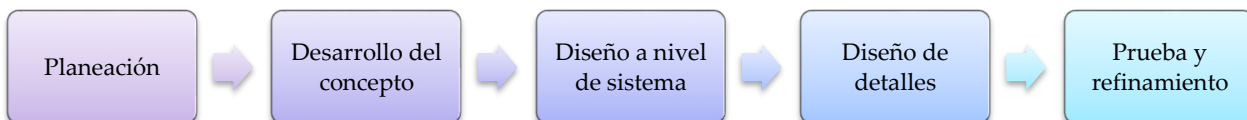
M: Elaborar la documentación de la propuesta seleccionada.

1.6 Metodología

Se utilizó la Metodología de Diseño y desarrollo de productos de Ulrich y Eppinger (2012), la cual se adaptó al proyecto con las siguientes fases como se muestra en la Figura 15 y se explica en la Tabla 3 siguiente.

Figura 15

Fases de la Metodología adaptada Ulrich y Eppinger (2012).



Nota: Elaboración propia.

Tabla 3*Metodología: Diseño y desarrollo de productos de Ulrich y Eppinger (2012).*

Fases:	Descripción:
0 Planeación:	Definir los alcances del diseño del sistema mecánico. Se hará la investigación bibliográfica, se establecerán los requerimientos de diseño para el desarrollo del proyecto.
1 Desarrollo del concepto:	Realizar una investigación para conocer las características del usuario (sexo, edad, hábitos, entre otros) y del contexto dónde se desenvuelve. Investigación para conocer las propiedades de objetos semejantes. Detectar principales riesgos laborales. Investigar los aspectos relacionados con normas de fabricación, parámetros antropométricos y ergonómicos para sistemas mecánicos para manipular cargas.
2 Diseño a nivel de sistema:	Elaborar una serie de propuestas para el sistema mecánico de carga, mediante bocetos que ilustrarán aspectos funcionales y de materiales.
3 Diseño de detalles:	Definir las partes y dimensiones del sistema mecánico considerando datos antropométricos y ergonómicos que sean aplicables a las características del usuario y aplicar el método REBA. Investigar los materiales y normas aplicadas a los sistemas mecánicos. Seleccionar una propuesta a partir de los requerimientos de diseño.
4 Prueba y refinamiento:	Construcción de un prototipo de baja fidelidad 1:1 de la propuesta elegida. Evaluar los aspectos ergonómicos del sistema mecánico de carga considerando el método REBA. Elaborar un modelo tridimensional en un software CAD, a partir del cual se obtuvo los planos constructivos del objeto (vistas principales del sistema mecánico, dibujo en explosivo del sistema mecánico, vistas principales de las piezas, dibujo de ensambles) y los rénders del objeto.

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Aspectos de la actividad.

En este proyecto la actividad principal es la carga y descarga de los cilindros de gas LP por los cargadores trabajadores quienes sufren de lesiones por las inadecuadas posturas, como se muestra en la Figura 16, donde podemos observar que el cargador recibe estos tanques que se encuentran almacenados, para posteriormente ser trasladados en los vehículos. Una vez que los cilindros estén en los vehículos, se entregan a los clientes a través de pedidos o por la rutina asignada (Información obtenida a través de investigación de campo). Sin embargo, en esta actividad intervienen los factores de riesgo que se mencionaran a en el siguiente apartado.

Figura 16

Levantamiento de cilindro de gas.



Nota: Elaboración propia.

2.1.1 Factores de riesgo.

Es importante mencionar que dentro de esta actividad existen factores de riesgo, algunos son mencionados por la Guía técnica a continuación:

- Características de la carga: Sucede cuando la carga es muy pesada o grande, cuando su tiene un equilibrio inestable o su contenido tiende a desplazarse, cuando se tiene que sostener o manipular a distancia del tronco ya sea su torsión o inclinación, cuando la

carga debido a su forma puede ocasionar lesiones como golpes.

- Esfuerzo físico necesario: Cuando es inevitable la carga, cuando acarrea un movimiento brusco de la carga, cuando el cuerpo está en una posición inestable.
- Características del medio de trabajo: Cuando el espacio libre o espacio vertical es insuficiente, por las condiciones del suelo o el clima, por la iluminación, cuando existen exposición a vibraciones.
- Exigencias de la actividad: Esfuerzos físicos prolongados o frecuentes relacionados con la columna vertebral, insuficiente reposo fisiológico, distancias altas de elevación, descenso o traslado.
- Factores individuales de riesgo: No tener aptitud física, ausencia de uniforme o calzado, insuficiencia de la formación laboral, existencia previa de patología dorso lumbar.

Se mencionaron los factores de riesgos que más se frecuentan en las actividades donde se involucra la manipulación de carga, se debe considerar que se pueden evitar con el conocimiento previo para que los trabajadores no sufran algún daño (INSHT, 2003).

2.2 Aspectos del usuario.

Los usuarios son los trabajadores repartidores quienes estarán en contacto directo con el sistema mecánico, como una herramienta ergonómica y funcional (Información obtenida a través de investigación de campo).

Características de los usuarios:

- Son hombres entre 18 y 45 años de edad.
- No se requiere estatura o peso específico.

Ver información en Anexo A.

2.3 Ergonomía.

La ergonomía se define como “Un enfoque que pone las necesidades y capacidades

humanas como el foco del diseño de sistemas tecnológicos. Teniendo como propósito asegurar que los humanos junto con la tecnología trabajen en completa armonía, manteniendo los equipos y las tareas en acuerdo con las características humanas” (Ergonomics Society,2000).

Además, Ergonomía se define como “el estudio científico de las relaciones entre el hombre y su medio ambiente laboral” (Murrell, 1965).

La ergonomía se define como “un enfoque que pone las necesidades y capacidades humanas como el foco del diseño de sistemas tecnológicos. Teniendo como propósito asegurar que los humanos junto con la tecnología trabajen en completa armonía, manteniendo los equipos y las tareas en acuerdo con las características humanas”. (Ergonomics Society,2000).

Los principales objetivos de la ergonomía y de la psicología aplicada son los siguientes:

- **Identificar, analizar y reducir los riesgos laborales** (ergonómicos y psicosociales).
- **Adaptar el puesto de trabajo y las condiciones de trabajo** a las características del operador.
- **Contribuir a la evolución de las situaciones de trabajo**, no sólo bajo el ángulo de las condiciones materiales, sino también en sus aspectos socio-organizativos, con el fin de que el trabajo pueda ser realizado salvaguardando la salud y la seguridad, con el máximo de confort, satisfacción y eficacia.
- **Controlar la introducción de las nuevas tecnologías** en las organizaciones y su adaptación a las capacidades y aptitudes de la población laboral existente.
- **Establecer prescripciones ergonómicas** para la adquisición de útiles, herramientas y materiales diversos.
- **Aumentar la motivación** y la satisfacción en el trabajo.

La ergonomía se puede clasificar en las siguientes áreas:

- Ergonomía de puestos / ergonomía de sistemas.
- Ergonomía de concepción o ergonomía de corrección.
- Ergonomía geométrica.
- Ergonomía ambiental.
- Ergonomía temporal o crono ergonomía.
- Ergonomía informática: hardware y software.

2.4. Antropometría.

La antropometría es la ciencia de la medición de las dimensiones corporales y algunas características físicas del cuerpo humano. Además, esta ciencia permite medir longitudes, anchos, grosores, circunferencias, volúmenes, centros de gravedad y masas de diversas partes del cuerpo, las cuales tienen diversas aplicaciones (OIT 1998).

La antropometría se divide en dos ramas, la estática y la dinámica, en este caso nos enfocaremos al estudio y aplicación de la antropometría estática, la cual mide al cuerpo mientras este se encuentra fijo en una posición, permitiendo así medir el esqueleto entre puntos anatómicos específicos (OIT 1998).

Existe variabilidad en cuanto a los tipos de dimensiones en Antropometría, es decir, dimensiones en el cuerpo humano que influyen en su desempeño, estas se dividen en dos tipos:

- Dimensiones estructurales: aquellas dimensiones de las distintas partes o elementos estructurales del cuerpo, tales como la estatura, longitud del brazo, longitud de la mano o el perímetro de la cabeza.

- Dimensiones funcionales: Son aquellas dimensiones que incluyen el movimiento y la acción de segmentos corporales en el espacio del trabajo, se puede mencionar como ejemplo la zona de alcance funcional máximo de la mano o la zona de alcance mínimo (Ávila, González y Prado, 2007).

2.4.1. Percentiles.

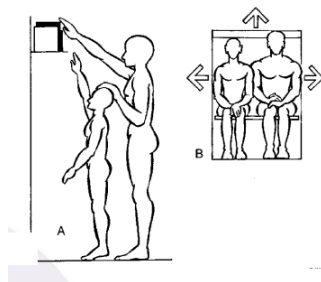
El percentil es una herramienta que expresa el porcentaje de personas de una población como se puede visualizar en la Figura 17, el cual semeja una dimensión corporal igual o menor de un valor determinado, que sirve para diseñar, ya que en base a los datos obtenidos se pueden establecer límites.

Entonces definimos que el percentil no es más que una medida de posición.

Para poder entender el significado de percentil se tomó como ejemplo 100 personas, entonces si se eligieran el 25% estaríamos hablando de P25, seguido de P50 que sería la mediana de la población, pero este término se aplicaría solo para esta situación del número de población seleccionado, ya que es una forma para simplificar el entendimiento de percentil.

Figura 17

Ejemplos de utilización de percentiles para alcance de altura y dimensiones internas.



Nota: www.insst.es

Entonces por lo general se utiliza el P5 los alcances y dimensiones externas como se puede ver

en la Figura anterior, mientras que para P95 se aplica para las dimensiones internas, esto con la intención de que estén dentro del rango las personas altas.

2.5 Aspectos de la solución.

Se requiere la realización de un sistema mecánico para ayudar a los empleados cargadores, además de que este objeto debe de ajustarse a una medida estándar ya que son diferentes vehículos con los que cuenta la empresa para la repartición de cilindros de Gas LP, también dependerá del volumen y del peso de cada uno de los diferentes tamaños de los cilindros que se encuentran en el sector gasero.

2.6 Criterios de diseño.

Los criterios de diseño son aquellos parámetros y determinantes que se tienen en cuenta para tomar las decisiones proyectuales de la propuesta. Son puntuales, definidos y específicos (Lachegon, 2014).

Las determinantes de los criterios de diseño son:

- Usuario
- Uso actual
- Estado actual del objeto.
- Uso a desarrollar
- Contexto
- Agentes climáticos
- Concepto
- Necesidades
- El espacio
- Las intenciones del diseñador
- Funcionalidad
- Estética
- Forma

2.6.1 Criterios de diseño basados en ergonomía.

En el campo de la ergonomía, es prudente considerar el tamaño de una máquina, más específico dentro del área de trabajo, de modo que las posturas que tiene que realizar el

usuario no le ocasionen molestias o dolencias (Mata, 2004).

El objetivo es la construcción y diseño de máquinas seguras.

Los criterios de seguridad a tener en cuenta en los protocolos de diseño son (Mata, 2004):

- Determinación de los límites de la máquina, espacial, temporal y de uso.
- Identificación sistemática de las situaciones peligrosas en las diferentes bases en modos de funcionamiento de la maquina: montaje, utilización.
- Reducción de los riesgos mediante la prevención intrínseca tales como:
 - Evitando aristas cortantes, ángulos agudos, partes salientes.
 - Evitando ruidos y vibraciones.
 - Utilizando acciones mecánicas de desplazamiento definido.
 - Utilizando bajas tensiones y el uso adecuado de las protecciones eléctricas.
 - Cuidar los peligros que no pueden evitarse.
 - Información y advertencia de los riesgos residuales.

2.6.2 Criterios de diseño basados en antropometría.

Variables como la altura, la máxima extensión de las extremidades o la alternación de posturas, deberán ser consideradas.

Dentro de este apartado se deben considerar los siguientes principios al diseñar o evaluar cualquier área de trabajo (Ávila, González y Prado, 2007):

- Altura de la cabeza: La postura natural es viendo ligeramente hacia abajo.
- Altura de hombros: Evitar alcances arriba de a altura de los hombros, la medida recomendada esta entre la altura de los hombros y de la cintura.
- Altura de codos: Si el trabajo en la superficie implica el empleo de esfuerzos considerables se debe ubicar la altura de la superficie entre 5 Y 10 cm. por debajo de la altura de los codos.
- Alcances de brazo: Mantener el trabajo frecuente dentro de la distancia del antebrazo.

- Altura del nudillo: Mantener las tareas de levantamiento entre la altura de los nudillos y de los hombros.
- Longitud de pierna: En este caso se debe considerar a los de piernas largas para proporcionar holguras y a los de piernas cortas un ajuste de altura.
- Tamaño de la mano: Consideras a los de las manos pequeñas para las aberturas peligrosas, para los mangos o asideras y para los de las manos grandes considerar para aberturas y accesos.
- Masa corporal: Considerar a los más grandes.

2.7 Método REBA

Para llevar al cabo la evaluación del Método REBA se tienen los siguientes pasos:

- Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos.
- Seleccionar las posturas que se evaluarán.
- Determinar si se evaluará el lado izquierdo o derecho del cuerpo.
- Tomar los datos angulares requeridos.
- Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo.
- Obtener las puntuaciones parciales y finales de método para determinar la existencia de riesgos y establecer el Nivel de Actuación.
- Si se requieren, determinar qué tipo de medidas deben adoptarse.
- Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario.
- En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método REBA para comprobar la efectividad de la mejora.

Evaluación del Grupo A:

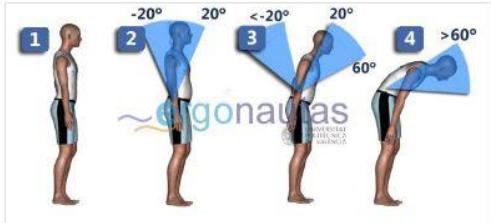
Se obtuvo a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen, es decir, tronco, cuello y piernas. Es por eso que antes se tiene que obtener las puntuaciones de cada miembro.

- Puntuación de tronco: Dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical. Como se muestra en la Figura 18, donde se muestra

las referencias. La puntuación de tronco se obtuvo con la Tabla 4 siguiente.

Figura 18

Medición del ángulo del tronco.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

Tabla 4

Puntuación del tronco.

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del tronco. A esta puntuación se le aumentara un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco. Si no se da ninguna de estas situaciones la puntuación del tronco no se modifica. Para obtener la puntuación final del tronco se ayuda con la siguiente Tabla 5 y la siguiente Figura 19.

Tabla 5

Modificación de la puntuación del tronco.

Posición	Puntuación
Tronco con inclinación lateral o rotación	+1

Fuente: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Figura 19

Modificación de la puntuación del tronco.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

- Puntuación del cuello: se obtuvo a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. En este paso existen 3 posibilidades: flexión de cuello menor de 20°, flexión mayor de 20° y extensión. La Figura 20 muestra las puntuaciones a asignar en función de la posición de la cabeza. Y la puntuación del cuello puede obtenerse con la Tabla 6.

Figura 20

Medición del ángulo del cuello.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

Tabla 6

Puntuación del cuello.

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del cuello. Ya que esta posición será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza. Si no se sucede

nada la puntuación del cuello no se modifica. La Tabla 7 y la Figura 21 sirven como referencia.

Figura 21

Modificación de la puntuación del cuello.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

Tabla 7

Modificación de la puntuación del cuello.

Posición	Puntuación
Cabeza rotada o con inclinación lateral	+1

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

- Puntuación de las piernas: Dependerá de la distribución del peso entre ella y los apoyos existentes. La puntuación de las piernas se obtuvo con la ayuda de la Tabla 8 y la Figura 22:

Tabla 8

Puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico.	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Figura 22

Puntuación de las piernas.

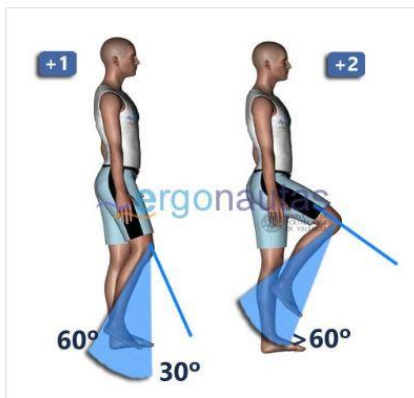


Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

La puntuación de las piernas incrementara si existen en una o ambas rodillas como se ve en la Figura 23 y con la Tabla 9. El incremento puede ser hasta 2 puntos si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado no existe flexión, por lo tanto, no aumentara el valor.

Figura 23

Incremento de la puntuación de las piernas.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

Tabla 9

Incremento de la puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación
Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°	+1
Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (Salvo postura sedente)	+2

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Evaluación del Grupo B:

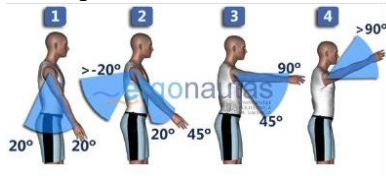
Se obtuvo a partir de cada una de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen, brazo, antebrazo y muñeca. Es importante que se tenga que elegir un solo lado, ya sea derecho o izquierdo al momento de evaluar, además que se tienen que obtener la puntuación del grupo no sin antes obtener las puntuaciones de cada miembro.

- Puntuación del brazo: Se obtuvo a partir de su flexión/extensión, midiendo el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco. La Figura 24 muestra los diferentes

grados de flexión/extensión considerados por el método. La puntuación del brazo se obtuvo de la Tabla 10.

Figura 24

Medición del ángulo del brazo.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

Tabla 10

Puntuación del brazo.

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <=45°	2
Flexión >45° y <=90°	3
Flexión >90°	4

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Esta puntuación será aumentada en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido (separado del tronco en el plano sagital) o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo sobre donde descansa el brazo del trabajador mientras realiza la tarea la puntuación del brazo disminuye un punto.

Para obtener la puntuación final se puede consultar la Tabla 11 y la Figura 25 siguientes:

Figura 25

Modificación de la puntuación del brazo.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

Tabla 11

Incremento de la puntuación del brazo.

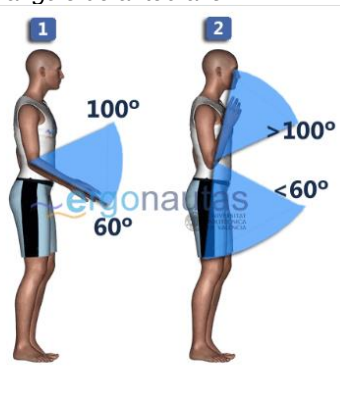
Posición	Puntuación
Brazo abducido o brazo rotado	+1
Hombro elevado	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

- Puntuación de antebrazo: Se obtuvo a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. Como se muestran los intervalos de flexión considerados por el método en la Figura 26. La Tabla 12 sirve para obtener la puntuación del antebrazo.

Figura 26

Medición del ángulo de antebrazo.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

Tabla 12

Puntuación del antebrazo.

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

La puntuación del antebrazo no será modificada por otras circunstancias adicionales siendo obtenida por flexión la puntuación definitiva.

- Puntuación de la muñeca: Se obtuvo a partir del ángulo de flexión/extensión desde una posición neutra. Para realizar la medición se muestra como referencia la Figura 27 y la puntuación de la muñeca se obtuvo mediante la Tabla 13.

Figura 27

Medición del ángulo de la muñeca.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

Tabla 13

Puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión $>0^\circ$ y $<15^\circ$	1
Flexión o extensión $>15^\circ$	2

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión de la muñeca. Esta puntuación se aumentará en un punto si existe desviación radial o cubital de la muñeca o presenta torsión como se muestra en a Figura 28. El incremento a aplicar se muestra en la Tabla 14 siguiente.

Figura 28

Modificación de la puntuación de la muñeca.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

Tabla 14*Modificación de la puntuación de la muñeca.*

Posición	Puntuación
Torsión o Desviación radial o cubital	+1

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>**Puntuación de los Grupos A y B**

Una vez que son obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman los Grupos A y B se calcularán las puntuaciones globales de cada Grupo. La Tabla 15 se empleará para obtener la puntuación del Grupo A, mientras que la Tabla 16 será para el Grupo B.

Tabla 15*Puntuación del Grupo A.*

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>**Tabla 16***Puntuación del Grupo B.*

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Puntuaciones parciales

Son las puntuaciones de los Grupos A y B, se consideran la postura del trabajador. Como siguiente paso se valorarán las fuerzas ejercidas durante su adopción para modificar la puntuación del Grupo A y el tipo de agarre de objetos para modificar la puntuación del Grupo B. La carga manejada o la fuerza aplicada modifica la puntuación asignada al Grupo A, es decir, el grupo del tronco, cuello y piernas, excepto si la carga no supera los 5Kg. de peso, en este caso no se incrementará la puntuación. En la Tabla 17 se muestra el incremento a aplicar en la función del peso de la carga.

Tabla 17:
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.

Posición	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Pero si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad más de la Tabla 18 a la puntuación anterior. Si la puntuación del Grupo A incrementada por la carga o fuerza se denominara Puntuación A.

Tabla 18

Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas.

Posición	Puntuación
Existen cargas o fuerzas aplicadas bruscamente	+1

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

La calidad del agarre de objetos con la mano aumentará la puntuación del Grupo B, excepto en el caso de que la calidad del agarre sea buena o no existan agarres. En la Tabla 19 se muestran los incrementos a aplicar según la calidad del agarre y en Tabla 20 se muestran ejemplos para poder clasificar la calidad del agarre. La puntuación del Grupo B modificada por

la calidad del agarre se denominará Puntuación B.

Tabla 19




Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe o inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Tabla 20

Ejemplos de agarres y su calidad.

Calidad de agarre	Descripción	Imagen
Bueno	Son los llevados a cabo con contenedores de diseño optimo con asas o agarraderas, o aquellos sobre objetos sin contenedor que permitan un buen asimiento y en el que las manos pueden ser bien acomodadas alrededor del objeto.	
Regular	Es el llevado a cabo sobre contenedores con asas a agarraderas no optimas por ser de tamaño inadecuado, o el realizado sujetando el objeto flexionando los dedos 90°.	
Malo	Es realizado sobre contenedores mal diseñados, objetos voluminosos a granel, irregulares o con aristas, y los realizados sin flexionar los dedos manteniendo el objeto presionando sobre sus laterales.	

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Puntuación Final

Las puntuaciones de los Grupos A y B han sido modificadas dando lugar a la Puntuación A y a la Puntuación B respectivamente. Lo que significa que, a partir de estas dos puntuaciones, y empleando la Tabla 21, se obtuvo la Puntuación C.

Tabla 21

Puntuación C.

	Puntuación B											
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Finalmente, para poder obtener la Puntuación Final, la Puntuación C recién obtenida se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea. Los tres tipos de actividad considerados por el método no son excluyentes y por tanto la Puntuación Final podría

ser superior a la Puntuación C hasta 3 unidades, para esto se tiene que usar la Tabla 22 siguiente.

Tabla 22

Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular.

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto	+1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetitivos más de 4 veces por minutos (incluyendo caminar)	+1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Nivel de actuación

Una vez que es obtenida la Puntuación Final, se proponen diferentes Niveles de Actuación sobre el puesto. El valor de la puntuación obtenida será mayor cuanto mayor sea el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 1.5, indica un riesgo muy elevado por lo que se deberá actuar de inmediato. Se clasifican las puntuaciones en 5 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención. En la Tabla 23 se muestra los niveles de Actuación según la puntuación final.

Tabla 23

Niveles de actuación según la puntuación Final obtenida.

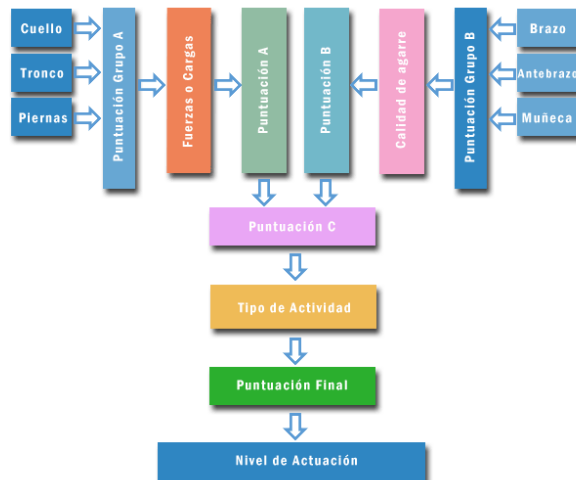
Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Finalmente, la Figura 29 resume el proceso de obtención del Nivel de Actuación en el Método Reba.

Figura 29

Esquema de puntuaciones.



Nota: <https://www.ergonautas.upv.es/>

2.8 Mecanismos.

Mecanismo, es un conjunto de elementos, mayoritariamente rígidos, que transmiten o comienzan un movimiento.

Además de que un mecanismo está constituido por elementos rígidos o eslabones, ya sean móviles respecto uno con el otro, con el único propósito de transmisión de fuerzas de movimientos y fuerzas (Sánchez, 2020).

2.9 Clasificación de mecanismos

Los mecanismos, se pueden clasificar en dos grandes grupos, como se muestra a continuación (Postgrado industrial, 2021):

- Sistema de transmisión del movimiento:

Es aquel que en donde el sistema motriz, como el sistema receptor están formados por el mismo tipo de movimiento, además se pueden encontrar mecanismos de transmisión

lineal, tales como las palancas. También los mecanismos de transmisión circular, que tienen movimientos de rotación en otra rotación, es decir, como las cadenas, engranajes, entre otros.

- Sistema de transformación del movimiento:

En este caso el sistema de entrada y el de salida tienen distinto movimiento.

2.10 Parámetros ergonómicos y antropométricos.

Los parámetros de diseño sirven para evaluar o valorar determinado aspecto ergonómico para el usuario, en este caso se eligieron los siguientes:

Altura, firmeza, inclinación de sistema mecánico y la dimensión del sistema mecánico.

Parámetros ergonómicos que se utilizarán:

La edad del usuario: de este parámetro depende la fisiología del cuerpo y es que a partir de los 50 años el cuerpo va perdiendo el tamaño máximo, además tanto en hombre como en mujeres resulta distinto esto.

El sexo del usuario: en este parámetro se establecen las diferencias corporales de hombres.

Origen: el proceder de distintos lugares hace que exista mayor diferencia entre la fisiología y también dependerá su alimentación, aspectos genéticos y ambientales entre otros.

La alimentación: este parámetro se refiere a que el usuario tenga una adecuada alimentación y además la ausencia de enfermedades en su infancia.

El área geográfica: la zona donde vive. La ocupación: las tareas a las que se dedica la mayor parte del tiempo (Información obtenida a través de investigación de campo).

2.11 Materiales y procesos para sistemas mecánicos.

Los materiales son elementos transformables que tienen su origen en la naturaleza y que a través de procesos químicos o físicos se genera lo que llamamos materia prima.

Estos pueden ser materiales escolares, de construcción, de trabajo entre otras clasificaciones

Las principales características de los materiales se presentan a continuación:

Dureza o fragilidad: es decir, a la resistencia del material a la transformación o exposición cuando se le aplica una fuerza.

Flexibilidad: Esto quiere decir que todos los materiales tienen esta propiedad ya que al alterarlos la flexibilidad establece la capacidad del elemento de no romperse.

Ductilidad o maleabilidad: Es la forma en que materiales se transforman.

Transparencia: en esta característica se mide el nivel de luz que pasa a través de ellos, ya sean transparentes, opacos o traslucidos.

Conductividad: algunos materiales pueden o no realizar esta característica, ya sea por energía eléctrica o energía eléctrica. Aunque algunos materiales pueden ser aislantes anulando esta característica.

2.12 Normas.

Para este tipo de trabajo que requieren la manipulación de cargas fue necesario la investigación de las normas que dan credibilidad.

NOM-0360-1

De la Secretaria de trabajo y Previsión social establece regulaciones para el manejo manual de cargas en el trabajo, buscando mejorar la salud y seguridad de los trabajadores para prevenir lesiones causadas por esfuerzo físico, manipulación incorrecta de cargas, movimientos repetitivos y posturas forzadas.

NOM-006-STPS-2014

Manejo y almacenamiento de materiales-condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

ASCE 7

Prescribe cargas de diseño para todos los peligros relativos al suelo, así como evaluar combinaciones de carga.

NOM-036-1-STPS-2018

Factores de riesgos ergonómicos en el Trabajo-identificación, análisis, prevención y control.

NOM-031-STPS-2011

Construcción-Condiciones de seguridad en el trabajo,

NOM-004-STPS-1999

Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

CAPÍTULO 3
DESARROLLO DEL CONCEPTO

3.1 Perfil del usuario

Los usuarios son los trabajadores repartidores de la empresa gasera, que en promedio tienen una jornada laboral de 9 horas al día, cuentan con 20 unidades laborando, la información obtenida fue a través de entrevistas hacia los repartidores ya que ellos son los expertos de esta actividad, con el rango de edad que esta entre 18 y 45 años de edad quienes estarán en contacto directo con el sistema mecánico como una herramienta ergonómica y funcional (Información obtenida a través de investigación de campo).

3.2 Análisis de datos sobre los usuarios

En base a los datos obtenidos es un aproximado de 20 trabajadores que están en la empresa gasera, se obtuvieron datos de las entrevistas, en esta recopilación de información se sobresale que el sistema mecánico deberá ser resistente y seguro.

Además de que debe ser operable debido al poco tiempo con el que se cuenta para la descarga un tanque de gas y luego seguir con la jornada laboral. Como se muestra en la siguiente Tabla 24 donde se ven las necesidades de los trabajadores y la descripción de las mismas.

Tabla 24

Necesidades de los trabajadores.

Necesidades	Descripción
Durabilidad	El SM es durable.
Resistencia	Los materiales son resistentes a la temperatura.
Armado fácil	El SM tiene un armado fácil.
Seguridad	El SM es seguro para los usuarios
Ligereza	El SM es ligero.
Operable	El SM es fácil de operar.

Nota: Los datos generales de las entrevistas se encuentran en el Anexo A. Elaboración propia.


Estos datos coinciden con las necesidades que se obtuvieron de la información bibliográfica y del análisis del mercado, como se muestra en la Tabla 1 (Información obtenida a través de investigación de campo).

3.3 Análisis de productos similares existentes.

Dentro del apartado de evaluación de la metodología de este capítulo, se realizó el siguiente análisis de las propiedades en la Tabla 25 en base a la Tabla 1 del primer capítulo.

Tabla 25

Análisis de producto uno.


Nombre	Propiedad	Observaciones
	Durabilidad	El objeto tiene un material que le permite ser duradero
	Resistencia	Por el material y la forma de la estructura tiende a ser resistente
	Armado fácil	La estructura permite que las piezas se unan y permitan un armado fácil.
	Seguridad	Cada elemento de la maquina está unido de forma segura.
	Limpieza	Como la estructura tiene la forma básica permite que los usuarios tengan más eficacia en la limpieza.
	Desmontable	Si es desmontable por su tipo de uniones.
	Ligereza	No es ligero, debido al tipo de material metálico hace que sea pesado.
	Estética	No tiene estética, es sencilla su apariencia.
	Operable	Si es operable ya que sus funciones son básicas.

Nota: Elaboración propia.

En la siguiente Tabla 26 se hizo el análisis del segundo producto, ya que fue necesario para tener la información y seguir con el trabajo de tesis, donde también se colocó la imagen del producto y se hicieron las respectivas observaciones.

Tabla 26

Análisis de producto dos

Nombre	Propiedad	Observaciones
	Durabilidad	Si tiene durabilidad debido al material con el que está elaborado.
	Resistencia	El material y su estructura permiten que sea resistente.
	Armado fácil	Por tener pocas piezas se tiene que es de armado fácil.
	Seguridad	No es seguro debido a que es una pieza que fue añadida al carro.
	Limpieza	Por el número de componentes se puede limpiar rápido.
	Desmontable	Si es desmontable porque es una pieza extra que fue añadida.
	Ligereza	No es ligero, ya que esta hecho de metal.
	Estética	No tiene estética, su forma es sencilla.
	Operable	Cumple con la función de bajar y subir cilindro es operable.

Nota: Elaboración propia.

3.4 Determinación de los requerimientos de diseño

Los requerimientos de diseño son aquellas variables que deben de cumplir una función, siendo fijados por una decisión, por naturaleza, por requisitos legales, es decir, una restricción (Rodríguez, 1983).

Se hizo una investigación de campo y bibliográfica, lo que pudo contribuir a obtener las necesidades de los usuarios y a partir de ello se eligieron los requerimientos que ayudaran para la creación del sistema mecánico.

Ampliando una propuesta de Bonsiepel los criterios serán como se muestran en la siguiente Tabla 27:

Tabla 27

Requerimientos de diseño (Rodríguez, 1983).

Requerimientos de diseño	
Requerimientos de uso	Practicidad Seguridad Mantenimiento Reparación Manipulación Antropometría Ergonomía Transportación
Requerimientos de función	Mecanismos Resistencia
Requerimientos estructurales	Número de componentes Unión Centro de gravedad Estructurabilidad

Nota: Elaboración propia.

Después de que se obtuvieron los requerimientos en base al Manual de diseño industrial (Rodríguez, 1983), lo siguiente fue desglosar cada uno de ellos en la siguiente Tabla 28.

Tabla 28

Desglose de requerimientos de diseño.

Requerimiento de diseño (Incluye de uso, de función y estructura)	Definición en base al Manual de diseño.
Practicidad	Debe ser practica la funcionalidad en relación producto-usuario.
Seguridad	Seguridad ya que el producto no debe entrañar riesgos para el usuario.
Mantenimiento	Tener los cuidados por parte del usuario y brindar o tener con el producto.
Reparación	Que el usuario pueda obtener refacciones compatibles en el mercado para corregir alguna anomalía.
Manipulación	Tener la adecuada relación producto-usuario en cuanto a su biomecánica.
Antropometría	La adecuada relación dimensional entre el producto y el usuario.
Ergonomía	La optima adecuación entre producto y el usuario en cuanto a los límites del ruido.
Transportación	Fácil cambio de ubicación de un producto.
Mecanismos	Los principios que darán funcionalidad al producto.
Resistencia	Los esfuerzo a soportar por el producto.

Número de componentes	La cantidad de componentes, partes y elementos.
Unión	El sistema de integración que emplearan los distintos componentes, partes y elementos de un producto.
Centro de gravedad	La estabilidad funcional que presenta un producto en su estructuración.
Estructurabilidad	Las consideraciones de funcionalidad de los distintos componentes, partes o elementos que conforman un producto.

Nota: Elaboración propia.

Cabe resaltar que existen más requerimientos de diseño, pero se eligieron los más convenientes en base a las necesidades de los usuarios que se obtuvieron a través de una investigación de campo.

3.5 Evaluación Método REBA para sustentar los requerimientos de diseño.

Una vez que se obtuvieron los requerimientos de diseño, lo siguiente fue la evaluación de las posturas involucradas durante la realización de carga y descarga de cilindros de gas, sin embargo, existen posturas que quizás no son adecuadas, para detectar las posibles fallas se harán los siguientes análisis de 4 casos de posturas con el Método Reba.

Con ayuda del trabajador se pudo hacer cada uno de los casos, se hizo la fotografía de las posturas donde se muestra la actividad que es carga y descarga, como menciona el Método Reba, el objetivo general es seleccionar los puntos clave de cada parte del cuerpo, como es el tronco, cuello, pierna, brazo, antebrazo y muñeca, con sus respectivas modificaciones del método.

CASO 1

En este caso el repartidor de gas bajo del vehículo el cilindro como se observa en la Figura 15, donde se observa que el cilindro metálico el cual mide 124cm con una medida comercial de 30 kg, fue puesto directamente sobre los hombros, luego el cargador debe de hacer un movimiento de su cuerpo para inclinar sus piernas, a continuación, se muestra la Tabla 29 y 30 donde se hizo el análisis del Método Reba.

Figura 15



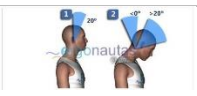


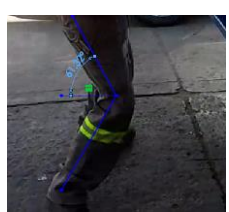
Levantamiento de cilindro de gas.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 29

Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo A.

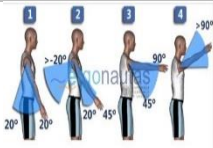

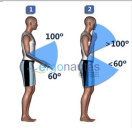

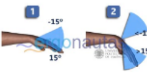
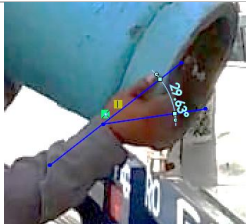
Cargo	Repartidor de Gas				
Tarea	Bajar los tanques				
Grupo	A				
Movimiento Tronco	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 1
Tronco erguido	1	Si el Tronco con inclinación lateral o rotación +1		2+1=3	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2				
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3				
Flexión >60°	4				
Movimiento Cuello	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 1
Flexión entre 0° y 20°	1	Si la Cabeza rotada o con inclinación lateral +1		2+1=3	
Flexión >20° o extensión	2				
Movimiento Piernas	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 1
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico.	1	Si la Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60° es +1		2+2=4	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2				
Carga y fuerza					
Carga	Puntuación	Modificación	Puntuación Final Grupo A		
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0	Si Existen cargas o fuerzas aplicadas bruscamente +1	8+2+1=11		
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1				
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2				

***Nota:** Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvieron con la Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, del Cap. II de la sección del Método Reba.

La Puntuación final del grupo A, se obtuvo tomando los valores de las Tablas 4-9, que darán 3 puntuaciones que serán del cuello, piernas, tronco, estos 3 valores se utilizarán para la Tabla 15, en donde se obtuvo un solo valor que se sumó la puntuación de la Tabla 17 que es de la Carga, además se le hará una modificación con la Tabla 18, todas estas tablas se encuentran dentro del Cap. II de la sección del Método Reba. Elaboración propia.

Tabla 30

Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo B y Puntuación Final.

Grupo B					
Movimiento	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 1
Brazo					
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1	Brazo abducido o brazo rotado +1		3+1=4	
Extensión >20° o flexión >20° y <=45°	2	Si el Hombro elevado +1			
Flexión >45° y <=90°	3				
Flexión >90°	4	Si Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad -1			
Movimiento Antebrazo					
Flexión entre 60° y 100°	1	No hay modificación		1	
Flexión <60° o >100°	2				
Movimiento Muñeca					
Posición neutra	1	Si existe Torsión o Desviación radial o cubital +1		2+1=3	
Flexión o extensión >0° y <15°	1				
Flexión o extensión >15°	2				
Agarre					
Tipo de agarre	Puntuación	Puntuación Final Grupo B			
Bueno	0	5+1=6			
Malo	+1				
Regular	+2				
Inaceptable	+3				

Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con las Tablas 10-14 del Cap. II de la sección del Método Reba.

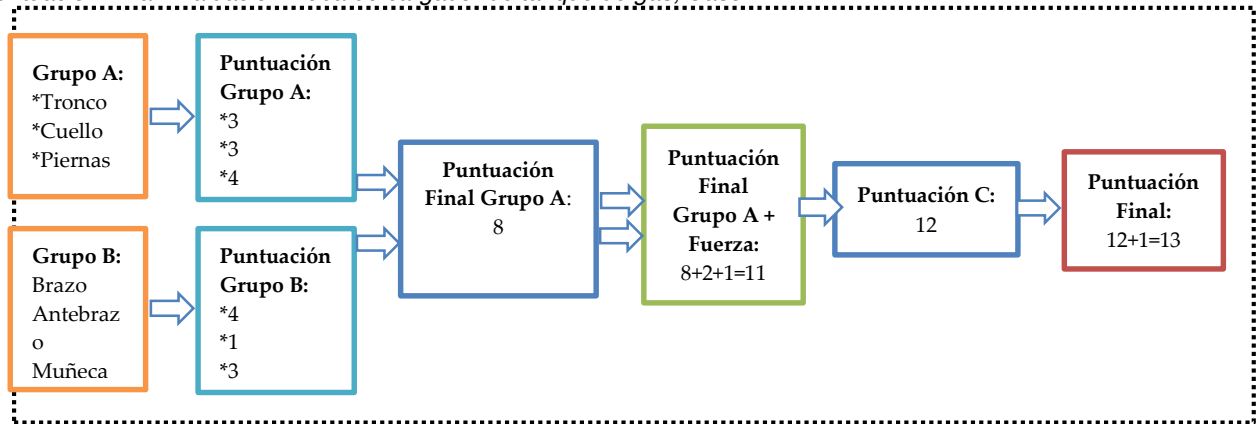
La Puntuación final del grupo B, para esto primero deberán estar las puntuaciones del antebrazo, brazo y muñeca, ya teniendo estas tres puntuaciones lo siguiente es buscar un valor en la Tabla 16, de esta tabla obtendremos un valor que será la puntuación del grupo B, a este valor se le sumo el tipo de Agarre el cual se obtuvo de la Tabla 19, siendo el resultado la Puntuación Final del grupo B. Elaboración propia.

Después de haber obtenido la Puntuación del Grupo A y del Grupo B, lo siguiente fue obtener la Puntuación C con ayuda de la Tabla 19 que se muestra anteriormente y se le agrega una modificación de la Tabla 20 de la misma sección.

Como siguiente paso, se debe de obtener la **Puntuación Final**, la cual se obtuvo como se muestra en la siguiente Figura 30, donde lo primero que se tiene es el Grupo A y el Grupo B, lo siguiente es la Puntuación de cada Grupo con ayuda de las Tablas del Cap. II de la sección del Método Reba, lo siguiente es la Puntuación Final del Grupo A y Grupo B (también se obtuvo con ayuda de las Tablas del Cap. II de la sección del Método Reba), a cada grupo se le añadió el valor de fuerza y agarre, es decir, a la Puntuación Final del Grupo A (se modificó si la carga excede los 5 Kg como se muestra en la Tabla 15 del Cap. II de la sección del Método Reba) se le sumo la Fuerza y a la Puntuación Final del Grupo B se le sumo el Agarre, con estas dos Puntuaciones Finales de los grupos se obtuvo la Puntuación C con ayuda de la Tabla 19 del Cap. II de la sección del Método Reba. Y para finalizar se obtuvo la Puntuación Final con ayuda de la Tabla 20 del Cap. II de la sección del Método Reba.

Figura 30

Puntuación Final Evaluación Reba de cargador de tanque de gas, Caso 1.



Nota: Elaboración propia.

Una vez que se obtuvo la Puntuación final que es igual a 13, en el caso 1, se puede conocer el Nivel de actuación como se puede ver haciendo referencia de la Tabla 23 del apartado del Método Reba:

Tabla 23

Niveles de actuación según la puntuación Final obtenida.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

El Nivel de actuación es 4, un riesgo muy alto, lo que quiere decir que se quiere un cambio de inmediato en la postura del trabajador.

CASO 2

En este caso el repartidor de gas, regresa al vehículo el cilindro como se observa en las Figura 31, donde se observa que el cilindro de metal el cual mide 124cm con una medida comercial de 30 kg, va a ser puesto en el vehículo, a continuación, se muestra la Tabla 35 y 36 donde se hizo el análisis del Método Reba.

Figura 31



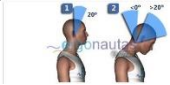



Levantamiento de cilindro de gas.



Nota: Elaboración propia.

Para poder completar las siguientes Tablas 31 y 32, se utilizó la información de las Tablas del capítulo II de la Sección del Método Reba, para así evaluar y posteriormente modificar los valores con las tablas de modificación de cada uno de las partes del cuerpo.

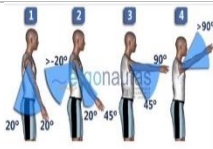





Tabla 31
Evaluación Reba de cargador de tanque de gas retorno, Grupo A.

Cargo	Repartidor de Gas				
Tarea	Regresar los tanques				
Grupo	A				
Movimiento Tronco	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 2
Tronco erguido	1	Si el Tronco con inclinación lateral o rotación +1		2+1=3	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2				
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3				
Flexión >60°	4				
Movimiento Cuello	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 2
Flexión entre 0° y 20°	1	Si la Cabeza rotada o con inclinación lateral +1		2+1=3	
Flexión >20° o extensión	2				
Movimiento Piernas	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 2
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico.	1	Si la Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60° es +1		2+1=3	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2				
Carga y fuerza					
Carga	Puntuación	Modificación	Puntuación Final Grupo A		
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0	Si Existen cargas o fuerzas aplicadas bruscamente +1	7+2+1=10		
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1				
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2				

Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con la Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, del Cap. II de la sección del Método Reba. La Puntuación final del grupo A, se obtuvo tomando los valores de las Tablas 4-9, que darán 3 puntuaciones que serán del cuello, piernas, tronco, estos 3 valores se utilizaran para la Tabla 15, en donde se obtuvo un solo valor que se sumó la puntuación de la Tabla 17 que es de la Carga, además se le hará una modificación con la Tabla 18, todas estas tablas se encuentran dentro del Cap. II de la sección del Método Reba. Elaboración propia.

Tabla 32

Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo B, retorno y Puntuación Final.

Grupo B					
Movimiento	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 2
Brazo					
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1	Brazo abducido o brazo rotado +1		2+1=3	
Extensión >20° o flexión >20° y <=45°	2	Si el Hombro elevado +1			
Flexión >45° y <=90°	3	Si Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad -1			
Flexión >90°	4				
Movimiento Antebrazo					
Flexión entre 60° y 100°	1	No hay modificación		1	
Flexión <60° o >100°	2				
Movimiento Muñeca					
Posición neutra	1	Si existe Torsión o Desviación radial o cubital +1		2+1=3	
Flexión o extensión >0° y <15°	1				
Flexión o extensión >15°	2				
Agarre					
Tipo de agarre	Puntuación	Puntuación Final Grupo B			
Bueno	0	5+2=7			
Malo	+1				
Regular	+2				
Inaceptable	+3				

Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con las Tablas 10-14 del Cap. II de la sección del Método Reba.

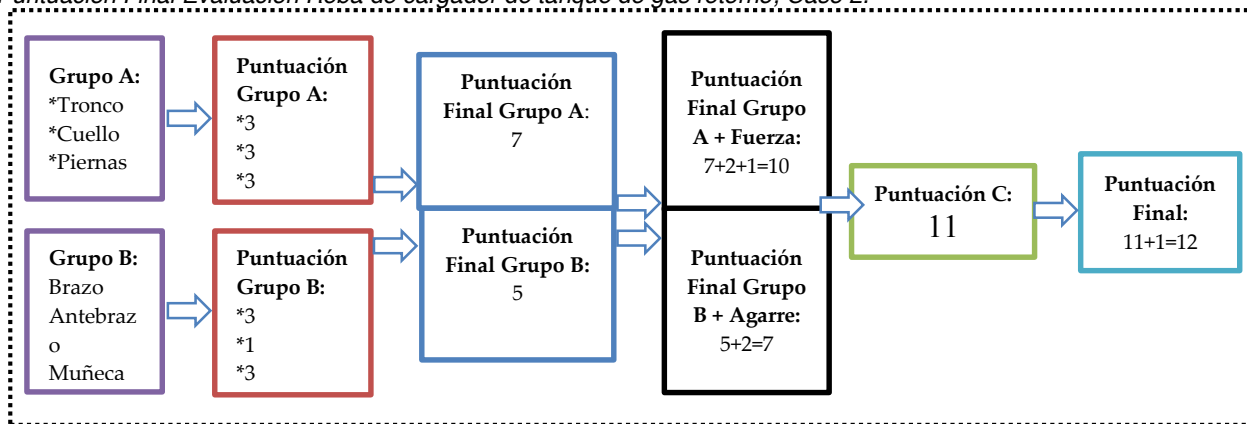
La Puntuación final del grupo B, para esto primero deberán estar las puntuaciones del antebrazo, brazo y muñeca, ya teniendo estas tres puntuaciones lo siguiente es buscar un valor en la Tabla 16, de esta tabla obtendremos un valor que será la puntuación del grupo B, a este valor se le sumo el tipo de Agarre el cual se obtuvo de la Tabla 19, siendo el resultado la Puntuación Final del grupo B. Elaboración propia.

Como siguiente paso, se debe de obtener la **Puntuación Final**, la cual se obtuvo como se muestra en la siguiente Figura 32, donde lo primero que se tiene es el Grupo A y el Grupo B, lo siguiente es la Puntuación de cada Grupo con ayuda de las Tablas del Cap. II de la sección del Método Reba, lo siguiente es la Puntuación Final del Grupo A y Grupo B (también se obtuvo con ayuda de las Tablas del Cap. II de la sección del Método Reba), a cada grupo se le añadió el

valor de fuerza y agarre, es decir, a la Puntuación Final del Grupo A (se modificó si la carga excede los 5 Kg como se muestra en la Tabla 15 del Cap. II de la sección del Método Reba) se le sumo la Fuerza y a la Puntuación Final del Grupo B se le sumo el Agarre, con estas dos Puntuaciones Finales de los grupos se obtuvo la Puntuación C con ayuda de la Tabla 19 del Cap. II de la sección del Método Reba. Y para finalizar se obtuvo la Puntuación Final con ayuda de la Tabla 20 del Cap. II de la sección del Método Reba.

Figura 32

Puntuación Final Evaluación Reba de cargador de tanque de gas retorno, Caso 2.



Nota: Elaboración propia.

Una vez que se obtuvo la Puntuación final que es igual a 29, en el caso 2, se puede conocer el Nivel de actuación como se puede ver haciendo referencia de la Tabla 23 del apartado del Método Reba:

Tabla 23:

Niveles de actuación según la puntuación Final obtenida.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

El Nivel de actuación es 4, un riesgo muy alto, lo que quiere decir que se quiere un cambio de inmediato en la postura.

CASO 3

En este caso el repartidor de gas, regresa al vehículo el cilindro como se observa en las Figura 33, donde se observa que el cilindro de metal el cual mide 124cm con una medida comercial de 30 kg, va a ser puesto en el vehículo, pero lo tiene que inclinar para poder ponerlo de regreso, a continuación, se muestra la Tabla 37 y 38 donde se hará el análisis del Método Reba.

Figura 33

Agarre de cilindro de gas.



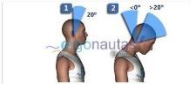





Nota: Elaboración propia.

Para poder completar las siguientes Tablas 33 y 34, se utilizó la información de las Tablas del capítulo II de la Sección del Método Reba, para así evaluar y posteriormente modificar los valores con las tablas de modificación de cada uno de las partes del cuerpo.

Tabla 33

Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo A (agarre).

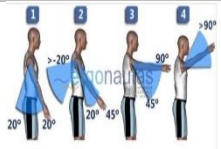


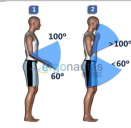



Cargo	Repartidor de Gas				
Tarea	Colocación del tanque para regresarlo				
Grupo	A				
Movimiento Tronco	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 3
Tronco erguido	1	Si el Tronco con inclinación lateral o rotación +1		2+1=3	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2				
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3				
Flexión >60°	4				
Movimiento Cuello	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 3
Flexión entre 0° y 20°	1	Si la Cabeza rotada o con inclinación lateral +1		2+1=3	
Flexión >20° o extensión	2				
Movimiento Piernas	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 3
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico.	1	Si la Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60° es +1 Si la Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (Salvo postura sedente) +2		1+1=2	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2				
Carga y fuerza					
Carga	Puntuación	Modificación	Puntuación Final Grupo A		
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0	Si Existen cargas o fuerzas aplicadas bruscamente +1	6+2+1=9		
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1				
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2				

Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con la Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, del Cap. II de la sección del Método Reba.

La Puntuación final del grupo A, se obtuvo tomando los valores de las Tablas 4-9, que darán 3 puntuaciones que serán del cuello, piernas, tronco, estos 3 valores se utilizaron para la Tabla 15, en donde se obtuvo un solo valor que se sumó la puntuación de la Tabla 17 que es de la Carga, además se le hará una modificación con la Tabla 18, todas estas tablas se encuentran dentro del Cap. II de la sección del Método Reba. Elaboración propia.

Tabla 34

Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo B(agarre) y Puntuación Final.

Grupo B					
Movimiento	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 3
Brazo					
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1	Brazo abducido o brazo rotado +1		2+1=3	
Extensión >20° o flexión >20° y <=45°	2	Si el Hombro elevado +1			
Flexión >45° y <=90°	3	Si Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad -1			
Flexión >90°	4				
Movimiento Antebrazo					
Flexión entre 60° y 100°	1	No hay modificación		1	
Flexión <60° o >100°	2				
Movimiento Muñeca					
Posición neutra	1	Si existe Torsión o Desviación radial o cubital +1		2+1=3	
Flexión o extensión >0° y <15°	1				
Flexión o extensión >15°	2				
Agarre					
Tipo de agarre	Puntuación	Puntuación Final Grupo B			
Bueno	0	5+1=6			
Malo	+1				
Regular	+2				
Inaceptable	+3				

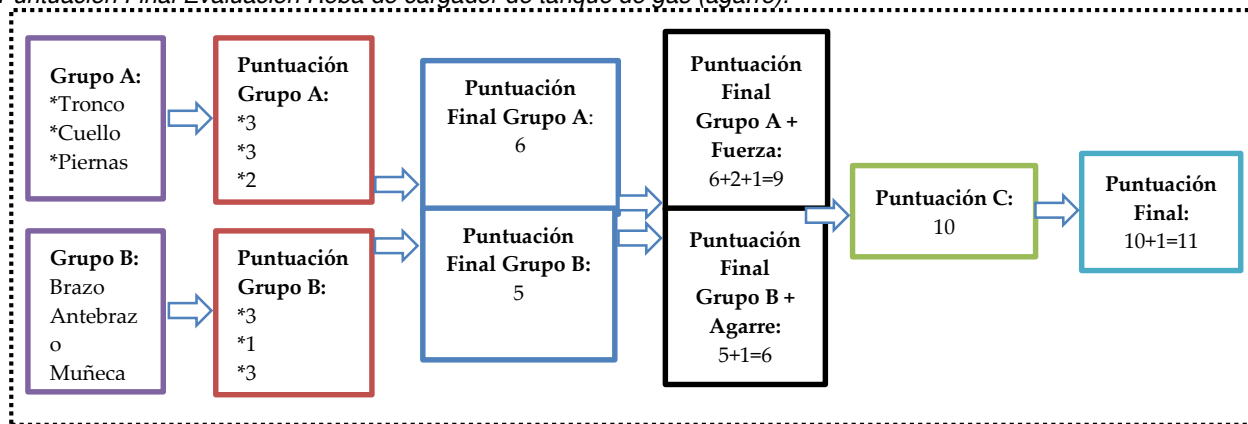
Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con las Tablas 10-14 del Cap. II de la sección del Método Reba. La Puntuación final del grupo B, para esto primero deberán estar las puntuaciones del antebrazo, brazo y muñeca, ya teniendo estas tres puntuaciones lo siguiente es buscar un valor en la Tabla 16, de esta tabla obtendremos un valor que será la puntuación del grupo B, a este valor se le sumo el tipo de Agarre el cual se obtuvo de la Tabla 19, siendo el resultado la Puntuación Final del grupo B. Elaboración propia.

Como siguiente paso, se debe de obtener la **Puntuación Final**, la cual se obtuvo como se muestra en la siguiente Figura 34, donde lo primero que se tiene es el Grupo A y el Grupo B, lo siguiente es la Puntuación de cada Grupo con ayuda de las Tablas del Cap. II de la sección del Método Reba, lo siguiente es la Puntuación Final del Grupo A y Grupo B(también se obtuvieron con ayuda de las Tablas del Cap. II de la sección del Método Reba), a cada grupo se le añadió

el valor de fuerza y agarre, es decir, a la Puntuación Final del Grupo A (se modificó si la carga excede los 5 Kg como se muestra en la Tabla 15 del Cap. II de la sección del Método Reba) se le sumo la Fuerza y a la Puntuación Final del Grupo B se le sumo el Agarre, con estas dos Puntuaciones Finales de los grupos se obtuvo la Puntuación C con ayuda de la Tabla 19 del Cap. II de la sección del Método Reba. Y para finalizar se obtuvo la Puntuación Final con ayuda de la Tabla 20 del Cap. II de la sección del Método Reba.

Figura 34

Puntuación Final Evaluación Reba de cargador de tanque de gas (agarre).



Nota: Elaboración propia.

Una vez que se obtuvo la Puntuación final que es igual a 11, en el caso 3, se puede conocer el Nivel de actuación como se puede ver haciendo referencia de la Tabla 23 del apartado del Método Reba:

Tabla 23

Niveles de actuación según la puntuación Final obtenida.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

El Nivel de actuación es 4, un riesgo muy alto, lo que quiere decir que se quiere un cambio de inmediato en la postura del trabajador.

CASO 4

En este caso el repartidor de gas, regresa al vehículo el cilindro como se observa en las Figura 35, donde se observa que el cilindro de metal el cual mide 124cm con una medida comercial de 30 kg, va a ser puesto en el vehículo, pero lo tiene que inclinar para poder ponerlo de regreso, a continuación, se muestra la Tabla 35 y 36 donde se hará el análisis del Método Reba.

Figura 35

Sujetar el tanque de gas.









Nota: Elaboración propia.

Para poder completar las siguientes Tablas 39 y 40, se utilizó la información de las Tablas del capítulo II de la Sección del Método Reba, para así evaluar y posteriormente modificar los valores con las tablas de modificación de cada uno de las partes del cuerpo.

Tabla 35

Evaluación Reba de cargador de tanque de gas, Sujetar de gas, Grupo A.

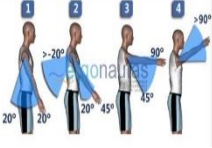





Cargo	Repartidor de Gas				
Tarea	Sujetar los tanques				
Grupo	A				
Movimiento Tronco	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 4
Tronco erguido	1	Si el Tronco con inclinación lateral o rotación +1		3+1=4	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2				
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3				
Flexión >60°	4				
Movimiento Cuello	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 4
Flexión entre 0° y 20°	1	Si la Cabeza rotada o con inclinación lateral +1		2+1=3	
Flexión >20° o extensión	2				
Movimiento Piernas	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 4
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico.	1	Si la Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60° es +1		2+1=3	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2				
Carga y fuerza					
Carga	Puntuación	Modificación	Puntuación Final Grupo A		
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0	Si Existen cargas o fuerzas aplicadas bruscamente +1	8+2+1=11		
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1				
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2				

Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con la Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, del Cap. II de la sección del Método Reba.

La Puntuación final del grupo A, se obtuvo tomando los valores de las Tablas 4-9, que darán 3 puntuaciones que serán del cuello, piernas, tronco, estos 3 valores se utilizarán para la Tabla 15, en donde se obtuvo un solo valor que se sumo la puntuación de la Tabla 17 que es de la Carga, además se le hará una modificación con la Tabla 18, todas estas tablas se encuentran dentro del Cap. II de la sección del Método Reba. Elaboración propia.

Tabla 36

Evaluación Reba de cargador de tanque de gas Grupo B, soporte de gas y Puntuación Final.

Grupo	B				
Movimiento	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 4
Brazo					
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1	Brazo abducido o brazo rotado +1		1+1=2	
Extensión >20° o flexión >20° y <=45°	2	Si el Hombro elevado +1			
Flexión >45° y <=90°	3	Si Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad -1			
Flexión >90°	4				
Antebrazo					
Flexión entre 60° y 100°	1	No hay modificación		2	
Flexión <60° o >100°	2				
Muñeca					
Posición neutra	1	Si existe Torsión o Desviación radial o cubital +1		1+1=2	
Flexión o extensión >0° y <15°	1				
Flexión o extensión >15°	2				
Agarre					
Tipo de agarre	Puntuación	Puntuación Final Grupo B			
Bueno	0	3+2=5			
Malo	+1				
Regular	+2				
Inaceptable	+3				

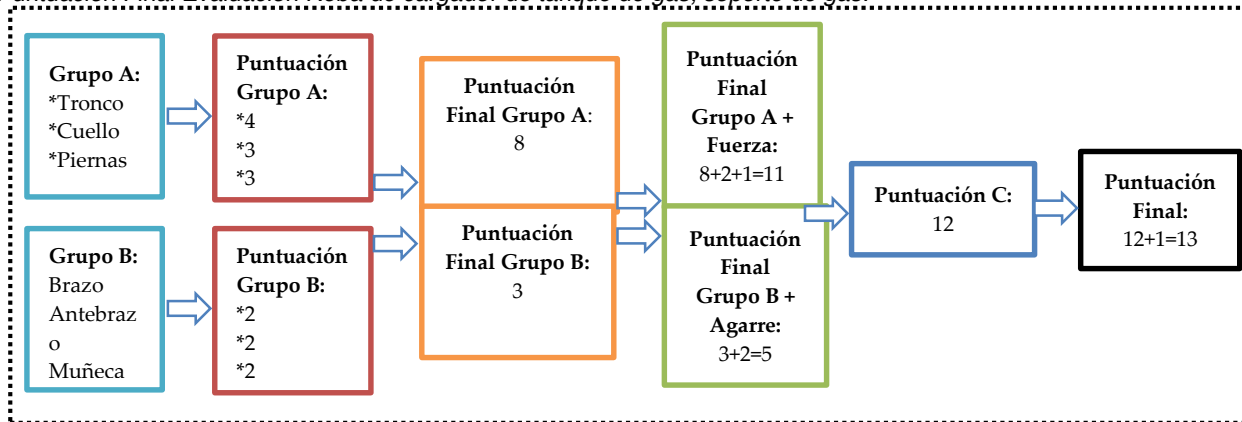
Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con las Tablas 10-14 del Cap. II de la sección del Método Reba. La Puntuación final del grupo B, para esto primero deberán estar las puntuaciones del antebrazo, brazo y muñeca, ya teniendo estas tres puntuaciones lo siguiente es buscar un valor en la Tabla 16, de esta tabla obtendremos un valor que será la puntuación del grupo B, a este valor se le sumo el tipo de Agarre el cual se obtuvo de la Tabla 19, siendo el resultado la Puntuación Final del grupo B. Elaboración propia.

Como siguiente paso, se debe de obtener la **Puntuación Final**, la cual se obtuvo como se muestra en la siguiente Figura 36, donde lo primero que se tiene es el Grupo A y el Grupo B, lo siguiente es la Puntuación de cada Grupo con ayuda de las Tablas del Cap. II de la sección del

Método Reba, lo siguiente es la Puntuación Final del Grupo A y Grupo B (también se obtuvo con ayuda de las Tablas del Cap. II de la sección del Método Reba), a cada grupo se le añadió el valor de fuerza y agarre, es decir, a la Puntuación Final del Grupo A (se modificó si la carga excede los 5 Kg como se muestra en la Tabla 15 del Cap. II de la sección del Método Reba) se le sumó la Fuerza y a la Puntuación Final del Grupo B se le sumó el Agarre, con estas dos Puntuaciones Finales de los grupos se obtuvo la Puntuación C con ayuda de la Tabla 19 del Cap. II de la sección del Método Reba. Y para finalizar se obtuvo la Puntuación Final con ayuda de la Tabla 20 del Cap. II de la sección del Método Reba.

Figura 36

Puntuación Final Evaluación Reba de cargador de tanque de gas, soporte de gas.



Nota: Elaboración propia.

Una vez que se obtuvo la Puntuación final que es igual a 13, en el caso 4, se puede conocer el

Nivel de actuación como se puede ver haciendo referencia de la Tabla 23 del apartado del

Método Reba:

Tabla 23

Niveles de actuación según la puntuación Final obtenida.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Nota: Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

El Nivel de actuación es 4, un riesgo muy alto, lo que quiere decir que se quiere un cambio de inmediato en la postura del trabajador para evitar daños físicos.

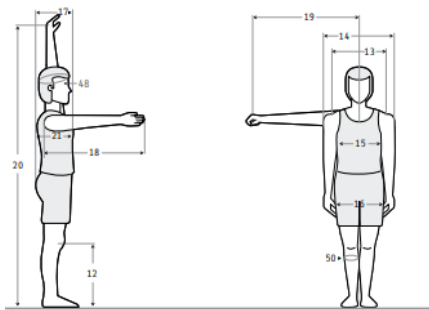
Conclusión de los análisis de los casos: Los 4 casos resultaron con un Nivel de Actuación Muy Alto debido a las posturas realizadas, se tienen que mover y cambiar la realización de esta actividad, para que los trabajadores no sufran daños a largo plazo.

3.6 Medidas y percentiles de diseño.

Después de la definición anterior, enseguida se investigó las características antropométricas de la población mexicana, donde se refiere a los percentiles de trabajadores industriales de edad promedio entre 18 y 65 años, donde se observaron varias dimensiones como se muestran en las siguientes Figuras 37, además de que se encontró una tabla que muestra a detalle los valores de los percentiles como se muestra en la Figura 38. (Avila, Prado, Gonzales, 2007).

Figura 37

Percentiles de población mexicana, trabajadores industriales.



Nota: (Ávila C.R., Prado L.L.R., González M.E.L., 2007)

Figura 38

Percentiles de población mexicana, trabajadores industriales, percentiles.

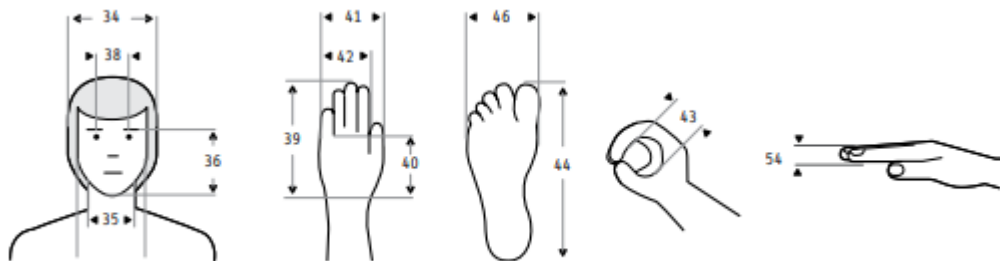
Dimensiones		18 - 65 años (n=396)				
				Percentiles		
		\bar{x}	D.E.	5	50	95
12	Altura rodilla	478	28.76	434	476	526
13	Diámetro máx. bideltóideo	478	41.17	422	472	544
14	Anchura máx. cuerpo	523	41.34	455	520	596
15	Diámetro transversal tórax	342	34.12	293	338	398
16	Diámetro bitrocantérico	342	22.69	310	341	387
17	Profundidad máx. cuerpo	275	37.45	219	272	323
18	Alcance brazo frontal	748	37.32	590	648	810
19	Alcance brazo lateral	709	81.50	581	738	818
20	Alcance máx. vertical	2042	113.57	1900	2043	2200
21	Profundidad tórax	238	28.32	196	235	287
48	Perímetro cabeza	569	18.13	540	568	596
50	Perímetro pantorrilla	365	33.78	315	362	420

Nota: (Ávila C.R., Prado L.L.R., González M.E.L., 2007)

También se estudiaron las dimensiones de la cabeza, pie, mano, de los trabajadores industriales, masculinos de edad promedio entre 18 a 65 años, como se muestra en las Figuras 39 Y 40 siguientes:

Figura 39

Percentiles de población mexicana, trabajadores industriales, dimensiones.



Nota: (Ávila C.R., Prado L.L.R., González M.E.L., 2007)

Figura 40

Percentiles de población mexicana, trabajadores industriales, percentiles 2.

Dimensiones		18 - 65 años (n=396)				
				Percentiles		
		\bar{x}	D.E.	5	50	95
34	Anchura cabeza	150	8.54	134	151	165
35	Anchura cuello	110	7.94	97	109	122
36	Altura cara	127	7.55	114	128	138
37	Anchura cara	124	9.69	106	124	139
38	Diámetro interpupilar	57	4.94	49	57	65
39	Longitud mano	171	8.28	158	170	185
40	Longitud palma mano	97	4.77	90	97	105
41	Anchura mano	93	6.83	83	92	103
42	Anchura palma mano	76	3.56	71	76	82
43	Diámetro empuñadura	44	3.63	39	45	50
44	Longitud pie	232	10.13	217	232	250
46	Anchura pie	90	4.92	83	90	99
54	Espesor mano	29	3.17	24	30	35

Nota: (Ávila C.R., Prado L.L.R., González M.E.L., 2007).

3.7 Selección de materiales

Si bien se sabe dentro del sector industrial las exigencias son más, particularmente refiriéndonos al uso de materiales que tengan como principal característica la resistencia, en este caso, nos enfocamos en el diseño de una máquina, lo cual conlleva que por ende se hallan seleccionado materiales de alta fortaleza.

Los materiales más utilizados dentro de la industria son los metales, que tiene una amplia gama de tipos.

A continuación, se hizo una breve investigación sobre los metales, para justificar su selección para este trabajo.

Los metales son materiales resistentes, durables y capaces de soportar altas cargas, tales como los metales suaves como el cobre, latón y bronce. Acero inoxidable como el AISI 304 y AISI 316L, así como aleaciones de aluminio y por último Acero aleado.

3.8 Estrategia de selección

Para poder definir las partes y dimensiones del sistema mecánico se investigaron las medidas de los vehículos y de las medidas de los cilindros que venden.

Como se puede ver en la Figura 41 donde se muestra un carro que reparte los tanques de gas, el tamaño de este carro es uno de los que más se encuentran recorriendo las rutas.

Figura 41

Ejemplo de carros repartidores.



Nota: Elaboración propia.

En la siguiente Tabla 37 se muestran las medidas de los tanques que tienen estas empresas que servirán de ayuda para la selección del material y de las estructuras.

Tabla 37

Información general de los tanques de gas.

Capacidad de tanque de gas	TARA (peso del tanque vacío)	Peso total del cilindro	Altura del cilindro	Ancho del cilindro
20 Kg	19.5 Kg	39.5 Kg	90 cm.	29 cm.
30 Kg	26.5 Kg	56.5 Kg	124 cm.	29 cm.
45 Kg	30 Kg	75 Kg	129 cm.	35 cm

Nota: Elaboración propia.

Los datos que se obtuvieron sirven de guía para el diseño de las propuestas, así mismo se puede saber los materiales que se pueden utilizar con el peso total del tamaño más grande del tanque de gas.

CAPÍTULO 4

DISEÑO A NIVEL SISTEMA

4.1 Proceso creativo y elaboración de las propuestas.

En esta etapa se utilizó el proceso creativo de MindMaps o bien Mapa mental, y también se tomaron en cuenta las necesidades de los usuarios y características de diseño.

El proceso creativo MidMaps es una representación gráfica que parte del origen de una idea o concepto central. Como se muestra a en la Figura 42 siguiente:

Figura 42

Mapa mental general.



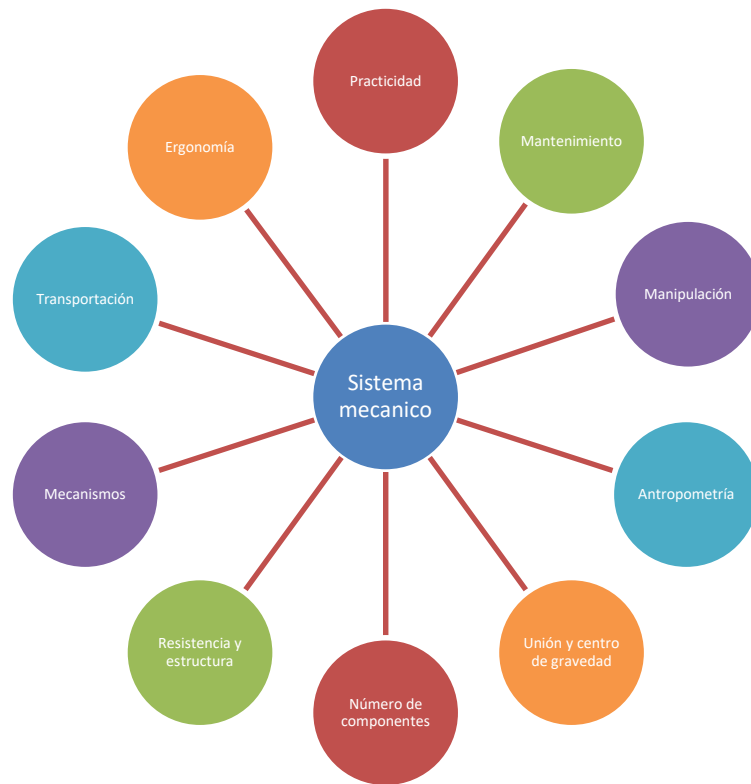
Nota: Elaboración propia.

De esta forma se consideraron las necesidades más importantes de los trabajadores para realizar las propuestas que se hicieron en este apartado.

También se tomaron en cuentas los requerimientos de diseño como se observa en la Figura 43 siguiente:

Figura 43

Mapa mental requerimientos.



Después de visualizar bien todos los aspectos que se requieren se pudo pasar al apartado de realización de propuestas,

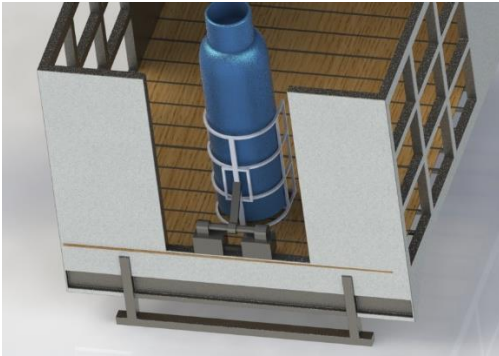
En este apartado se presentaron las 3 propuestas, las cuales se hicieron primero como bocetos y después ya que se seleccionó una propuesta lo siguiente fue el modelado en un software CAD para poder visualizar mejor las propuestas, además acompañadas de Tablas donde se describen las necesidades a cumplir para tener soluciones para los usuarios, para esto se retomarán las necesidades de la Tabla 29: Importancia de las necesidades.

Propuesta 1:

Esta forma fue básica, solo hecha con tres soleras separadas que fueron unidas con una barra, para que se pudiera colocar el tanque de gas y se pueda realizar la inclinación del cilindro, como se muestra en la siguiente Figura 44, donde también se mostró las medidas del sistema mecánico.

Figura 44

Boceto 1.



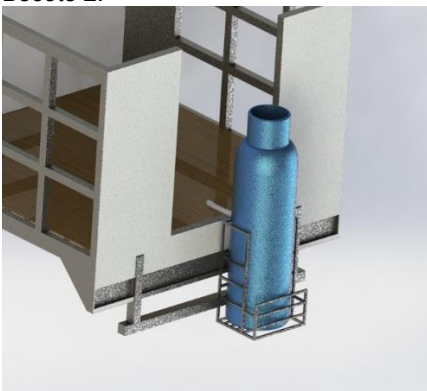
Nota: Elaboración propia.

Propuesta 2:

En esta propuesta se optó por hacer un mecanismo hidráulico que solo tuviera un brazo mecánico con dos soportes que permitieran la inclinación cuando se sujetó el cilindro metálico, como se puede ver en la siguiente Figura 45.

Figura 45

Boceto 2.



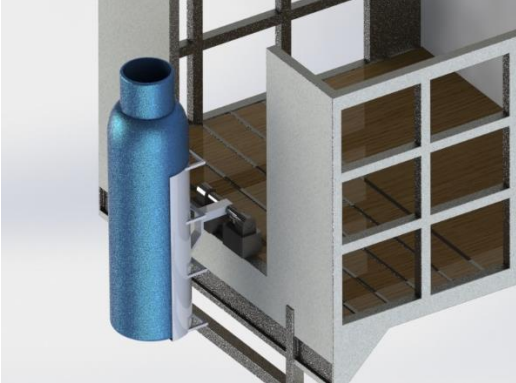
Nota: Elaboración propia.

Propuesta 3:

En esta propuesta de la Figura 46, se hizo un brazo cilíndrico que sostuviera una estructura que tiene tres barras con forma de medio círculo, también se añadió una base a la estructura que pueda cargar el peso del cilindro metálico.

Figura 46

Boceto 3.



Nota: Elaboración propia.

Una vez que se tuvieron estas propuestas realizadas con ayuda de un software para que la visualización fuera más apropiada, lo siguiente fue hacer tablas de cada propuesta ya con sus descripciones, basadas en sus necesidades, también se puso la justificación del porque se hizo.

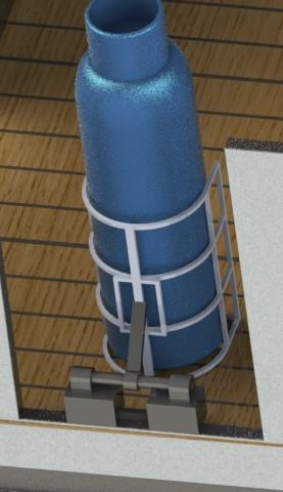
A continuación, se hizo cada una de las propuestas con ayuda de una herramienta software para que se logre ver bien la idea de cada una.

Propuesta 1:

Esta propuesta de la Tabla 38 cuenta con un sistema mecánico que permite que el cilindro metálico sea colocado en una base metálica que después se puedan inclinar y permita que baje el cilindro del carro y que el cargador lo pueda sujetar, además permite que se adapte a las diferentes alturas de cada uno de los carros que tiene la gasera. Además, que todo este sistema mecánico estará sujeto a la parte de la carrocería.

Tabla 38

Propuesta 1.

Necesidades	Justificación	Propuesta 1
El SM es durable.	Si, debido al material tiene larga duración.	
El SM es fácil de operar.	Está diseñado para que sea fácil de operar.	
Los materiales son resistentes a la temperatura.	Acero, soleras de acero	
El SM es seguro para los usuarios	La estructura ya la forma permite sea seguro	
Es fácil de desmontar.	Son pocas piezas por los que es fácil de desmontar	
El SM es fácil para dar mantenimiento.	Debido al poco número de piezas es fácil su mantenimiento.	
El SM es fácil de limpiar.	Si, el material y la forma permiten su limpieza rápida.	
El SM tiene un armado fácil.	Contiene un mínimo número de piezas, lo que permite que tenga un armado fácil.	
El SM es estético.	Cumple con la estética.	
El SM es ligero.	Debido al material puede ser no tan ligero.	

Nota: Elaboración propia.

Propuesta 2:

Como segunda propuesta de la Tabla 39, tenemos este sistema mecánico de acero al carbono que es una plataforma que permitirá el cambio de altura de los diferentes carros. Se adaptó para que la altura del cilindro pueda ser manipulada sin riesgo alguno y que el cargador tenga la seguridad de poder cargarlo. Además, que todo este sistema mecánico estará sujeto a la parte de la carrocería.

Tabla 39

Propuesta 2.

Necesidades	Justificación	Propuesta 2
El SM es durable.	Si, el material es resistente y duradero.	
El SM es fácil de operar.	Tiene una estructura que no es compatible con su uso.	
Los materiales son resistentes a la temperatura.	Acero al carbono	
El SM es seguro para los usuarios	No, debido a su único soporte que se diseñó en base a los vehículos de carga.	
Es fácil de desmontar.	Si, aunque sean varios elementos están unidos y se convierten en una sola pieza.	
El SM es fácil para dar mantenimiento.	Si, debido a su tamaño y estructura.	
El SM es fácil de limpiar.	Si, la forma permite limpiarlo rápido.	
El SM tiene un armado fácil.	No, por la estructura tiene un poco de dificultad para ser armado.	
El SM es estético.	Por la estructura tiende a no ser estético.	
El SM es ligero.	No, por el número de piezas y por el material.	

Nota: Elaboración propia.

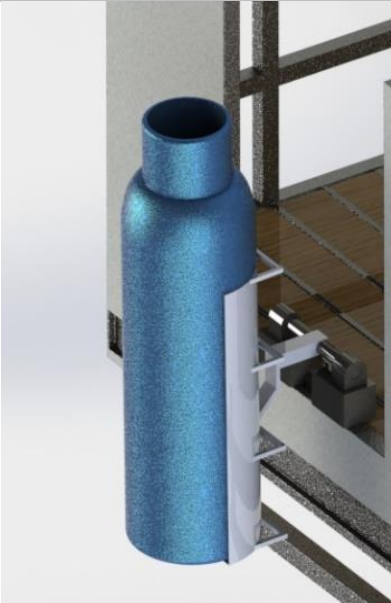
Propuesta 3:

La última propuesta de la Tabla 40, se basa en dos tubos metálicos que permitan la inclinación de una base metálica que está en complemento con soleras que permitan cargar el cilindro metálico, donde el cargador pueda tomar el cilindro sin riesgo.

Además, que todo este sistema mecánico estará sujeto a la parte de la carrocería.

Tabla 40

Propuesta 3.

Necesidades	Justificación	Propuesta 3
El SM es durable.	Si, debido al metal	
El SM es fácil de operar.	Si, debido a forma es fácil de ser operable para los usuarios.	
Los materiales son resistentes a la temperatura.	Solera	
El SM es seguro para los usuarios	Si, ya que tiene un seguro que evita que caiga directo a los usuarios	
Es fácil de desmontar.	Si, si porque tiene un solo soporte.	
El SM es fácil para dar mantenimiento.	Son pocas piezas y su estructura es sencilla.	
El SM es fácil de limpiar.	Si, tiene una forma que permite ser limpiado fácilmente.	
El SM tiene un armado fácil.	Si, en su mayoría, pero tiene un poco de dificultad en la unión del soporte que se une a la base del vehículo.	
El SM es estético.	Si, tiene una forma visiblemente aceptable.	
El SM es ligero.	Tiende a ser pesado por el material.	

Nota: Elaboración propia.

Cabe mencionar que las medidas de cada una de las propuestas esta hechas en proporción del tanque

4.2 Definición de la propuesta final

En esta etapa se seleccionó la propuesta en base a los elementos que se requieren para el sistema mecánico, además de que cumplió con los requerimientos de diseño y las necesidades del usuario, sabiendo que la carga máxima es de aproximadamente 75 Kg. Se realizó una Tabla 41 donde se visualizó a detalle la selección de la propuesta.

Tabla 41

Evaluación de propuestas.

Necesidades del usuario	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Durabilidad	x		x
Resistencia	x	x	
Armado fácil	x		
Seguridad	x	x	
Limpieza	x	x	
Desmontable		x	
Mantenimiento	x	x	x
Ligereza		x	
Estética	x		x
Operable	x		x

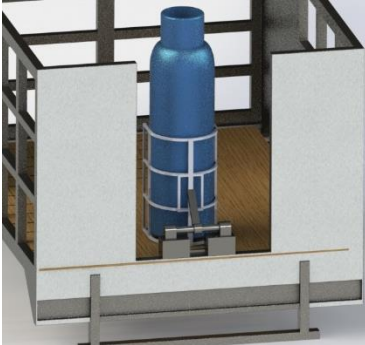
De los resultados obtenidos se pudo saber que la Propuesta 1 fue la que cumplió con la mayoría de las necesidades de las necesidades.

como se muestra en la Figura 47, donde se visualiza un sistema mecánico hecho de placa de

acero, se realizó en un modelo con ayuda de un software CAD para que se pudiera visualizar mejor los componentes de la estructura y las dimensiones.

Figura 47

Propuesta sistema mecánico.



Nota: Elaboración propia.

4.2.1 Aspectos funcionales y materiales de la propuesta.

En este apartado se hizo un análisis de los aspectos funcionales del sistema mecánico como se puede ver en la Tabla 42 siguiente y también se seleccionaron los requerimientos que debió de cumplir para la selección de los materiales para la propuesta como se muestra en la siguiente Tabla 43.

Tabla 42

Aspectos funcionales.

Aspectos funcionales
Durabilidad
Resistencia
Armado fácil
Seguridad
Limpieza

Desmontable
Mantenimiento
Ligereza
Estética
Operable

Nota: Elaboración propia.

Tabla 43

Criterios para selección de material.

Criterio	Opción 1 Acero aleado	Opción 2 Acero al carbono
Durabilidad	alta	Media
Resistencia	Alta	Media
Armado fácil	Alta	Alta
Seguridad	Alta	Alta
Limpieza	Alta	Alta
Desmontable	Alta	Alta
Mantenimiento	Alta	Alta
Ligereza	Media	Media
Estética	Alta	Media
Operable	Alta	Media

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO 5

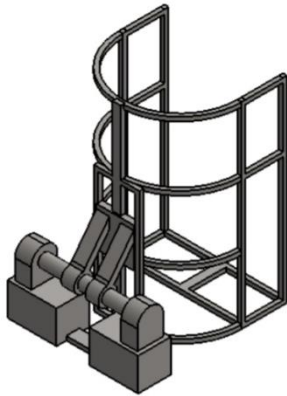
DISEÑO A DETALLE

5.1 Definir partes y dimensiones de la propuesta final del sistema mecánico

En este proceso se corrigieron algunas partes del sistema mecánico, como se muestra en la siguiente Figura 48, donde se modificaron las barras que soportan la base donde se colocó el cilindro metálico.

Figura 48

Propuesta elegida de sistema mecánico.



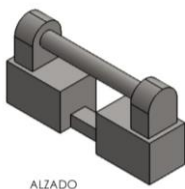
Nota: Elaboración propia.

Se definieron las partes del sistema mecánico de la propuesta final, cada uno se diseñó en base a la manera que tenga un funcionamiento adecuado, además de que se consideró el peso y forma del cilindro.

Todos estos componentes cumplen una función, los cuales se muestran de la siguiente Figura 49, que es la primera pieza donde se muestra un soporte de acero el cual sujeta una barra cilíndrica para que sirva de eje de inclinación del soporte mecánico.

Figura 49

Soporte sujetado a la barra del carro.



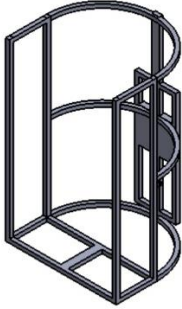
Fuente: Elaboración propia.

Base medio circular: Esta pieza se diseñó para colocar el cilindro metálico para que facilitara la

inclinación de forma segura como se muestra en la Figura 50 siguiente:

Figura 50

Base de acero.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.1 Uniones

En este apartado se mencionó el uso en específico de la manera que se unió cada elemento, en este caso existen varias formas que pueden llevarse a cabo para la unión del acero que fue el material elegido para el sistema mecánico.

Se seleccionó la soldadura con arco eléctrico, ya que presenta precisión y el resultado tanto resistencia como duración del trabajo que se realice.

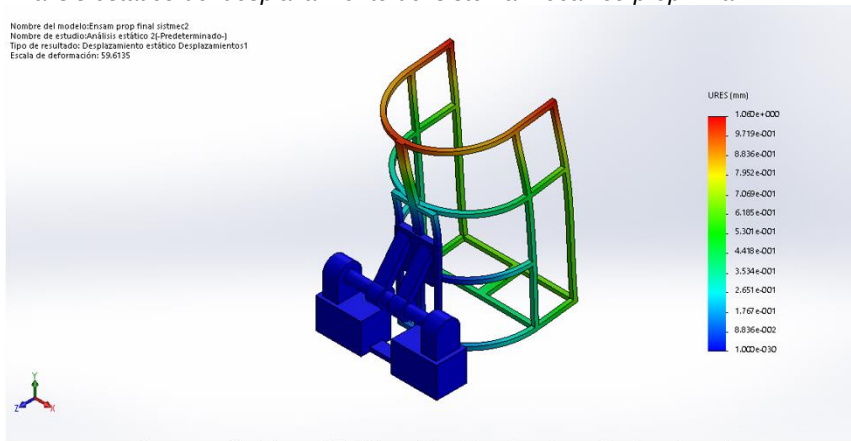
5.2 Análisis del material

Con ayuda de un software se realizó un modelo 3D para luego evaluarlo con la misma herramienta como se muestra en la Figura 51.

También de esta propuesta se hizo el análisis estático del desplazamiento como se ve en la Figura 51 con ayuda de un software para saber el Elemento Finito, con una carga de 100kgf en la base inferior donde se visualiza un desplazamiento máximo de 1.06028 mm, material Acero Aleado también una sujeción fija y así poder ver la resistencia estructural del material, además para saber si la forma de la estructura tiene la resistencia que se requería.

Figura 51

Análisis estático del desplazamiento del sistema mecánico prop. final.



Ensam prop final sistmec2-Análisis estático 2-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nota: Elaboración propia.

Entonces después del análisis estático de desplazamiento que se realizó con ayuda del programa se consideró que cumple con los parámetros correctos para la resistencia del material con el que se planeó construir así estableciendo el uso adecuado.

5.3 Construcción del prototipo

Después de la selección de los elementos que conformaran la propuesta se optó por realizar el prototipo con materiales, se eligió al cartón que ayudaran en la simulación de carga basado en el aspecto ergonómico.

Como primer paso se consiguieron los materiales para la construcción como se muestra en la Figura 52, tales como una regla, cartón, un exacto para cortar cada uno de los elementos del sistema mecánico,

Figura 52

Material.



Nota: Elaboración propia.

Después se hicieron los trazos correspondientes con ayuda de los planos que se ocuparon de guía, como se muestra en la Figura 53, donde se trazaron algunas piezas, para que así se obtuvieran las piezas.

Figura 53

Trazado de piezas.



Nota: Elaboración propia.

Una vez que se trazaron las piezas lo siguiente fue cortarlas con ayuda del exacto y unirlas con ayuda de silicón, para ir uniendo cada pieza y colocarla en el lugar correspondiente, como se muestra en la Figura 54 y Figura 55.

Figura 54

Unión de piezas.



Nota: Elaboración propia.

Figura 55

Unión de piezas 2.



Nota: Elaboración propia.

Y teniendo todas las piezas unidas, lo siguiente que se hizo el modelo lo siguiente fue colocarlo en la carrocería como se muestra en la siguiente Figura 56, para después llevar a cabo el análisis del método Reba.

Figura 56

Sistema mecánico en carrocería.



Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO 6

PRUEBA Y REFINAMIENTO

6.1 Evaluación ergonómica y funcional del diseño con el Método REBA

En esta fase, se analizará la carga del tanque en base al aspecto ergonómico, es decir al mejoramiento de la postura que realice el cargador.

CASO 1

En este caso el repartidor de gas baja del vehículo el cilindro de 124 cm, capacidad de 30 Kg y peso 56.5 Kg, es colocado en el prototipo del sistema mecánico, como se observa en las Figura 57, luego el cargador inclina ligeramente sus piernas, de esto, lo siguiente será el análisis de cada una de las partes del cuerpo con ayuda del Método Reba, a continuación, se muestra las Tablas 44 y 45.



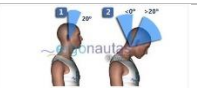
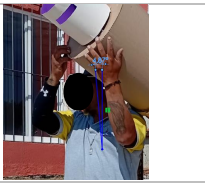
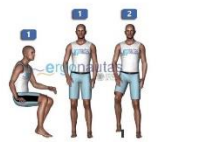

Figura 57

Bajada del cilindro.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 44
Evaluación Reba bajada de cilindro Grupo A.

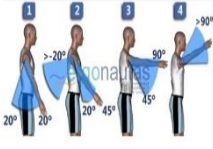

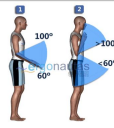

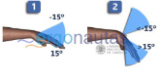

Cargo	Repartidor de Gas				
Tarea	Bajar el cilindro				
Grupo	A				
Movimiento Tronco	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 1
Tronco erguido	1	Si el Tronco con inclinación lateral o rotación +1		1	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2				
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3				
Flexión >60°	4				
Movimiento Cuello	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 1
Flexión entre 0° y 20°	1	Si la Cabeza rotada o con inclinación lateral +1		1	
Flexión >20° o extensión	2				
Movimiento Piernas	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 1
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico.	1	Si la Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60° es +1		1	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2				
Carga y fuerza					
Carga	Puntuación	Modificación	Puntuación Final Grupo A		
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0	Si Existen cargas o fuerzas aplicadas bruscamente +1	1+2=3		
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1				
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2				

Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con la Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, del Cap. II de la sección del Método Reba.

La Puntuación final del grupo A, se obtuvo tomando los valores de las Tablas 4-9, que darán 3 puntuaciones que serán del cuello, piernas, tronco, estos 3 valores se utilizarán para la Tabla 15, en donde se obtuvo un solo valor que se sumó la puntuación de la Tabla 17 que es de la Carga, además se le hará una modificación con la Tabla 18, todas estas tablas se encuentran dentro del Cap. II de la sección del Método Reba. Elaboración propia.

Tabla 45

Evaluación Reba bajada de cilindro Grupo B y Puntuación Final.

Grupo	B				
Movimiento Brazo	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 1
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1	Brazo abducido o brazo rotado +1		4	
Extensión >20° o flexión >20° y <=45°	2	Si el Hombro elevado +1			
Flexión >45° y <=90°	3				
Flexión >90°	4	Si Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad -1			
Movimiento Antebrazo	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 1
Flexión entre 60° y 100°	1	No hay modificación		2	
Flexión <60° o >100°	2				
Movimiento Muñeca	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 1
Posición neutra	1	Si existe Torsión o Desviación radial o cubital +1		1	
Flexión o extensión >0° y <15°	1				
Flexión o extensión >15°	2				
Agarre					
Tipo de agarre	Puntuación	Puntuación Final Grupo B			
Bueno	0	5			
Malo	+1				
Regular	+2				
Inaceptable	+3				

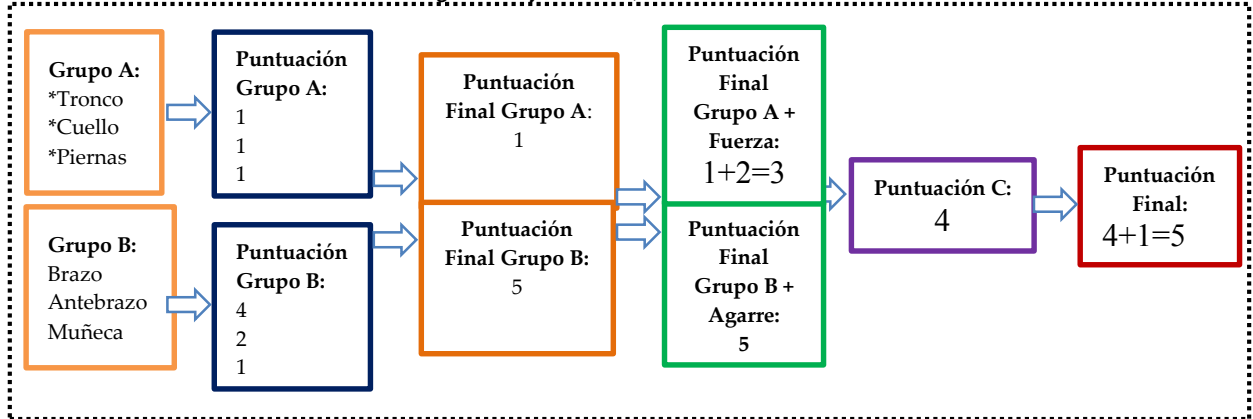
Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con las Tablas 10-14 del Cap. II de la sección del Método Reba.

La Puntuación final del grupo B, para esto primero deberán estar las puntuaciones del antebrazo, brazo y muñeca, ya teniendo estas tres puntuaciones lo siguiente es buscar un valor en la Tabla 16, de esta tabla obtendremos un valor que será la puntuación del grupo B, a este valor se le sumo el tipo de Agarre el cual se obtuvo de la Tabla 19, siendo el resultado la Puntuación Final del grupo B. Elaboración propia.

En la siguiente figura 58 se presenta el proceso para obtener la Puntuación Final.

Figura 58

Puntuación Final Evaluación Reba de cargador baja cilindro, Caso 1.



Nota: Para obtener la Puntuación Final, lo primero fue obtener las puntuaciones del Grupo A y del Grupo B, después es obtener las Puntuaciones Finales A y B con las Tablas 15 y 16, lo siguiente será la suma de la Fuerza más Modificación (Tabla 17 y Tabla 18) a la puntuación final A y el Agarre (Tabla 19) a la puntuación final B, teniendo estos valores se requerirá el valor de la Puntuación C que se obtuvo con la Tabla 21, que será modificada con la Tabla 22 para así obtener la Puntuación Final. Elaboración propia.

Una vez que se obtuvo la Puntuación final que es igual a 5, en el caso 1, se puede conocer el Nivel de actuación como se puede ver haciendo referencia de la Tabla 23 del apartado del Método Reba:

Tabla 23

Niveles de actuación según la puntuación Final obtenida.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Nota: El número de la Tabla no se modificará, ya que la tabla sigue siendo la misma que la original que se encuentra en el Cap. II, por eso sigue siendo Tabla 23. Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

El Nivel de actuación es 2, un riesgo medio, lo que quiere decir que se quiere un cambio necesario en la postura del trabajador.

Para poder visualizar a detalle cada una de las imágenes se puede ver en el Anexo C.

CASO 2

En este caso el repartidor de gas, inclina el cilindro como se observa en las Figura 59, donde se ve que el cilindro de metal de 124 cm, capacidad de 30 Kg y peso 56.5 Kg, va a ser puesto en el vehículo, a continuación, se muestra la Tabla 46 y 47 donde se hará el análisis del Método Reba.

Figura 59



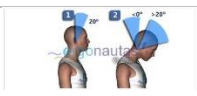



Inclinación pequeña para cargar el cilindro.



Nota: Elaboración propia.

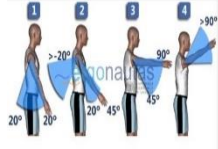

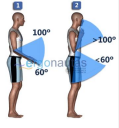

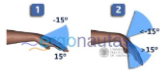

Para poder completar las siguientes Tablas, se utilizó la información de las Tablas del capítulo II de la Sección del Método Reba, para así evaluar y posteriormente modificar los valores con las tablas de modificación de cada uno de las partes del cuerpo.

Tabla 46
Evaluación Reba de cargador de inclinación del cilindro, Grupo A.

Cargo	Repartidor de Gas				
Tarea	Inclinar los tanques				
Grupo	A				
Movimiento Tronco	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 2
Tronco erguido	1	Si el Tronco con inclinación lateral o rotación +1		1	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2				
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3				
Flexión >60°	4				
Movimiento Cuello	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 2
Flexión entre 0° y 20°	1	Si la Cabeza rotada o con inclinación lateral +1		2	
Flexión >20° o extensión	2				
Movimiento Piernas	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 2
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico.	1	Si la Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60° es +1		1	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2				
Carga y fuerza					
Carga	Puntuación	Modificación	Puntuación Final Grupo A		
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0	Si Existen cargas o fuerzas aplicadas bruscamente +1	1+2+1=4		
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1				
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2				

Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con la Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, del Cap. II de la sección del Método Reba. La Puntuación final del grupo A, se obtuvo tomando los valores de las Tablas 4-9, que darán 3 puntuaciones que serán del cuello, piernas, tronco, estos 3 valores se utilizaran para la Tabla 15, en donde se obtuvo un solo valor que se sumó la puntuación de la Tabla 17 que es de la Carga, además se le hará una modificación con la Tabla 18, todas estas tablas se encuentran dentro del Cap. II de la sección del Método Reba. Elaboración propia.

Tabla 47
Evaluación Reba inclinación de cilindro Grupo B y Puntuación Final.

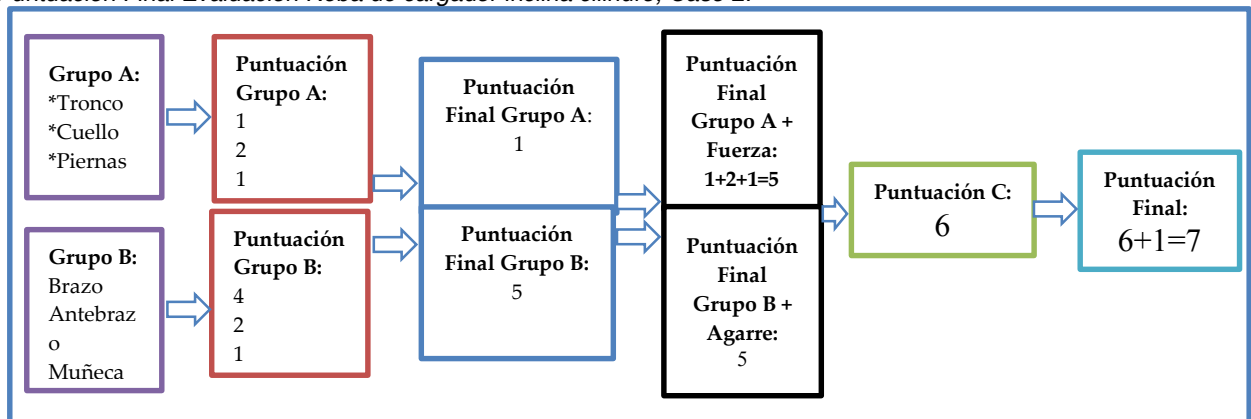
Grupo	B				
Movimiento Brazo	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 2
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1	Brazo abducido o brazo rotado +1		4	
Extensión >20° o flexión >20° y <=45°	2	Si el Hombro elevado +1			
Flexión >45° y <=90°	3	Si Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad -1			
Flexión >90°	4				
Movimiento Antebrazo	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 2
Flexión entre 60° y 100°	1	No hay modificación		2	
Flexión <60° o >100°	2				
Movimiento Muñeca	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 2
Posición neutra	1	Si existe Torsión o Desviación radial o cubital +1		1	
Flexión o extensión >0° y <15°	1				
Flexión o extensión >15°	2				
Agarre					
Tipo de agarre	Puntuación	Puntuación Final Grupo B			
Bueno	0	5			
Malo	+1				
Regular	+2				
Inaceptable	+3				

Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con las Tablas 10-14 del Cap. II de la sección del Método Reba. La Puntuación final del grupo B, para esto primero deberán estar las puntuaciones del antebrazo, brazo y muñeca, ya teniendo estas tres puntuaciones lo siguiente es buscar un valor en la Tabla 16, de esta tabla obtendremos un valor que será la puntuación del grupo B, a este valor se le sumo el tipo de Agarre el cual se obtuvo de la Tabla 19, siendo el resultado la Puntuación Final del grupo B. Elaboración propia.

Como siguiente paso, se debe de obtener la **Puntuación Final**, la cual se obtuvo como se muestra en la siguiente Figura 60.

Figura 60:

Puntuación Final Evaluación Reba de cargador inclina cilindro, Caso 2.



Nota: Para obtener la Puntuación Final, lo primero fue obtener las puntuaciones del Grupo A y del Grupo B, después es obtener las Puntuaciones Finales A y B con las Tablas 15 y 16, lo siguiente será la suma de la Fuerza más Modificación (Tabla 17 y Tabla 18) a la puntuación final A y el Agarre (Tabla 19) a la puntuación final B, teniendo estos valores se requerirá el valor de la Puntuación C que se obtuvo con la Tabla 21, que será modificada con la Tabla 22 para así obtener la Puntuación Final. Elaboración propia.

Una vez que se obtuvo la Puntuación final que es igual a 7, en el caso 2, se puede conocer el Nivel de actuación como se puede ver haciendo referencia de la Tabla 23 del apartado del Método Reba:

Tabla 23

Niveles de actuación según la puntuación Final obtenida.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Nota: El número de la Tabla no se modificará, ya que la tabla sigue siendo la misma que la original que se encuentra en el Cap. II, por eso sigue siendo Tabla 23. Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

El Nivel de actuación es 2, un riesgo alto, lo que quiere decir que se quiere un cambio necesario en cuanto a la postura.

Para poder visualizar a detalle cada una de las imágenes se puede ver en el Anexo C.

CASO 3

En este caso el repartidor de gas, carga el cilindro como se observa en las Figura 61, donde se observa que el cilindro de 124 cm, capacidad de 30 Kg y peso 56.5 Kg, a continuación, se muestra la Tabla 48 y 49 donde se hará el análisis del Método Reba.

Figura 61
Cargar el cilindro.



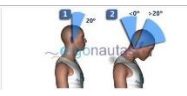
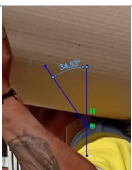




Nota: Elaboración propia.

Para poder completar las siguientes Tablas 49 y 50, se utilizó la información de las Tablas del capítulo II de la Sección del Método Reba, para así evaluar y posteriormente modificar los valores con las tablas de modificación de cada uno de las partes del cuerpo.

Tabla 48

Evaluación Reba de cargar el cilindro Grupo A.

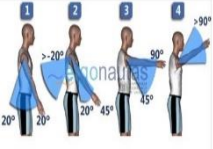


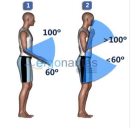

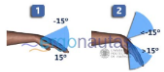

Cargo	Repartidor de Gas				
Tarea	Cargar el cilindro				
Grupo	A				
Movimiento Tronco	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 3
Tronco erguido	1	Si el Tronco con inclinación lateral o rotación +1		2	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2				
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3				
Flexión >60°	4				
Movimiento Cuello	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 3
Flexión entre 0° y 20°	1	Si la Cabeza rotada o con inclinación lateral +1		1	
Flexión >20° o extensión	2				
Movimiento Piernas	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 3
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico.	1	Si la Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60° es +1		2	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2				
Carga y fuerza					
Carga	Puntuación	Modificación	Puntuación Final Grupo A		
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0	Si Existen cargas o fuerzas aplicadas bruscamente +1	3+2=5		
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1				
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2				

Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con la Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, del Cap. II de la sección del Método Reba.

La Puntuación final del grupo A, se obtuvo tomando los valores de las Tablas 4-9, que darán 3 puntuaciones que serán del cuello, piernas, tronco, estos 3 valores se utilizaran para la Tabla 15, en donde se obtuvo un solo valor que se sumo la puntuación de la Tabla 17 que es de la Carga, además se le hará una modificación con la Tabla 18, todas estas tablas se encuentran dentro del Cap. II de la sección del Método Reba. Elaboración propia.

Tabla 49

Evaluación Reba de cargar cilindro Grupo B y Puntuación Final.

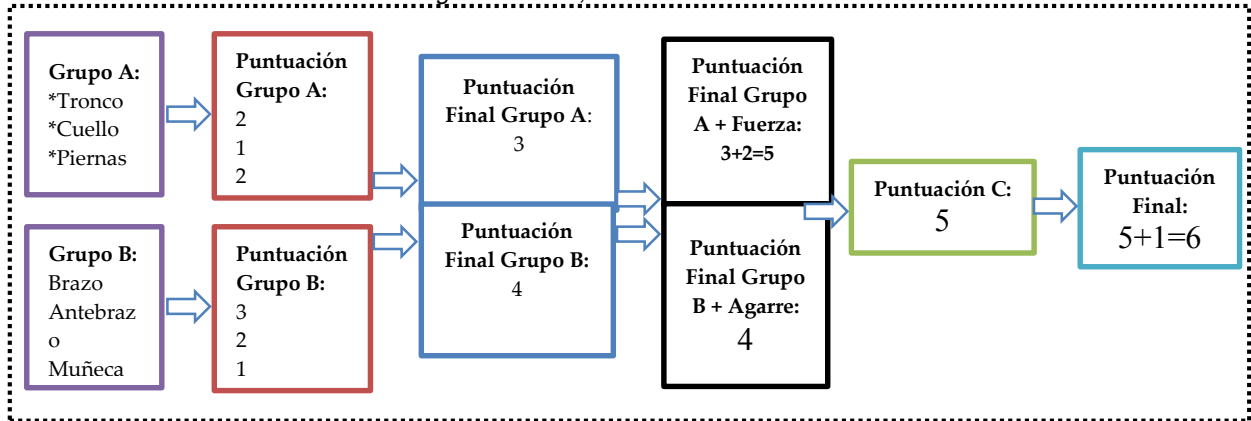
Grupo	B				
Movimiento Brazo	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 3
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1	Brazo abducido o brazo rotado +1		3	
Extensión >20° o flexión >20° y <=45°	2	Si el Hombro elevado +1			
Flexión >45° y <=90°	3	Si Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad -1			
Flexión >90°	4				
Movimiento Antebrazo	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 3
Flexión entre 60° y 100°	1	No hay modificación		2	
Flexión <60° o >100°	2				
Movimiento Muñeca	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 3
Posición neutra	1	Si existe Torsión o Desviación radial o cubital +1		1	
Flexión o extensión >0° y <15°	1				
Flexión o extensión >15°	2				
Agarre					
Tipo de agarre	Puntuación	Puntuación Final Grupo B			
Bueno	0	4			
Malo	+1				
Regular	+2				
Inaceptable	+3				

Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con las Tablas 10-14 del Cap. II de la sección del Método Reba. La Puntuación final del grupo B, para esto primero deberán estar las puntuaciones del antebrazo, brazo y muñeca, ya teniendo estas tres puntuaciones lo siguiente es buscar un valor en la Tabla 16, de esta tabla obtendremos un valor que será la puntuación del grupo B, a este valor se le sumo el tipo de Agarre el cual se obtuvo de la Tabla 19, siendo el resultado la Puntuación Final del grupo B. Elaboración propia.

Como siguiente paso, se debe de obtener la **Puntuación Final**, la cual se obtuvo como se muestra en la siguiente Figura 62.

Figura 62

Puntuación Final Evaluación Reba de cargar el cilindro, Caso 3.



Nota: Para obtener la Puntuación Final, lo primero fue obtener las puntuaciones del Grupo A y del Grupo B, después es obtener las Puntuaciones Finales A y B con las Tablas 15 y 16, lo siguiente será la suma de la Fuerza más Modificación (Tabla 17 y Tabla 18) a la puntuación final A y el Agarre (Tabla 19) a la puntuación final B, teniendo estos valores se requerirá el valor de la Puntuación C que se obtuvo con la Tabla 21, que será modificada con la Tabla 22 para así obtener la Puntuación Final. Elaboración propia.

Una vez que se obtuvo la Puntuación final que es igual a 6, en el caso 3, se puede conocer el Nivel de actuación como se puede ver haciendo referencia de la Tabla 23 del apartado del

Método Reba:

Tabla 23

Niveles de actuación según la puntuación Final obtenida.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Nota: El número de la Tabla no se modificará, ya que la tabla sigue siendo la misma que la original que se encuentra en el Cap. II, por eso sigue siendo Tabla 23. Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

El Nivel de actuación es 2, un riesgo medio, lo que quiere decir que se quiere un cambio necesario en la postura del trabajador.

Para poder visualizar a detalle cada una de las imágenes se puede ver en el Anexo C.

CASO 4

En este caso el repartidor de gas, regresa al vehículo el cilindro como se observa en las Figura 63, donde se observa que el cilindro de 124 cm, capacidad de 30 Kg y peso 56.5 Kg, se coloca en el sistema mecánico, pero lo tiene que inclinar para poder ponerlo de regreso, se muestra además en este caso el cilindro es vacío, a continuación, se muestra la Tabla 50 y 51 donde se hará el análisis del Método Reba.

Figura 63







Regresar el cilindro.



Nota: Elaboración propia.

Para poder completar las siguientes Tablas 51 y 52, se utilizó la información de las Tablas del capítulo II de la Sección del Método Reba, para así evaluar y posteriormente modificar los valores con las tablas de modificación de cada uno de las partes del cuerpo.

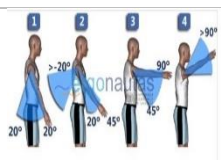



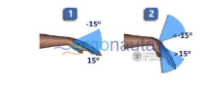

Tabla 50
Evaluación Reba de regresar de cilindro, Grupo A.

Cargo	Repartidor de Gas				
Tarea	Regresar el cilindro				
Grupo	A				
Movimiento Tronco	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 4
Tronco erguido	1	Si el Tronco con inclinación lateral o rotación +1		3	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2				
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3				
Flexión >60°	4				
Movimiento Cuello	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 4
Flexión entre 0° y 20°	1	Si la Cabeza rotada o con inclinación lateral +1		2	
Flexión >20° o extensión	2				
Movimiento Piernas	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 4
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico.	1	Si la Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60° es +1		1	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2				
Carga y fuerza					
Carga	Puntuación	Modificación	Puntuación Final Grupo A		
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0	Si Existen cargas o fuerzas aplicadas bruscamente +1	4+2=6		
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1				
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2				

Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con la Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, del Cap. II de la sección del Método Reba.

La Puntuación final del grupo A, se obtuvo tomando los valores de las Tablas 4-9, que darán 3 puntuaciones que serán del cuello, piernas, tronco, estos 3 valores se utilizarán para la Tabla 15, en donde se obtuvo un solo valor que se sumó la puntuación de la Tabla 17 que es de la Carga, además se le hará una modificación con la Tabla 18, todas estas tablas se encuentran dentro del Cap. II de la sección del Método Reba. Elaboración propia.

Tabla 51
Evaluación Reba regreso de cilindro Grupo B y Puntuación Final.

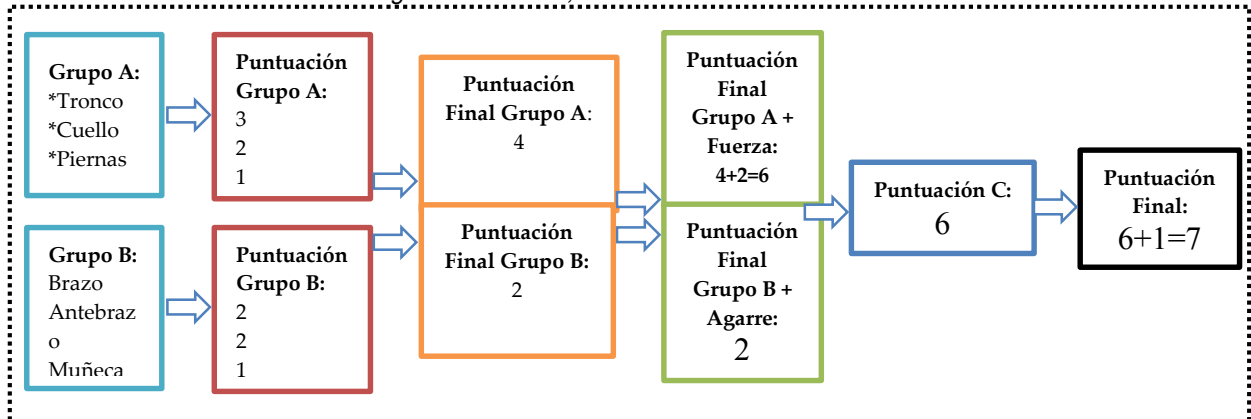
Grupo	B				
Movimiento Brazo	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 4
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1	Brazo abducido o brazo rotado +1		2	
Extensión >20° o flexión >20° y <=45°	2	Si el Hombro elevado +1			
Flexión >45° y <=90°	3	Si Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad -1			
Flexión >90°	4				
Movimiento Antebrazo	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 4
Flexión entre 60° y 100°	1	No hay modificación		2	
Flexión <60° o >100°	2				
Movimiento Muñeca	Puntuación	Modificación	Imagen Reba	Puntuación	Caso 4
Posición neutra	1	Si existe Torsión o Desviación radial o cubital +1		1	
Flexión o extensión >0° y <15°	1				
Flexión o extensión >15°	2				
Agarre					
Tipo de agarre	Puntuación	Puntuación Final Grupo B			
Bueno	0	2			
Malo	+1				
Regular	+2				
Inaceptable	+3				

*Nota: Las puntuaciones de cada una de las partes se obtuvo con las Tablas 10-14 del Cap. II de la sección del Método Reba. La Puntuación final del grupo B, para esto primero deberán estar las puntuaciones del antebrazo, brazo y muñeca, ya teniendo estas tres puntuaciones lo siguiente es buscar un valor en la Tabla 16, de esta tabla obtendremos un valor que será la puntuación del grupo B, a este valor se le sumo el tipo de Agarre el cual se obtuvo de la Tabla 19, siendo el resultado la Puntuación Final del grupo B. Elaboración propia.

Como siguiente paso, se debe de obtener la **Puntuación Final**, la cual se obtuvo como se muestra en la siguiente Figura 64.

Figura 64

Puntuación Final Evaluación Reba regresar el cilindro, Caso 4.



Nota: El número de la Tabla no se modificará, ya que la tabla sigue siendo la misma que la original que se encuentra en el Cap. II, por eso sigue siendo Tabla 23. Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

Una vez que se obtuvo la Puntuación final que es igual a 7, en el caso 4, se puede conocer el Nivel de actuación como se puede ver haciendo referencia de la Tabla 23 del apartado del Método Reba:

Tabla 23
Niveles de actuación según la puntuación Final obtenida.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Nota: El número de la Tabla no se modificará, ya que la tabla sigue siendo la misma que la original que se encuentra en el Cap. II, por eso sigue siendo Tabla 23. Elaboración propia con datos de <https://www.ergonautas.upv.es/>

El Nivel de actuación es 2, un riesgo alto, lo que quiere decir que se quiere un cambio de inmediato en la postura del trabajador para evitar daños físicos.

Conclusión de los análisis de los casos: Los 4 casos resultaron con un Nivel de Actuación Medio debido a las posturas realizadas, se tiene que hacer un cambio necesario en la realización de esta actividad, para que los trabajadores no sufran daños a largo plazo.

Para poder visualizar a detalle cada una de las imágenes se puede ver en el Anexo C.

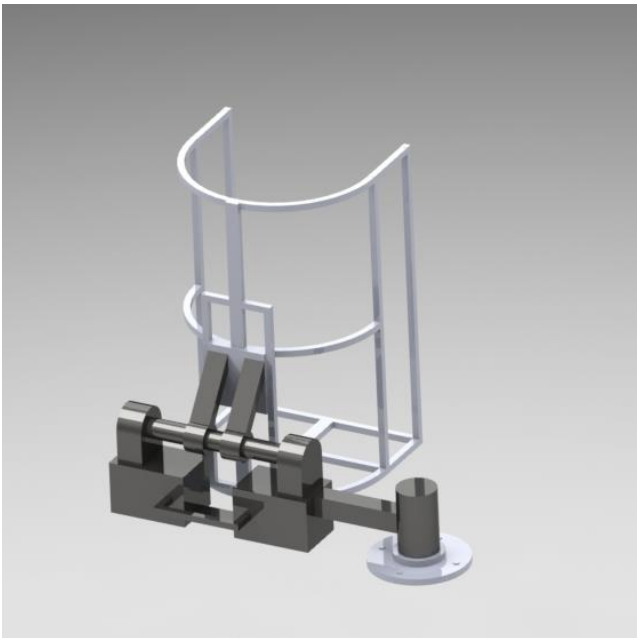
6.2 Mecanismo de giro de carga y descarga

Después de hacer el análisis con el Método Reba, lo siguiente fue la mejora del diseño, anexándole un brazo que permita el desplazamiento del sistema mecánico, para que la entrada quede libre mientras se realice la actividad de carga y descarga de los cilindros de gas LP.

Para que el sistema mecánico tuviera mejor adaptación dentro de la carrocería, se le añadió una brida, la cual será soldada para mayor seguridad, también junto con un tubo de acero, conectado con una barra de acero, para que así se mantenga estático durante el movimiento del carro, como se puede ver en la siguiente Figura 65.

Figura 65

Modificación del sistema mecánico.



Nota: Elaboración propia.

Con este ajuste, durante el movimiento del vehículo el sistema mecánico se quedará en un lugar donde permanecerá seguro, el cual tendrá un seguro, como se puede ver en la siguiente Figura 66.

Figura 66

Sistema mecánico durante el movimiento del carro.



Nota: Elaboración propia.

6.3 Proceso de maniobra secuencial de carga y descarga

En este apartado se describió el proceso de maniobra del sistema mecánico, del cual se dividió en dos secciones que fueron: la carga de cilindros de gas LP y la descarga de los mismos.

En donde se explicará a detal el uso del funcionamiento del sistema mecánico como se muestra en las siguientes Figuras 67 y 68.

Figura 67

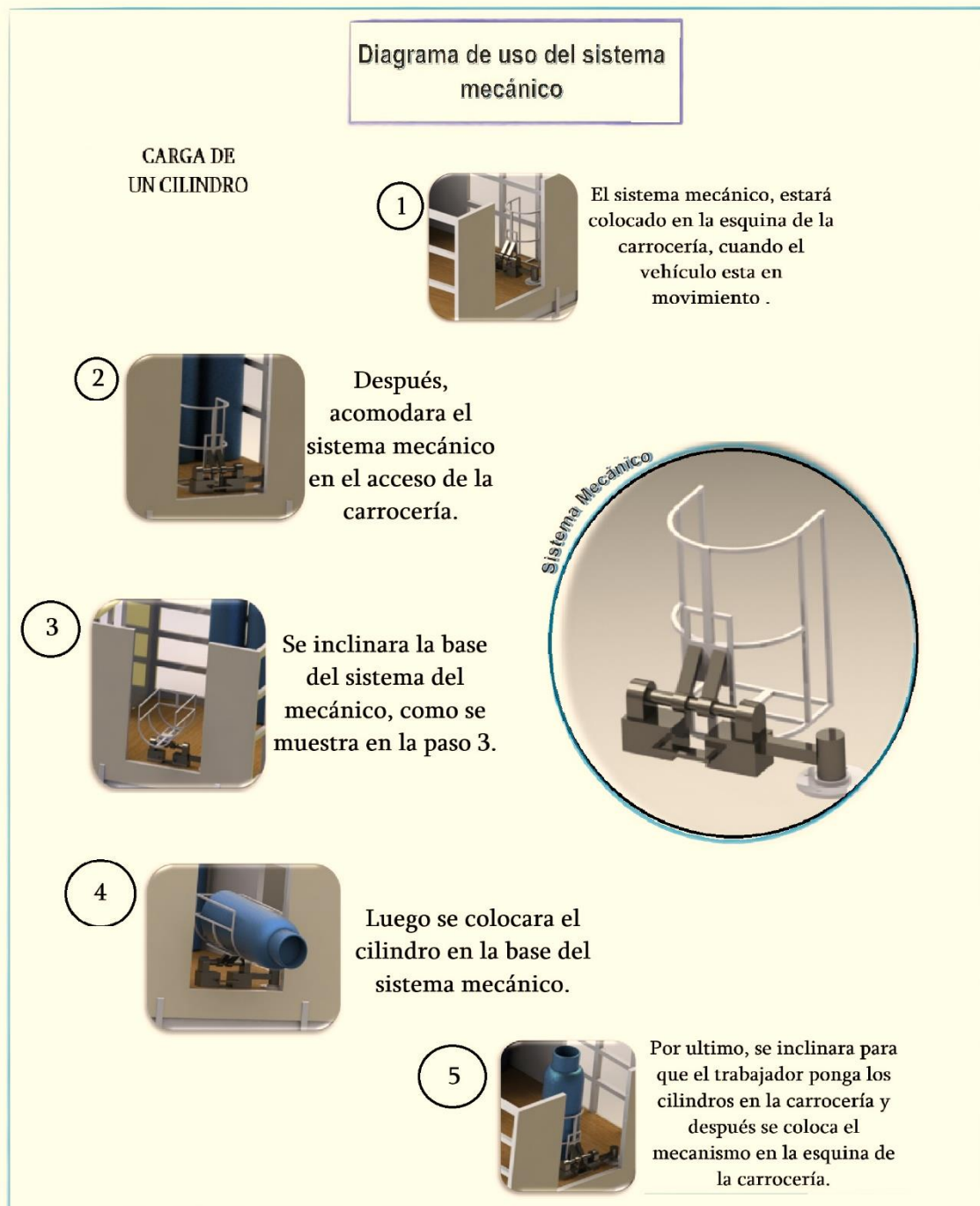
Diagrama de uso de mecanismo, descargar cilindros.



Nota: Elaboración propia.

Figura 68

Diagrama de uso de mecanismo, Cargar cilindros.



Nota: Elaboración propia

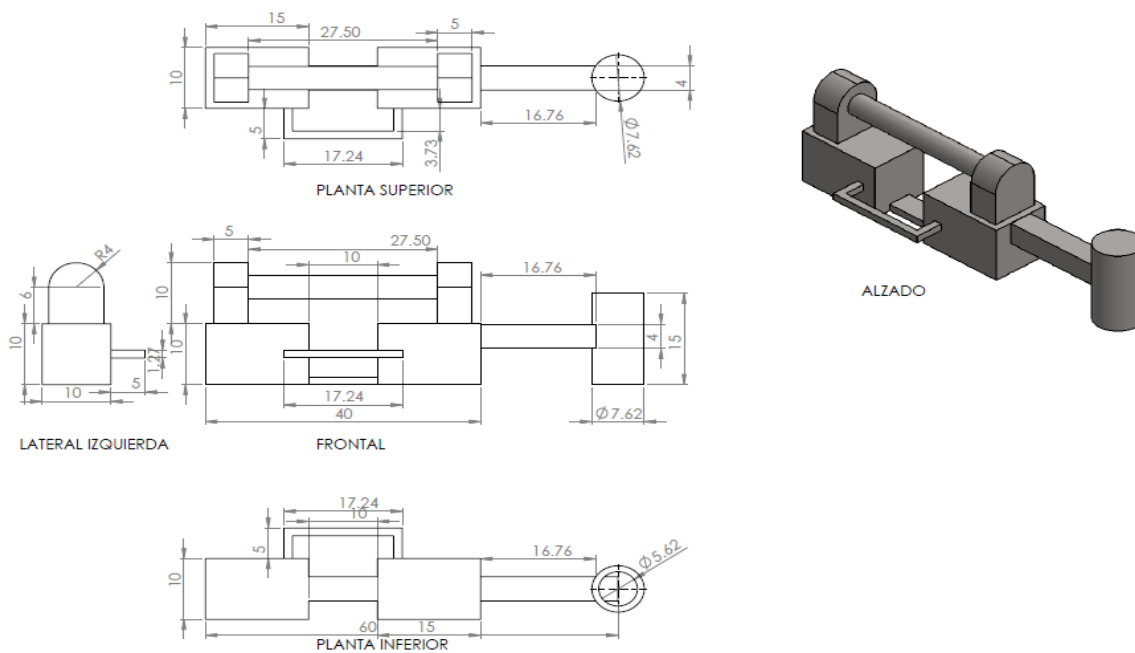
6.4 Planos constructivos

En este apartado se realizaron los planos básicos del sistema mecánico una vez que se hizo la modificación, también se usó una brida comercial de 3 pulgadas de ángulo interior, para que se colocara el tubo de acero de la misma medida.

En el primer plano se presenta la base del sistema mecánico que se hizo para que pudiera realizarse la inclinación y que tenga un apoyo el sistema mecánico se muestra en la siguiente Figura 69.

Figura 69

Plano 1 del sistema mecánico.



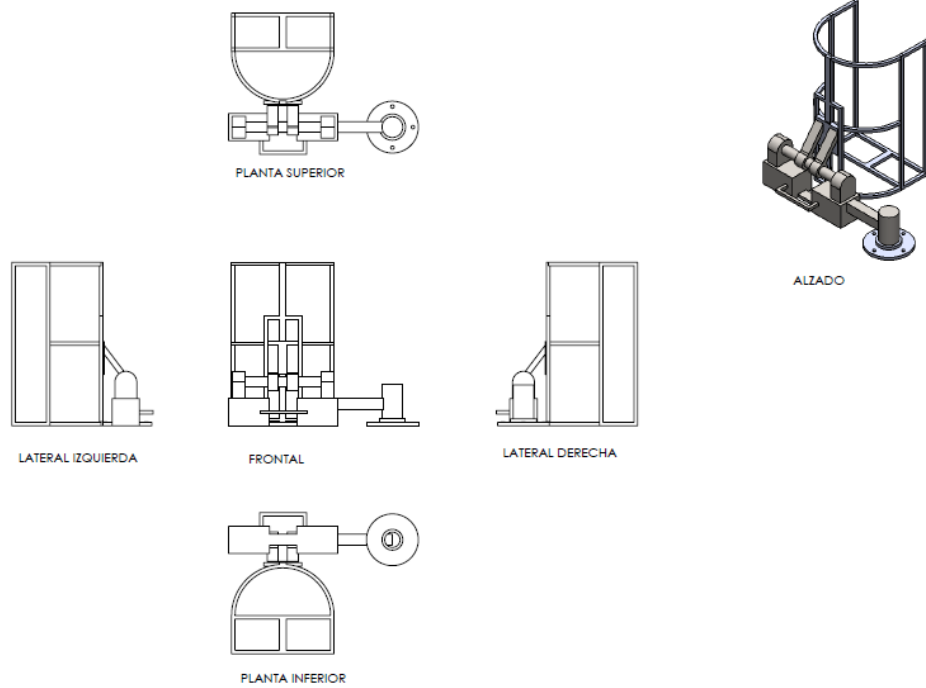
Nota: Elaboración propia.

El segundo plano, es una pieza que se hizo para que se pudiera llevar a cabo la inclinación de la base donde se colocara el cilindro metálico como se muestra en la Figura 70 siguiente:

Como último, se hizo el plano de las vistas del sistema mecánico completo, como se muestra en la siguiente Figura 72.

Figura 72

Plano 4 del sistema mecánico.



Nota: Elaboración propia.

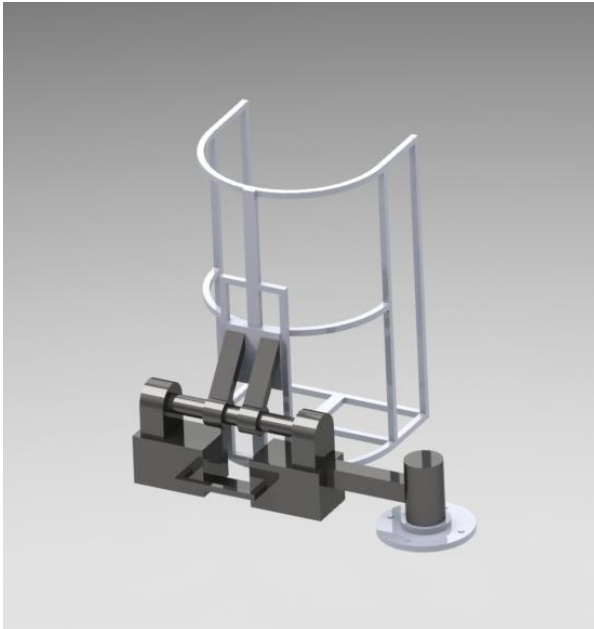
6.5 Modelación tridimensional del sistema mecánico

En esta sección se hicieron las Figuras de la modelación tridimensional que se realizaron con una herramienta software de la propuesta que fue seleccionada para ser la representación del sistema mecánico la cual se muestra en la siguiente Figura 73 y Figura 74, para así tener una mejor visualización del trabajo que se hizo.

Así cada una de las piezas que conformar el sistema mecánico se apreciaran detalladamente.

Figura 73

Render del sistema mecánico.



Nota: Elaboración propia.

Figura 74

Render 2 del sistema mecánico.

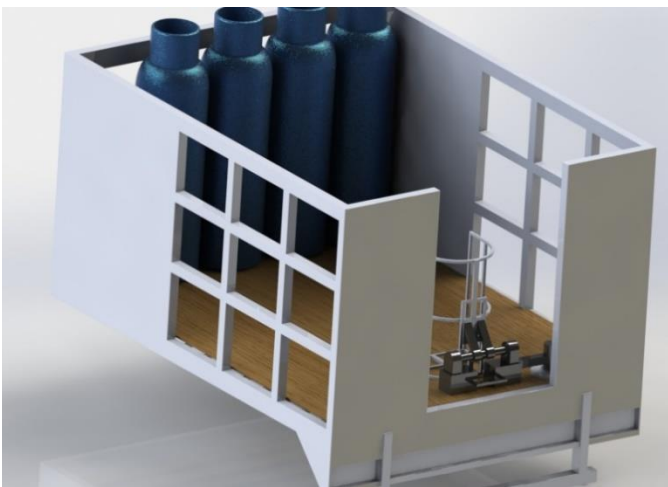


Nota: Elaboración propia.

En este último render de la Figura 75 se visualiza como quedaría colocado en la carrocería junto a otros cilindros metálicos.

Figura 75

Render 3 del sistema mecánico.



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Como resultado de este trabajo de tesis, se observó que la jornada laboral de un trabajador que se dedica a cargar y descargar cilindros metálicos, siempre será un trabajo arduo el cual deberá cumplir cotidianamente, sabiendo que se sufrirán cualquier tipo de lesiones debido a la carga excesiva que se presenta por el tipo de material con el que están contruidos los cilindros.

Dicho lo anterior, se logró obtener un diseño funcional no ergonómico debido a su uso, que dio una solución funcional y fue adaptada a los requerimientos del usuario, no sin antes realizar varias propuestas que hicieron posible la realización y selección de propuestas.

De las propuestas realizadas con la ayuda de software, se seleccionó la que se adaptara a los materiales y medidas comerciales, para acceder a ellos sin ningún inconveniente, además de que se utilizó la misma herramienta para poder obtener el esfuerzo del material con el que se haría el sistema mecánico.

También se utilizó el método Reba, el cual primero fue estudiado para saber el contenido, además de que sirvió para verificar las posturas que hacia el trabajador una vez que iniciaba con la carga o descarga del cilindro, se pudieron observar cuales son las posturas en que la carga era un mayor riesgo.

Después se hizo el análisis con el método reba pero basándose solamente en el aspecto ergonómico con ayuda de un prototipo.

El prototipo fue construido para la mejora visual del análisis con el método reba.

Entonces, el diseño del sistema mecánico logro evitar que las pasturas fueran de mayor riesgo ya que el cargador logra apoyarse de este para descargar el cilindro cuando se baje del vehículo.

Logrando así el diseño de una herramienta que ayude al cargador a evitar la carga directa de los cilindros metálicos, este sistema mecánico servirá para evitar lesiones futuras.

Todo este trabajo servirá para trabajos futuros que sean relacionados al tema.

BIBLIOGRAFIA

- Aguaysa-Carrillo, P.A. (2019). *Posturas de trabajo y su relación con sintomatología de dolor lumbar en docentes de enseñanza primaria general - Nivel inicial*.
https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29218/1/Tesis_%20t1536mshi.pdf
- Álvarez-Morales D.G.& Loja-Villa J.E. (2015, septiembre). *Evaluación ergonómica de los trabajadores del sistema de producción de la fábrica de embutidos Piggis mediante el método REBA*. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23208/1/TESIS.pdf>
- Assistech, (2022). *Equipo manipulador de tambores*.
<https://www.assistech.com.co/producto/equipo-manipulador-de-tambores/>
- Ávila-Chaurand, R. & González-Muñoz, E.L. & Prado-León, L.R. (2007). *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana*.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10695/2018Matizjuan6.pdf?se>
- Badía M.R. (1985). *Salud ocupacional y Riesgos Laborales*.
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/16964/v98n1p20.pdf>
- Bonilla, R. E. (1993). *La técnica antropométrica aplicada al diseño industrial*. Ediciones Casa abierta al tiempo.
- COFESE. (2018). *Transición hacia mercados competidos de Energía: Gas LP*.
https://www.cofece.mx/wp-content/uploads/2018/06/libro-gaslp_web.pdf
- ConceptoDefinicion(2024). *Que son Materiales*.
ConceptoDefinición | ¿Qué son Materiales? » Su Definición y Significado 2021
- Construmatica (2018, 13 de abril). *Equipos para la manipulación de cargas*.
https://www.construmatica.com/construpedia/Equipos_para_la_Manipulaci%C3%B3n_de_cargas
- Cruz, P. A. (2019, septiembre). *Creación de una estación de trabajo de impresión para el taller de serigrafía*. Universidad Tecnológica de la Mixteca.

- Díaz, A. (2012). *Despliegue de la Función de Calidad (QFD)*.
<https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/despliegue-de-la-funcion-calidad.pdf>
- Diego-Mas, J.A. (2015). *Evaluación postural el método reba*. *Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia*. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Elrecrearío.net. *Criterios de diseño y ergonomía*. <https://el-recretario.net/principios-de-Diseño-y-ergonomía/>
- Gemak (2020). *Materiales para fabricar piezas CNC*.
<https://maquinadocnc.com.mx/materiales-para-fabricar-piezas-en-cnc/#:~:text=Estos%20pueden%20clasificarse%20en%3A%20metales,t%C3%A9cnicas%20que%20tenga%20el%20proyecto.>
- INSHT. (2003). *NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)*
https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_601.pdf/2989c14f-2280-4eef-9cb7-f195366352ba
- INSHT. (2003). *Guía Técnica*.
<https://www.insst.es/documents/94886/96076/manipulacion+manual+de+cargas/d52f7502-cd7f-4e15-adf9-191307c689a9>
- Jiménez-Grajales, M.A. & López-Sánchez, J.G. & Sánchez-Aguilar, J. (2016). *Despliegue de la Función de la Calidad para el diseño de limpiador automático de rodillo*.
<https://www.redalyc.org/journal/944/94451204008/html/>
- Lozano, A. J. (2009, 16 de diciembre). *Norma Oficial Mexicana NOM-113-STPS-2009*.
<https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3924/stps1/stps1.htm>
- Martínez, L. C. (2019). *Diseño de un carrito de compra para personas con diversidad funcional*.
Universidad Jaime I
- Mata, F. (2004). *Aspectos ergonómicos en el diseño de máquinas*.

<https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2004/aspectos-ergonomicos-en-diseno-maquinas>

NIOSH, (2012, 12 de febrero). *Como prevenir los trastornos musculoesqueléticos*.

https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2012-120_sp/default.html

Organización Internacional del Trabajo. (2015, 17 de febrero). *La Salud y La Seguridad en el trabajo*. http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/ergo/ergoa.htm

Peñaloza-Salazar, E.S. (2016). *Análisis postural y su incidencia en las enfermedades profesionales en la empresa Servicartón Cía. LTDA de la Ciudad de Ambato*. Universidad Tecnología de Indoamerica.

Postgradoindustrial, (2021). *Elementos mecánicos*. Mecánica.

<https://postgradoindustrial.com/elementos-mecanicos-que-son-y-como-se-clasifican/>

Proyectplant.wordpress (2016). *Criterios de diseño*.

<https://proyectplant.wordpress.com/tag/criterios-de-diseno/>

Sánchez, F. (2020, 8 de diciembre). *Sistemas*. Mecanismos.

<http://www.mecapedia.uji.es/pages/mecanismo.html>

R. J.L. (2023). *Sistemas mecánicos*.

[https://como-funciona.co/sistemas-](https://como-funciona.co/sistemas-mecanicos/#:~:text=Deja%20un%20comentario%20%2F%20Sistemas%20%2F%20Por,fuentes%20que%20sirven%20para%20generarla.)

[mecanicos/#:~:text=Deja%20un%20comentario%20%2F%20](https://como-funciona.co/sistemas-mecanicos/#:~:text=Deja%20un%20comentario%20%2F%20Sistemas%20%2F%20Por,fuentes%20que%20sirven%20para%20generarla.)

[Sistemas%20%2F%20Por,fuentes%20que%20sirven%20para%20generarla.](https://como-funciona.co/sistemas-mecanicos/#:~:text=Deja%20un%20comentario%20%2F%20Sistemas%20%2F%20Por,fuentes%20que%20sirven%20para%20generarla.)

Romero, P. (2017, 29 de agosto). *Conceptos de autores ergonomía*.

<https://prezi.com/pfxmcs0s0iwt/conceptos-de-autores-ergonomia/>

Quirón. (2018, 18 de septiembre). *Los cinco trastornos musculoesqueléticos más comunes*.

[https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/cinco-trastornos-](https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/cinco-trastornos-musculoesqueleticos-comunes)

[musculoesqueleticos - comunes](https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/cinco-trastornos-musculoesqueleticos-comunes)

Ucha, F. (2009, abril). *Definición de Mecanismos*. DefinicionABC.

<https://www.definicionabc.com/general/mecanismos.php>

Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. (2012). *Diseño y desarrollo de productos*.

https://disenoing.files.wordpress.com/2016/10/disenoydesarrollodeproductos5ed_k.pdf

Universidad en la Rioja (2015, 18 de mayo). *Manipulación manual de cargas*.

<https://www.unirioja.es/servicios/sprl/pdf/cargas.pdf>

Slideshare (2014). Criterios de diseño.

<https://es.slideshare.net/lachegon/criterios-de-diseo-30979507>

ANEXOS

Anexo A ENTREVISTAS

Entrevistas a trabajadores cargadores

Buenas tardes, mi nombre es Cielo Amellaly López Sánchez soy egresada de la carrera en Ingeniería en Diseño, actualmente me encuentro realizando mi proyecto de Tesis enfocado al sector gasero. Le pido de la manera más respetuosa a sabiendas su amplia jornada laboral que me apoye proporcionándome algunos datos de importancia para poder sustentar este proyecto.

Los datos siguientes fueron obtenidos de las entrevistas, cabe mencionar que solo se muestran los datos de manera general para que la información obtenida sea centrada en la elaboración de un sistema mecánico.

- Cuántas unidades se encuentra laborando en este municipio:
20
- Cuál es el rango de edad para poder laborar en esta empresa:
De entre 18 y 45 años de edad.
- Para poder entrar requiere de experiencia:
Para manejar si es necesario tener licencia de manejo.
No es necesario tener experiencia para carga los tanques, cuando aceptan contratarte se imparte capacitación sobre levantamiento, deslizamiento, instalación de tanques, mantenimiento, control de fugas.
- De qué forma adquieren la ropa y calzado que utilizan:
El uniforme y el calzado es dado por la empresa.
- Se requiere de algún promedio de estatura para poder ser aceptado:
No
- Cuáles son las lesiones más comunes en este tipo de trabajo:
Suceden en el hombro, ya que es el principal punto de apoyo para los tanques, algunos compañeros han tenido lesiones en los músculos debido a que los tanques contienen un líquido internamente, cuando se coloca el tanque en el hombro este líquido hace que se pierda el control de manipulación del tanque dañando así la postura y el equilibrio de la persona que se encentra haciendo esto.
- Cuantas horas trabajan:
9 horas





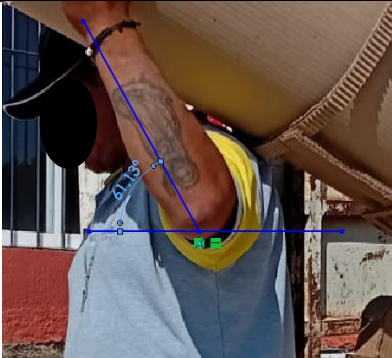

ANEXO B. IMÁGENES A DETALLE DEL ANÁLISIS REBA

Para visualizar a detalle se hicieron las siguientes tablas como se ve en las siguientes tablas.


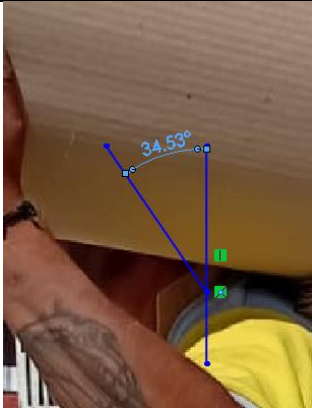
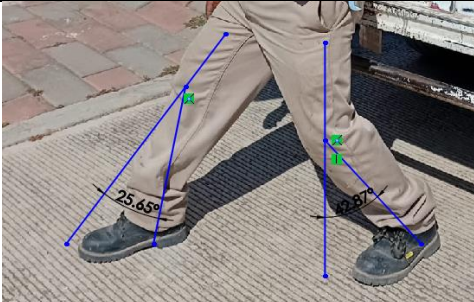



Análisis Reba: Caso 1		
Grupo A: Bajada del cilindro.		
Tronco	Cuello	Piernas
		
Grupo B		
Brazo	Antebrazo	Muñeca
		

De esta manera se ve la división que se hace en cada parte del cuerpo con sus ángulos de referencia como lo indica el Método reba.

De igual manera en la siguiente Tabla del caso 2 se muestra a detalle cada uno de las partes del cuerpo y ángulos de referencia, divididas con respecto al Método reba.

Análisis Reba: Caso 2 Grupo A: Inclinación pequeña para cargar el cilindro.		
Tronco	Cuello	Piernas
		
Grupo B		
Brazo	Antebrazo	Muñeca
		

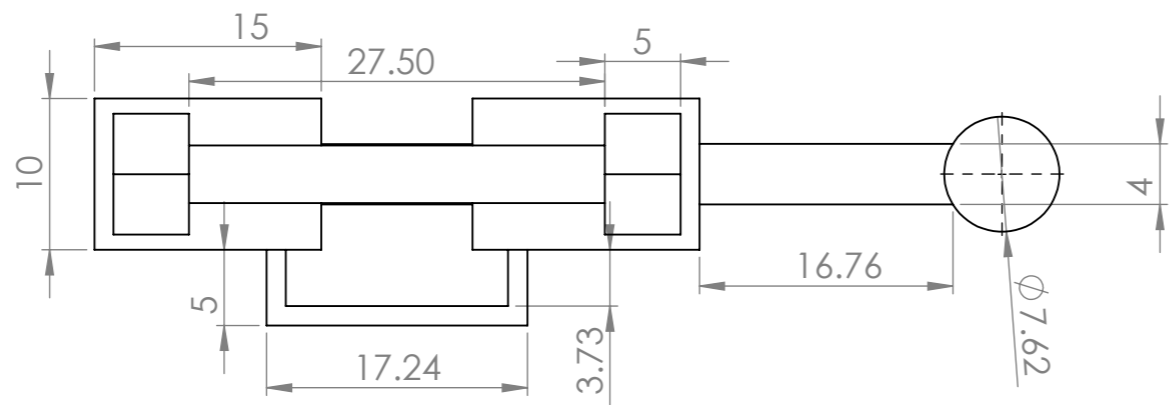
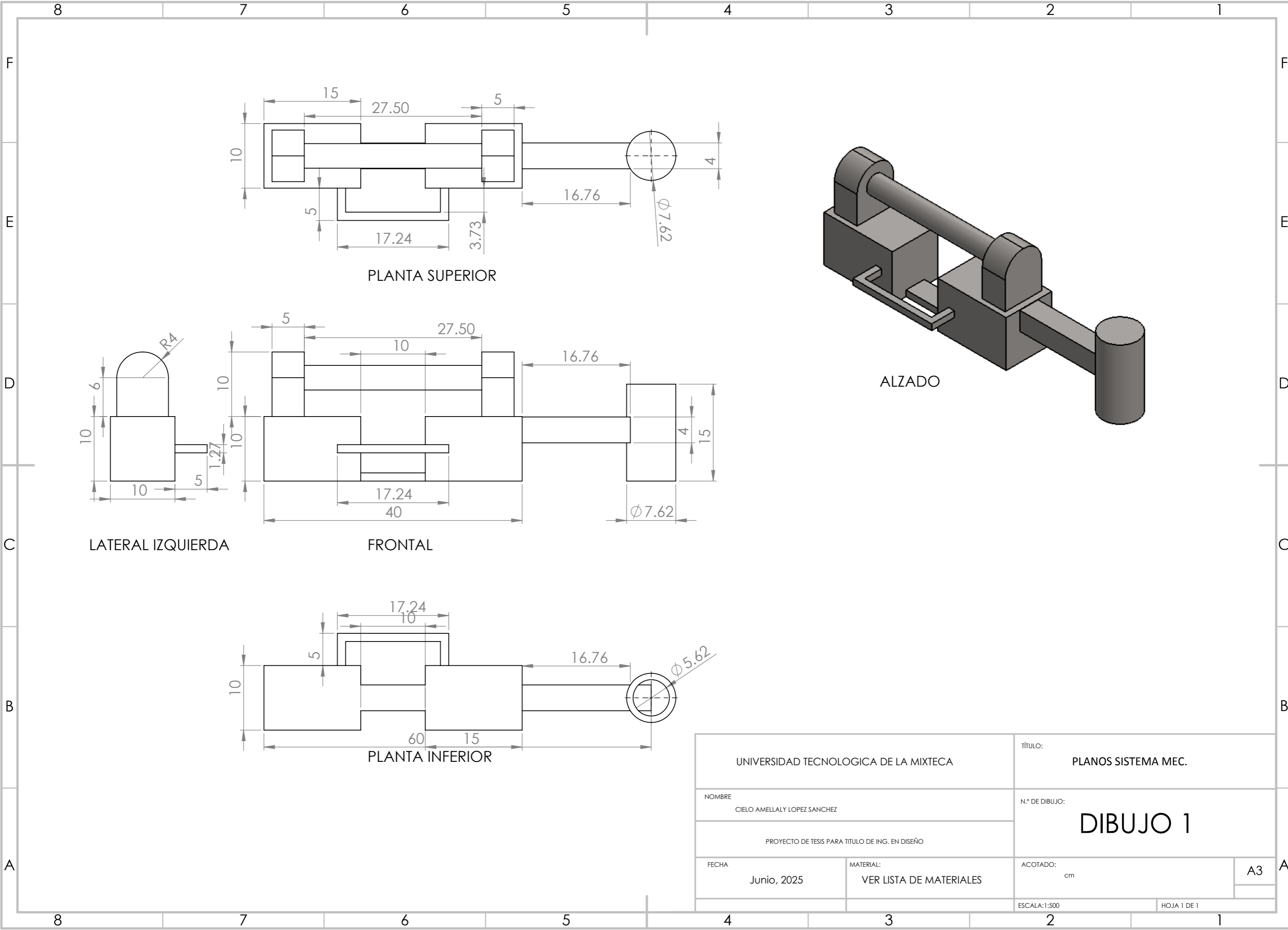
La siguiente Tabla muestra a detalle los ángulos de referencia para que se pudiera realizar a detalle el Método reba.

Análisis Reba: Caso 3		
Grupo A: Cargar el cilindro.		
Tronco	Cuello	Piernas
		
Grupo B		
Brazo	Antebrazo	Muñeca
		

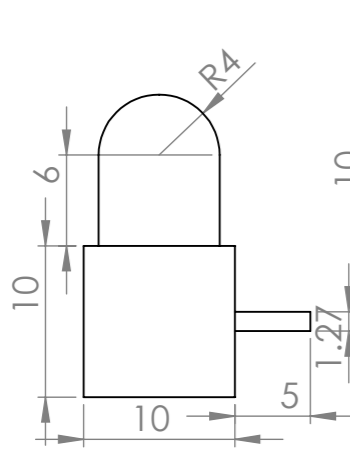
Por último, la Tabla del caso 4 que de igual manera se muestran cada uno de las divisiones que se hicieron de las partes del cuerpo con sus respectivos ángulos para que se pudiera hacer el Método Reba.

Análisis Reba: Caso 4		
Grupo A: Regresar el cilindro.		
Tronco	Cuello	Piernas
		
Grupo B		
Brazo	Antebrazo	Muñeca
		

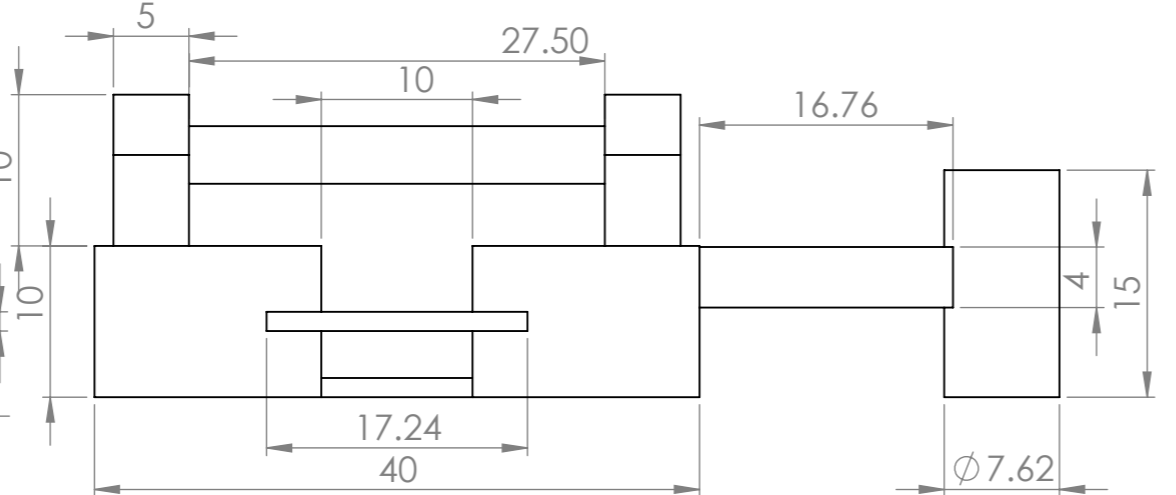
ANEXO C. PLANOS CONSTRUCTIVOS



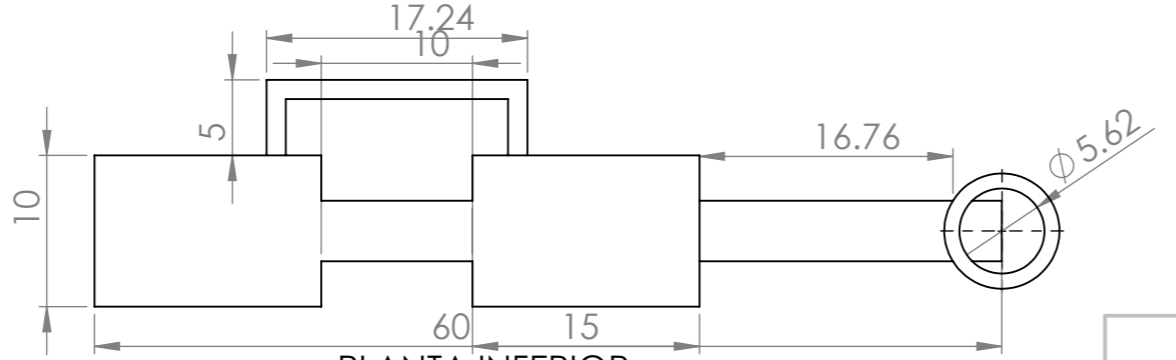
PLANTA SUPERIOR



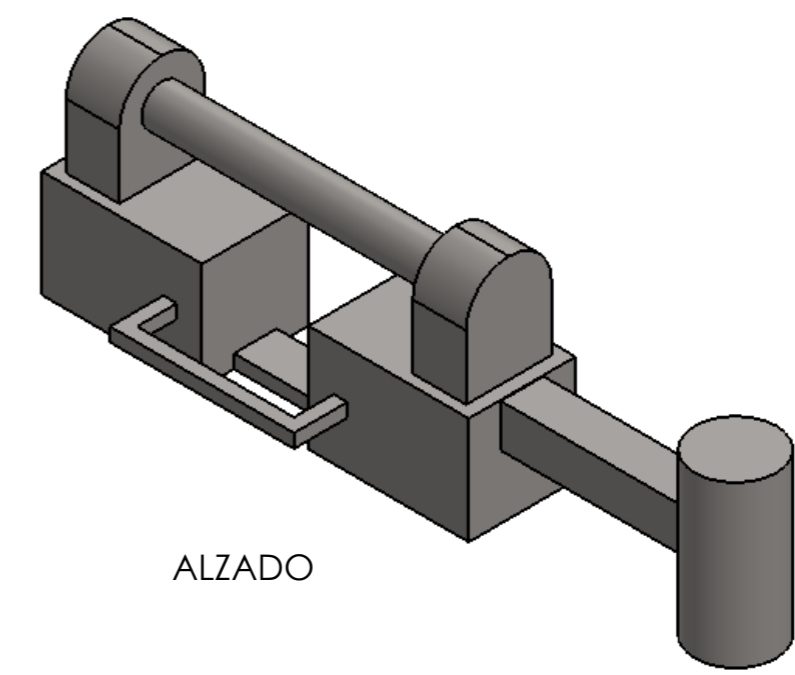
LATERAL IZQUIERDA



FRONTAL

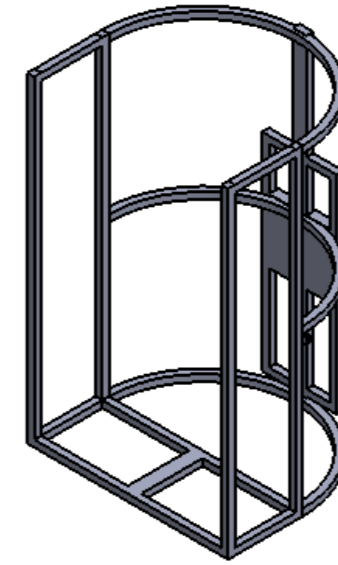
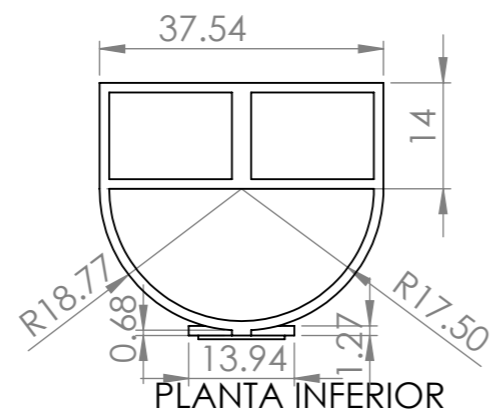
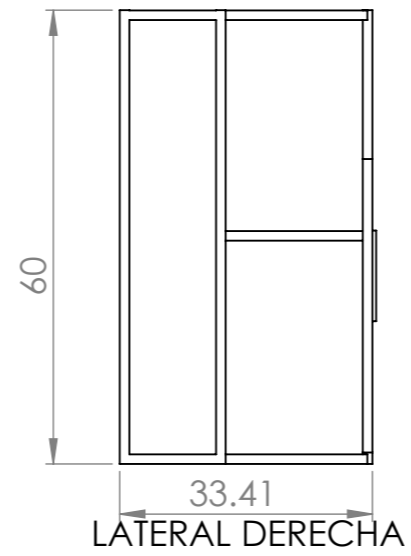
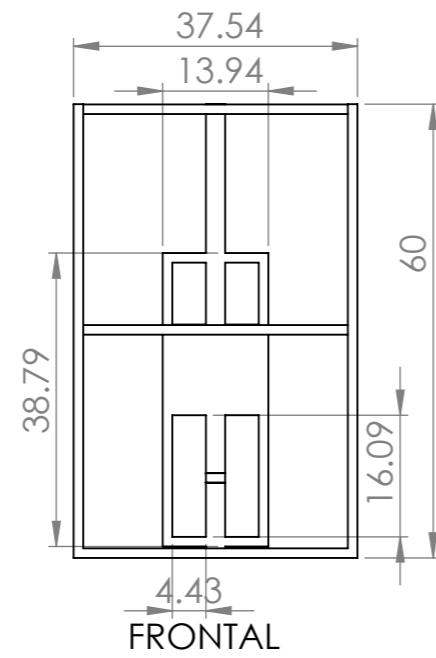
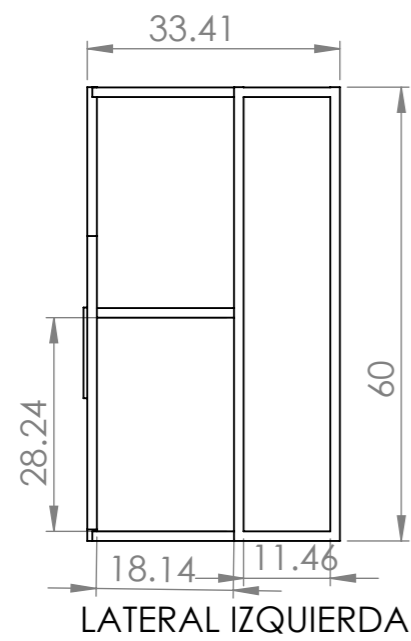
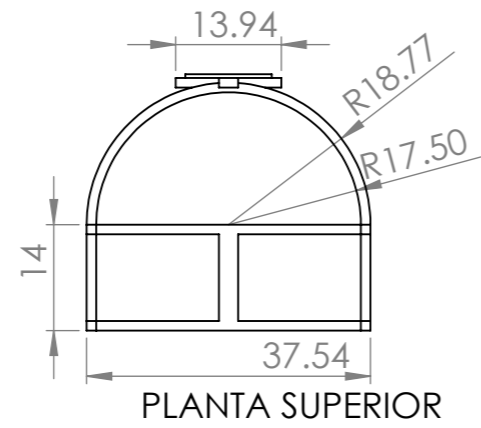


PLANTA INFERIOR

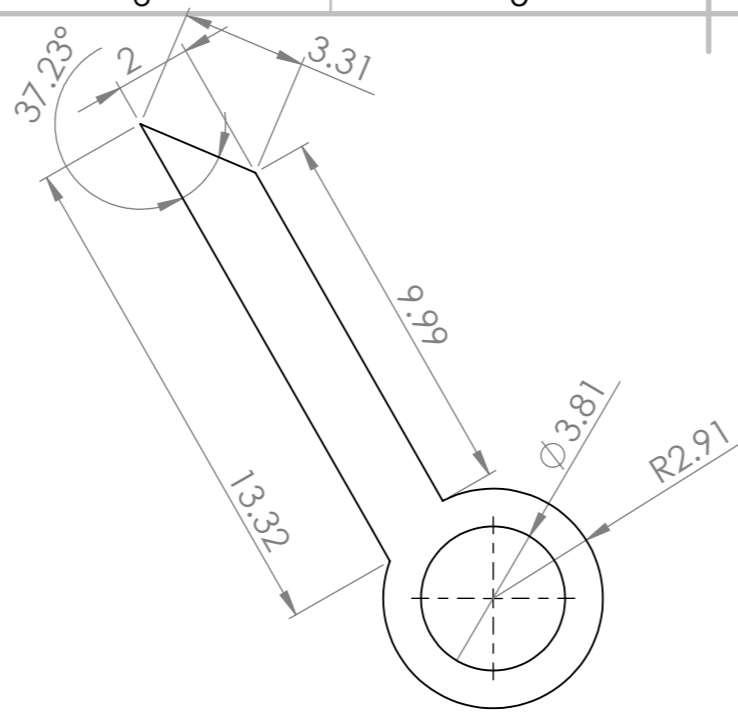


ALZADO

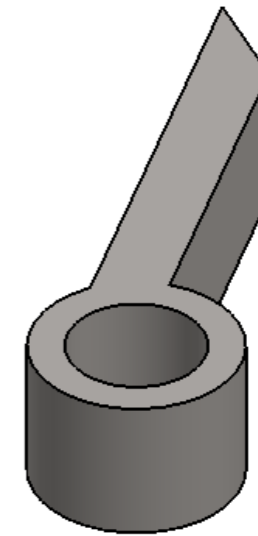
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		TÍTULO: PLANOS SISTEMA MEC.	
NOMBRE CIELO AMELLALY LOPEZ SANCHEZ		N.º DE DIBUJO: DIBUJO 1	
PROYECTO DE TESIS PARA TÍTULO DE ING. EN DISEÑO			
FECHA Junio, 2025	MATERIAL: VER LISTA DE MATERIALES	ACOTADO: cm	A3
		ESCALA: 1:500	HOJA 1 DE 1



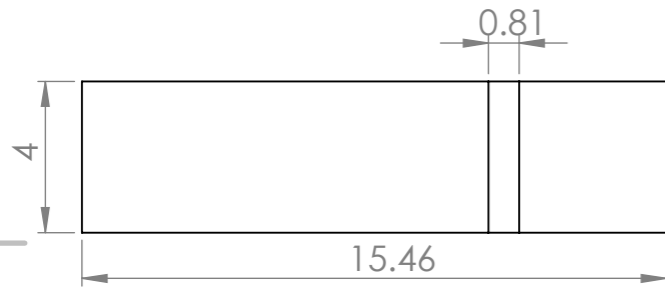
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		TÍTULO: PLANO 2 SIST. MEC.	
NOMBRE CIELO AMELLALY LOPEZ SANCHEZ		N.º DE DIBUJO: DIBUJO 2	
PROYECTO DE TESIS PARA TÍTULO DE ING. EN DISEÑO			
FECHA Junio, 2025	MATERIAL: Acero	ACOTADO: cm	A3
ESCALA: 1:1000		HOJA 1 DE 1	



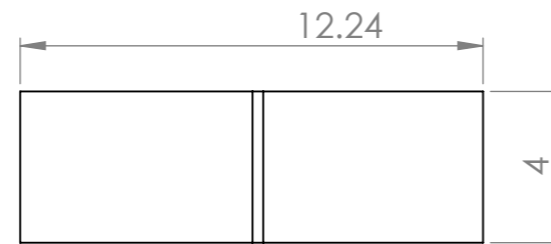
PLANTA SUPERIOR



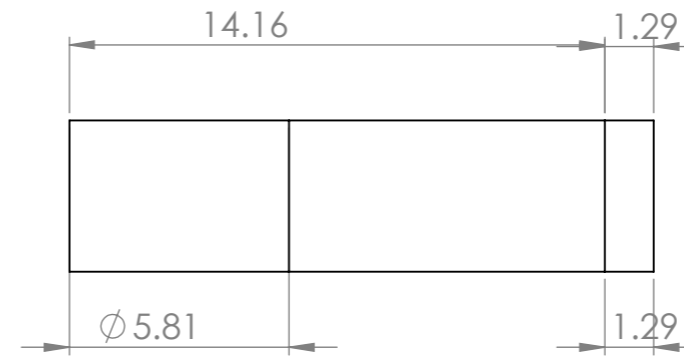
ALZADO



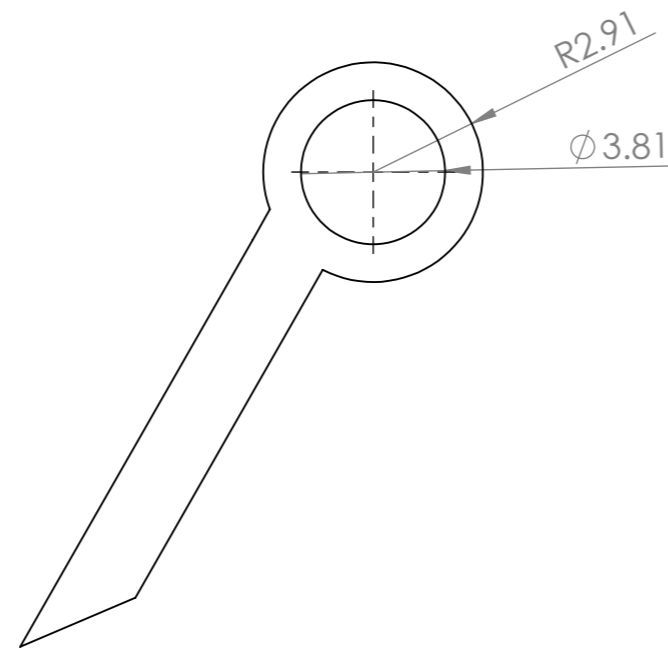
LATERAL IZQUIERDA



FRONTAL

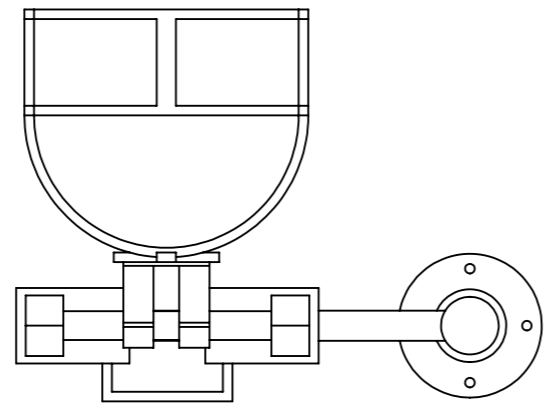


LATERAL DERECHA

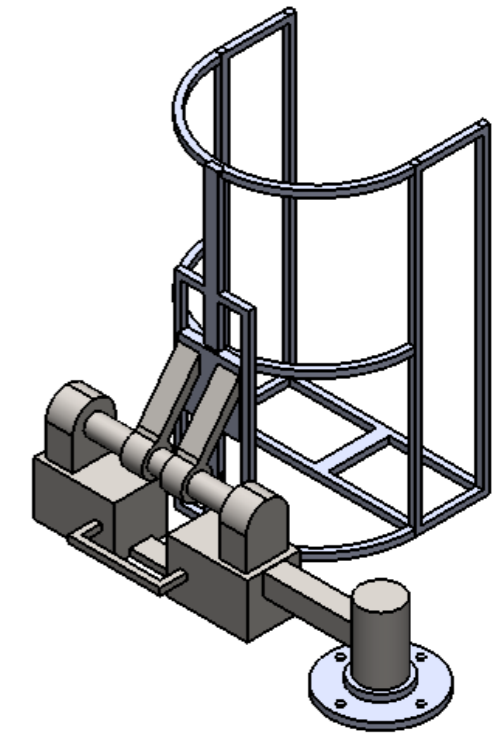


PLANTA INFERIOR

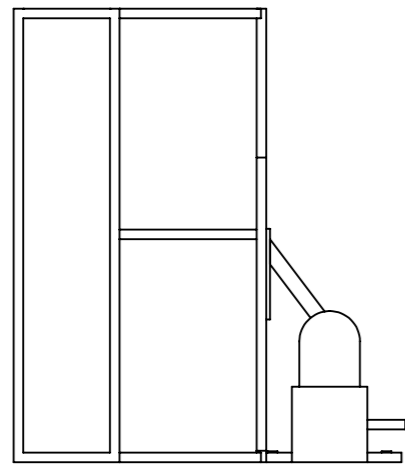
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		TÍTULO: PLANO 3 SIST. MEC.	
NOMBRE CIELO AMELLALY LOPEZ SANCHEZ		N.º DE DIBUJO: DIBUJO 3	
PROYECTO DE TESIS PARA TÍTULO DE ING. EN DISEÑO			
FECHA Junio, 2025	MATERIAL: Acero	ACOTADO: cm	A3
ESCALA: 1:200		HOJA 1 DE 1	



PLANTA SUPERIOR



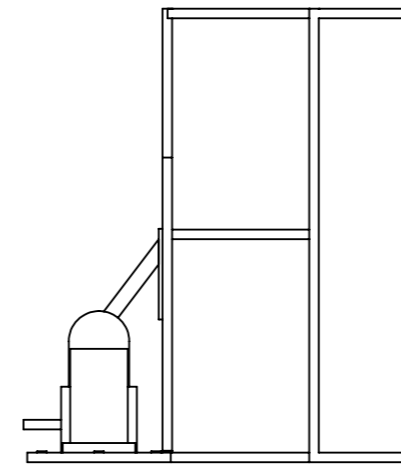
ALZADO



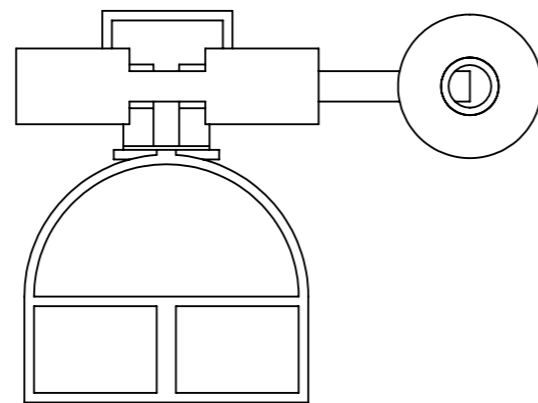
LATERAL IZQUIERDA



FRONTAL

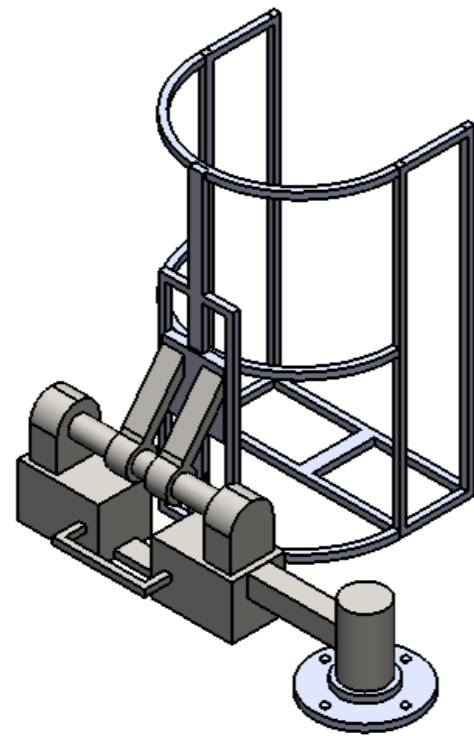


LATERAL DERECHA

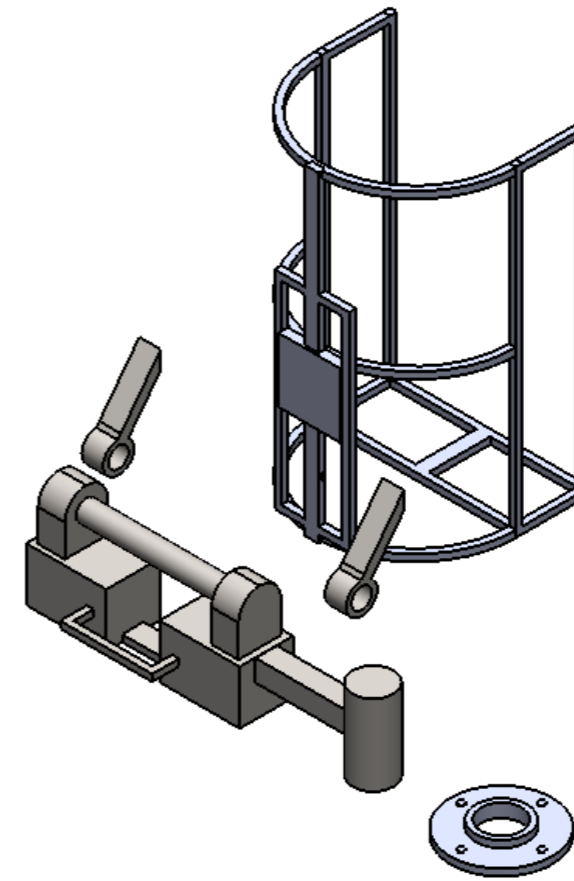


PLANTA INFERIOR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		TÍTULO: PLANO 3 SIST. MEC.	
NOMBRE CIELO AMELLALY LOPEZ SANCHEZ		N.º DE DIBUJO: DIBUJO 4	
PROYECTO DE TESIS PARA TÍTULO DE ING. EN DISEÑO			
FECHA Junio, 2025	MATERIAL: Acero	ACOTADO: cm	A3
		ESCALA: 1:1000	HOJA 1 DE 1



ISOMETRICO



VISTA EXPLOSIONADA

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LA MIXTECA		TÍTULO: VISTA EXPLOSIONADA DE SIST. MEC.	
NOMBRE CIELO AMELLALY LOPEZ SANCHEZ		N.º DE DIBUJO: DIBUJO 5	
PROYECTO DE TESIS PARA TITULO DE ING. EN DISEÑO			
FECHA Junio, 2025	MATERIAL: Acero	ACOTADO: cm	A3
		ESCALA:1:1000	HOJA 1 DE 1