

ANEXO N°45

INFORME FINAL



Serie Proyectos de Investigación e Innovación

Superintendencia de Seguridad Social

Santiago - Chile

INFORME FINAL

312 - 2024

**“SOLUCIÓN ERGONÓMICA, EFICIENTE Y COMERCIALMENTE FACTIBLE PARA EL
MOVIMIENTO DE CILINDROS DE GAS DE ÚLTIMA MILLA”**

Autor:

KONRAD GODOY NAVARRETE

Año publicación

2025

Este trabajo fue seleccionado en la Convocatoria de Proyectos de Investigación e Innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades Profesionales 2024 de la Superintendencia de Seguridad Social (Chile), y fue financiado por ACHS con recursos del Seguro Social de la Ley N°16.744 de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales.





SUPERINTENDENCIA DE SEGURIDAD SOCIAL

SUPERINTENDENCE OF SOCIAL SECURITY

La serie Proyectos de Investigación e Innovación corresponde a una línea de publicaciones de la Superintendencia de Seguridad Social, que tiene por objetivo divulgar los trabajos de investigación e innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades del Trabajo financiados por los recursos del Seguro Social de la Ley 16.744.

Los trabajos aquí publicados son los informes finales y están disponibles para su conocimiento y uso. Los contenidos, análisis y conclusiones expresados son de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente la opinión de la Superintendencia de Seguridad Social.

Si requiere de mayor información, sobre el estudio o proyecto escriba a: investigaciones@suseso.cl.

Si desea conocer otras publicaciones, artículos de investigación y proyectos de la Superintendencia de Seguridad Social, visite nuestro sitio web: www.suseso.cl.

The Research and Innovation Projects series corresponds to a line of publications of the Superintendence of Social Security, which aims to disseminate the research and innovation work in the Prevention of Occupational Accidents and Illnesses financed by the resources of Law Insurance 16,744.

The papers published here are the final reports and are available for your knowledge and use. The content, analysis and conclusions are solely the responsibility of the author (s), and do not necessarily reflect the opinion of the Superintendence of Social Security.

For further information, please write to: investigaciones@suseso.cl.

For other publications, research papers and projects of the Superintendence of Social Security, please visit our website: www.suseso.cl.

Superintendencia de Seguridad Social
Huérfanos 1376 Santiago, Chile.

INDICE

“SOLUCIÓN ERGONÓMICA, EFICIENTE Y COMERCIALMENTE FACTIBLE PARA EL MOVIMIENTO DE CILINDROS DE GAS DE ÚLTIMA MILLA”

Autor: Konrad Godoy Navarrete

I.	Resumen ejecutivo	4
II.	Palabras claves.....	4
III.	Introducción y antecedentes	5
IV.	Definición del problema, pregunta de investigación o desafío de innovación	5
V.	Objetivos generales y específicos	6
VI.	Revisión de la literatura o experiencias relevantes.....	7
VII.	Descripción de la metodología o etapas de la innovación	8
VIII.	Resultados	17
IX.	Recomendaciones para Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo	26
X.	Conclusiones	27
XI.	Referencias	27
	ANEXO 1	29
	ANEXO 2	34
	ANEXO 3	38
	ANEXO 4	44
	ANEXO 5	54

I. Resumen ejecutivo

Este informe describe el desarrollo de un innovador equipo mecánico denominado “SOLUCIÓN ERGONÓMICA, EFICIENTE Y COMERCIALMENTE FACTIBLE PARA EL MOVIMIENTO DE CILINDROS DE GAS DE ÚLTIMA MILLA”, que apunta a resolver una problemática crítica en el reparto de cilindros de gas licuado. Esta solución dejó de ser solo un concepto para convertirse en un diseño funcional validado por los usuarios (trabajadores y jefaturas) y valorado por su impacto en la salud ocupacional.

Este equipo se inserta en la realidad operativa del reparto domiciliario de cilindros de gas licuado, donde los trabajadores deben manipular manualmente envases de entre 32 y 80 kg (peso bruto), realizando maniobras repetitivas de carga y descarga desde camionetas, sin asistencia técnica, y en condiciones de alta exigencia física. Esta actividad expone al personal a un alto riesgo de Trastornos Musculoesqueléticos (TME), debido a posturas forzadas, cargas pesadas y esfuerzos repetitivos que incrementan también la probabilidad de accidentes y fatiga crónica.

En el marco del proyecto de Innovación Suseso 2024, financiado por ACHS y con apoyo de Lipigas S.A., se ha propuesto resolver esta brecha ergonómica mediante una solución ingenieril diseñada en conjunto con los trabajadores: un sistema de carrileras instaladas sobre la estructura de las camionetas de reparto, que permite operar un winche desplazable y extensible para el izaje y posicionamiento de cilindros de gas desde el nivel del suelo.

Este sistema cartesiano permite levantar y trasladar un cilindro hacia cualquier punto del camión, minimizando el esfuerzo físico del operador, asegurando una manipulación segura y eficiente, y manteniendo los tiempos operativos requeridos por la industria.

Todo el sistema es controlado manualmente con mínima fuerza requerida, e inicialmente fue validado conceptualmente mediante animaciones 3D con aceptación positiva de operarios y jefaturas, y posteriormente fue convertido en un prototipo físico, y probado y validado por los usuarios.

A partir de este desarrollo se cumple el desafío de proponer a la industria chilena una solución real, específica y viable para el reparto de cilindros de gas, con diseño y fabricación nacional, y con un impacto directo en la salud ocupacional de los trabajadores de última milla.

II. Palabras claves

Ergonomía aplicada / Trastornos Musculoesqueléticos (TME) / Izaje de carga / Cilindros de gas / Reparto domiciliario / Diseño centrado en el usuario.

III. Introducción y antecedentes

En la industria del gas licuado, el reparto domiciliario de cilindros es una tarea esencial pero altamente riesgosa desde el punto de vista físico, ya que implica la manipulación manual de cargas que superan ampliamente los límites legales establecidos por la Ley 20.949. En este contexto, los trabajadores deben levantar y desplazar cilindros de gas con pesos que oscilan entre los 32 kg (cilindro de 15 kg) y los 80kg (cilindro de 45 kg), lo que genera una exposición permanente a Trastornos Musculoesqueléticos (TME), accidentes laborales y una merma significativa en la productividad operativa. Según el Informe 2023 de la Superintendencia de Seguridad Social (SUSESO), un 20% de los accidentes laborales en Chile se relacionan con sobreesfuerzos físicos, y un 17% de las enfermedades profesionales tiene origen musculoesquelético. Estas cifras evidencian una realidad que afecta particularmente a sectores donde la manipulación de carga es constante, como ocurre en la distribución de cilindros de gas licuado, actividad que representa una brecha crítica en materia de salud ocupacional.

Este proyecto surge con el propósito de diseñar e implementar una solución técnica, ergonómica, eficiente y económicamente viable que permita asistir o automatizar el proceso de carga y descarga de cilindros en el reparto de última milla.

Bajo la metodología de innovación denominada "Diseño Centrado en el Usuario", se buscó desarrollar un prototipo funcional que responda directamente a las necesidades reales de los operarios, incorporando su experiencia y validación en cada una de las etapas del diseño.

Si bien existen dispositivos y componentes que podrían integrarse como ayudas técnicas, hoy el mercado no ofrece una solución específica para abordar este problema.

Experiencias anteriores han fracasado por problemas de usabilidad, costos elevados o rechazo por parte de los usuarios. En respuesta a este escenario, Gravedad Zero SpA en colaboración con Lipigas S.A. ha identificado esta problemática como una oportunidad concreta de innovación con impacto directo en la salud laboral, eficiencia operativa y sostenibilidad del rubro.

IV. Definición del problema, pregunta de investigación o desafío de innovación

En el reparto domiciliario de gas licuado, los trabajadores enfrentan diariamente la tarea de manipular cilindros que alcanzan entre 32 y 80 kg de peso bruto, lo que supera ampliamente los límites legales establecidos por la normativa chilena para el manejo manual de carga, establecidos en 25 kg como máximo para hombres entre 18 y 45 años de edad, y 20 kg para hombres mayores de 45 años.

Esta actividad, que se repite a lo largo de cada jornada, genera una elevada exposición a Trastornos Musculoesqueléticos (TME), accidentes laborales y desgaste físico acumulativo.

A pesar de la evidencia de riesgo y los efectos negativos sobre la salud de los operarios, el problema es que actualmente no existen soluciones ingenieriles específicas, accesibles ni eficientes que asistan el proceso de izaje y manipulación de cilindros desde y hacia las camionetas de reparto.

El mercado no ha ofrecido respuestas concretas a esta necesidad, lo que configura una brecha tecnológica y ergonómica crítica para la industria del gas.

La ausencia de alternativas funcionales ha obligado a las empresas a implementar medidas administrativas, como capacitaciones, pausas activas y rotación de tareas, que si bien son importantes, resultan insuficientes frente a un problema de origen físico y repetitivo.

En este escenario, el desafío de innovación consistió en diseñar, desarrollar y validar una solución técnica de asistencia mecanizada, capaz de operar en el contexto dinámico del reparto domiciliario, y que permita al trabajador subir y bajar cilindros de manera segura, rápida y con mínimo esfuerzo.

Esta solución debía cumplir con los siguientes criterios fundamentales:

- Ergonómico: Minimizar el esfuerzo físico provocado por la manipulación manual de carga y la exposición a dicho riesgo.
- Eficiente: Mantener o mejorar los tiempos operativos actuales.
- Aceptable para el usuario: Asegurar un uso intuitivo y validación por parte de los operarios.
- Factible económicamente: Contar con costos adecuados para su masificación en la industria.

En síntesis, el proyecto enfrenta una problemática concreta y urgente que impacta directamente en la salud y productividad del sector, y busca abordarla desde la ingeniería aplicada, con una solución centrada en el usuario y basada en criterios de seguridad, eficiencia y escalabilidad.

V. Objetivos generales y específicos

Objetivo general: Desarrollar una herramienta ergonómica mecanizada para la subida y bajada de cilindros de gas en centros de distribución y domicilios, considerando los factores de costos de operación, eficiencia y factibilidad.

Los objetivos específicos son:

1. Diseñar alternativas de solución para resolver la problemática de Manejo Manual de Carga (MMC) a nivel de planos y animaciones 3D.
2. Fabricar un prototipo físico a escala del mecanismo elegido para el izaje en camión repartidor, para bajada y subida de cilindros de gas.
3. Validar mediante pruebas la funcionalidad, estabilidad y confiabilidad, alineado con criterios de productividad de las empresas.
4. Realizar un manual e instructivos de operación y mantenimiento del manipulador mecánico optimizado.

VI. Revisión de la literatura o experiencias relevantes

Para la ejecución de este proyecto se exploró soluciones de la industria para problemáticas similares, además de la experiencia de Gravedad Zero en el rubro.

La industria nos ofrece una serie de soluciones de MMC para manipular productos pesados (>25kg), y que son la base para enfrentar este proyecto:

- Plumas o banderas giratorias, que consiste en un pilar montado sobre la parte trasera de un camión y un brazo en su extremo superior, desde donde se cuelga un equipo de izaje ya sea manual o eléctrico. Esto tiene un alcance radial de 1 metro, permitiendo tomar la carga y luego dejarla sólo en el borde interior del camión. Su uso no está masificado.
- Sistema cartesiano over-head (sobre la cabeza), que consiste en un conjunto de rieles colgantes y que actúan como un puente grúa pero a escala humana. Básicamente consiste en 2 rieles fijos y uno móvil, donde este último se desliza apoyado sobre los 2 rieles fijos. Luego el equipo de izaje que circula en el carril del riel móvil, permite tener una cobertura de traslado de una carga, en todo el plano X-Y, maximizando el uso del espacio inferior, pues llega a todos los rincones donde se traslada la carga.
- Respecto de los sistemas de izaje, el mercado ofrece 2 tipos, manuales y eléctricos conectables a la batería del camión, y que luego requiere una canalización eléctrica para permitir su funcionamiento. El primero, manual, no es deseado por el personal del proyecto, pues es muy lento y requiere mucho esfuerzo para ser utilizado (ejemplo tacle de cadena). Y el equipo eléctrico, también es considerado lento, y no está masificado. Sin embargo, este proyecto permitió explorar el uso de un taladro a batería como elemento de asistencia al izaje, cuyos resultados se indican al final.

Todas estas soluciones industriales que tienen validez por separado, han sido complementadas con la experiencia de Gravedad Zero, que es una empresa enfocada en realizar Ingeniería en Ergonomía, y lleva 7 años de vida, diseñando, fabricando e implementando soluciones ingenieriles para problemas de ergonomía industrial, alcanzando un importante nivel de valoración tanto de trabajadores como jefaturas, en cada proyecto que realiza.

El prestigio, se fundamenta en una serie de equipos desarrollados para diversas industrias y clientes, tales como:

- Manipulador de Fardos de Tabaco, Línea de 30 metros (British American Tobacco)
- Brazo Manipulador de Bobinas de Plástico (Amcor)
- Bastón Magnético Manipulador de Piezas de Acero, Hombre Erguido (Bbosch)
- Monorrieles para Manipulación de Baterías de Grúa Horquilla (Concha y Toro)
- Brazo Articulado para Manipulación de 4 cilindros de Gas simultáneos (Gasco)

Este último proyecto desarrollado junto a Gasco, y en el marco de un proyecto de Innovación SUSESO 2023, y financiado por ACHS, nos permitió ingresar a la industria del Gas Licuado, y

crear un equipo que ya cumplió 1 año de operación en una planta de envasado de Gas Licuado, liberando a los operadores de riesgos de TME en la antigua operación de Apilado Manual de cilindros de gas de formato 15 kg, y aumentando la productividad de la operación.

Otro pilar fundamental para enfrentar proyectos de alta incertidumbre, y que empujan a nuestros clientes a la innovación, es la aplicación sostenida en el tiempo, de una metodología de innovación denominada "Diseño Centrado en el Usuario" (Design Thinking), que pone al usuario en el centro del desarrollo de una solución, y de esta manera conecta e integra su talento al servicio del proyecto a desarrollar. Esto es una clave para la búsqueda del éxito.

VII. Descripción de la metodología o etapas de la innovación

Al inicio del presente proyecto, fue requisito presentarlo ante el Comité de Ética Científico (CEC) de la Mutual de Seguridad CChC, para confirmar el cumplimiento de las exigencias metodológicas y éticas, que dieran a los trabajadores (usuarios), garantías de Autonomía, Beneficiencia, No Maleficiencia y Justicia; y donde los trabajadores validaran su participación firmando un "Consentimiento Informado".

Una vez cumplida la etapa anterior, se procedió a desarrollar la metodología de innovación denominada "Diseño Centrado en el Usuario" (Design Thinking), enfocada en comprender profundamente las necesidades reales de los trabajadores que realizan el reparto domiciliario de cilindros de gas, co-creando una solución técnica viable y efectiva. Esta metodología fue aplicada en terreno y se organizó en dos grandes etapas de trabajo que permitieron construir el camino hacia una solución funcional:

Etapa 1: Empatía y Definición

Esta etapa tuvo como primer objetivo conectar la confianza de todos los actores, para luego comprometer el esfuerzo, el talento y la motivación para enfrentar un problema sin solución existente, en donde todos valoraron el beneficio de alcanzar el éxito.

Sentadas estas bases, desarrollamos la Empatía en el puesto de trabajo, en donde pudimos conocer las secuencias de trabajo, los desplazamientos y movimientos corporales necesarios para cumplir el trabajo.

Los usuarios aportaron todo su conocimiento práctico “on the job” y esto permitió observar directamente en terreno cómo enfrentan hoy el proceso de carga y descarga de cilindros, ejemplificado con las imágenes de fotografías 1 y 2.



Foto 1: Carga cilindro 80 kg.



Foto 2: Carga cilindro 32 kg.

Lo anterior, reforzado con entrevistas, repeticiones, mímicas, y análisis posterior de fotografías y videos, permitió desagregar el problema general en una serie de subproblemas críticos, como lo son la manipulación desde el suelo, el posicionamiento dentro del camión, los ángulos de carga y el tiempo disponible para cada maniobra. Esta descomposición permitió definir con claridad los focos de riesgo y las oportunidades de mejora técnica.

El resultado de comprender el trabajo, nos permitió en primer lugar conocer el entorno de trabajo de una central de abastecimiento que trabaja con carga paletizada, esquematizado en Figura 1, y desde allí también proyectar la realidad del reparto domiciliario.

Esto fue analizado con el equipo de trabajo, hasta obtener su validación y ajustes necesarios.

En esta etapa, el foco fue principalmente conocer la problemática, sin entrar en posibles soluciones y el resultado fue la identificación de 33 actividades necesarias para la descarga de cilindros vacíos y recarga de cilindros llenos en una central de abastecimiento, reflejadas en la Figura 2.

Luego, haciendo un paralelo entre la actividad de una central y un reparto domiciliario, se pudo concluir que son 2 realidades distintas y requieren tratamiento distinto.

Las dos realidades se reflejan en la Figura 3.

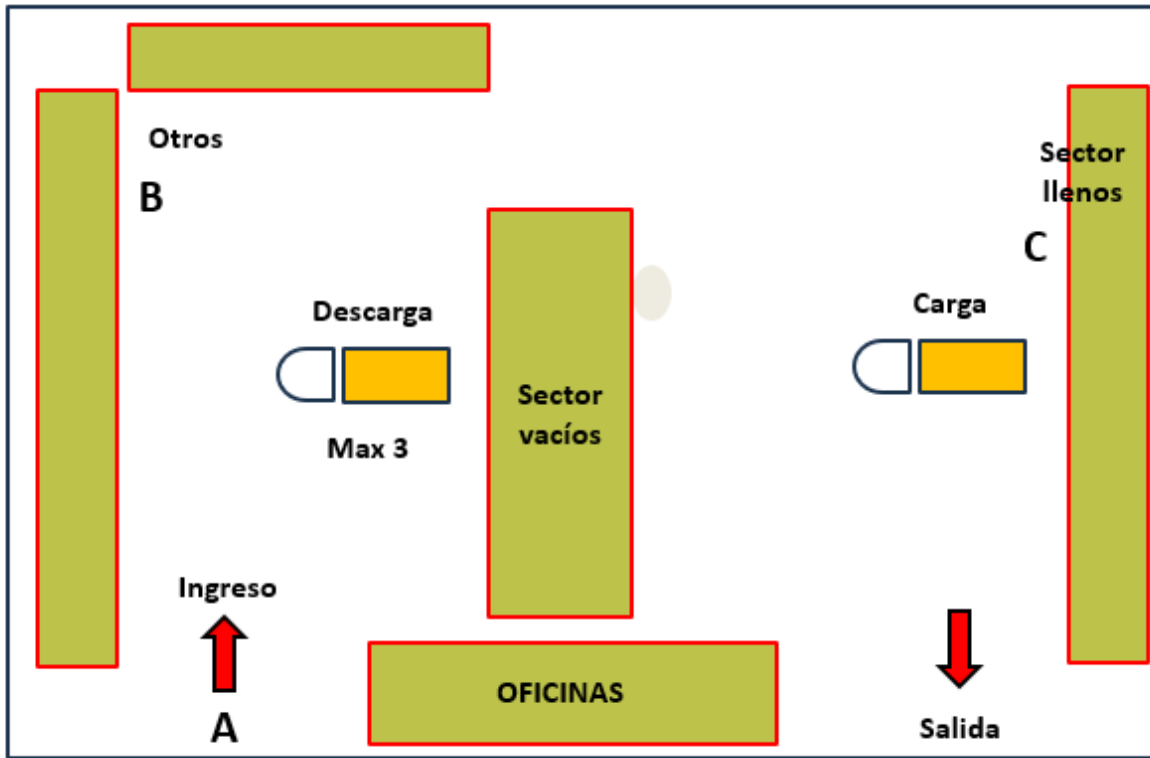


Figura 1: Layout esquemático de Central Maipú.

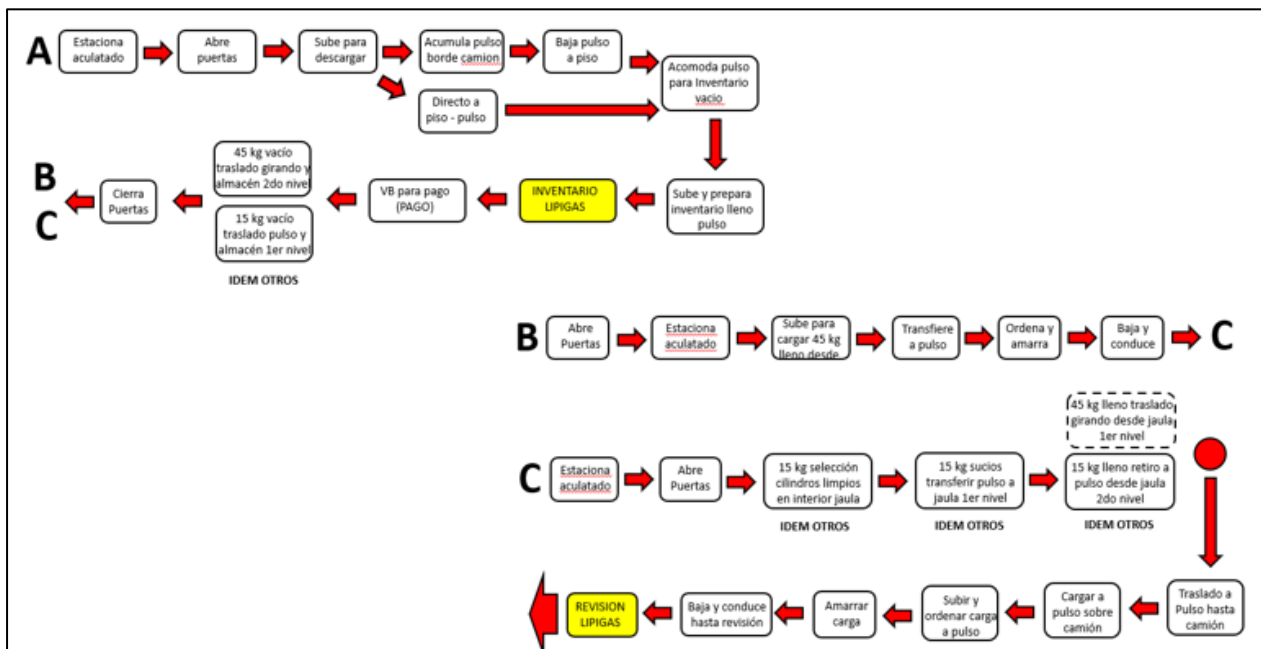


Figura 2: Secuencia de actividades en una central, para operaciones de carga y descarga de cilindros de gas, vacíos y llenos.

La unión de estas dos Figuras 1 y 2 permite entender donde se realiza cada una de las actividades que implica la carga y descarga de cilindros vacíos y llenos en una central.



Figura 3: Realidad de una Central versus Reparto Domiciliario.

Si bien ambas actividades implican velocidad en la ejecución, estas necesitan ser tratadas por separado pues la solución técnica para uno y otro caso podrían ser distintas.

El trabajo en una central es masivo y en el caso del reparto domiciliario es unitario.

Por lo tanto, el éxito o fracaso de una solución no puede verse afectada por la otra.

Entonces se acordó desarrollar las siguientes soluciones:

- Solución para una central de abastecimiento
- Solución para reparto domiciliario

Conocida la secuencia se procedió a identificar los distintos riesgos presentes en cada operación, y el resultado fueron 33 actividades que requieren intervención, tanto física como administrativamente.

Estas 33 actividades se ilustran en su totalidad en el Anexo 1, y para muestra se ilustra 2 casos en la Figura 4, en donde se pudo comprobar 2 versiones realizadas por los usuarios para resolver la carga de un cilindro de gas de formato 45 kg (80 kg bruto), desde piso hasta el interior del camión.

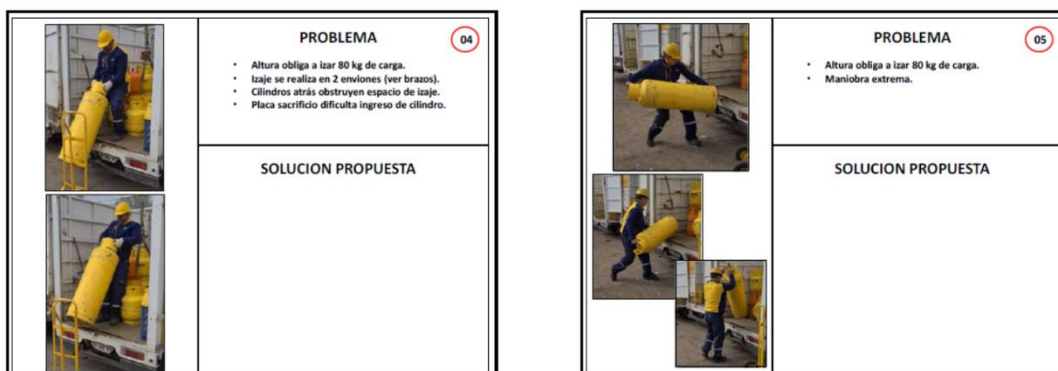


Figura 4: Dos ejemplos de problemas y riesgos encontrados.

Etapa 2: Idear, Prototipar y Probar

Con los subproblemas identificados, se concluyó que la mayoría de los problemas advertidos requerían acciones transversales de tipo ingenieril y administrativas (ver Figura 5), y sobre ambos se haría foco, sin embargo, en el marco de este proyecto de innovación Gravedad Zero ha hecho foco en los desarrollos ingenieriles.



Figura 5: Acciones requeridas : Ingenieriles / Administrativas.

Caso Central:

En este caso particular, se promovió la nivelación de piso a nivel de los pisos interiores de las camionetas, pues de esta forma se erradica el subir y bajar carga como causa del desnivel existente entre el piso-calle y piso interior de un camión.

Esto requerirá la construcción de una plataforma de trabajo, muy similar a otras centrales que sí la tienen, y paralelamente, los pallets de cilindros deberán estar nivelados respecto de esta plataforma, como se ilustra en la Figura 6.

La secuencia completa se ilustra en el Anexo 2.

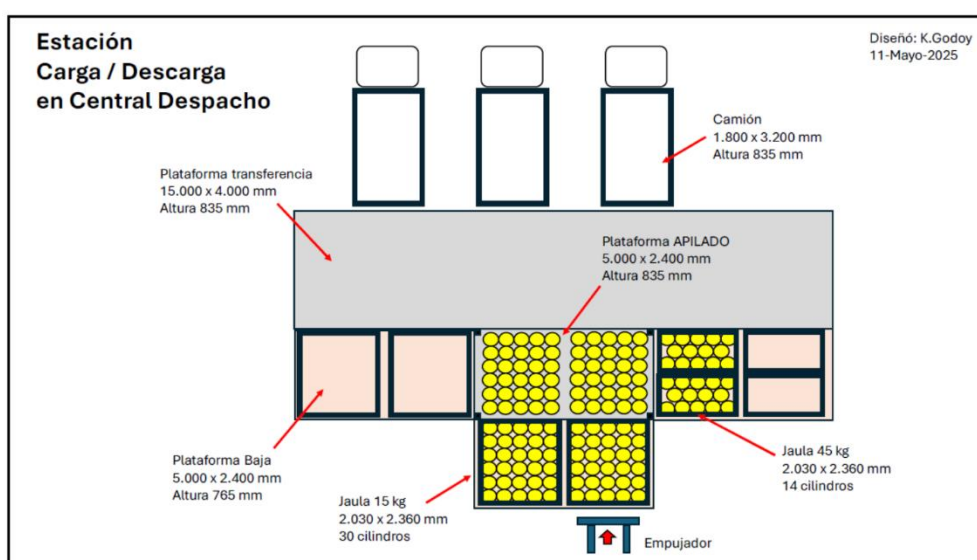


Figura 6: Modelo de Central con plataforma de trabajo.

En este caso, un componente importante es la utilización de un aditamento grúa denominado empujador de cilindros, y que permite sacar los cilindros de un pallet de manera masiva y en mínimo tiempo.

Este elemento fue desarrollado por Gravedad Zero en 2020, y piloteado en Lipigas, y con motivo del actual proyecto se está reeditando su uso dentro de una central (ver fotografía 3).



Foto 3: Empujador de cilindros desde Pallet, en acción.

Finalmente, el sistema se complementa con un equipo ingrávito que permitirá apilar los cilindros en 2 niveles, para luego facilitar su ingreso con carro directo al camión y sin esfuerzo de traslado ni izaje de carga.

Este desarrollo se ilustra en la siguiente secuencia de 2 imágenes 3D.

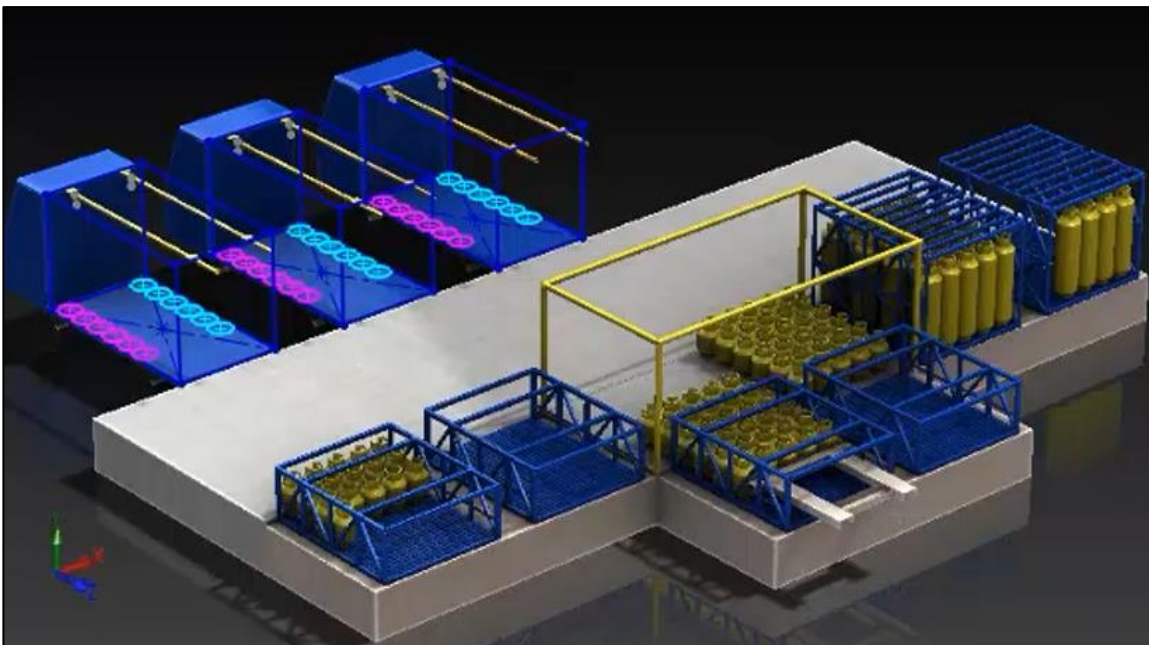


Figura 7: Modelo central 3D, etapa de empuje cilindros fuera de pallet.



Figura 8: Modelo Central 3D, etapa de apilado en 2 niveles.

En este caso, esta etapa de IDEAR se finalizó desarrollando un prototipo 3D, que refleja todas las posiciones requeridas para el trabajo de una central, es decir, una plataforma donde puedan ser atendidos 6 camiones simultáneos, y que contenga todas las posiciones de carga necesarias para todos los formatos de cilindros llenos de Lipigas y para todos los cilindros vacíos de las 3 compañías que suministran gas licuado en Chile

En la Figura 9 puede observarse los distintos formatos y colores de cilindros de las 3 compañías de gas.

Esta propuesta fue validada por Lipigas, le hace sentido su implementación, y ha instruido internamente su revisión en detalle para ser incluida en presupuesto de 2026..



Figura 9: Proyección completa central 3D.

Caso de reparto a domicilio:

En este caso, dado que no es posible nivelar el piso, para superar la diferencia de altura, se promovió una solución mecánica que izara y bajara los cilindros entre piso camión y piso-calle.

La primera idea conceptual validada se ilustra en la Figura 10 y contempla un sistema de rieles sobre la cabeza, con salida fuera de borda, es decir, más allá del borde del camión.

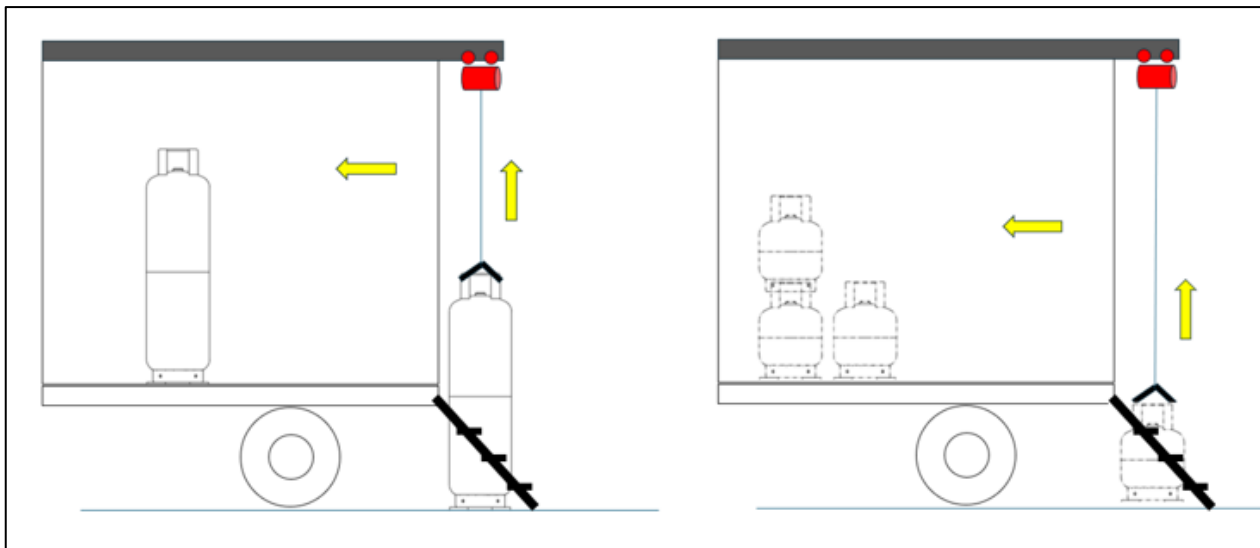


Figura 10: Diseño Conceptual de Sistema de Riel fuera de Borda.

Esto último tuvo rápida aceptación y validación en la etapa IDEAR y se convirtió en un PROTOTIPO 3D, con 3 alternativas, como se ilustra en la Figura 11.

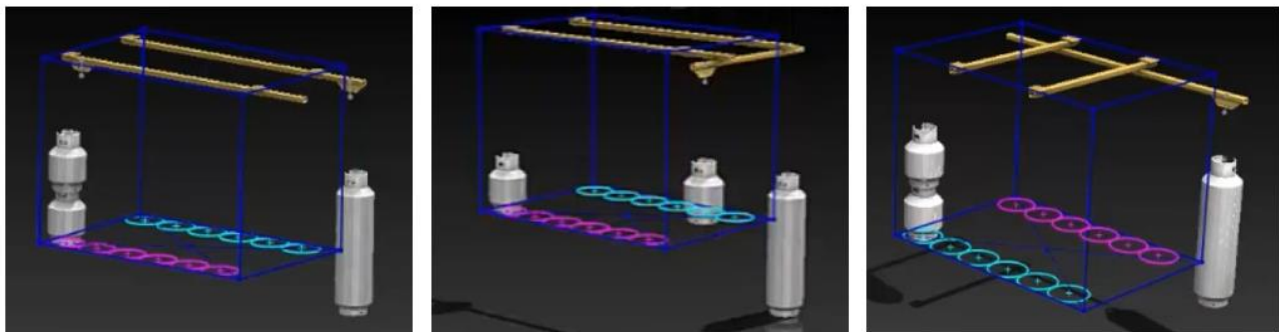


Figura 11: 3 alternativas de solución para carga/descarga de cilindros.

De Izquierda a derecha, la primera consiste en 2 rieles fijos alineados con 2 de las 3 filas de cilindros, pero al no poseer movimiento lateral, no permite esquivar los cilindros ya almacenados en interior camión. Se consideró como una alternativa no viable.

La segunda propuesta es viable pues al haber 2 rieles fijos y un riel transversal móvil, esto permite tener desplazamiento del cilindro al interior de camión tanto, en eje X como eje Y.

La tercera opción es similar a la segunda, pero ahora el riel móvil es longitudinal y los otros 2 transversales son fijos.

Finalmente, la alternativa elegida por el equipo de trabajo fue la #3, y con ello se validó el sistema que sería fabricado como prototipo físico en una maestranza.

Para esto se procedió a convertir una carrocería en desuso en el prototipo del sistema de carrileras para carga y descarga de cilindros.

La fotografía 4, muestra la carrocería empleada para realizar el prototipo.



Foto 4: Carrocería empleada para desarrollar el prototipo.

En las siguientes Fotografías 5 y 6, se ilustran los distintos componentes físicos y reales del prototipo, además de ilustrar la carga de un cilindro de formatos 15 y 45 kg.



Foto 5: Carga Cilindro 15 kg.



Foto 6: Carga Cilindro 45 kg.

En ambas fotografías se puede apreciar los distintos componentes del prototipo:

- 2 carrileras fijas transversales.
- 1 carrilera longitudinal móvil y con proyección fuera de borda.
- 1 winche manual de piola con autofrenado y accionamiento por taladro a batería.
- 1 pisadera extendida fuera de borda con un hueco para la ubicación del cilindro a piso-calle, más 2 manillas para apoyar la subida al camión.
- 1 garra para conectar un cilindro unitario al sistema de izaje.

La carrocería fue elevada artificialmente para simular la altura normal de un camión en servicio.

Una vez fabricado el prototipo, y previo a las pruebas por parte de los usuarios, junto al Jefe de Prevención de Riesgos de Lipigas se realizó una inspección de usabilidad segura del prototipo, para garantizar que no existiera riesgos al usar el sistema durante las pruebas de validación.

Para ello se realizó una completa inspección y se solicitó resolver algunas protecciones y demarcaciones, junto con estandarizar los EPP a utilizar y un protocolo de capacitación segura (Ver Anexo 3)

La última etapa del Método "Diseño Centrado en el Usuario", denominada PROBAR, se desarrolla en el siguiente capítulo de este informe.

VIII. Resultados

En este capítulo se presenta las pruebas realizadas por los usuarios con el prototipo físico y los resultados obtenidos de boca de los mismos. Los resultados fueron satisfactorios.

Para la ejecución de esta actividad, y siguiendo el abordaje ético del proyecto, primero se debió establecer las reglas del juego de esta actividad, las que se resumen en el documento ilustrado en Figura 12 y que fue transmitido a los usuarios del prototipo.




  	FICHA Observaciones Proyecto 312-2024	Fecha : 17-07-2025
Solución ergonómica, eficiente y comercialmente factible para el movimiento de cilindros de gas de última milla		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Antecedentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El presente prototipo, es el resultado del trabajo de equipo realizado con usted, siguiendo la metodología "Diseño centrado en el usuario", en las etapas de Empatía, Definir e Idear. - El equipo físico que usted probará hoy, ya fue revisado junto al Jefe de Prevencion de Riesgos RM y Zona Norte de Lipigas, y las observaciones fueron resueltas, para garantizar su seguridad. - Para realizarlas pruebas, usted debe utilizar Zapatos, Casco y Guantes de seguridad. - Por la presente, usted recibirá una inducción de seguridad y una instrucción verbal del uso previsto. - Favor en todo momento siga las instrucciones del instructor sr. Konrad Godoy (Gzero) </div>		

Figura 12: Documento instruido a usuarios, previo a las pruebas.

Acto seguido, y dado que los usuarios en su totalidad pertenecen a la Mutual de Seguridad, se localizó el centro de atención más cercano, como medida de prevención ante un evento adverso, ver Figura 13.

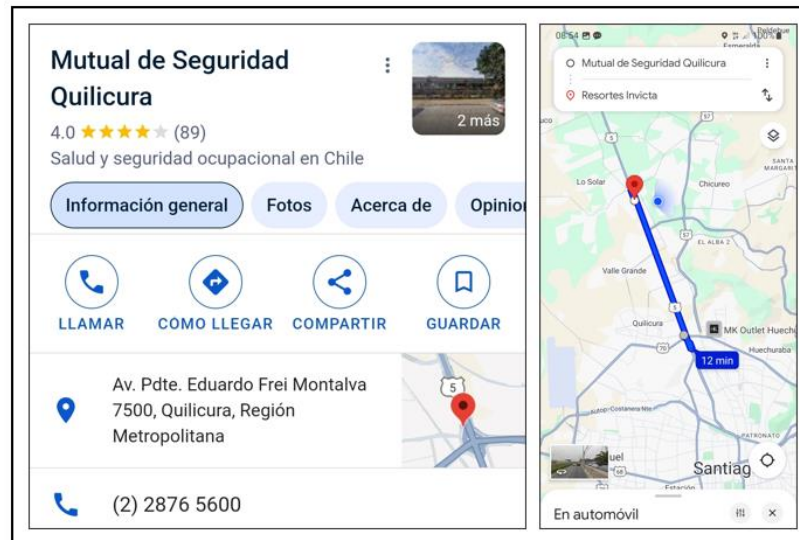


Figura 13: Referencia geográfica Centro atención Mutual de Seguridad más cercano.

Resuelto lo anterior, se hizo hincapié en el objetivo de la actividad, reforzando que se trata de un PROTOTIPO, el primero en su tipo, por lo tanto, se requiere concentración y claridad para determinar los puntos positivos y aquellos que merecen una mejora.

Este PROTOTIPO busca dar forma a una solución con 3 características:

- Ergonómica: Que libere al trabajador de esfuerzos, malas posturas y repeticiones.
- Eficiente: Que su nivel de rapidez operativa sea comparable e incluso mejor que la ejecución manual actual.
- Comercialmente viable: Que el costo de la solución final sea razonable y permita su masificación.

Se procedió a capacitar al equipo de trabajo en cada uno de los componentes del sistema realizando pruebas de funcionamiento, destacando la secuencia de movimientos corporales previstos.

Los componentes del sistema se presentan en las Figuras 14 y 15 y son parte del Manual de Operación y Mantenimiento que se adjunta en el Anexo 4.

Técnicamente se busca resolver 5 hitos de manera simple, rápida y segura y estos son:

- AGARRE de un cilindro.
- IZAJE de un cilindro.
- TRANSFERENCIA de un cilindro en interior Camión.
- ACCESO de un usuario al camión.
- TRANSFERENCIA de cilindro en piso-calle plano, mediante un carro.

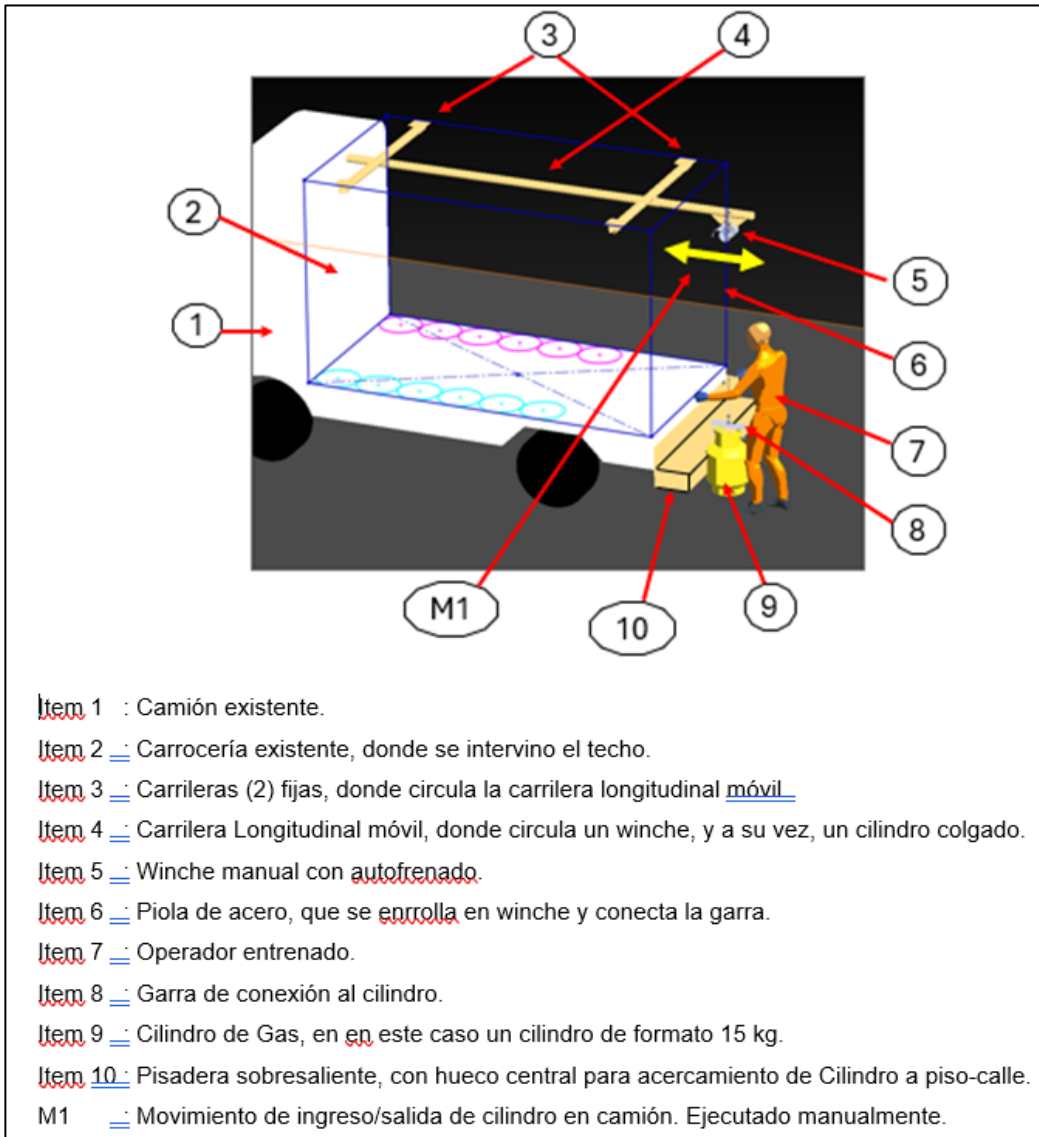


Figura 14: Componentes del Prototipo (lámina 1 de 2)

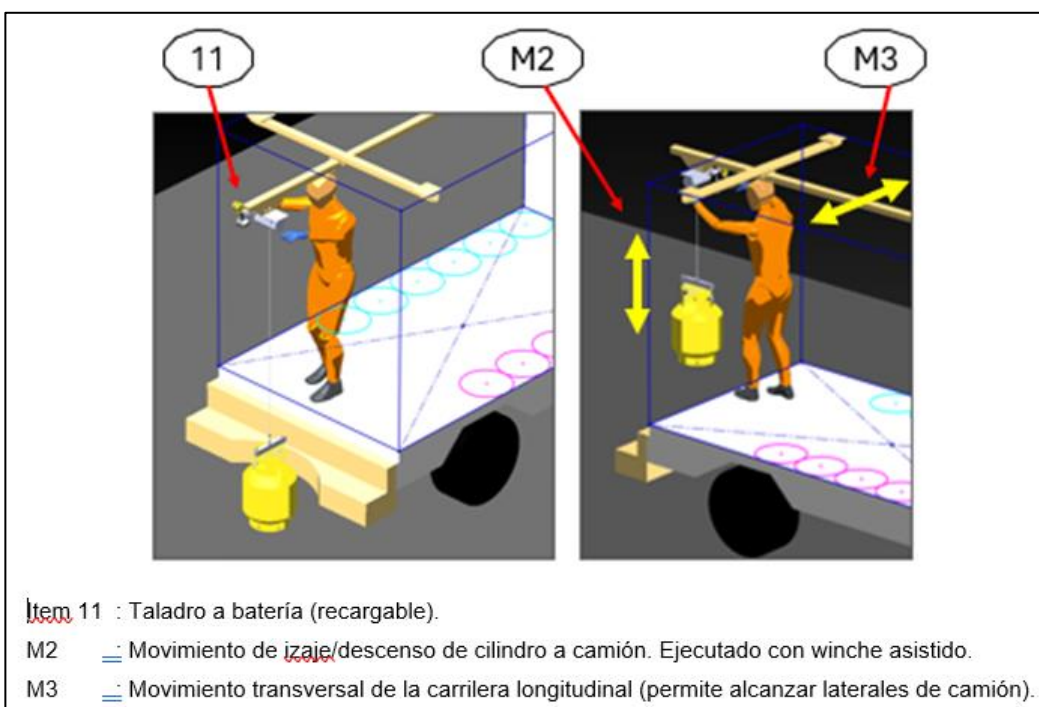


Figura 15: Componentes del Prototipo (Lámina 2 de 2)

En atención a las Figuras 14 y 15, el principio de funcionamiento y secuencia de trabajo para cargar un cilindro al interior de un camión, es el siguiente:

- M2, movimiento vertical para el izaje de cilindro fuera de borda, mediante el uso de winche asistido por taladro.
- M1, movimiento longitudinal para el ingreso del cilindro al interior del camión, totalmente manual.
- M3, movimiento transversal para la ubicación final de ordenamiento en interior del camión, totalmente manual.
- Nuevamente M2, movimiento vertical, esta vez para bajar el cilindro al interior piso camión, con asistencia de winche.

Respecto del AGARRE:

Todas las pruebas se realizaron con la Garra #1, ilustrada en Fotografía 7, la cual ofrece mucha estabilidad al subir el cilindro de manera nivelada y sin inclinación, sin embargo, tiene un punto débil, y este se manifiesta al momento del enganche, pues requiere una piola tensa para no desacoplarse del cilindro y, lamentablemente, la tensión de la piola se logra con el trabajador sobre el camión activando el taladro. Por lo tanto, no es óptima.

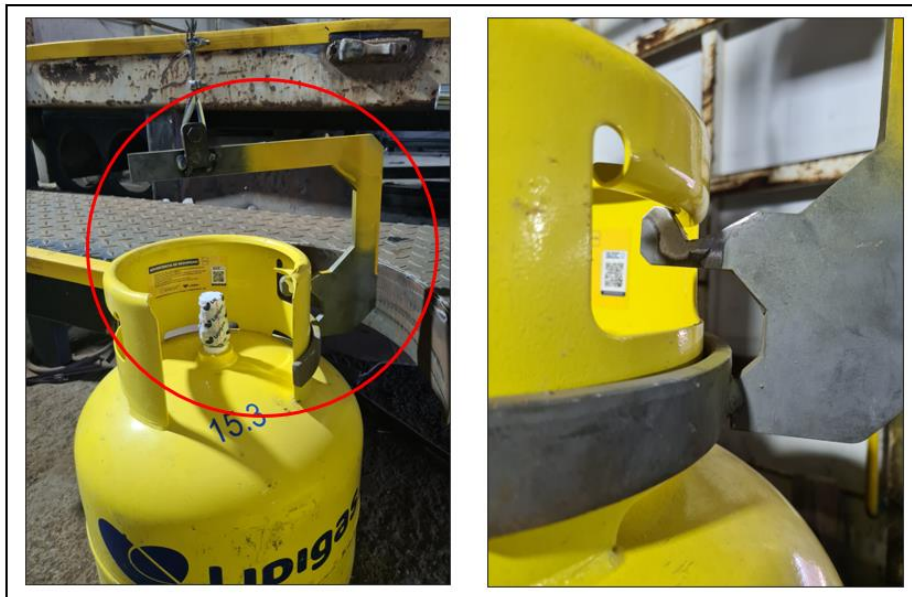


Foto 7 : Garra #1.

Como parte del desarrollo, se presentó otros dos sistemas de agarre, que se ilustran en la Fotografía 8, donde a la izquierda se ilustra una TENAZA (Garra #2) que también requiere una piola tensa y a la derecha una ESLINGA (Garra #3) que sí puede trabajar con piola floja, pero que en opinión de los usuarios, no es fácil de insertar entre los agujeros del cilindro.

En ambos casos, estas garras presentan el inconveniente de ocupar mucho espacio vertical, lo que afecta el espacio disponible para izar e introducir un cilindro de formato 45 kg, que posee 1.200 mm de altura.

Ambas garras fueron evaluadas y descartadas.



Foto 8 : Garras #2 y #3.

Finalmente, si se logró consenso y aprobación para una última garra, denominada Garra #4, la cual se ilustra en fotografía 9, y que posee un extremo fijo y otro móvil, ambos insertables en los agujeros de un cilindro. Además, esta garra es compacta en la vertical y permite su instalación con piola floja.

Esta garra requiere un mayor desarrollo para incorporar un mecanismo de cierre fácil y seguro mediante pestillo, palanca o resorte.

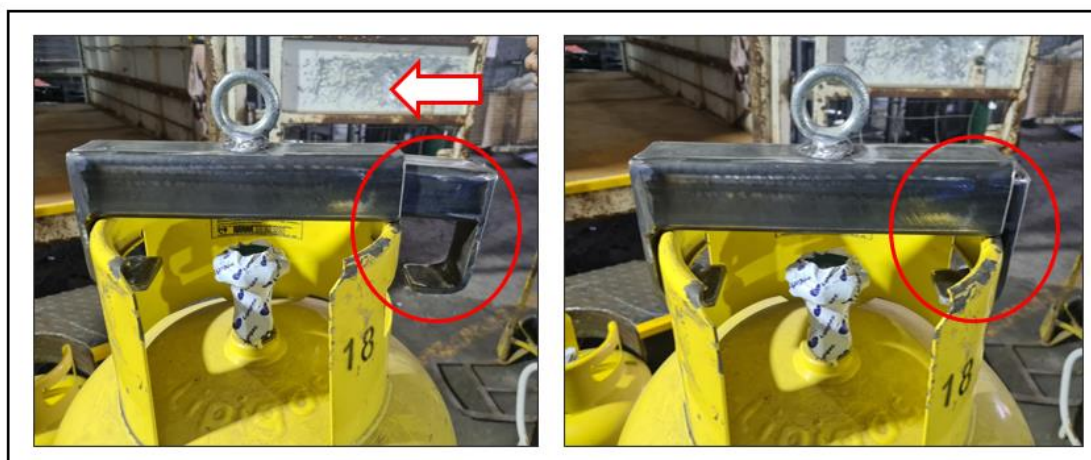


Foto 9: Garra #4.

Respecto del IZAJE:

Teniendo presente los requisitos de rapidez de izaje, bajo costo y simpleza, el desarrollo nos llevó a la búsqueda de un winche manual de piola, que pudiese enrollar la piola con la potencia necesaria para izar 80 kg de peso, y para ello fue complementado con el uso de un taladro a batería.

En redes sociales está muy difundido el uso de taladros a batería para impulsar sistemas mecánicos de baja carga, por ejemplo el izaje en mesas de tijera y el izaje con apiladores móviles, por lo tanto, fue una oportunidad emplearlo en este desarrollo y así evitar la instalación de un winche eléctrico de mayor costo, y el uso de energía eléctrica proveniente

desde la batería de un camión. Esto permitió también evitar la instalación de cables eléctricos y canalizaciones flexibles para energizar un módulo de izaje eléctrico.

Otro aspecto relevante fue encontrar un winche simple que tuviera sistema de autofrenado, es decir, que si la motorización dejara de funcionar, entonces la carga se mantendría suspendida en levitación permanente.

Pero el winche por sí sólo no resuelve la operación segura, fácil y rápida, por lo tanto, como se ilustra en la Fotografía 10, fue necesario desarrollar los siguientes complementos:

- Conjunto de carros para permitir el deslizamiento a lo largo de la carrilera principal y longitudinal.
- Unión rotatoria que permitiera a winche girar en 360° y así permitir la introducción del taladro desde la derecha o desde la Izquierda.
- Protección física tipo carcaza, para evitar introducir una mano en la parte rotatoria del winche.
- Una manilla (mango) para asir y controlar el winche durante un traslado y durante el enrollado con Taladro.
- Un taladro a batería, con la potencia necesaria para izar la carga de 80 kg y bajo peso para evitar cansancio. El taladro utilizado pesa 2 kg y además se incorporó una funda a la cintura para depositarlo mientras no es usado y así liberar dicha mano.



Foto 10: Winche y accesorios complementarios.

Las pruebas realizadas evidenciaron una velocidad de izaje de 100 cm en 12 segundos, lo cual fue considerado como aceptable y sin cuestionamientos.

Sin embargo, las pruebas también ofrecieron oportunidades de mejora, que será necesario mejorar en una segunda etapa:

- Robustez del conjunto: Rediseño de la protección, manilla y unión giratoria.
- Cambio de piola, por una cinta de izaje para mejorar la inevitable tendencia a tocar piola, que podría herir una mano. Ver Fotografía 11, donde se muestra ambos sistemas.
- Evitar el uso de un taladro con el brazo derecho por sobre el hombro, pues si bien pesa 2 kg (ver fotografía 12), y eso evita ser afectados por la normativa de MMC, por otra parte, el brazo suspendido nos afecta desde el punto de vista de la normativa de TMERT. Para ello, se propone utilizar el motor de un taladro anclado al winche más

una batería y un control remoto que evite comandar manualmente el winche. En la fotografía 13, se ilustra alguna iniciativa preliminar de dicho problema, pero esto requiere foco en una segunda etapa de innovación.



Foto 11: Winche de Cinta.



Foto 12: Peso Taladro con Batería.



Foto 13: Iniciativa preliminar motorización Winche.

Respecto del TRASLADO en interior camión:

Las carrileras en su configuración de dos fijas transversales y una longitudinal móvil con proyección fuera de borda, resultaron ser muy prácticas al momento de deslizar la carga en los ejes X e Y, siendo muy valoradas por los usuarios.

En la Fotografía 14, se ilustra el movimiento de la carga en distintos puntos del camión, lo cual fue realizado con facilidad y fluidez, no presentando atascos.



Foto 14: Traslación de Cilindros en interior de Camión.

Esta validación realizada con carrileras adquiridas en el mercado local nos permite confirmar su funcionamiento y en una segunda etapa se trabajará con materiales más robustos, que garanticen un uso prolongado en el tiempo.

Finalmente, se acordó que para efectos de fijación durante un viaje de camión, la carrilera longitudinal deberá ser fijada en el costado de estribor del camión (a la derecha, mirando hacia adelante) y esta debe ser de fácil enganche y desenganche.

Respecto del ACCESO al camión:

Otro punto relevante, fue resolver el acceso del usuario hacia el interior del camión, donde debe superar una altura superior a los 800 mm desde el piso.

Para ello se habilitó una pisadera que tiene tres características:

- Esta permite poner un peldaño intermedio entre el piso-calle y el piso interior del camión y se complementa con una manilla lateral que facilita el envión para subir al camión. Ver Fotografía 15. La manilla debe ser más larga hacia arriba.
- La pisadera tiene 400 mm de ancho fuera de borda y permite cubrir la proyección fuera de borda de la carrilera longitudinal (superior), y de esta forma alejar y alertar

a un conductor trasero para que mantenga su distancia y no colisione con la carrilera longitudinal superior, que podría ser invisible para su campo visual.

- Finalmente, la pisadera posee un hueco central del tipo circular, pensado para alojar un cilindro a cargar/descargar, pero la retroalimentación de los usuarios sugirió ampliar dicho hueco con un diseño trapezoidal dibujado con tiza en la Fotografía 16.



Foto 15: Pisadera y Manilla.



Foto 16: Hueco posicionamiento Cilindro.

Respecto del TRASLADO en piso-calle mediante carro:

Las pruebas con este simple carro capaz de asir un cilindro de 15 kg en forma individual, y asimismo uno de 45 kg, también en forma individual, fueron muy valoradas. Ver fotografía 17.

Sin embargo, los usuarios pidieron 2 acciones:

- Que el manubrio circular fuera reemplazado por uno tipo moto.
- Que el carro fuera capaz de tomar 2 cilindros simultáneos de 15 kg.



Foto 17: Pruebas con Carro de Traslado cilindros.

BALANCE:

Todas estas variables nos han permitido validar el principio de funcionamiento de este prototipo y proyectar una versión mejorada en un proyecto de continuidad.

La actividad finalizó solicitando a los dos usuarios presentes su retroalimentación escrita y anónima, la cual se adjunta en el Anexo 5.

Por lo tanto, el balance de las pruebas es positivo y cumplió los objetivos trazados como proyecto de innovación en etapa de iniciación.

IX. Recomendaciones para Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo

En Chile existe suficiente análisis y normativa que abordan problemas recurrentes de exposición a trastornos musculoesqueléticos causados por el manejo manual de carga. Sin embargo, se requiere cruzar la brecha del análisis y avanzar hacia la ejecución de iniciativas que resuelvan los problemas que se observan en las industrias.

De acuerdo a la normativa chilena, la prevención de TME causados por el manejo manual de carga debe contemplar la mecanización de estos procesos para aislar a las personas trabajadoras de la línea de fuego, es decir, de aquellas tareas que implican esfuerzo, trabajo repetitivo, y malas posturas, los cuales potencian la ocurrencia de enfermedades profesionales.

Desde nuestro punto de vista, las soluciones deberían ser principalmente basadas en la Ingeniería, y categóricamente centrada en los usuarios y no sólo en los procesos.

La ingeniería permite ir en busca de la causa raíz, y desde allí intervenir procesos que sean más amigables con la interface humana que controla y alimenta los procesos.

Una mejora ingenieril, es capaz de erradicar un problema que afecta la SSO de los trabajadores, y aportar efectivamente a la mitigación de problemas.

Sin duda, fomentar la ingeniería sobre la interface hombre-máquina, es una estrategia positiva en la prevención de riesgos.

Soluciones efectivas que aumenten la seguridad en el trabajo y disminuyan factores de riesgo despiertan interés y compromiso por parte de las empresas y trabajadores que perciben el costo beneficio de la innovación.

Ahora bien, innovar sin preparar a una organización, es enfrentar incertidumbre, riesgo y resistencia al cambio sin el contexto necesario para permitir que la innovación cobre vida, y por ello es muy importante enfrentar la innovación como un proceso, y este caso se utilizó la

metodología “Design Thinking”, dicho en español, “Diseño centrado en el Usuario”, que demostró su impacto positivo en el proyecto realizado, al incluir a los usuarios en todas las etapas del mismo, logrando no sólo adquirir información, sino también conseguir las alianzas necesarias para proteger el proceso innovador.

X. Conclusiones

En la industria del gas licuado, el reparto domiciliario de cilindros es una tarea esencial pero altamente riesgosa desde el punto de vista físico, ya que implica la manipulación manual de cargas que superan ampliamente los límites legales establecidos por la Ley 20.949. En esta tarea, los trabajadores deben levantar y desplazar cilindros de gas con pesos que oscilan entre los 32kg (cilindro de 15kg) y los 80kg (cilindro de 45kg), lo que genera una exposición permanente a Trastornos Musculoesqueléticos (TME) debido a posturas forzadas, cargas pesadas y esfuerzos repetitivos que incrementan también la probabilidad de accidentes y fatiga crónica.

El desafío de desarrollar una “Solución ergonómica, eficiente y comercialmente viable para la manipulación de cilindros de gas de última milla”, en su etapa de Proyecto de Iniciación en Innovación, ha sido cumplido.

El prototipo desarrollado fue valorado y validado por los usuarios, y por la Empresa Lipigas SA, pues traslada la carga manual a un dispositivo mecánico capaz de realizar la carga y descarga de cilindros a una velocidad razonable.

La solución desarrollada también fue considerada mejor que iniciativas anteriores, y su simpleza permite proyectar costos cercanos a los Mill 3,0 lo que comparado con una rampa trasera abatible, representa la mitad del costo, y una prestación de manipulación desde el piso de calle hasta cualquier punto del interior camión.

El proyecto pudo comprobar cuán útil es la metodología de Innovación denominada “Diseño Centrado en el Usuario”, que pone a los trabajadores y supervisores en el centro del desarrollo de proyectos de alta incertidumbre. La motivación y compromiso alcanzados con los usuarios y la empresa patrocinadora resultan esenciales para el éxito de este tipo de proyectos y sienta bases para continuar con este desarrollo en una etapa de continuidad.

XI. Referencias

- Ministerio del Trabajo y Previsión Social, Subsecretaría de Previsión Social (2019). Guía técnica para la evaluación y control de riesgos asociados al manejo o manipulación de manual carga. <https://www.previsionsocial.gob.cl/sps/guia-tecnica-la-evaluacion-control-riesgos-asociados-al-manejo-manipulacion-manual-carga/>

-
- Ministerio de Salud de Chile. (2012). Norma Técnica para la Evaluación y Control de Trastornos Musculoesqueléticos Relacionados con el Trabajo (TMERT).
 - International Organization for Standardization. (2003-2007). ISO 11228-1, -2, -3 Ergonomics — Manual handling.
-

ANEXO 1
Definición de problemas (33 items)

achs Lipigas zero Ingeniería en Ergonomía

DEFINICION DE PROBLEMAS

IDEAR SOLUCIONES

PROBLEMA 01

- Ordenamiento de cilindros.
- Piso de madera v/s metálico.
- Placa de sacrificio es un obstáculo.
- Puertas sin fijaciones, por uso intensivo.
- Pasillos.

SOLUCION PROPUESTA



PROBLEMA 02

- Altura obliga a subir.
- Falta pisadera y manilla para subir.
- Tomarse de un cilindro es inestable.
- El descenso es con un saltito.


SOLUCION PROPUESTA



PROBLEMA 03

- Altura obliga a izar 80 kg de carga.
- Buen espacio permite 1 envion + arrastre.

SOLUCION PROPUESTA



PROBLEMA 04

- Altura obliga a izar 80 kg de carga.
- Izaje se realiza en 2 enviones (ver brazos).
- Cilindros atrás obstruyen espacio de izaje.
- Placa sacrificio dificulta ingreso de cilindro.


SOLUCION PROPUESTA



PROBLEMA 05


- Altura obliga a izar 80 kg de carga.
- Maniobra extrema.


SOLUCION PROPUESTA



	<p>PROBLEMA 06</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altura obliga a izar 80 kg de carga. • Maniobra extrema.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>


	<p>PROBLEMA 07</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retira cilindros vacíos e instala en borde camión. • Bloquea el paso, y pasa por encima. • Baja con un salto, y comienza a bajar cilindros de camión y arma conjunto para inventario.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>


	<p>PROBLEMA 08</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retira cilindros vacíos, se inclina y deposita directo a piso. • Luego baja del camión apoyándose en cilindros que pueden ser inestables. • Finalmente organiza el conjunto para inventario.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>


	<p>PROBLEMA 09</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vuelve a subir al camión. • Realiza bajada de todos los cilindros a piso para inventario de llenos.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Termina inventario e inicia almacenamiento de cilindros en pallets. • En muchos casos, los empuja con el pie. • Otros los traslada lejos.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carga de cilindros en altura. • Se utiliza un envión. • Se supera la altura de las barras de fibra. • Se dañan las barras.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traslado cilindro 45 kg vacío girando. • Subida peldaño con ayuda rodilla. • Luego empuja cilindro, deslizando en interior.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 13</p> <ul style="list-style-type: none"> • La barra de fibra molesta y se cae. • Retiro cilindro 45 kg lleno, con arrastre inclinado. • La barra de fibra molesta y se cae. • Envión afuera y golpe en piso. • Traslado cilindro 45 kg lleno girando.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>


	<p>PROBLEMA 14</p> <ul style="list-style-type: none"> • La barra de fibra molesta y se cae. • Operador realiza envío de transferencia de cilindro 15 kg, desde jaula en 2do nivel hasta plataforma camión.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mismo movimiento, pero con giro de tronco. • Son 2 enviones.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>


	<p>PROBLEMA 16</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sube a camión y realiza ordenamiento de la mayoría de cilindros. • Carga cilindros de 15 kg en 2do nivel. • Recordar que post inventario, todos los cilindros estaban a piso.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 17</p> <ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de cilindros limpios implica transferir cilindros desde 2do nivel a 1er nivel. • Más un empuje riesgoso con el pie, cuando una fila está casi completa.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>


	<p>PROBLEMA 18</p> <ul style="list-style-type: none"> • Subida física a 2do nivel en búsqueda de cilindros limpios. • Se atraviesa múltiples obstáculos, tales como travesaños y piso ranurado. • Existe historia de metida de pata en ranura. • Levantar cilindros por sobre obstáculos.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>


	<p>PROBLEMA 19</p> <ul style="list-style-type: none"> • El camino de regreso, resolviendo obstáculos, y un salto final.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 20</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nueva búsqueda de cilindros limpios. • Se obliga a subir a 2do nivel. • Retira cilindro del fondo, pues los delanteros están sucios. • Baja entremedio de la estructura. • Barra de fibra tiene astillas.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 21</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traslado de cilindros de 5 kg enganchando las manillas. • Suena razonable, pero cuando están vacíos se sueltan, caen, y pueden golpear un pie.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 22</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reordenamiento final de cilindros. • Posturas riesgosas. • Falta de pasillo. • Izaje de cargas
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 23</p> <ul style="list-style-type: none"> • La Barra de fibra se cae sobre operadores. • Y también es dañada por apoyarse en ella.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 24</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caminar con carga. • Gentileza mal entendida, ... la preferencia debe ser del cargador.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>


	<p>PROBLEMA 25</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de pasillo. • Primero acumula y luego ordena y monta cilindros. • Al final se observa que queda espacio.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 26</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lo bueno : Uso de gancho para acercar los cilindros lejanos. • Bota y voltea los cilindros (daño y ruido). • Se observan barras caídas.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 27</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad busca transferir cilindros de 45 kg sin tener que izarlos. • Estacionamiento acuatado contra cilindros de gas de 45 kg en 2do nivel. • Ingreso a camión a través de frontis de Jaulas.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 28</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apertura e izaje de 2 barras de fibra que tienen a caerse con facilidad. • Trabajo en voladizo.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 29</p> <ul style="list-style-type: none"> • El cilindro de 45 kg es acercado al borde de jaula. • Y luego es transferido con esfuerzo y control del operador. • La barra de fibra se puede caer.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

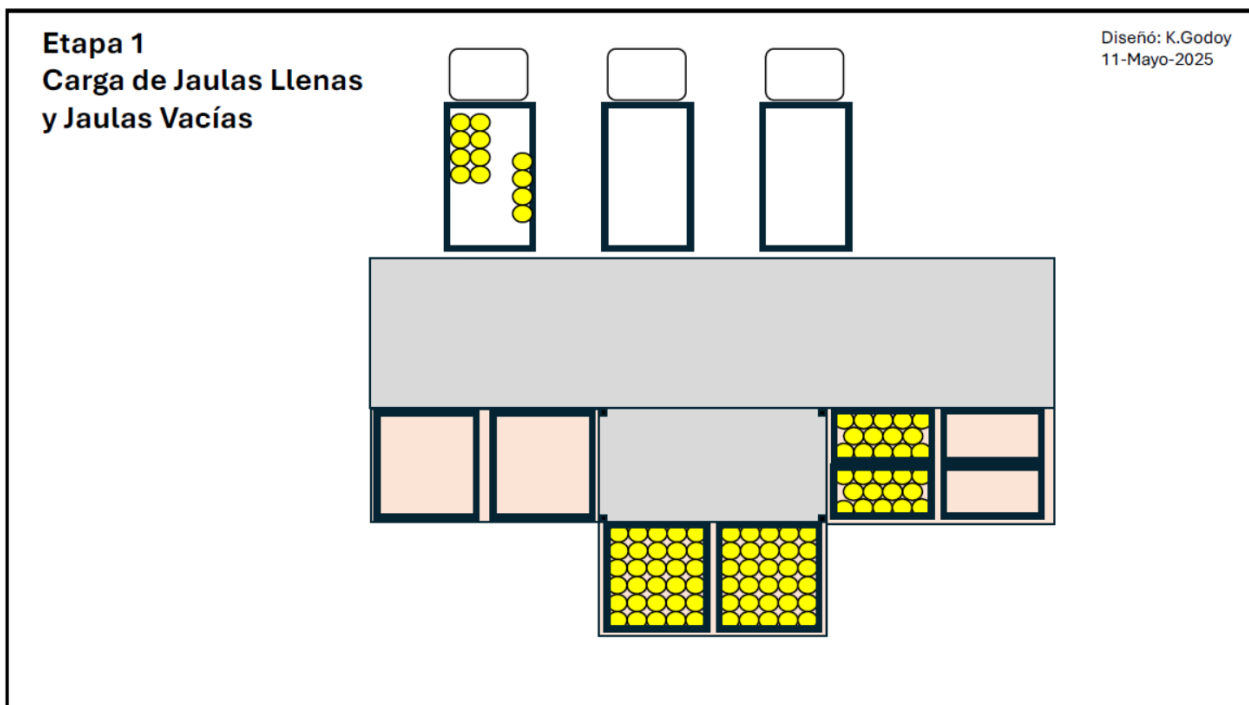
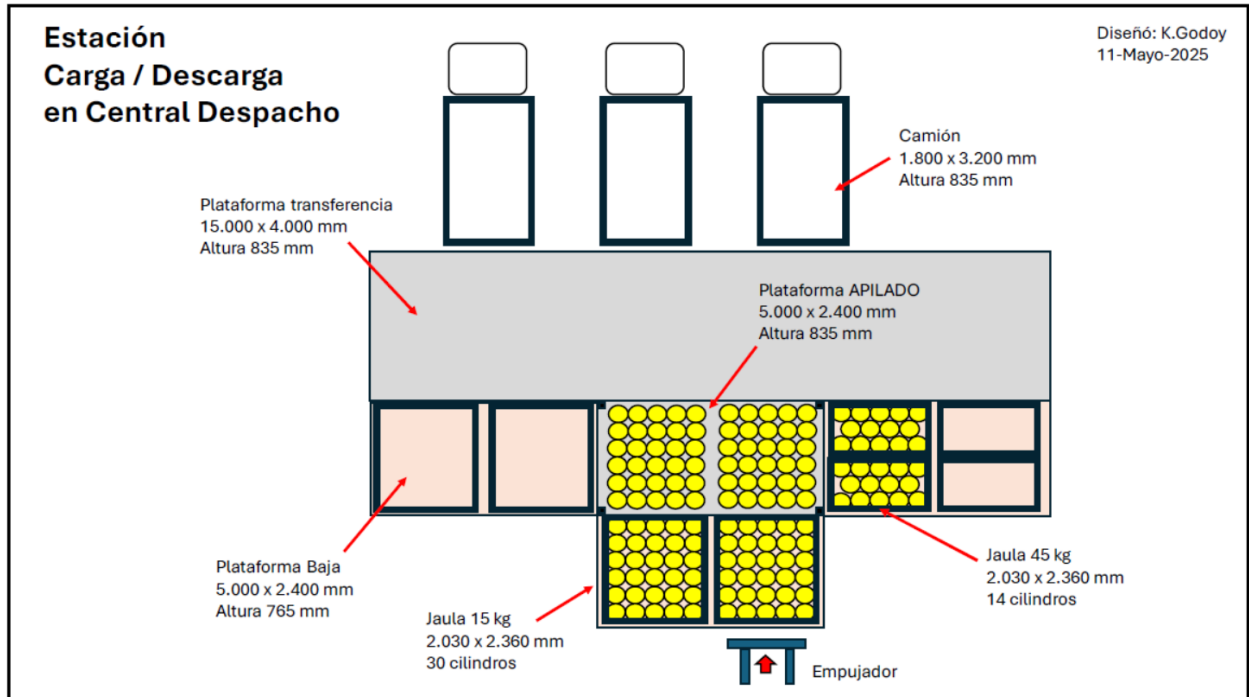
	<p>PROBLEMA 30</p> <ul style="list-style-type: none"> Operador baja controladamente por el frontis de otras jaulas.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 31</p> <ul style="list-style-type: none"> Altura interior de 1.800 mm es una incomodidad para operadores altos. Altura interior podría ser una variable a modificar para implementar una solución mecánica.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

	<p>PROBLEMA 32</p> <ul style="list-style-type: none"> Central Maipú (foto 1) trabaja a piso de camión. Central Osorno (fotos 2 y 3) trabaja a piso de plataforma.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

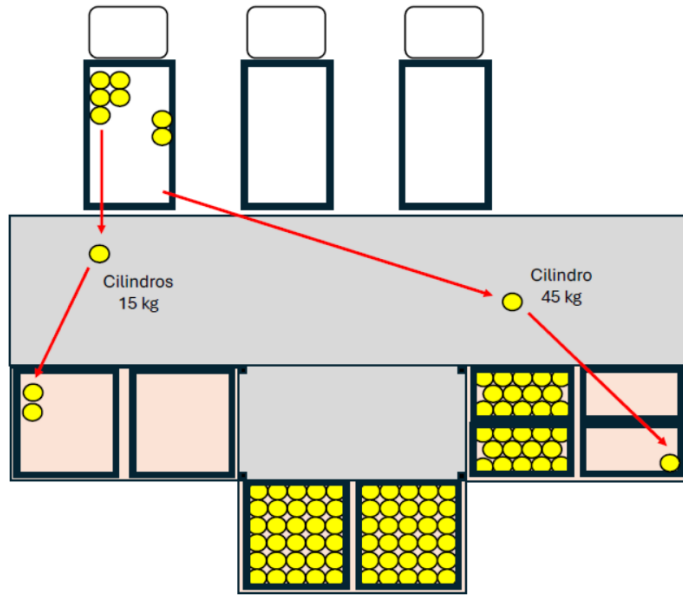
	<p>PROBLEMA 33</p> <ul style="list-style-type: none"> La grúa tuvo episodios de fallo, y estuvo fuera de servicio. Durante esas ocasiones, la manipulación cilindros fue más compleja.
	<p>SOLUCION PROPUESTA</p>

ANEXO 2
Modelo de central con plataforma de trabajo
(secuencia 8 pasos)



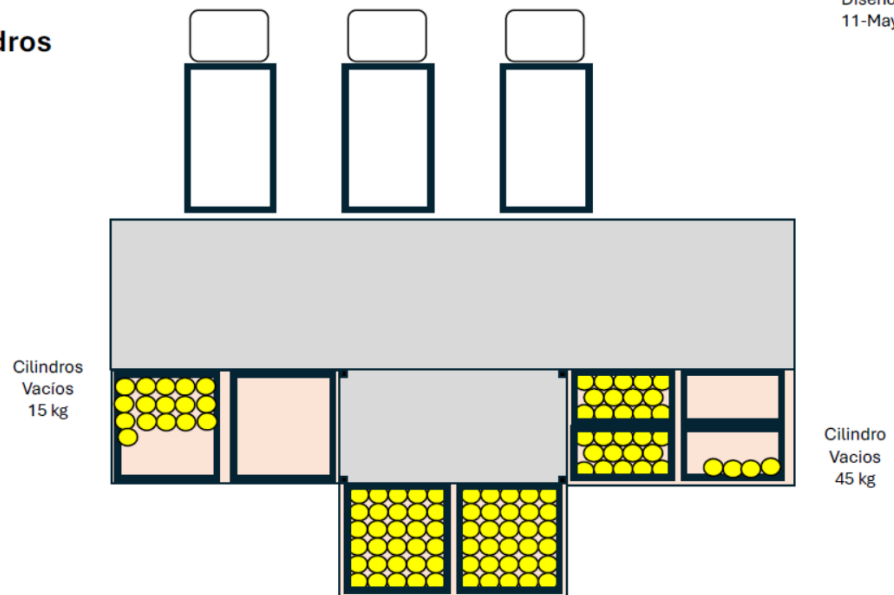
Etapa 2
Descarga Cilindros
vacíos de Camión

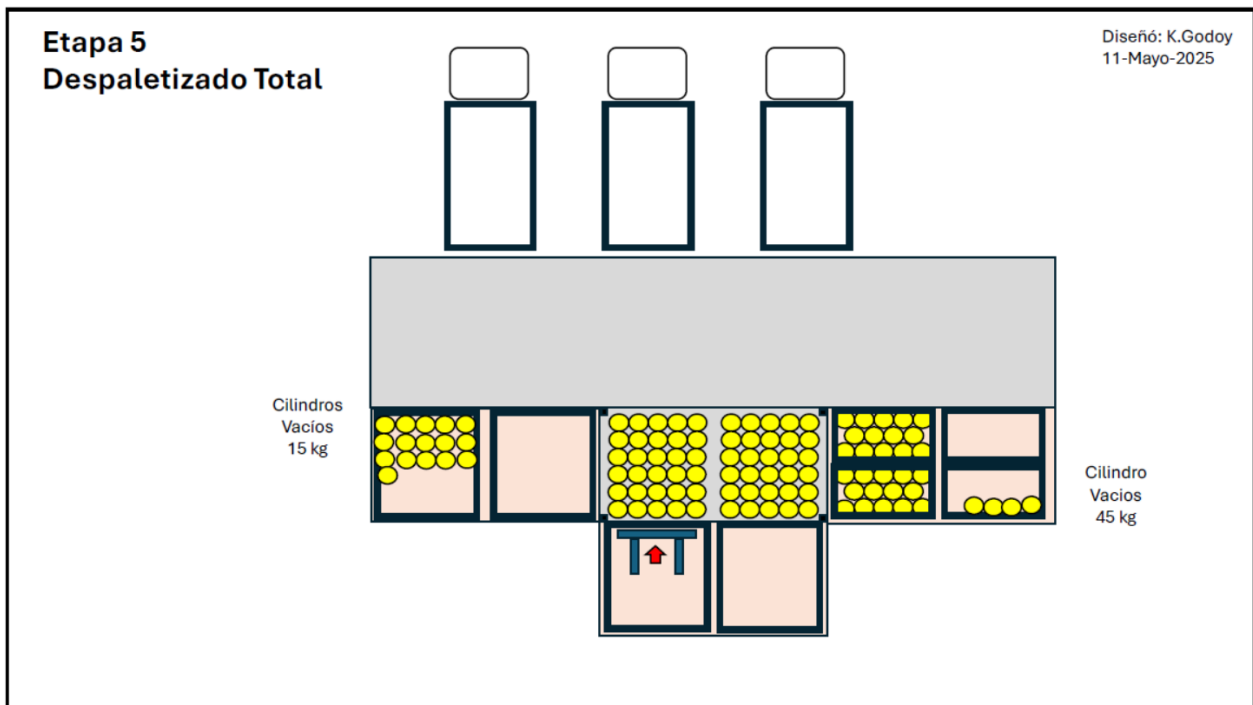
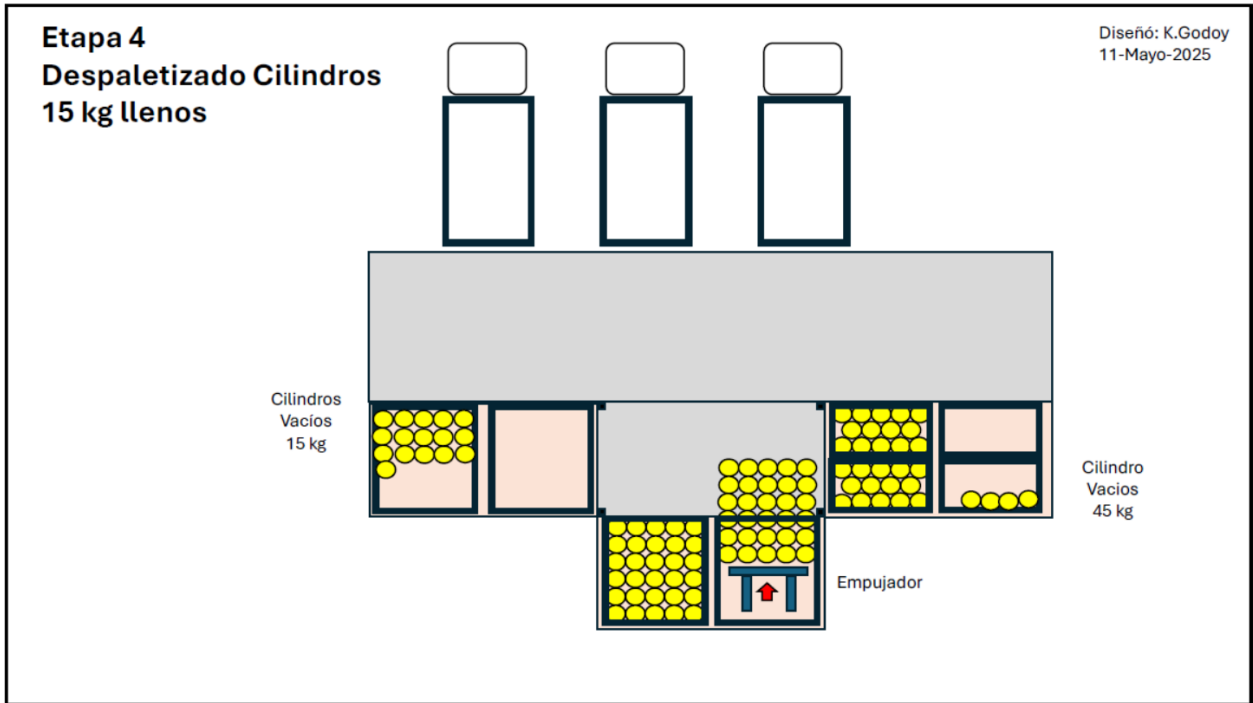
Diseño: K.Godoy
11-Mayo-2025



Etapa 3
Descarga Cilindros
terminada

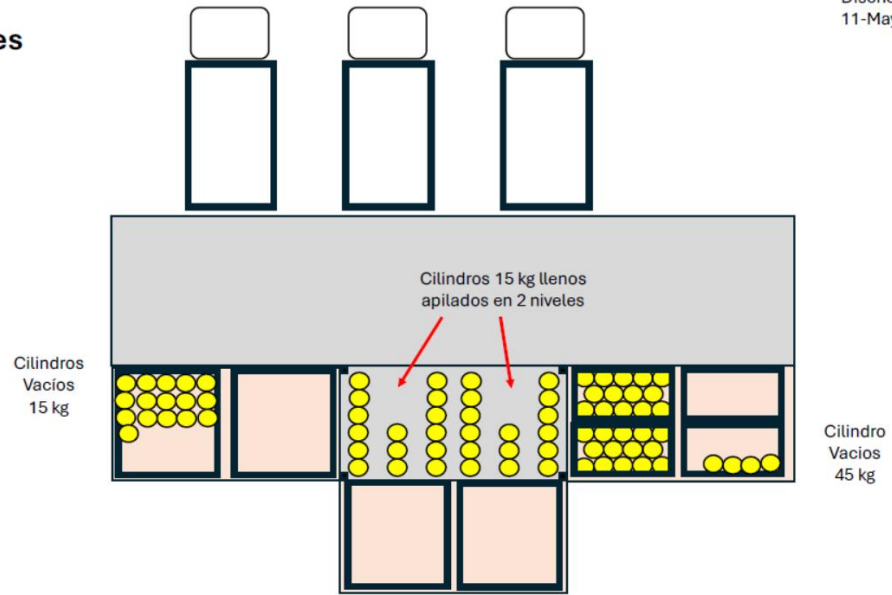
Diseño: K.Godoy
11-Mayo-2025





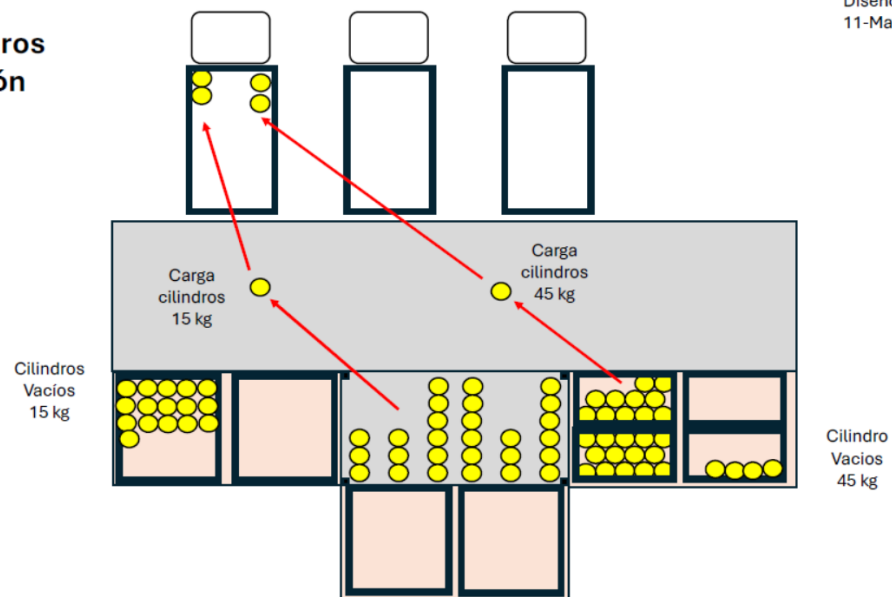
Etapa 6 Apilado 2 niveles

Diseño: K.Godoy
11-Mayo-2025



Etapa 7 Carga de Cilindros llenos en camión

Diseño: K.Godoy
11-Mayo-2025



ANEXO 3

Reporte Prevención de Riesgos, aprobación para uso del prototipo



**PROYECTO ULTIMA MILLA, UTILIZACION SEGURA DE
PROTOTIPO.**

TALLER INVICTA

GERENCIA PREVENCIÓN DE RIESGO Y MEDIO AMBIENTE

LIPIGAS S.A

Fecha: Julio 2025

TABLA DE CONTENIDO

1.	DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS	3
3.	CONSIDERACIONES DE LA EVALUACION	4-5
5.	CONCLUSIONES	6

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL REQUERIMIENTO

Se requiere realizar la identificación y evaluación de peligros asociados a la implementación del prototipo adoptado, con el objetivo de garantizar condiciones seguras para su uso en pruebas internas por parte del personal de reparto a domicilio, dentro de las instalaciones. Esta etapa de validación previa permitirá anticipar riesgos operacionales antes de avanzar hacia su implementación en ruta.

Objetivo General

Implementar medidas preventivas y correctivas orientadas a eliminar y/o controlar los peligros asociados a la puesta en marcha del prototipo, asegurando condiciones seguras para el personal involucrado en las pruebas operativas. Para ello, se consideran las siguientes acciones clave:

1. **Mantenimiento adecuado del prototipo:** Verificar que todos los componentes, especialmente los equipos eléctricos, se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento, libres de defectos que puedan generar riesgos como chispas, cortocircuitos o fallas mecánicas.
2. **Uso correcto de los Elementos de Protección Personal (EPP):** Garantizar el uso permanente y adecuado de los EPP requeridos para la tarea, incluyendo casco, guantes, lentes de seguridad, chaleco reflectante y zapatos de seguridad, conforme a los riesgos identificados y al protocolo de seguridad vigente.

Objetivos Específicos:

Eliminar y/o mitigar los peligros de incidentes y fuentes de ignición identificados durante la implementación del piloto, mediante la aplicación de medidas de control técnico, organizativo y de protección personal que garanticen la seguridad operativa en cada etapa del proceso.

2. CONSIDERACIONES DE LA EVALUACION.

Para garantizar una implementación segura y eficiente del proyecto piloto, se deberán considerar las siguientes medidas antes y durante la ejecución de las pruebas:

Capacitación y Uso de EPP

- Previo al inicio de las pruebas, se deberá realizar una capacitación específica sobre el entorno de trabajo y el uso correcto del equipo, reforzando en todo momento el uso obligatorio de los Elementos de Protección Personal (EPP): casco, chaleco reflectante, zapatos de seguridad y guantes.

Condiciones de Operación

- La operación del prototipo estará inicialmente restringida a personal diestro, dado que el diseño actual está adaptado exclusivamente para dicha condición.
- En caso de contar con operadores zurdos, estos deberán limitarse a observar el proceso, sin participar directamente en la operación.

Infraestructura y Seguridad Física

- La estructura adaptada (pisadera) deberá contar con demarcación visible en todo su perímetro y estar libre de cantos vivos, eliminando así el riesgo de cortes.
- Se deberán instalar manillas en ambos costados de las puertas del camión para facilitar el ascenso y descenso seguro, evitando saltos que puedan generar lesiones.
- Los carriles del prototipo deberán estar claramente demarcados para prevenir golpes o cortes durante la operación.

Equipos y Herramientas

- El tambor del huinche deberá contar con protección física adecuada que permita su manipulación segura, evitando riesgos de atrapamiento, golpes o cortes.
- Se deberá mejorar el diseño del agarre del huinche, asegurando una manipulación segura y ergonómica, conforme a los principios de control de ingeniería.
- Antes de utilizar herramientas manuales o motrices, se deberá realizar una verificación previa de su estado y funcionalidad.
- El uso de herramientas manuales, como el taladro, deberá incluir un sistema de sujeción que permita liberar ambas manos durante el proceso de carga y descarga.

Área de Trabajo

- El interior de la parte trasera del camión deberá permanecer libre de objetos, minimizando el riesgo de golpes durante la operación.

Ergonomía

- Se recomienda realizar una evaluación ergonómica paralela de la implementación del piloto, considerando los parámetros establecidos en el Protocolo TMERT, con el fin de identificar oportunidades de mejora en la interacción hombre-máquina.

Fotografías:

1. Piloto de implementación.



Mantenimiento y Operación:

- Se deberá realizar **mantenimiento preventivo y correctivo de forma regular** en todos los equipos y sistemas involucrados, con el objetivo de garantizar su funcionamiento óptimo y minimizar el riesgo de fallos que puedan derivar en incidentes durante la implementación del proyecto.

Capacitación del Personal:

El personal involucrado deberá recibir **capacitación continua y específica** sobre los peligros identificados durante la implementación del proyecto piloto, con el fin de fortalecer la conciencia preventiva y garantizar una respuesta adecuada ante situaciones de riesgo.

3. CONCLUSIONES.

Tras la ejecución del piloto, se ha verificado que las condiciones operativas, los recursos involucrados y los procedimientos definidos cumplen con los objetivos establecidos para esta fase de prueba. Los resultados obtenidos permiten concluir lo siguiente:

Se detectaron oportunidades de mejora menores, principalmente relacionadas con la comunicación interna y la secuencia de ciertas tareas, las cuales serán incorporadas en la versión final del procedimiento.

El piloto reflejó un compromiso con la seguridad, la eficiencia operativa y la colaboración entre áreas, en línea con los principios institucionales.

En función de lo anterior, se considera que el piloto ha sido **validado exitosamente**, y se recomienda avanzar hacia su implementación formal, incorporando los ajustes identificados para asegurar su sostenibilidad y efectividad a largo plazo.

Cristian Ravanal Guaita
Jefe de Prevención de Riesgo RM-Norte
EMPRESAS LIPIGAS S.A.

ANEXO 4
Manual de Operación y Mantenimiento

SISTEMA MANIPULACION CILINDROS RD

EMPRESAS LIPIGAS SA



SISTEMA PARA MANIPULACION DE CILINDROS DE GAS
EN CAMIONES DE REPARTO DOMICILIARIO (R.D.)

Manual de
Operación y Mantenimiento



Julio – 2025



Preparado por Gzero – Ingeniería en Ergonomía

Página 1 de 10

Contenido

1	PROPÓSITO DEL EQUIPAMIENTO.	3
2	ALCANCE DEL DISEÑO DEL EQUIPO.	3
3	PARTES PRINCIPALES DEL EQUIPO.	3
4	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.	5
5	SEGURIDAD PREVIA AL USO.	6
6	OPERACIÓN DEL EQUIPO.	6
7	MANTENIMIENTO GENERAL.	9

1 Propósito del Equipamiento.

El presente equipamiento para camión de reparto domiciliario de Cilindros de Gas Licuado, denominado "Sistema de Carga-descarga de cilindros de gas" fue diseñado y desarrollado para resolver el intensivo manejo manual de carga que se realiza en la actividad de carga y descarga de cilindros de gas en formatos de 15 y 45 kg (32 y 80 kg bruto, respectivamente), desde plataforma de camión a piso y viceversa.

La manipulación de cilindros es unitaria.

Esta actividad expone a los trabajadores a riesgos de trastornos esqueléticos, y el propósito precisamente es desarrollar una solución ingenieril que aisle al personal de dicha exposición.

El equipamiento desarrollado a nivel de prototipo (el primero en su tipo), ha alcanzado un nivel de fabricación y pruebas que permite proyectar una versión industrial del mismo.

2 Alcance del Diseño del Equipo.

El equipo fue diseñado para cumplir los siguientes requerimientos:

- Agarre de un cilindro de gas (unitario), para posterior izaje, mediante una garra que se conecta a las asas superiores de cualquier cilindro de formato 11, 15 y 45 kg.
- Sistema de carrileras interiores por sobre la cabeza, que permiten alcanzar toda posición en el interior de la carrocería de almacenaje de cilindros.
- Como parte del ítem anterior, la carrilera principal (longitudinal) posee una proyección fuera de borda que permite tomar/dejar cilindros a nivel de piso (nivel calle), y luego incorporarlos al camión.
- Sistema de izaje compuesto por un winche manual con autofrenado, proyección de piola de acero y motorizado con asistencia de Taladro convencional a batería.
- Capacidad de Carga de 80 kg, equivalente al mayor de los cilindros (formato 45 kg).
- Velocidad de izaje : 8 cm/seg (100 cm en 12 segundos).

3 Partes Principales del Equipo.

El equipamiento instalable en la parte superior de una carrocería de camión de reparto domiciliario, consiste en un sistema de carrileras (rieles) sobre la cabeza por las cuales circula un winche (elemento de izaje) con ruedas, con capacidad para moverse en los ejes X e Y del camión, e incluso salir fuera de borda (parte trasera del camión) y conectarse con un cilindro de gas que se encuentra en el piso-calle, atraparlo, izarlo e introducirlo al interior del camión.

El winche de piola de acero del tipo manual con autofrenado, es asistido eléctricamente por un taladro convencional a batería, y permite el izaje de la carga enrollando o desenrollando la piola, a una velocidad de 8 cm/seg.

Previamente el cilindro ubicado a nivel de piso-calle y en un hueco central de la pisadera de acceso, debe ser conectado con una garra que permitirá el anclaje a las asas del cilindro.

SISTEMA MANIPULACION CILINDROS RD
EMPRESAS LIPIGAS SA

Para facilitar la subida y bajada desde el camión, se ha dispuesto una pisadera que sobresale hacia atrás de la carrocería y que permite tener un peldaño que minimiza la dificultad de ingreso y salida del operador. Esta pisadera se complementa con una manilla lateral que refuerza el impulso para ingresar, y lo controla.

El equipamiento es totalmente guiado y comandado por un operador, quien toma control y guía el cilindro desde y hacia el lugar deseado, sin esfuerzo, ni manejo manual de carga.

Los principales componentes se ilustran a continuación:

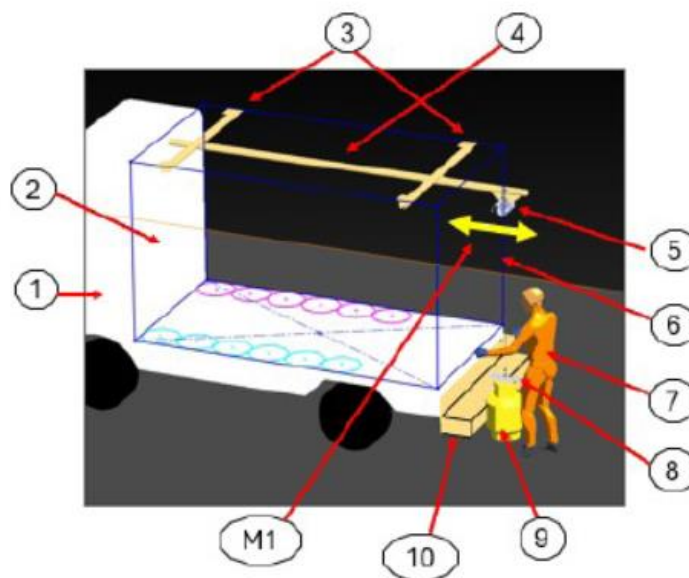


Figura 1 : Principales componentes del Manipulador.

- Item 1 : Camión existente.
- Item 2 : Carrocería existente, donde se intervino el techo.
- Item 3 : Carrileras (2) fijas, donde circula la carrilera longitudinal móvil..
- Item 4 : Carrilera Longitudinal móvil, donde circula un winche, y a su vez, un cilindro colgado.
- Item 5 : Winche manual con autofrenado.
- Item 6 : Piola de acero, que se enrolla en winche y conecta la garra.
- Item 7 : Operador entrenado.
- Item 8 : Garra de conexión al cilindro.
- Item 9 : Cilindro de Gas, en este caso un cilindro de formato 15 kg.
- Item 10 : Pisadera sobresaliente, con hueco central para acercamiento de Cilindro a piso-calle.
- M1 : Movimiento de ingreso/salida de cilindro en camión. Ejecutado manualmente.

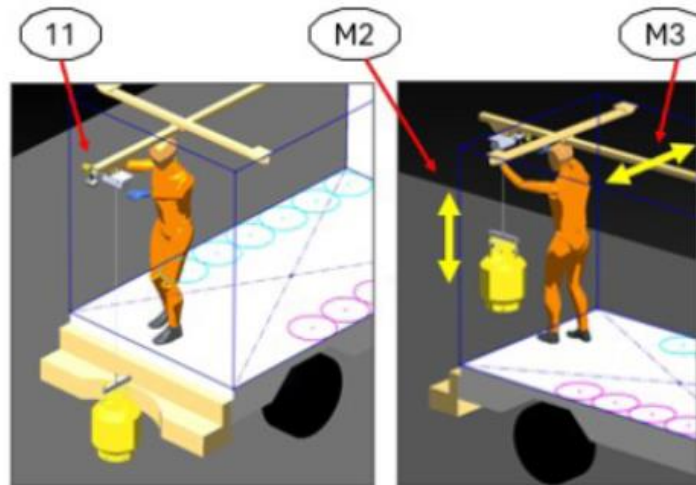


Figura 2 : Inicio Izaje Cilindro.

Figura 3 : Término Izaje Cilindro.

Item 11 : Taladro a batería (recargable).

M2 : Movimiento de izaje/descenso de cilindro a camión. Ejecutado con winche asistido.

M3 : Movimiento transversal de la carrilera longitudinal (permite alcanzar laterales de camión).

4 Principio de Funcionamiento.

De acuerdo a las Figuras 1, 2 y 3, la carga consta de la siguiente secuencia de movimientos para el ingreso de carga:

- M2 para el izaje de cilindro fuera de borda, mediante el uso de winche asistido por taladro.
- M1 para el ingreso del cilindro al interior del camión, totalmente manual.
- M3 para la ubicación final de ordenamiento en interior del camión, totalmente manual.
- Nuevamente M2, esta vez para bajar el cilindro al interior piso camión, con asistencia de winche.

Para la descarga de cilindros se debe desarrollar la secuencia inversa.

En ambos casos, se contempla un mínimo esfuerzo humano, en donde el trabajador deja de ser un cargador, y se transforma en un conductor de la carga.

5 Seguridad Previa al Uso.

Antes de todo contacto con el equipo, el Operador debe recibir el derecho a saber de cómo operar este equipamiento, recibiendo instrucción respecto de los peligros y riesgos de la actividad.

El trabajador en todo momento debe utilizar, Zapatos de Seguridad, Guantes, Casco y ropa adecuada para el trabajo.

Antes de iniciar el uso de este equipo, el trabajador deberá recibir la siguiente instrucción:

- Conocimiento del equipamiento y sus componentes.
- Movimientos y grados de libertad.
- Energía utilizada y elementos de seguridad.
- Participar como observador de la operación realizada por un monitor.
- Entender que la actividad es un trabajo que requiere concentración, y por lo tanto, debe resguardar su seguridad y la de cualquier otra persona cercana a la operación.
- Realizar una jornada de aprendizaje utilizando el equipamiento, con la supervisión de un monitor.
- Adquirir destreza mediante el entrenamiento.

6 Operación del Equipo.

Para subir un cilindro, este equipo posee 6 acciones que requieren cuidado y entrenamiento:

Acción 1: Enganche del cilindro:

Acerque el cilindro hasta el hueco dispuesto en la pisadera.

Luego conecte la garra a las asas del cilindro.

No olvide previamente haber liberado piola para poder conectar con holgura.



Acción 2: Subir al camión:

Coloque un pie en la pisadera y ayúdese con una mano puesta en la manilla lateral, para realizar el envío.



SISTEMA MANIPULACION CILINDROS RD**EMPRESAS LIPIGAS SA****Acción 3: Izaje del cilindro:**

Una vez arriba del camión, tome el control de winche sujetándolo de su manilla, y proceda a conectar el taladro eléctrico en el punto de conexión del winche, y proceda a pulsar el comando de rotación del taladro.

Con esta acción controlada, el winche girará enrollando la piola, y elevando el cilindro conectado en el extremo inferior.

Eleve el cilindro hasta que sobrepase la plataforma del camión y retire el taladro.

Nota: Asegure previamente que el taladro tenga su batería cargada.

**Acción 4: Prepárese para el traslado interior:**

Libere ambas manos del winche, y proceda a guardar el taladro en la funda colgada en su cinturón.



SISTEMA MANIPULACION CILINDROS RD
EMPRESAS LIPIGAS SA
Acción 5: Traslado interior del Cilindro:

Usando ambas manos, retire deslice el cilindro desde fuera de borda, hasta la posición interior, empujando manualmente la carga siguiendo la carrilera principal que actúa como canal guía.

Nota : Previamente debió liberar un pasillo interior, para un desplazamiento con mínimos obstáculos.


Acción 6: Ajuste de cilindros en posición final:

Empuje el cilindro en dirección transversal al camión y la carrilera longitudinal le seguirá.

Ajuste la posición final.

Proceda a bajar el cilindro mediante el uso de taladro en condición de desenrollado hasta que el cilindro quede estable y que la garra quede sin tensión de piola.

Finalmente retire la garra, y lleve el winche hasta su posición de fijación para el viaje.



Otras acciones : Bajar un cilindro:

En este caso, requiere realizar las mismas 6 acciones pero en forma inversa.

7 Mantenimiento General.

El sistema de carga/descarga deberá seguir el siguiente protocolo de Inspección/Mantenición :

Elemento	Sub-elemento	Inspección	Frecuencia		
E1	Garra atrapa cilindro				
	E1.1	Garra	Verifique la integridad del elemento, revisando que no posea golpes, deformaciones ni soldaduras fisuradas.	Semanal	
	E1.2	Mecanismo de Apriete	Verifique que el elemento funcione correctamente, asegurando el correcto apriete.	Semanal	
E2	Sistema Izaje	E2.1	Oreja de conexión Garra	Verifique que el guardacabo de union extremo garra esté firme y en buen estado. Verifique que las 2 prensas esten firmes y en buen estado.	Semanal
		E2.2	Piola de acero	Verificar que la piola esté en buen estado, es decir, sin dobleces ni peladuras.	Semanal
		E2.3	Winche	Verificar que gire correctamente en ambos sentidos. Verificar con carga, que esta queda suspendida en forma estática.	Semanal
		E2.4	Proteccion Winche	Verificar que se encuentra firma, y no existe posibilidad de atrapar dedos.	Semanal
		E2.5	Union Giratoria	Verificar que esta gira de manera correcta, y que no existen deformaciones ni pernos sueltos.	Semanal
		E2.6	Manilla de sujeción	Verificar que se encuentra firma y sin deformaciones.	Semanal
		E2.7	Carro Winche	Verificar que este elemento se encuentra con todas sus ruedas y pernos en buen estado, y desliza con facilidad.	Semanal
		E2.8	Taladro	Verificar que cuenta con el dado correcto (21 mm), y que posee 2 baterias recargables + 1 cargador externo.	Semanal
E3	Carrileras	E3.1	Carrileras Fijas	Verificar que las 2 carrileras se encuentran en buen estado, sin golpes ni deformaciones y sus soldaduras no presentan fisuras.	Semanal
		E3.2	Carrilera Principal (móvil)	Verificar que esta carrilera no posee deformaciones ni golpes. Verificar que los topes en ambos extremos, están en buen estado.	Semanal
		E3.3	Carros Carrilera Móvil	Verificar que estos 2 elementos se encuentran con todas sus ruedas y pernos en buen estado, y que la carrilera móvil desliza con facilidad en sentido transversal.	Semanal
E4	Pisadera	E4.1	Pisadera	Verificar que la pisadera no posee golpes ni deformaciones, ni existen fisuras en soldaduras. Posee las cintas de seguridad perimetral.	Semanal
		E4.2	Manillas sujeción	Verificar que ambas manillas (derecha e izquierda) siguen firmes y la soldadura no presenta fisuras.	Semanal

Nota : Si alguno de estos puntos de control presenta desviaciones, entonces debe reportar al área de mantención.

Tabla 1 : Protocolo de Inspección/Mantención

SISTEMA MANIPULACION CILINDROS RD

EMPRESAS LIPIGAS SA

Este equipo fue diseñado y fabricado por :

Gravedad Zero SpA

Santiago, Chile.

Contacto : Ingeniero Konrad Godoy Navarrete.


kgodoy@gzero.cl




+56 9 95 095 635

Nota : Sistema en proceso de patentamiento.

ANEXO 5

Retroalimentación Usuarios – Observaciones uso prototipo

	<p>FICHA Observaciones Proyecto 312-2024</p>	<p>Fecha : 17-07-2025</p>
<p>Solución ergonómica, eficiente y comercialmente factible para el movimiento de cilindros de gas de última milla</p>		
<p>Antecedentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El presente prototipo, es el resultado del trabajo de equipo realizado con usted, siguiendo la metodología "Diseño centrado en el usuario", en las etapas de Empatía, Definir e Idear. - El equipo físico que usted probará hoy, ya fue revisado junto al Jefe de Prevención de Riesgos RM y Zona Norte de Lipigas, y las observaciones fueron resueltas, para garantizar su seguridad. - Para realizarlas pruebas, usted debe utilizar Zapatos, Casco y Guantes de seguridad. - Por la presente, usted recibirá una inducción de seguridad y una instrucción verbal del uso previsto. - Favor en todo momento siga las instrucciones del Instructor sr. Konrad Godoy (Gzero) <p>Listado de Observaciones :</p> <p>CARRO DE TRASLADO CILINDROS: Centímetro de ajuste de la Yegua (Tipomoto) y caja de ajuste para el 2do cilindro</p> <p>SISTEMA DE CARRILERAS SOBRE LA CABEZA: Ajuste más sólido para su movilidad</p> <p>SISTEMA DE IZAJE: Cerrar la ^(Teda) carrilera, toma de cilindro, Aza de agarre más sólida como tenaza No como Gancho (Tener en cuenta ajuste de cierre de la tenaza)</p> <p>SISTEMA DE AGARRE DEL CILINDRO: Pisadera más grande para movilidad del cilindro, hacer o probar con motor eléctrico para una mayor movilidad</p> <p>PISADERA Y ACCESO AL CAMION: Cubrir con goma la pisadera Toma de agarre al subir, mas abajo para mayor comodidad,</p> <p><small>Nota : Este documento es de carácter anónimo.</small></p>		

  	FICHA Observaciones Proyecto 312-2024	Fecha : 17-07-2025
Solución ergonómica, eficiente y comercialmente factible para el movimiento de cilindros de gas de última milla		
<p>Antecedentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El presente prototipo, es el resultado del trabajo de equipo realizado con usted, siguiendo la metodología "Diseño centrado en el usuario", en las etapas de Empatía, Definir e Idear. - El equipo físico que usted probará hoy, ya fue revisado junto al Jefe de Prevención de Riesgos RM y Zona Norte de Lipigas, y las observaciones fueron resueltas, para garantizar su seguridad. - Para realizarlas pruebas, usted debe utilizar Zapatos, Casco y Guantes de seguridad. - Por la presente, usted recibirá una inducción de seguridad y una instrucción verbal del uso previsto. - Favor en todo momento siga las instrucciones del instructor sr. Konrad Godoy (Gzero) <p>Listado de Observaciones :</p> <p>CARRO DE TRASLADO CILINDROS:</p> <p><u>Manilla tipo moto y más bajo. Agregar un gancho extra</u> MOVIBLE</p> <p>SISTEMA DE CARRILERAS SOBRE LA CABEZA:</p> <p><u>RIELES MAS CONSISTENTES. PINTARLOS DE COLOR LLAMATIVO.</u></p> <p>SISTEMA DE IZAJE: <u>VER POSIBILIDAD DE AGREGAR MANIVELA.</u></p> <p><u>MEJORAR EL AGARRE. ENGANCHE PARA LOS CILINDROS.</u></p> <p><u>PROBAR PONER MOTOR EN EL MECANISMO.</u></p> <p>SISTEMA DE AGARRE DEL CILINDRO: <u>AGARRE PARA LOS CILINDROS Y</u></p> <p><u>VER LA POSIBILIDAD DE PONER SEGURAS PARA AJUSTAR A DISTINTOS TIPOS DE CILINDROS</u></p> <p>PISADERA Y ACCESO AL CAMION: <u>REDONDEAR BORDES Y AGRANDAR EL ESPACIO DISPONIBLE PARA LEVANTAR Y BAJAR CILINDRO. ALARGAR LA MANIJA PARA SUBIR AL CAMIÓN</u></p> <p><small>Nota : Este documento es de carácter anónimo.</small></p>		