

**ANEXO N°45**

**INFORME FINAL**



# **Serie Proyectos de Investigación e Innovación**

Superintendencia de Seguridad Social  
Santiago - Chile

**INFORME FINAL**

**308 - 2023**

**“MANIPULADOR MASIVO DE CILINDROS DE GAS  
PARA TAREA DE APILADO EN 3 NIVELES”**

Autor:

**KONRAD GODOY NAVARRETE**

Año publicación

**2024**

Este trabajo fue seleccionado en la Convocatoria de Proyectos de Investigación e Innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades Profesionales 2023 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](mailto: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](http://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](mailto:investigaciones@suseso.cl).

For other publications, research papers and projects of the Superintendence of Social Security, please visit our website: [www.suseso.cl](http://www.suseso.cl).

Superintendencia de Seguridad Social  
Huérfanos 1376 Santiago, Chile.

**INDICE**

**“MANIPULADOR MASIVO DE CILINDROS DE GAS, PARA TAREA DE APILADO EN 3 NIVELES”**

**Autor : Konrad Godoy Navarrete**

I.	Resumen ejecutivo.....	4
II.	Palabras claves.....	4
III.	Introducción y Antecedentes.....	4
IV.	Definición del problema, desafío de innovación.....	5
V.	Experiencias Relevantes.....	6
VI.	Etapas de la innovación.....	7
VII.	Resultados.....	15
VIII.	Recomendaciones para Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	15
IX.	Conclusiones.....	16
X.	Referencias.....	17
XI.	Anexos.....	17

## I. Resumen ejecutivo

Este informe describe el desarrollo y validación exitosa en la industria, de un innovador equipo mecánico denominado "Manipulador de Cilindros de Gas para tareas de apilado en 3 niveles", que dejó de ser un prototipo y se convierte en un equipo industrial altamente valorado por los usuarios (trabajadores y jefaturas).

Este equipo se inserta en la realidad industrial de Plantas de envasado de cilindros de gas de 15 kg, donde estos envases de 32 kg (peso bruto), luego de llegar al final de una línea de transporte a razón de 1 cilindro cada 4 segundos, son extraídos manualmente por trabajadores quienes se exponen a un intensivo Manejo Manual de Carga (MMC), altas repeticiones y posturas forzadas, con una alta exposición a Enfermedades Profesionales, potenciales accidentes y considerable cansancio.

En el marco de este proyecto de Innovación Suseso 2023, financiado por ACHS, este equipo tiene por finalidad resolver las brechas de salud ocupacional sin afectar la producción de la línea, y fue testado en Gasco, Planta "El Belloto", V región, Chile.

La innovadora solución ingenieril considera el uso de un brazo articulado con 4 grados de libertad, y cuyo módulo de agarre es conducido por un operador que conecta 4 cilindros simultáneos desde su base, los transfiere mediante giros en sus articulaciones y los eleva mediante un sistema neumático, todo comandado desde un manubrio ergonómico.

A partir de este desarrollo se cumple el desafío de proponer a la industria chilena, verdaderas soluciones ingenieriles para MMC, con diseño y fabricación nacional.

## II. Palabras claves

Manipulador / Innovación Industrial / Apilado manual / Cilindros de Gas / Manejo manual de carga / Ergonomía.

## III. Introducción y Antecedentes

La industria en Chile está regida por la Ley 20.949 que establece el límite para manipulación de carga en 25 kg para hombres entre 18 y 45 años, y tiene por objetivo velar que todas las actividades laborales se realicen sin deterioro para la calidad de vida de las personas.

Por otra parte, la SUSESO en su informe anual de Seguridad y Salud en el trabajo 2022, evidencia que un 42% de los accidentes laborales tiene origen en el esfuerzo físico, golpes contra y caídas de objetos, y adicionalmente las enfermedades profesionales concentran un 16% con origen musculoesquelético.

Alineados con esta realidad que merece ser atendida, Gravedad Zero SpA gracias al concurso de fondos de Innovación Suseso 2023, y en particular gracias al financiamiento de la ACHS, propuso dar una segunda oportunidad al desarrollo innovador de un

Manipulador de Cilindros de Gas, que ya tuvo un primer intento en el concurso Suseso 2021, y que esta vez si alcanzó el éxito esperado, siendo validado por usuarios en una aplicación industrial, y cuyos resultados son el motivo de este informe final.

Por otra parte, cabe mencionar que este tipo de equipamiento no se encuentra visible en el mercado mundial de soluciones ingenieriles, motivo por el cual Gasco promovió este desarrollo local, y motivo por el cual también es considerado una innovación.

#### **IV. Definición del problema, desafío de innovación.**

El sector industrial de envasado de cilindros de gas licuado en formato de 15 kg, posee una serie de puntos de almacenaje interno, donde los cilindros requieren ser previamente apilados en 3 niveles, y hoy esta tarea de apilado se resuelve con intensiva manipulación manual, haciendo contacto con envases llenos que pesan cada uno 32 kg (peso bruto).

El apilado consiste en enchufar la base de un cilindro superior sobre la manilla de un cilindro basal, y esta tarea se realiza en el final de la línea de envasado, donde los cilindros deben ser retirados a razón de 15 cilindros por minuto, esto es, 1 cilindro cada 4 segundos.

Dado que no existen tecnologías que solucionen esta tarea de apilado, en la actualidad esta actividad se ejecuta mediante la destreza y fuerza humana de 2 operadores, quienes resuelven el agarre del cilindro, la transferencia origen-destino a distinta altura y la estabilidad de los mismos para lograr el correcto encaje entre un cilindro y otro, para así conformar una pila de 3 unidades en altura.



Esta maniobra de carácter repetitiva, se realiza aplicando esfuerzo, torsión de tronco y torsión de muñeca, siendo todos factores de riesgo que exponen al personal a posibles accidentes y trastornos musculoesqueléticos.

Gasco GLP reconoce esta actividad como aquella donde más reportes de golpes y dolores existen, y ha desarrollado una serie de medidas administrativas tales como, permanente capacitación, supervisión y rotación de personal, pero entiende que no es suficiente, y manifestó su interés en desarrollar una solución ingenieril que reduzca la exposición de los trabajadores.

Entonces el desafío ha sido desarrollar un brazo mecánico articulado de accionamiento neumático, esto es, aire comprimido, dada la presencia de gases inflamables en la zona de trabajo, y que tuviera la capacidad de levantar 4 cilindros de manera simultánea y estable, y apilarlos en un radio de 2,5 metros en pilas de 3 niveles.

La razón técnica para tomar de a 4 unidades simultáneas se debe a la cadencia de la línea de envasado, la cual entrega 1 cilindro lleno cada 4 segundos, por lo tanto, tomar de a 4 unidades permite tener 16 segundos para no detener la línea de envasado.

El desafío tiene aún más trascendencia si consideramos que Gasco posee 7 plantas de envasado en Chile, donde esta solución podría replicarse, y de igual forma hay otras 2 empresas del rubro que viven el mismo problema con similar envergadura.

Para aclarar el estado del arte, en la industria si existe la manipulación mecanizada de cilindros, pero sólo en un nivel de altura, y esto se denomina paletizado y despaletizado, pero no existe aún visible el "apilado" mecanizado que es el verdadero dolor que busca resolver este proyecto.

En resumen, el desafío innovador ha sido resolver las siguientes 6 problemáticas de base, y que ha requerido pensar distinto:

- a. **AGARRE** : Resolver la motricidad fina con que los trabajadores toman los cilindros, y dan estabilidad al cilindro para sacarlo de la línea y realizar el apilado.
- b. **IZAJE** : Resolver y reducir drásticamente la fuerza humana involucrada en el levante de 32 kg de peso.
- c. **TRASLADO** : Resolver y reducir el esfuerzo de traslado de un cilindro desde su origen hasta distintas ubicaciones finales, dentro de un radio de acción cercano al final de línea.
- d. **VELOCIDAD** : Replicar la velocidad de evacuación de cilindros desde la línea de envasado para no afectar su cadencia de 15 cilindros por minuto.
- e. **IRREGULARIDAD PARQUE CILINDROS** : Hacerse cargo de la realidad del parque de cilindros existentes en el mercado, los cuales presentan diversas geometrías (debido a distintos proveedores y versiones) y deformaciones producto del rudo manejo fuera de la Planta. Esta variable afecta el alineamiento y rectitud de una pila, y consecuentemente, afecta la capacidad de enchufe entre las manillas de una fila inferior y las bases de la fila superior.
- f. **INNOVACIÓN** : Crear el microclima laboral necesario para que un equipo novedoso y primero en su tipo, pueda tener la oportunidad de vivir y corregir sus defectos, durante las pruebas de pilotaje en Planta.

## V. Experiencias Relevantes.

Sin duda, la mayor experiencia técnica fue el desarrollo previo de este equipo en su versión inicial desarrollado en el marco del Concurso Innovación Suseso 2021, en donde el prototipo alcanzó la etapa de armado y pruebas en maestranza, siendo estas insuficientes para enfrentar una etapa de pilotaje en planta Gasco El Belloto.

Sus debilidades se concentraban en componentes y mecanismos que fue necesario repensar, robustecer, rediseñar y volver a fabricar, para garantizar la fortaleza y paralelismo del módulo de agarre.



Aún así, esta primera versión resolvió rudas pruebas de agarre de 4 cilindros simultáneos y suaves grados de libertad, que fueron incorporadas en esta la versión industrial.

Una de las lecciones aprendidas de este primer desarrollo, fue incorporar al equipo profesional de Gravedad Zero, un Especialista experimentado en fabricación de equipos y mecanismos, lo cual mejoró la dirección técnica del diseño y fabricación, perfeccionando robustez y tolerancias.

Por otra parte, destacamos la intención de perseverar por parte de Gasco, que manifestó su real interés en continuar este desarrollo comprometiendo su colaboración a nivel de participación ingenieril, facilidades para realizar pruebas de campo, e invirtiendo recursos para complementar el funcionamiento de este equipo, fabricando una estación de acumulación de 4 cilindros en la línea, que no estuvo exenta de desafíos a resolver.

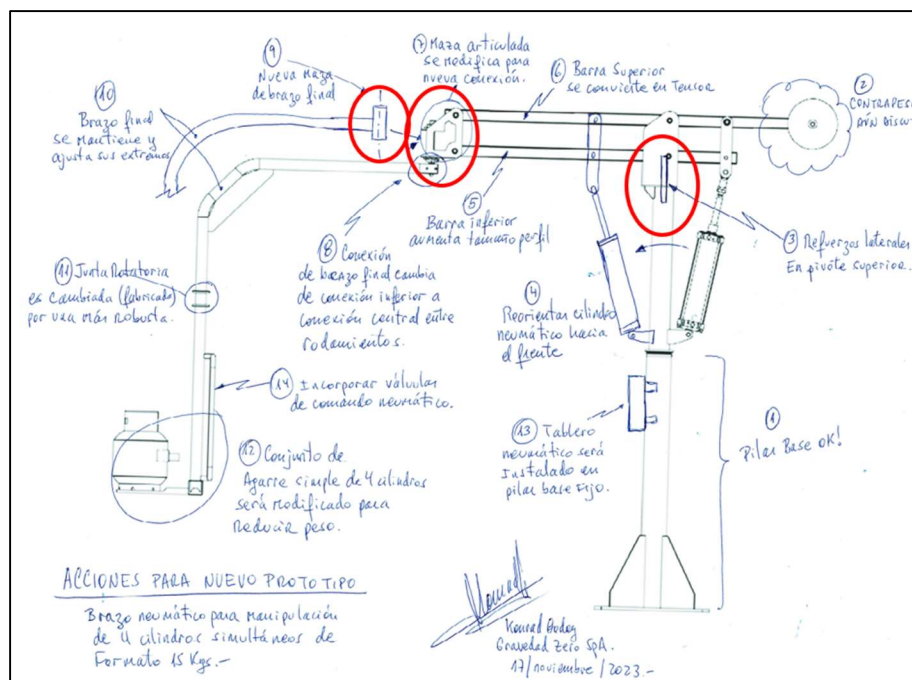
Muy destacable fue incluir a los trabajadores y el equipo supervisor (usuarios) en el microclima que requiere una innovación, pues ellos aportaron la voluntad de permitir que este equipo nuevo demostrará su valor en Planta, pues se debió vencer la resistencia a lo nuevo, desarrollar las técnicas de operación, y hacer que el equipo cumpliera el propósito de alivianar el trabajo, realizar adecuadamente el apilado, y todo esto dentro del ciclo de tiempo preestablecido de 16 segundos.

## VI. Etapas de la innovación

### Etapa 1 : Lecciones aprendidas del 1er Prototipo.

En este caso se identificó las fortalezas del 1er prototipo, como fue haber creado físicamente un brazo articulado que poseía articulaciones suaves y un muy buen módulo de agarre de cilindros, capaz de tomar 4 cilindros simultáneos y con gran estabilidad.

Sin embargo, reconocer y aprender de los errores fue fundamental para sentar las bases del nuevo equipo y en este caso, se proyectó robustecer cada pieza en particular.



### Etapa 2 : Rediseño y Fabricación.

En este caso, se debió desarrollar piezas hasta 3 veces, una vez que las pruebas parciales nos demostraron que algunos componentes no sólo se veían afectados por flexión, sino que también por torsión.

Esto último hizo crecer espesores, diámetros, cambio de perfiles y la incorporación de elementos de refuerzo, junto con buscar una relativa reducción de peso.

Sin embargo, la técnica de fabricación empleada, junto con el trabajo de ajustes y tolerancias, rápidamente evidenció un buen paralelismo y alineamiento que eran vitales para poseer una correcta horizontal al enchufar los 4 cilindros simultáneos.



### Etapa 3 : Validación en Taller.

Luego de realizar varias pruebas mecánicas en taller, se procedió a incorporar un circuito neumático para equipar el Manipulador con el comando de Izaje neumático, y una vez realizadas pruebas satisfactorias, planificamos la visita de Gasco a nuestro taller para realizar las pruebas de Validación en Taller.





El 13 de Marzo de 2024, se realizó satisfactoriamente las pruebas de agarre estable de 4 cilindros simultáneos, y el apilado en 3 niveles.

El resultado fue la aceptación del hito por parte de Gasco, valorando que el equipo y su diseño eran capaces de Agarrar, Izar y Transferir cilindros llenos aleatorios del mercado, absorbiendo la diversidad dimensional y sus deformaciones.

Un hecho relevante y destacable fue que ningún cilindro cayó durante las pruebas.



Dadas las limitaciones de suministro de aire comprimido, las pruebas de velocidad fueron planificadas para la operación real a ejecutarse en junio de 2024.

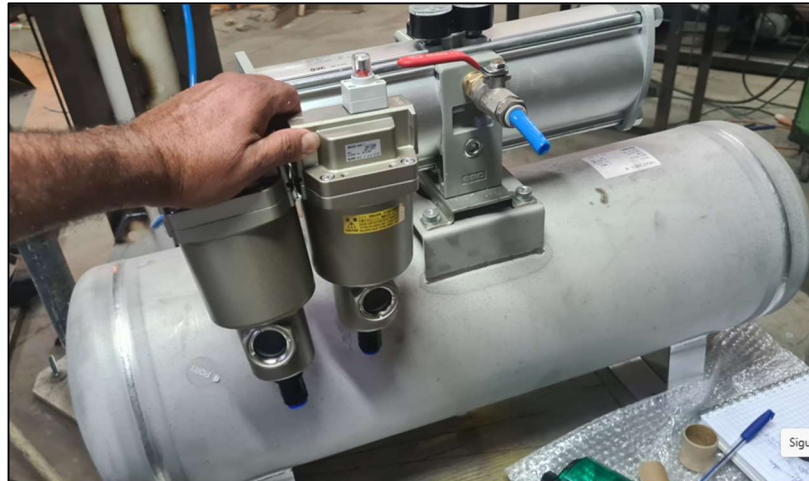
En los días siguientes también se realizó pruebas de funcionamiento y validación junto a la profesional ergónoma ACHS del proyecto.



#### Etapa 4 : Lecciones aprendidas de Etapa 3, e implementación.

Ahora correspondía preparar el equipo para su uso en planta, para lo cual fue necesario resolver todos aquellos elementos que tenían carácter de provisorio, realizar ajustes finales, pero por sobre todo, abordar 2 grandes desafíos:

- a. Desarrollar un manubrio ergonómico que permitiera empuñar y movilizar el módulo de agarre de cilindros, junto con un comando de izaje subir-bajar que incorporase la comodidad de uso a distintas alturas. Ver foto a la derecha.
- b. Incorporar una unidad amplificadora de presión de aire que dé garantía de continuidad y estabilidad en el suministro de aire, absorbiendo las fluctuaciones de una red industrial. Ver foto abajo.



Paralelamente, todo el equipo fue desarmado y preparado para el servicio de pintura externa, considerado como la última actividad de taller.

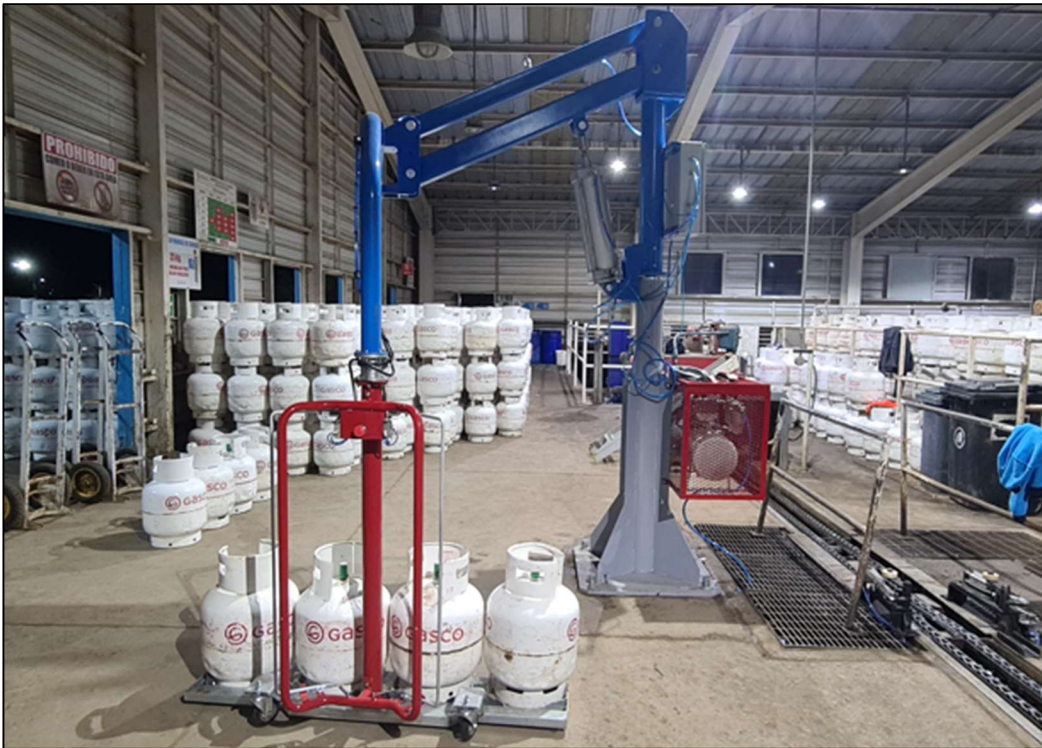
#### Etapa 5 : Montaje y Pruebas preliminares en Planta.

Este hito fue planificado para la 1ra semana de Junio 2024, y fue realizado en 4 jornadas nocturnas debido a que la planta se encontraba en temporada alta y no permitía la interrupción de la producción en horario diurno.

Este trabajo fue complementado con la instalación por parte de Gasco, de un sistema separador de 4 cilindros en línea para permitir el correcto uso del manipulador tomando sólo 4 cilindros simultáneos.

Se realizó una serie de pruebas en vacío y con cilindros llenos, desarrollando las primeras técnicas de uso en velocidad, y estudiando los espacios vitales utilizados por el equipo en acción.

También se pudo valorar el buen diseño del manubrio, y la estabilidad de presión de aire brindada por la unidad amplificadora de presión.



La Puesta en marcha fue programada para el día 14 de Junio de 2024.

*Etapas 6 : Preparar al Equipo de Trabajo para la Innovación.*

Este hito, considerado de vital importancia para el éxito del proyecto, consistió en la realización de una inducción a jefaturas y trabajadores por separado y juntos, todo antes de tomar contacto con el equipo.



El objetivo fue dar contexto a cada uno de los participantes respecto de lo que significa enfrentar una innovación, y la importancia de valorar el efecto positivo que podría tener sobre la salud ocupacional, si el equipo tenía éxito en su implementación.

Para esta inducción se incorporó una maqueta de un brazo articulado para explicar su funcionamiento, la que aportó mucho a la comprensión del principio de funcionamiento del equipo.

Los trabajadores de la empresa contratista Manpower (3), manifestaron su entusiasmo con la invitación a participar y manifestaron su voluntad y compromiso para desarrollar su mejor desempeño.

Crear este ambiente positivo, sin duda, fue una contribución para el éxito del proyecto.

#### *Etapas 7 : Uso del Equipo en Planta.*

Luego de un entrenamiento aproximado de 2 jornadas (on the job), el manipulador entró en operación real y su manejo intuitivo permitió una curva de aprendizaje muy rápida, hecho que entusiasmó a la mayoría de los trabajadores pasando en 1 semana de 3 a 9 trabajadores operando el equipo durante todo el turno.

Las fotos A, B, C y D ilustran cómo el equipo comandado por un trabajador, es capaz de enchufar 4 cilindros de manera estable, y luego retirarlos de la línea.



Y en la siguiente secuencia de 3 fotografías, se observa cómo el trabajador construye la pila de 3 niveles en altura.



Este entrenamiento en el trabajo, fue desarrollando y afinando la técnica de uso del equipo, y cada día se pudo apreciar perfeccionamiento y normalidad.

#### Etapa 8 : Validación en planta.

Dado que el uso del equipo rápidamente fue amigable, simple y muy útil, la operación lo consideró parte de su normalidad, y salvo una oportunidad en que hubo que resolver un problema de agripamiento mecánico, el equipo fue dejado en Planta a entera disposición de la operación sin más contacto que llamados telefónicos de seguimiento.

Como se ilustra a continuación en carta Gantt, estuvo sometido a evaluación durante 6 semanas (semana 4 a la 9), en donde se pudo validar su operación contra la velocidad de

línea, es decir, 15 cilindros por minuto, justo en temporada alta, y el equipo junto con la destreza adquirida por los trabajadores lograron validar su uso satisfactorio en velocidad.

<b>Proyecto Manipulador Neumático de Cilindros de Gas en 3 niveles - SUSESO 2023</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<b>-- Carta Gantt Montaje y Puesta en Marcha --</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="7" style="text-align: center;">MAYO-2024</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Lu</th><th>Ma</th><th>Mi</th><th>Ju</th><th>Vi</th><th>Sa</th><th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><b>SEMANA 1</b></td> <td>29</td><td>30</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td></td> </tr> <tr> <td>1</td><td>Anclaje Pilar Base</td> <td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2</td><td>Armado Mecánico</td> <td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>3</td><td>Armado Neumático</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Lu</th><th>Ma</th><th>Mi</th><th>Ju</th><th>Vi</th><th>Sa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><b>SEMANA 2</b></td> <td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>Revisión Final Equipo y VB para arranque</td> <td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Lu</th><th>Ma</th><th>Mi</th><th>Ju</th><th>Vi</th><th>Sa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><b>SEMANA 3</b></td> <td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td> </tr> <tr> <td>5</td><td>Contexto y Capacitación del Personal (3)</td> <td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>6</td><td>Inicio básico de Uso equipo</td> <td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td>X</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Lu</th><th>Ma</th><th>Mi</th><th>Ju</th><th>Vi</th><th>Sa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><b>SEMANA 4</b></td> <td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td> </tr> <tr> <td>7</td><td>Uso del Equipo en Operación</td> <td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td> </tr> <tr> <td>8</td><td>Detención x giro Equipo con esfuerzo</td> <td></td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>Asistencia Técnica Gzero (se resuelve giro)</td> <td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Lu</th><th>Ma</th><th>Mi</th><th>Ju</th><th>Vi</th><th>Sa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><b>SEMANA 5</b></td> <td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>10</td><td>Equipo en Operación</td> <td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td> </tr> <tr> <td>11</td><td>Visita Gzero</td> <td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>12</td><td>Se detecta Ruido (resuelto días posteriores)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Dotación capacitada pasa de 3 a 9 trabajadores</p>			MAYO-2024									Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa		<b>SEMANA 1</b>		29	30	1	2	3	4		1	Anclaje Pilar Base		X						2	Armado Mecánico				X				3	Armado Neumático					X					Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	<b>SEMANA 2</b>		6	7	8	9	10	11	4	Revisión Final Equipo y VB para arranque			X						Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	<b>SEMANA 3</b>		13	14	15	16	17	18	5	Contexto y Capacitación del Personal (3)		X					6	Inicio básico de Uso equipo				X		X			Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	<b>SEMANA 4</b>		20	21	22	23	24	25	7	Uso del Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X	8	Detención x giro Equipo con esfuerzo			X	X			9	Asistencia Técnica Gzero (se resuelve giro)				X					Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	<b>SEMANA 5</b>		27	28	29	30	31	1	10	Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X	11	Visita Gzero				X			12	Se detecta Ruido (resuelto días posteriores)						X	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="7" style="text-align: center;">JUNIO-2024</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Lu</th><th>Ma</th><th>Mi</th><th>Ju</th><th>Vi</th><th>Sa</th><th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><b>SEMANA 6</b></td> <td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td></td> </tr> <tr> <td>13</td><td>Equipo en Operación</td> <td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Lu</th><th>Ma</th><th>Mi</th><th>Ju</th><th>Vi</th><th>Sa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><b>SEMANA 7</b></td> <td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td> </tr> <tr> <td>14</td><td>Equipo en Operación</td> <td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td> </tr> <tr> <td>15</td><td>Visita Gzero</td> <td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Lu</th><th>Ma</th><th>Mi</th><th>Ju</th><th>Vi</th><th>Sa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><b>SEMANA 8</b></td> <td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td> </tr> <tr> <td>16</td><td>Equipo en Operación</td> <td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Lu</th><th>Ma</th><th>Mi</th><th>Ju</th><th>Vi</th><th>Sa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><b>SEMANA 9</b></td> <td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td> </tr> <tr> <td>17</td><td>Equipo en Operación</td> <td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="7" style="text-align: center;">JULIO-2024</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Lu</th><th>Ma</th><th>Mi</th><th>Ju</th><th>Vi</th><th>Sa</th><th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><b>SEMANA 10</b></td> <td>1</td><td>2</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td></td> </tr> <tr> <td>18</td><td>Visita ACHS-Gasco a Planta El Belloto</td> <td>X</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>			JUNIO-2024									Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa		<b>SEMANA 6</b>		3	4	5	6	7	8		13	Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X				Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	<b>SEMANA 7</b>		10	11	12	13	14	15	14	Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X	15	Visita Gzero		X							Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	<b>SEMANA 8</b>		17	18	19	20	21	22	16	Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X			Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	<b>SEMANA 9</b>		24	25	26	27	28	29	17	Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X			JULIO-2024									Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa		<b>SEMANA 10</b>		1	2	26	27	28	29		18	Visita ACHS-Gasco a Planta El Belloto	X	X					
		MAYO-2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>SEMANA 1</b>		29	30	1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	Anclaje Pilar Base		X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2	Armado Mecánico				X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
3	Armado Neumático					X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>SEMANA 2</b>		6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
4	Revisión Final Equipo y VB para arranque			X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>SEMANA 3</b>		13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
5	Contexto y Capacitación del Personal (3)		X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
6	Inicio básico de Uso equipo				X		X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>SEMANA 4</b>		20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
7	Uso del Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
8	Detención x giro Equipo con esfuerzo			X	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
9	Asistencia Técnica Gzero (se resuelve giro)				X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>SEMANA 5</b>		27	28	29	30	31	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
10	Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11	Visita Gzero				X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
12	Se detecta Ruido (resuelto días posteriores)						X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		JUNIO-2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>SEMANA 6</b>		3	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
13	Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>SEMANA 7</b>		10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
14	Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
15	Visita Gzero		X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>SEMANA 8</b>		17	18	19	20	21	22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
16	Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>SEMANA 9</b>		24	25	26	27	28	29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
17	Equipo en Operación	X	X	X	X	X	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		JULIO-2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>SEMANA 10</b>		1	2	26	27	28	29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
18	Visita ACHS-Gasco a Planta El Belloto	X	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

No obstante lo anterior, el equipo ha continuado su funcionamiento satisfactorio en planta, hasta la fecha de emisión de este documento.

Por lo tanto, la implementación de esta innovación fue catalogada como exitosa por parte de los usuarios y Gasco, quien ya proyecta su expansión a otras instalaciones.

**Etapa 9 : Cierre exitoso del proyecto.**

Como indica la carta Gantt, el día 02-julio-2024 se organizó una visita a Planta El Belloto de Gasco, que tuvo por objetivo marcar el hito de cierre del proyecto, en donde tanto personal de Manpower (subcontrato Gasco para esta actividad operativa), Gasco, ACHS y



Gravedad Zero, pudieron ver la operación en acción, y se pudo compartir las experiencias de los trabajadores quienes valoraron el aporte de esta innovación.

## **VII. Resultados**

El primer gran resultado es haber creado una solución ingenieril al nivel de equipo industrial, más allá de un prototipo, el cual resuelve un problema real y duro de la industria de envasado de cilindros de gas, como es el apilado en 3 niveles.

El equipo resuelve la extracción de 4 cilindros de gas simultáneos desde una línea de envasado, y es capaz de izarlos y transferirlos en el perímetro cercano y apilarlos en 3 niveles, que es el formato requerido para su posterior movilización y almacenaje.

El diseño es capaz de atrapar de manera estable, cilindros llenos reales, de 32 kg cada uno, absorbiendo las diferencias de dimensión de deformidades propias del mercado.

Coincidentemente con la temporada alta de envasado de gas (invierno en Chile), el equipo pudo ser probado en línea a su capacidad nominal, esto es realizar un ciclo de retiro y apilado menor a 16 segundos, que era la meta en velocidad. Esto se logró gracias a las características técnicas del equipo y a la destreza adquirida por los trabajadores en este corto periodo.

El equipo y su maniobrabilidad entró rápidamente en sintonía con los trabajadores (usuarios), quienes abiertamente han valorado su incorporación al proceso, y hoy destacan la reducción del cansancio y la reducción en la exposición al trabajo repetitivo, al manejo manual de carga, y a posturas forzadas.

Por último, un efecto increíble fue recibir la alegría de los trabajadores que sentían un cambio positivo en su agotadora vida laboral, y que a su vez se traduce como energía disponible al llegar a sus hogares.

Esta innovación sin duda ha creado un efecto transformador del trabajo.

## **VIII. Recomendaciones para Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo.**

El equipo y tecnología desarrollados en el presente proyecto representan una importante, e innovadora herramienta para ir en ayuda de aquellas operaciones industriales donde el Manejo Manual de Carga, aún no está resuelto.

El trabajo se seguirá realizando, pero esta vez liberando a los trabajadores del esfuerzo físico que significa manipular carga repetitiva, mediante una ayuda técnica que absorbe el esfuerzo, y donde el trabajador deja de ser un cargador y se convierte en un conductor de la carga.

Gravedad Zero SpA agradece a la ACHS y a la Suseso por fomentar esta iniciativa que va más allá de una investigación, y que permitió dar vida a una solución ingenieril que ataca directo a la causa raíz de procesos que afectan la Seguridad y Salud en el trabajo.

En nuestra opinión, debiera ser atractivo para ACHS promover este tipo de proyectos de innovación que intervienen procesos industriales reales, pues de esta forma podrían cautivar y apoyar a sus clientes actuales y futuros.

## IX. Conclusiones

Junto con agradecer la oportunidad de participar de este concurso SUSESO de fondos destinados a la Innovación en Salud Ocupacional, la siguiente fotografía ilustra las 3 fuerzas necesarias para que una iniciativa de este tipo cobrara vida.



Por una parte, el OAL ACHS que financia y patrocina esta iniciativa, Gasco que marca el dolor en la industria y compromete sus instalaciones y personal para pilotear esta innovación, y Gravedad Zero que aporta el desarrollo técnico para dar vida a la solución Ingenieril que resuelve la causa raíz.

Sin estos 3 actores, no habríamos llegado a la solución que nos llena de orgullo y que hoy celebramos.

En resumen este proyecto ha logrado transformar el trabajo, brindando Salud Ocupacional a los trabajadores, en sintonía con la productividad del proceso, y por sobre todo creando un gran impacto en el clima laboral.

La empresa y sus colaboradores están contentos.



## X. 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/>

## XI. Anexos

-----