

800-192
6-192
2006

INFORME TECNICO FINAL

Código Proyecto	204-4295
Título Proyecto	DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE SISTEMAS CONTROLADORES DE TEMPERATURA Y DE TRANSPORTE MEDIANTE EL USO DE AIRE COMPRIMIDO.
Empresa (s) Solicitante (s)	ASESORIA EN GESTION Y PROYECTO EN ING. GESOF LTDA
R.U.T. Empresa	78.127.700-2
Entidad Ejecutora	ASESORIA EN GESTION Y PROYECTO EN ING. GESOF LTDA.

Santiago, Julio 2006

**Desarrollo e Implementación de Sistemas Controladores de
Temperatura y de Transporte Mediante el Uso de Aire
Comprimido
Proyecto INNOVA CHILE N° 204-4295**

A) RESUMEN EJECUTIVO

A.1.- ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La empresa *GESOFT INGENIERIA LIMITADA*, inicia sus actividades en *Julio de 1991*, desde entonces, su objetivo ha sido poner al alcance de la Industria y Minería Nacional servicios y productos que permitan incrementos en su productividad, basados en la transferencia de tecnologías a sus procesos.

Los primeros servicios fueron orientados a la incorporación de máquinas con control numérico *CNC* y sistemas *CAD/CAM*. Posteriormente incorpora, acorde a los requerimientos de la industria nacional, servicios de ingeniería en las áreas de Automatización Industrial, Cableado Estructurado y Tendido de Fibra Óptica.

Desde hace ocho años ha desarrollado fuertemente el área de Calidad de Energía Eléctrica y esta en condiciones de ofrecer innovadores servicios y productos de avanzada tecnología orientados lograr ahorros y un uso más eficiente de la energía, tales como: Auditorias de Calidad de Energía, Asesoría de Plan Tarifario, Acondicionadores de Energía para instalaciones eléctricas Sector Industrial, Comercial e Institucional. Análisis y Modelamiento Computacional de Sistemas Eléctricos.

En la actualidad, en asociación con empresas americanas y europeas de primer nivel tecnológico y en conjunto con su filial *EcoEnergy Ltda.*, está en condiciones de proveer y desarrollar soluciones en distintas áreas de la ingeniería y ofrecer servicios que comprenden desde el diseño hasta puestas en servicio, incluyendo la capacitación y el soporte técnico de post venta.

A.2.- SINTESIS DEL PROYECTO

Como objetivos se plantearon:

- Desarrollo de la ingeniería nacional para aplicaciones de última generación mediante Aire Comprimido.
- Desarrollo y análisis de tecnología de fabricación de partes y piezas según los requerimientos de la investigación.
- Desarrollo y aplicaciones industriales destinadas a la resolución de problemas de nicho.

A.3.- PRINCIPALES RESULTADOS DEL PROYECTO Y CONCLUSIONES

Los principales resultados logrados son:

- Desarrollo de aplicaciones, para las cuales no existían soluciones técnica y económicamente fiables y factibles para la industria nacional.
- Desarrollo de la ingeniería necesaria para la implementación de las soluciones planteadas.
- Desarrollo de aplicaciones industrialmente, alcanzando los objetivos técnicos, funcionales y económicos planteados.
- Implementación y prueba de las soluciones planteadas a nivel industrial.
- Desarrollo de una línea comercial de productos.

Las conclusiones más importantes son:

El desarrollo permitió considerar importantes aspectos en el diseño y conocer en forma más profunda las características del mercado y las posibilidades del mismo. Específicamente, aspectos que son valorados por el mercado en equipos y sistemas que utilizan aire comprimido, como son la reducción del consumo de energía, el cumplimiento de normas, reducción del mantenimiento, la posibilidad de ser automatizados y la facilidad para ser implementados en sus actuales procesos.

Las aplicaciones desarrolladas fueron caracterizadas y contrastadas con las tecnologías alternativas convencionales, demostrando importantes ventajas respecto de las tecnologías tradicionales.

Un número de importantes empresas manifestó gran interés en este tipo de aplicaciones y en la implementación de esta tecnología en sus instalaciones. Las necesidades detectadas y las potenciales aplicaciones analizadas, arrojaron que la mayoría de las empresas presentan necesidades que resultaron coherentes con los objetivo de desarrollar aplicaciones industriales destinadas a la resolución de problemas de nicho.

A.4.- IMPACTO DEL PROYECTO

El desarrollo de sistemas logrados, con ingeniería y desarrollo nacional, configuran el desarrollo de un nuevo mercado para la empresa. El desarrollo de estos sistemas, más que de productos puntuales, significa otorgar soluciones finales de ingeniería y lograr un mayor valor agregado para sus productos y servicios. Esto implica que la empresa ha logrado desarrollar técnica y económicamente un conjunto de productos factibles de ser incorporados a distintos nichos de la industria nacional.

Mediante las implementaciones piloto, en distintas industrias representativas, se ha podido establecer la factibilidad y aplicabilidad del desarrollo tecnológico logrado, ahora la empresa se abocara a su introducción y posterior difusión con el fin de lograr la ampliación de mercado.

B) EXPOSICION DEL PROBLEMA

B.1.- INTRODUCCIÓN

En la industria y minería nacional existe un gran número de problemas asociados a lograr una temperatura y un transporte debidamente controlado, alcanzar dicho objetivo incide de manera importante en la eficiencia, seguridad y estabilidad de sus procesos. Es así, que existen diversas tecnologías para abordar esta problemática, cada una de ellas con su campo específico de aplicación.

Nuevas tecnologías irrumpen en distintos campos día a día y aspiran a establecer ventajas respecto de sus sucesoras y por tanto ser una mejor solución en su campo. Es así que, la utilización del aire comprimido para abordar estas problemática, deben ganar su espacio demostrando sus ventajas en nichos específicos.

B.2.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En nuestro país, el poco conocimiento de las últimas tecnologías asociadas a la utilización de aire comprimido, ha significado que muchas problemáticas de proceso se enfrenten con alternativas de elevado nivel de inversión y mantenimiento, técnicamente poco eficientes, que no alcanzan los estándares requeridos o bien excesivamente sobredimensionadas. Por lo tanto, en primer término el proyecto permitió hacer ver, sensibilizar y educar a la industria nacional, respecto de la problemática y los avances en el área, permitiendo además, dar el inicio de toda un área de nuevos desarrollos, para cada día obtener soluciones de proceso o el desarrollo de nuevos en base a las tecnologías planteadas.

En términos directos, para la empresa significa un aumento de Ingresos por Ventas, al permitir el desarrollo de una nueva, innovadora y altamente rentable alternativa de negocios. Ya que amplía y mejora sus posibilidades comerciales en el giro, pudiendo ofrecer nuevas soluciones. Así también, permitió el perfeccionamiento de sus profesionales y adquirir el Know-How de aplicaciones en tecnología de punta.

Desde el punto de vista tecnológico se tiene:

- Mejoramiento de la utilización de la capacidad instalada de la empresa.
- Tecnología flexible, en función a los requerimientos particulares de la industria ya que se pueden desarrollar múltiples aplicaciones particulares a partir de los desarrollos inicialmente planteados.
- Conveniente desde el punto de vista económico porque puede ser desarrollado en el país y con ingeniería nacional, lo que permite ofertar precios de venta competitivos.
- Alternativa que permite disminuir los costos de operación de la industria nacional vía la incorporación de tecnología de punta y mediante sustitución de las soluciones existentes a la fecha, con infraestructura disponible en las empresas en la actualidad (redes de aire comprimido).

B.3.- OBJETIVOS TÉCNICOS

Desarrollo de un servicio que utilice las tecnologías más recientes en el ámbito de los sistemas de Aire Comprimido, que permita ofrecer soluciones innovadoras en los ámbitos de control de temperaturas para procesos y equipamiento de faena o bien en el transporte de elementos en fabrica y procesos, mediante la utilización de aire comprimido.

Verificar y probar soluciones en nuestro país en empresa seleccionadas y representativas de cada sector, que hagan viable la introducción de dichas tecnologías, en nichos de la industria nacional.

B.4.- TIPO DE INNOVACION

El desarrollo de la presente innovación permite mejoras la eficiencia de proceso o bien mejorar el funcionamiento de los equipos de proceso productivo, para lo cual no existían alternativas tecnológicas y económicamente rentables a la fecha.

La innovación consiste en disponer en el país, de ingeniería y servicio técnico nacional, de sistemas que solucionan problemáticas de proceso para las principales industrias del país y que hasta el momento no tenían alternativas. Por lo tanto, desarrollar equipos y sistemas más eficientes en relación a lo existente en el mercado, más seguros y fáciles de operar. El objetivo de este desarrollo es innovador en el área de ingeniería, y radica en integrar a un menor costo la tecnología disponible a nivel mundial en los procesos de optimización de procesos industriales.

B.4.1.- Control de Temperatura

La mayor aplicación para los Sistemas del Refrigeración de gabinetes es la generación de un ambiente frío para los controles de mando de equipo sensible. Entre éstos se encuentran los PLC, los controles numéricos CNC, equipos que controlan a otros y/o realizan control de procesos.

Los estudios del mercado han mostrado que los Sistemas de Refrigeración de gabinetes mediante aire comprimido tiene ventajas comparativas, frente a los equipos de acondicionamiento de aire mediante freon (CFC's), siendo percibidos por los clientes como:

1. Un costo inicial bajo.
2. Un equipo compacto.
3. La facilidad de instalación.
4. Libres de mantenimiento.
5. La capacidad de enfriamiento ideal para un panel de control y gabinetes eléctricos.
6. No contiene ningún CFC (medioambientalmente sustentable).
7. Presión positiva interior. Excelente nivel de protección ante gases o partículas nocivas del ambiente.

El mercado para los Sistemas de Refrigeración de gabinetes es sumamente amplio. El potencial de ventas es mayor dentro de las plantas más grandes, particularmente en aquellos que tienen ambientes agresivos, calientes y/o sucios (por ejemplo las grandes plantas industriales o bien las plantas de proceso minero).

Clientes importantes, pero es ningún caso limitado, son la Industria del Acero, la Industria del Plástico, Plantas de Alimentos, Plantas Mineras y la Industria Química.

Por otro lado un Sistema Enfriador que trabaja con aire comprimido, proporciona un medio simple y barato de quitar el calor de los equipos de mecanizado secos, en el sentido de acrecentar la productividad y extender la vida útil de las herramientas de corte.

B.4.2.- Transporte a Base de Aire Comprimido

Los sistemas a base de aire comprimido, permiten solucionar problemas donde se requiere transportar formas complejas, sólidos a granel, pérdidas de procesos productivos (waste) y recortes aprovechables de proceso (scrap), en especial en la industria del plástico.

Se pueden diseñar en acero inoxidable para aplicaciones alimenticias, según las normativas europeas y en aluminio, para aplicaciones generales.

La mayoría de las aplicaciones que se pueden abarcar incluyen el llevado de pellets plásticos y gránulos a cargadores del depósito de alimentación (industria del plástico), o también quitando sobrantes de proceso y transportando piezas pequeñas de una estación de trabajo a otra.

Las aplicaciones están fuertemente orientadas a problemáticas que requieran equipamiento sin partes móviles y libres de mantenimiento, incluso se pueden desarrollar aplicaciones como el transporte de harinas, vísceras animales en el procesamiento de salmón, o bien cereales u otros sólidos de difícil transporte, todos estos ejemplos son críticos para las respectivas industrias. Caracterizados fundamentalmente por:

1. Un costo inicial bajo.
2. Un equipo compacto.
3. La facilidad de instalación.
4. Libres de mantenimiento.

También cabe mencionar aplicaciones de limpieza industrial permitiendo la aspiración y disposición de polvos y desechos, como también los derramamientos de líquidos de uso industrial. Una limitante del campo de aplicación, es que se puede generar estática por fricción de los materiales transportados y por ende una descarga eléctrica por lo que no puede ser utilizado en el transporte de elementos volátiles e inflamables. Por otro lado, mencionar interesantes aplicaciones que utilizando el transporte neumático se solucionan importantes problemas en líneas de proceso, a modo de ejemplo, en el etiquetado de fruta en líneas de packing, esta tecnología significará un importante aporte a la calidad y productividad del proceso.

C) METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

C.1.- METODOLOGÍA

El desarrollo fue realizado considerando en diversas industrias un conjunto mínimo de soluciones de explotación comercial, su diseño, su fabricación, su implementación y finalmente la verificación de su desempeño técnico y económico. Esto consideró principalmente las siguientes etapas:

- 1 Recopilación de Antecedentes.
- 2 Fase de Desarrollo de Ingeniería y Montaje de equipos. (Desarrollo de proveedores y construcción de prototipos).
- 3 Pruebas Piloto.
- 4 Evaluación y verificación de desempeño. (Correcciones y evaluaciones).
- 5 Conclusiones. (Implementación de prototipo y pruebas finales).

C.1.1.- Recopilación de Antecedentes

El objetivo de esta fase, fue recopilar y analizar información existente sobre tecnología, sobre aspectos técnicos y de equipamiento necesarios, como también experiencias realizadas en centros internacionales, a fin de analizar los procesos de diseño y pruebas, necesarias para el diseño del equipo, el proceso de fabricación y la verificación de desempeño. Estos aspectos implican la consulta de las normas nacionales e internacionales con respecto al tema. En esta etapa se realizó el estudio de las normativas técnicas vigentes y para ello se incluyó el tema en las reuniones con las empresas que participaron en el proyecto. Además permitió tomar conocimiento de los requerimientos que permitieron orientar el diseño y especificaciones de la tecnología a desarrollar y las posteriores aplicaciones.

Así también esta etapa persiguió, identificar claramente las tecnologías y aplicaciones a desarrollar: de producto, proceso, equipos y operación, seleccionar las diferentes alternativas de diseño para los componentes de los prototipos. Con este fin se procedió a sondear el mercado en relación a las reales características buscadas para el producto final y como lograr dichos objetivos. El análisis de esta información, permitió seleccionar el diseño o alternativas de proveedores de equipos a utilizar y ahondar en forma más profunda en las características del mercado y las exigencias del mismo.

C.1.2.- Fase de Desarrollo de Ingeniería de Detalle y Análisis

En esta etapa se desarrollaron los diseños de los prototipos y sistemas, permitiendo su posterior montaje, para ello fue necesario efectuar en primer término la ingeniería básica y de detalle de ellas.

En esta fase, la ingeniería básica contempló específicamente los planos generales de fabricación, detalle de los procesos y las memorias de cálculo respectivas. Por su lado, la ingeniería de detalle contempló fundamentalmente los planos de detalle de las piezas y los planos de montaje.

C.1.3.- Desarrollo de Proveedores y Fabricación de Prototipos

Finalizada la ingeniería de detalle, se procedió a la fabricación y montaje de los prototipos. Esta etapa se desglosa en a lo menos en los siguientes aspectos:

- Adquisición de materiales de acuerdo a especificaciones de plano de detalle.
- Desarrollo del proceso que permita obtener el ordenamiento del material constituyente de los equipos y armado de los equipos.
- Proceso de montaje de equipos en plantas y preparar condiciones para evaluación en operación.
- Incorporación de las mejoras técnicas especificadas para distintos servicios, análisis de información y cambios en la forma que faciliten su operación y posterior manipulación.

C.1.4.- Pruebas y Ensayos

Se realizaron las pruebas necesarias a los prototipos desarrollados enfocadas a calificar el desempeño de éstos en función de las alternativas propuestas. Pruebas de funcionamiento orientadas a calificar el comportamiento de cada una de las alternativas respecto al ámbito operacional, de seguridad, ambientales y de materiales, determinándose desviaciones del comportamiento ideal previsto, correcciones y verificaciones de cambio.

C.1.5.- Evaluación y Verificación de Desempeño

Para esto se realizó la implementación de aplicaciones en distintas industrias representativas, observando las siguientes características:

- Parámetros operacionales de acuerdo a las condiciones iniciales y a las establecidas en el diseño.
- Nivel de inversión, relación costo beneficios respecto de la situación anterior o de la tecnología anterior aplicada en cada caso.

C.1.6.- Conclusión – Implementación de Prototipo y Pruebas Finales

En esta fase se evaluó el proyecto desde el punto vista de los resultados más generales obtenidos con las implementaciones prototipos.

C.1.7.- Bibliografía

- ANSI S12.19-1996, Measurement of Occupational Noise Exposure ISO 9612-1991.
- Ciencias e Ingeniería de Los Materiales (P), Askeland, ITP-1998, ISBN: 9687529369.
- Avallone, E., y T. Baumeister. Manual del ingeniero mecánico. (9a edición). McGraw-Hill, Juárez (México), 1995.
- Manual de Mantenimiento de Instalaciones, Robinsón, John, Edición 1ª, Editorial Paraninfo, ISBN: 8428323933.
- NIOSH Manual of Analytical Methods. [Exit EPA]. 1994. 4th ed. 3 Volumes. U.S. National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Physical Sciences and Engineering.
- Neumática, Sanz Serrano José Luís, Edición 4, Editorial Paraninfo, ISBN: 8428322759.
- OSHA Analytical Methods Manual. [Exit EPA]. 2nd ed. 1990. Part 1: Organics (4 Volumes.); Part 2: Inorganics (2 Volumes.). U.S. Occupational Safety and Health Administration, OSHA Analytical Laboratory.
- OSHA Technical Manual, Section III: Chapter 5, "Noise Measurement".
- SERWAY, R.A. (1996). Física. Tomo I y II. Cuarta edición. Editorial Mc Graw-Hill.

C.2.- PLAN DE TRABAJO DEL PROYECTO

La especificación del plan de trabajo es la secuencia cronológica de las fases que a continuación se detalla en la siguiente tabla y gráfica, en relación a las actividades, plazos y localización.

Figura C.2.1.- Descripción de Actividades.

Fase	Descripción	Mes (es)
Recopilación de antecedentes	Esta contempla comunicaciones con centros de investigación y consultas técnicas a proveedores y otros, en el mes.	1.
Desarrollo de la ingeniería	Esta fue realizada en las instalaciones de GESOFT ING.	2 y 3.
Desarrollo de proveedores y construcción de prototipos.	Esta fue realizada en las instalaciones de GESOFT ING.	4, 5, 6, 7 y 8.
Evaluación y Verificación de desempeños.	Esta fue realizada con las empresas seleccionadas.	9 y 10.
Fase de Pruebas y Ensayos	Esta fue realizada con las empresas seleccionadas.	11, 12 y 13.
Conclusión y evaluación técnica y económica.	Esta fue realizada en las instalaciones de GESOFT ING.	12, 13 y 14.

Figura C.2.2.- Carta Gantt Final del Proyecto.

Nombre de Actividad	Duración (Días)	2016					2017								
		Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
1 Recopilación Datos y Def. Metodología.															
2 Recopilación de antecedentes	20	XXXX													
3 Consultas Técnicas a Proveedores	20		XXXX												
4 Desarrollo de Ingeniería de Detalles y Análisis.															
5 Desarrollo de Ingeniería Básica	20		XXXX												
6 Desarrollo de Ingeniería de Detalles	30			XXXX	XX										
7 Colizaciones	10					XX									
8 Des. de Proveedores y Const. de Prototipos															
9 Evaluaciones	20				XXXX										
10 Definición de compras	10					XX									
11 Ordenes de compras	20					XX	XX								
12 Construcción partes y piezas	60						XXXX	XXXX	XXXX						
13 Armado de prototipo	40							XXXX	XXXX						
14 Evaluación de Prototipo															
15 Pruebas funcionales	20								XXXX						
16 Pruebas operacionales	20									XXXX					
17 Mediciones en terreno	40								XXXX	XXXX					
18 Correcciones y Evaluaciones															
19 Reingeniería de proyecto	60										XXXX	XXXX	XXXX		
20 Evaluación de resultados prototipo	60										XXXX	XXXX	XXXX		
21 Definición de Prototipo y Pruebas Finales															
22 Desarrollo de fichas técnicas	60											XXXX	XXXX	XXXX	
23 Evaluaciones finales	60											XXXX	XXXX	XXXX	
24 Informes	20													XXXX	

La diferencia en relación a lo programado en la ejecución de las actividades del proyecto es mínima. Básicamente hubo desplazamiento de la actividad "Consultas Técnicas a Proveedores", la que se desarrollo al concluir la recopilación inicial de antecedentes. Adicionalmente, la actividad "Desarrollo de Ingeniería de Detalles" se extendió dos semanas, debido a la cantidad de planos de componentes y de montaje involucrados. Así también, la actividad "Evaluaciones" se extendió dos semanas, lo que implicó un desplazamiento similar de la actividad "Definición de Compras". Sin embargo, el proyecto se desarrollo en general de acuerdo a lo programado.

D) RESULTADOS OBTENIDOS

D.1.- PRINCIPALES CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO.

El análisis de la información recopilada permitió considerar importantes aspectos en el diseño, seleccionar alternativas de proveedores y conocer en forma más profunda las características del mercado y las posibilidades del mismo. A continuación se presenta un resumen.

D.1.1.- Uso del Aire Comprimido

La mayoría de las instalaciones industriales tiene a lo menos un compresor que se usa para los centenares de herramientas distintas, los equipos y sus operaciones. Mientras la mayoría de las aplicaciones de aire comprimido no presentan ningún problema, algunas si. El uso impropio puede traducirse en costos de energía innecesarios, en un alto nivel de ruido y en una exposición peligrosa del personal a altas presiones de aire.

D.1.2.- Reducción de Costos de Energía

La mejor manera de reducir los costos de energía es a través del apropiado mantenimiento y uso de los sistemas de aire comprimido. Las filtraciones y los filtros sucios requieren de una atención regular. También pueden lograrse ahorros de energía al reemplazar motores anticuados y mandos con modelos de alta eficiencia que a menudo se pagan en un periodo corto de tiempo. El factor más importante para aumentar la eficiencia dramáticamente es el uso apropiado de la energía. Actualmente es posible usar sólo 1/3 del aire comprimido usado por los sopladores convencionales en operaciones de limpiado, enfriado y secado, pudiendo ser instantáneamente activado y desactivado (ON / OFF).

D.1.3.- Niveles de Ruido

El nivel de ruido alto es un problema común para muchas plantas. El ruido del aire comprimido excede a menudo las normas OSHA (Occupational Safety and Health Administration) (Administración de la Seguridad y Salud Profesional) en niveles de ruido y tiempo de exposición, produciendo pérdidas de audición y sordera a quienes trabajan en su proximidad. La siguiente tabla muestra los niveles de exposición aceptables establecidos por las normas.

OSHA - Máxima Exposición al Ruido Aceptable							
Horas por Día (ruido constante)	8	7	4	3	2	1	0.5
Nivel de Ruido dBA	90	91	95	97	100	105	110

OSHA Standard 29 CFR-1910.95 (a)

Tabla D.1.3.1.- Exposición al Ruido según Norma OSHA.

D.1.3.- Riesgo de Lesiones y Muerte

El aire puede ser peligroso cuando la presión a la salida de un agujero, cañería o tubo de cobre es mayor a 30 PSIG (2 BAR). En el evento en que la apertura es bloqueada por una mano u otra parte del cuerpo, el aire puede entrar en el torrente sanguíneo a través de la piel y puede producir una lesión seria o fatal. El diseño debe considerar operar con seguridad y eliminar dicho riesgo, operar con seguridad a altas presiones y cumplir con la norma OSHA 1910.242(b).

D.1.4.- Sistemas Convencionales

Considerando el uso energético en las plantas se podrían pensar que un soplador es una mejor opción por su ligeramente menor consumo eléctrico comparado con un compresor. En realidad, un soplador posee un gasto importante ya que requiere un tiempo fuera de servicio frecuentemente y un mantenimiento costoso de cojinetes, correas y filtros. Aquí se resumen algunos hechos importantes:

- Deben reemplazarse filtros entre uno y tres meses.
- Deben reemplazarse correas entre tres y seis meses.
- Los cojinetes o rodamientos del soplador se deben reemplazar rápidamente debido a que el motor debe girar a 17-20,000 RPM para generar un flujo de aire eficaz.
- Sellos pobremente diseñados que permiten suciedad e infiltración de humedad o ambientes sobre 52° C con una disminución de la vida del rodamiento.
- El reemplazo de rodamientos típico es por lo menos una vez al año con un costo entorno a \$1000 dólares americanos.
- Muchos rodamientos no pueden reemplazarse en terreno y pueden producirse tiempos fuera de servicio, para ensamblaje en taller o ser encargado al fabricante.

Los sopladores convencionales ocupan mucho espacio y a menudo producen niveles de ruido que exceden los requisitos establecidos por las Normas OSHA de exposición y nivel de ruido. El volumen de aire y la velocidad son a menudo difíciles de controlar pues se requiere de ajustes mecánicos sucesivos.

D.1.5.- Enfriamiento Mediante Aire Comprimido

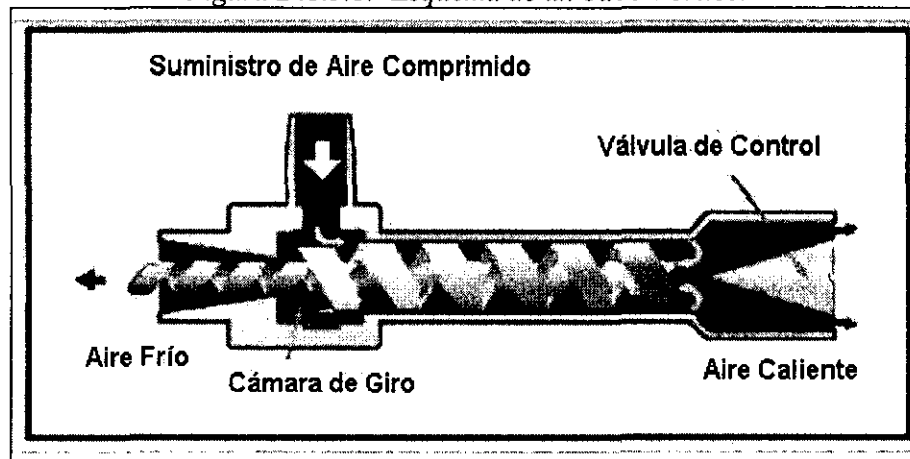
El tubo de enfriamiento mediante aire comprimido, fue inventado absolutamente por accidente en 1928. George Ranque, estudiante francés de física, experimentaba con una bomba tipo vórtice que él había desarrollado, cuando notó salir aire caliente por un extremo y aire frío por el otro. Ranque pronto se olvidó de su bomba y comenzó una pequeña empresa para explotar el potencial comercial de este extraño dispositivo que produjo aire caliente y frío sin piezas móviles. Sin embargo, falló en su intento y el aparato se mantuvo en la oscuridad hasta 1945, en que Rudolph Hilsch, físico alemán, publicó un documento científico sobre el dispositivo.

Mucho antes, el gran físico del siglo diecinueve, James Clerk Maxwell postuló que puesto que el calor implica el movimiento de moléculas, puede ser que algún día se logre aire caliente y frío del mismo dispositivo con la ayuda de un “pequeño demonio amistoso” que separaría las moléculas calientes y frías del aire.

Así, este dispositivo se ha conocido con varios nombres tales como “el tubo vórtice de Ranque”, “el tubo de Hilsch”, “el tubo de Ranque-Hilsch” y “el demonio de Maxwell”. Con distintos nombres, ha ganado la aceptación en los últimos años como una respuesta de bajo costo, simple y confiable a una amplia variedad de problemas industriales de enfriamiento.

Un tubo vórtice utiliza el aire comprimido como fuente de energía, no tiene ninguna pieza móvil, y produce el aire caliente por un extremo y aire frío por el otro. El volumen y la temperatura de estas dos corrientes de aire son ajustables con una válvula construida en el extractor del aire caliente. Se logran temperaturas muy bajas cercanas a -46° C y temperaturas altas del orden de 127° C. La figura siguiente describe el principio de funcionamiento.

Figura D.1.5.1.- Esquema de un Tubo Vórtice.



El aire comprimido, normalmente a una presión de 80 a 100 PSIG, es inyectado tangencialmente para generar en el interior de la cámara de giro un vórtice. Alcanzando una velocidad de rotación de hasta 1.000.000 de RPM. Este flujo de aire avanza girando en un

sentido hasta el final del tubo escapando en parte a través de la válvula de control. El aire restante, está obligado a regresar hacia el otro extremo del tubo girando por el centro del tubo en sentido contrario. El flujo interno entrega su energía cinética en forma de calor al flujo exterior y abandona definitivamente el tubo como aire frío.

Las teorías abundan con respecto a la dinámica de un tubo vórtice. Aquí está una explicación extensamente aceptada del fenómeno:

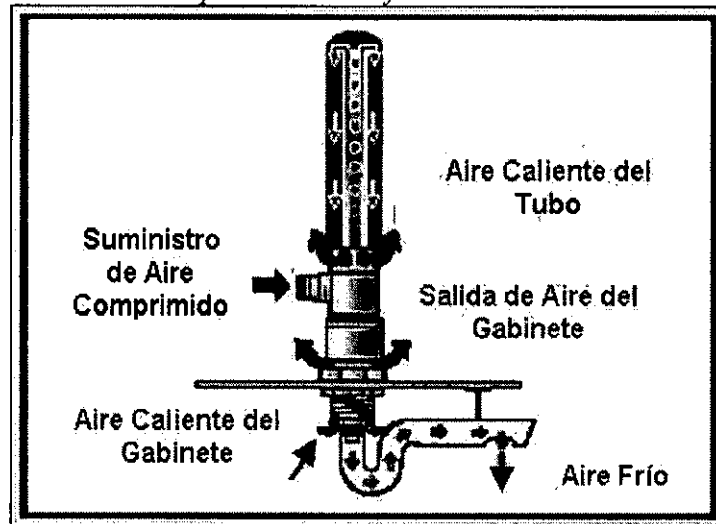
El aire comprimido que se suministra al tubo vórtice pasa a través de los inyectores que son tangentes a un agujero interno. Estos inyectores de aire generan el movimiento del vórtice. Esta corriente que hace girar el aire da vuelta en 90° y pasa al interior del tubo en la forma de una cáscara que gira, similar a un huracán. Una válvula en un extremo del tubo permite que algo del aire calentado se escape. El aire que no escapa, se dirige al interior del tubo como un segundo vórtice dentro del área de baja presión del vórtice más grande. Este vórtice interno pierde calor y se extrae a través del otro extremo como aire frío.

Mientras que una corriente de aire sube en el tubo la otra baja, ambas rotan en la misma dirección y con la misma velocidad angular. Es decir, una partícula en la corriente interna termina una rotación en la misma cantidad de tiempo que una partícula en la corriente externa. Sin embargo, debido al principio de la conservación del momento angular (momentum), la velocidad de rotación del vórtice más pequeño debiera aumentar. Pero en el tubo vórtice, la velocidad del vórtice interno sigue siendo igual. El momento angular se ha perdido en el vórtice interno. La energía que se pierde demuestra que se traslada como calor al vórtice externo. Así el vórtice externo llega a ser caliente, y el vórtice interno se enfría.

D.1.6.- Enfriamiento y Protección de Gabinetes

Una de las aplicaciones de los tubos vórtice, son los enfriadores de gabinetes eléctricos. Dadas sus características presenta una serie de ventajas respecto otras tecnologías, principalmente en ambientes contaminados y de elevadas temperaturas. La figura siguiente describe el principio de funcionamiento.

Figura D.1.6.1.- Esquema de un Enfriador Neumático de Gabinetes.

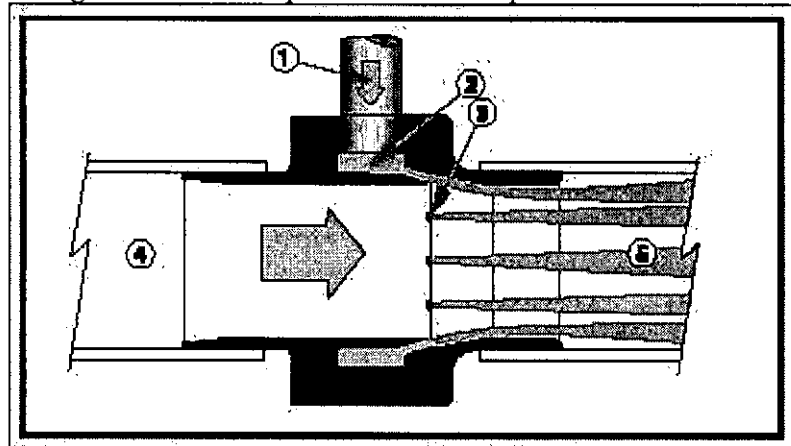


El aire comprimido es ingresado al tubo enfriador y es convertido en dos flujos uno frío y el otro caliente. El flujo caliente es enviado al ambiente. El flujo frío es ingresado al gabinete y distribuido en su interior creando una presión positiva. El aire caliente desde el gabinete es enviado al ambiente. La temperatura interior del gabinete es controlada con aire frío limpio, impidiendo que aire externo contaminado y la humedad ingresen desde el exterior.

D.1.7.- Transporte Mediante Aire Comprimido

El transporte mediante aire comprimido opera de una forma singularmente simple. Este tipo de dispositivo se conecta a mangueras o tubos estándares para crear una línea de transporte. Esta nueva tecnología permite grandes diámetros de garganta para lograr una máxima capacidad de circulación sin obstrucciones. La figura siguiente describe el principio de funcionamiento.

Figura D.1.7.1.- Esquema de un Transportador Neumático.



Una pequeña cantidad de aire es inyectada directamente a través de las boquillas provocando una succión en uno de los extremos y producir un alto flujo de salida en el otro, con una respuesta instantánea. El aire comprimido fluye a través de la entrada (1) a una cámara anular (2). Este es entonces inyectado en la garganta a través de boquillas orientadas (3). Estos inyectoros de aire crean un vacío y la succión creada (4) atrae material y lo acelera a través de la unidad (5) para trasportarlo vertical o horizontalmente la distancia deseada.

Estos dispositivos son ideales para mover grandes volúmenes de material en grandes distancias y cubrir una amplia variedad de aplicaciones de transporte. El flujo de material es fácilmente controlado mediante un regulador de presión. Una abrazadera permite su fácil montaje. Son seguros, sin electricidad y sin partes móviles para una operación libre de mantenimiento.

D.1.8.- Eliminación de Carga Estática en Procesos

Materiales tales como papel, plásticos y textiles normalmente contienen un igual número de cargas positivas y negativas, esto es, están eléctricamente balanceados. La fricción puede perturbar este balance, causando que el material comience a cargarse eléctricamente.

La carga eléctrica (estática) ejerce su influencia provocando una serie de efectos indeseables. Entre los problemas más comúnmente causados están:

- Polvo que se adhiere a productos.
- Producto que se adhiere entre si, a rodillos, a mesas de máquinas o de ensamble.
- Materiales que se rasgan, apiñan o enroscan.
- Problemas de alimentación en procesos.
- Descargas o chispas peligrosas.

Elementos conductores cargados (tales como metales) se descargan completamente cuando son aterrizados. Elementos eléctricamente aislantes o malos conductores (tales como plásticos) no pueden ser descargados aterrizándolos. Escobillas conectadas a tierra u oropel, cuando es posible su aplicación, tienen a menudo poco efecto en estas superficies. También es posible tener algunos voltajes con polaridades opuestas (positivo o negativo) que determina si dos elementos se atraerán o rechazarán entre si.

Eliminar la carga estática mediante la utilización de un flujo de aire ionizado, que permita transportar un volumen de iones positivos y negativos a zonas de difícil acceso o elementos que se desplazan a elevada velocidad en un proceso de producción, es de un alto interés. La superficie cargada atrae el número apropiado de iones positivos o negativos desde el flujo y se neutraliza (descarga), sin que existan elementos que entren en contacto “físico – mecánico” con los componentes o productos, evitando los problemas antes mencionado.

La industria del papel y del plástico, se presentan como un mercado muy interesante para la aplicación de sistemas de transporte neumático de cargas eléctricas en distintas fases de sus procesos para la eliminación de carga estática.

D.2.- SELECCIÓN Y APLICACIÓN.

Las siguientes tablas caracterizan las tecnologías desarrolladas y las contrastan con las tecnologías alternativas convencionales, en cada caso se utilizan los criterios normalmente adoptados para la selección en la industria.

En la siguiente tabla de comparación, el tubo vórtice se destaca en la mayoría de los criterios. Sin embargo, el análisis está considerando cada variable orientado a las aplicaciones de enfriamiento puntual en la industria, es decir, en otras aplicaciones cobran mayor importancia variables como la eficiencia o capacidad.

Tabla D.2.1.- Comparación Enfriador Neumático.

<i>Características</i>	<u> tubo Enfriador Neumático</u>	<i>Equipo Enfriador (A/C)</i>	<i>Intercambiador de Calor</i>	<i>Soplador</i>	<i>Ventilador</i>
<i>Tamaño</i>	Compacto	Grande	Grande	Mediano	Mediano
<i>Nivel de Ruido</i>	Silencioso	Regular	Silencioso	Alto	Regular
<i>Sin partes móviles</i>	Sí	No	No	No	No
<i>Costo de Mantenimiento</i>	No requiere	Requerimiento Alto	Si requiere	Si requiere	Si requiere
<i>Instalación</i>	Montaje Fácil	Requiere estructura de soportación	Requiere estructura de soportación	Requiere estructura menor	Requiere estructura menor
<i>Alimentación eléctrica</i>	No requiere	Si requiere	No requiere	Si requiere	Si requiere
<i>Energía utilizada</i>	Aire comprimido	Electricidad (Sistema de refrigeración)	Convección natural del aire ambiental	Electricidad	Electricidad
<i>Costo</i>	Bajo	Alto	Medio	Medio	Bajo
<i>Uso de elementos químicos</i>	No	Refrigerantes.	No	No	no
<i>Aspecto de riesgo a la instalación</i>	Ninguno	Descarga eléctrica o filtración de refrigerante / aceite	Ninguno	Eléctrico	Eléctrico
<i>Aspecto de riesgo a las personas</i>	Ninguno	Descarga eléctrica	Ninguno	Descarga eléctrica	Descarga eléctrica
<i>Eficiencia de Enfriamiento</i>	Media	Alta	Media	Menos que media	Menos que media
<i>Uso o Aplicación.</i>	Localizada	Ambiental	Ambiental	Localizada	Ambiental
<i>Control de temperatura ON/OFF Instantáneo</i>	Sí	Sí	No	No	No
	Sí	No	No	No	No

Como muestra la siguiente Tabla, los enfriadores neumáticos de gabinetes marcan una clara ventajas respecto de las restantes tecnologías. Sin embargo, las tecnologías tradicionales mantienen un campo de aplicación importante.

Específicamente en la industria, la incorporación de enfriadores neumáticos de gabinetes se vera potenciada en lugares agresivos, con presencia de polvo, vapores nocivos, húmedos, altas temperaturas en el ambiente y en gabinetes que contengan elementos con alta disipación de calor interna.

Tabla D.2.2.- Comparación Enfriador Neumático de Gabinetes.

Características	Enfriador Neumático de Gabinetes	Equipo Enfriador (A/C)	Intercambiador de Calor	Ventilador	Celosía
Tamaño	Compacto	Grande	Grande	Mediano	Compacto
Grado de Protección al gabinete	IP 56	IP 56	IP 56	IP 23	IP 23
Sin partes móviles	Sí	No	No	No	Sí
Costo de Mantenimiento	No requiere	Requerimiento Alto	Si requiere	Si requiere	Si requiere
Instalación	Montaje Fácil	Requiere estructura de soportación	Requiere estructura de soportación	Requiere estructura menor	Montaje Fácil
Alimentación eléctrica	No requiere	Si requiere	Si requiere	Si requiere	No requiere
Energía utilizada	Aire comprimido	Electricidad (Sistema de refrigeración)	Convección natural del aire ambiental	Electricidad	Convección Natural
Costo	Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo
Uso de fluidos refrigerante	No	Sí	No	No	No
Aspecto de riesgo a la instalación	Ninguno	Descarga eléctrica o filtración de refrigerante / aceite	Ninguno	Eléctrico	Ninguno
Aspecto de riesgo a las personas	Ninguno	Descarga eléctrica	Ninguno	Descarga eléctrica	Ninguno
Eficiencia de Enfriamiento	Media	Alta	Media	Menos que medio	Baja
Control de temperatura	Sí	Sí	No	No	No
ON/OFF Instantáneo	Sí	No	No	No	N/A

Como se observa en la siguiente Tabla, salvo en casos donde se requiera un vacío elevado o que se requiera un gran caudal, el transporte neumático presenta ventajas respecto de las tecnologías tradicionales.

La incorporación de transportadores neumáticos presenta ventajas, específicamente en procesos industriales donde se requiere mover material o componentes en espacios reducidos, donde normalmente las diferencias de altura no superan los 3 metros. Además, su utilización tiene un gran campo en procesos con ciclos repetitivos de alta velocidad reemplazando sistemas electromecánicos en la manipulación y transporte de componentes. Por otro lado hemos detectado en la industria nacional, un gran potencial en la utilización del propio aire cargado eléctricamente de manera conveniente, transporte de carga eléctrica, para la eliminación de carga estática en variados procesos.

Tabla D.2.1.- Comparación Transportador Neumático.

<i>Características</i>	<i>Transportador Neumático</i>	<i>Bombas de Vacío</i>	<i>Bombas Hidrostáticas</i>
<i>Tamaño</i>	Compacto	Grande	Grande
<i>Nivel de Ruido</i>	Bajo	Medio	Alto
<i>Sin partes móviles</i>	Sí	No	No
<i>Costo de Mantenimiento</i>	No requiere	Requerimiento Alto	Requerimiento medio
<i>Instalación</i>	Montaje Fácil	Requiere estructura de soportación	Requiere estructura de soportación
<i>Alimentación eléctrica</i>	No requiere	Si requiere	Si requiere
<i>Energía utilizada</i>	Aire comprimido	Electricidad	Electricidad
<i>Costo</i>	Bajo	Alto	Alto
<i>Aspecto de riesgo a las personas</i>	Ninguno	Descarga eléctrica	Descarga eléctrica
<i>Altura de Elevación</i>	Hasta 3 mt.	Hasta 4 mt.	Hasta 7 mt.
<i>Caudal</i>	Medio	Medio	Alto
<i>Eficiencia</i>	Baja	Medio	Alto
<i>ON/OFF Instantaneo</i>	Sí	No	No

D.2.1.- Especificación para Enfriamiento

Para la especificación de capacidades en aplicaciones de enfriamiento a base de aire comprimido, en forma sintética se presentan los principales aspectos ha considerar en cada caso.

D.2.1.1.- Enfriamiento Puntual

Para la aplicación de un Tubo Vórtice en el enfriamiento de componentes en la industria, se debe considera en primer término que el flujo de aire frío y la temperatura pueden ser fácilmente ajustables mediante la válvula en la salida del aire caliente. Abriendo la válvula se reducen el flujo y la temperatura del aire frío. Cerrando la válvula se incrementan el flujo y la temperatura del aire frío. En la mayoría de las aplicaciones, enfriamiento en procesos, enfriamiento de partes o enfriamiento de espacios confinados, se requiere obtener la mayor capacidad de enfriamiento. Con este sistema, esto no necesariamente ocurre cuando la temperatura del aire en la salida del aire frío es la menor.

D.2.1.2.- Pruebas y Ensayos de Enfriamiento

Las mediciones experimentales indican que la mayor capacidad de enfriamiento ocurre cuando el flujo por la salida de aire frío está entorno al 80% del aire suministrado, cuando se trabaja a una presión típica industrial en torno a los 6,5 BAR (80 a 110 PSIG). Mientras que, cuando el flujo en la salida es menor a un 50% se obtienen menores temperaturas, pero claramente una porción importante del flujo es sacrificado para lograrlo.

La siguiente tabla muestra la temperatura aproximada que se logra en ambas salidas a diferentes presiones respecto de la temperatura del aire suministrado.

Tabla D.2.1.2.- Variación de Temperaturas en Ambas Salidas.

Presión de Aire BAR	Flujo de Aire Frío (%)						
	20	30	40	50	60	70	80
5	61.6	59	54.8	49.4	43	35.4	26.9
	13.7	23.3	34.2	46.5	60.9	77.2	97.1
6	65.4	62.7	58.2	52.7	45.6	37.6	28.6
	14.1	24.3	35.8	48.6	63.9	81	102.1
7	68.6	65.8	61.4	55.7	48	39.6	30
	14.4	25.1	37.3	50.2	66.3	84.2	106.3
8	71.1	68.2	63.8	57.3	50	40.8	30.4
	14.4	25.4	38.1	51.8	67.9	86.1	107.9

El fondo celeste, variación de temperatura °C en la salida de aire frío.

El fondo rosado, variación de temperatura °C en la salida de aire caliente.

El ajuste de un Tubo Vórtice, por lo tanto es muy sencillo. Simplemente es necesario insertar un termómetro en la salida de aire frío y ajustar su temperatura a través de la válvula de salida de aire caliente. La máxima refrigeración entonces (80% de caudal en la salida), se logra cuando la temperatura del aire frío esta 28° C por debajo de la temperatura del aire comprimido suministrado.

El desempeño de un Tubo Vórtice disminuye con la disminución en la presión, pero oscilaciones de 0.1 BAR prácticamente no se perciben. Así también, es necesaria la utilización de filtros de humedad e impurezas, es decir el aire debe estar limpio y seco, por lo que se recomienda el uso de filtros con elementos de 25 micras o menor. Para la disminución del ruido es necesario el uso de silenciadores en ambos lados, salvo en los casos en que las salidas sean acopladas a cañerías o mangueras.

D.2.1.3.- Enfriamiento de Gabinetes

El enfriador de gabinetes mediante aire comprimido es una aplicación del Tubo Vórtice. Para una aplicación de este tipo, lo fundamental es determinar la carga térmica en el gabinete. La carga térmica total es una combinación de dos factores. Por un lado esta el calor disipado por los componentes eléctricos al interior del gabinete y por otro lado el calor que se transfiere desde el exterior a través de las paredes. Para su cálculo se ha definido el siguiente método:

1. Determine en forma aproximada el calor generados al interior del gabinete. La mayoría de los componentes y equipos eléctricos lo indican en su placa característica o en su catálogo técnico.
2. Calcule el calor transferido a través de las paredes, para ello proceda de la siguiente forma:
 - ✓ Determine el área de la superficie expuesta al ambiente en metros cuadrados, ignore la parte superior del gabinete.
 - ✓ Determine la diferencia de temperatura, considerando la máxima temperatura externa (¿En verano?) y la temperatura interior deseada.
 - ✓ Utilice el factor entregado en la siguiente tabla, para esa diferencia de temperatura, para multiplicar la superficie previamente calculada.
3. Para determinar el calor total sume ambos, el calor interno y el externo.

Tabla D.2.1.3.1.- Factor de Transferencia de Calor.

<i>Diferencia de Temperatura °C</i>	<i>Kcal/hr./m²</i>
3	4.5
6	9.7
9	15.1
12	21.0
15	27.0
18	34.0
21	41.0

Para ilustrar el método anterior entregado se tiene el siguiente ejemplo:

1. Calor disipado al interior = 471 Watts (405 Kcal/hr.)
2. Superficie expuesta del gabinete = 3.7 m²
3. Temperatura máxima externa = 44 °C.
4. Temperatura interior deseada = 35° C.

De la tabla, se tiene que para una diferencia de temperatura de 9 °C, el factor es 15.1 Kcal/hr./m², entonces se tiene que el calor transferido desde el exterior será:

$$3.7 \text{ m}^2 \times 15.1 \text{ Kcal/hr./m}^2 = 56 \text{ Kcal/hr.}$$

Más la disipación interna, se tiene:

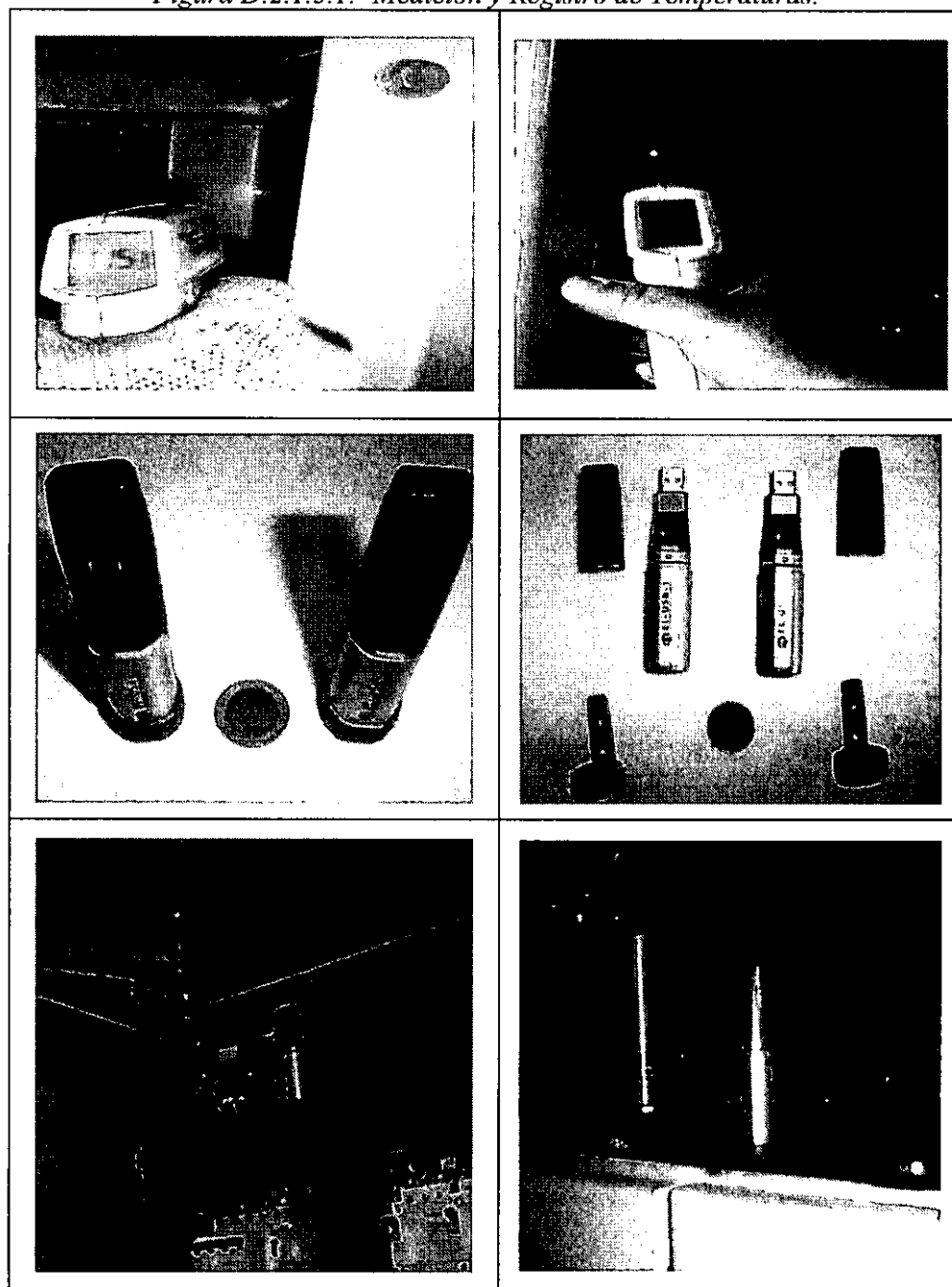
$$\begin{aligned} \text{Dis. Interna} &= 405 \text{ Kcal/hr.} \\ \text{Total} &= 461 \text{ Kcal/hr.} \end{aligned}$$

Por lo tanto se requiere de una capacidad total de refrigeración de 461 Kcal/hr.

D.2.1.3.1.- Medición y Registro de Temperatura

Como se ilustra en la siguiente figura, para las mediciones puntuales de temperaturas se utilizó un medidor Laser y para la medición y registro de datos durante periodos prolongados (horas y días) se utilizaron Data Logger para puerto USB, que midieron simultáneamente la temperatura interior y exterior de los gabinetes.

Figura D.2.1.3.1.- Medición y Registro de Temperaturas.



D.2.2.- Especificación para el Transporte

En la industria aparecen una gran cantidad de aplicaciones de transporte mediante aire comprimido para distintas situaciones que varían en relación a las distintas formas, tamaños y materiales a transportar. Como se mencionó anteriormente, una de las ventajas de esta tecnología es que el diámetro interior “garganta”, esta libre de obturaciones y permite el flujo del material libremente, siendo esta una de las principales consideraciones para su selección y aplicación.

El criterio utilizado para especificación del modelo apropiado, considera:

- Diámetro del componente a transportar.
- Diámetro de los ductos a acoplar (cañería o manguera)
- Tasa de transporte (peso o volumen por unidad de tiempo)
- Material de Construcción (Aluminio o Acero Inoxidable)

La siguiente tabla presenta los valores de consumo de aire y capacidad de succión para los diámetros señalados, para una presión de alimentación industrial típica de 80 PSIG.

Tabla D.2.2.2.- Tamaño y Desempeño.

Diámetro (Pulg. ⇔ Milímetros)	Consumo de Aire a (80 PSIG – 5.5 BAR) SCFM ⇔ SLPM	Vacío (*H₂O ⇔ kPa)
1 ⇔ 25.4	14.7 ⇔ 416	-42.0 ⇔ -11.0
2 ⇔ 50.8	45.0 ⇔ 1274	-28.5 ⇔ -7.0
3 ⇔ 76.2	68.5 ⇔ 1939	-14.7 ⇔ -4.0

La tabla anterior no depende del material de construcción. El aluminio es más económico y se recomienda para aplicaciones de transporte en general. El acero inoxidable ofrece una buena resistencia a la abrasión y corrosión, recomendable para operaciones de transporte de alimentos, laboratorios farmacéuticos, etc. La tasa de transporte puede ser regulada completamente, modificando la presión de alimentación, por lo tanto es recomendable incorporar un regulador de presión con reloj indicador local para fijar y controlar el proceso.

La tasa de transporte es afectada fundamentalmente por el tamaño, el peso y la geometría de la materia a transportar, sin embargo, la capacidad de succión es afectada también por el tipo y largo del ducto. Estas variables, pueden dificultar la determinación exacta de la tasa de transporte para distintas situaciones, la tabla anterior permite tener una buena referencia.

Desde el punto de vista de las aplicaciones, esta tecnología tiene además la ventaja de activar o desactivar el flujo en forma instantánea. Un sistema control retroalimentado desde un sensor que actúe sobre una válvula permite controlar el proceso y es necesario en la mayoría de las aplicaciones.

D.2.2.1.- Eliminación de Carga Estática

Como un caso particular de transporte neumático, la eliminación de carga estática a base de aire comprimido, sorprende por el gran potencial de aplicación encontrado en la industria durante el desarrollo de este proyecto.

Para su aplicación se debe tener presente fundamentalmente que la utilización del aire como transporte de cargas a superficie es una efectiva solución en procesos donde están involucradas formas complejas, inaccesibles o grandes velocidades de desplazamiento. Por lo tanto, la elección de la forma de transportar el flujo esta asociado directamente a la aplicación. En la mayoría de los casos, es posible utilizar un amplificador cilíndrico con emisor interno, pero en algunos casos, es necesario recurrir a cuchillos de flujo laminar en conjunto con barras ionizadoras. Lo importante, de esta tecnología de transporte mediante aire comprimido, es que otorga un flujo uniforme y suave, lo que impide que las cargas se recombinen y pierdan su efectividad producto de la turbulencia en el flujo.

D.2.3.1.- Evaluación y Desarrollo de Proveedores.

La siguiente tabla, muestra un resumen de empresas contactadas para los servicios y productos específicos indicados. La evaluación realizada consideró el cumplimiento de los requerimientos técnicos o la posibilidad de alcanzarlos que tienen cada uno.

Tabla D.2.3.1.- Proveedores de Componentes y Servicios Específicos.

<i>Proveedor</i>	<i>Producto Servicio</i>	<i>Características</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Origen</i>
SINSAY	Maestranza	<ul style="list-style-type: none">▪ Máquinas CNC.▪ Corte por Láser.	Procesamiento.	Nacional
MATRITEC	Maestranza	<ul style="list-style-type: none">▪ Máquinas CNC.	Procesamiento.	Nacional
CAMM	Maestranza	<ul style="list-style-type: none">▪ Máquinas CNC.▪ Corte por Hilo.	Procesamiento.	Nacional
INCOSOL	Maestranza	<ul style="list-style-type: none">▪ Fabricación de Matrices.	Procesamiento.	Nacional
INGMAQ	Montaje Mecánico	<ul style="list-style-type: none">▪ Montaje en Terreno.	Montaje Mecánico.	Nacional
RHONA	Montaje Eléctrico	<ul style="list-style-type: none">▪ Cableado y Armado de Gabinetes	Montaje Eléctrico.	Nacional
MELECH	Montaje Eléctrico	<ul style="list-style-type: none">▪ Cableado y Armado de Gabinetes	Montaje Eléctrico.	Nacional
SIEC	Montaje Eléctrico	<ul style="list-style-type: none">▪ Cableado y Armado de Gabinetes	Montaje Eléctrico.	Nacional
REXCEL ELÉCTRIC	Suministro Eléctrico	<ul style="list-style-type: none">▪ Componentes Eléctricos	Proveedor Eléctrico.	Nacional
CALIMPORT	Suministro Eléctrico y Montaje Eléctrico.	<ul style="list-style-type: none">▪ Controladores.▪ Cableado y Armado de Gabinetes	Proveedor Eléctrico. Montaje Eléctrico.	Nacional

Los contactos realizados con empresas proveedoras han permitido constatar que existen las capacidades técnicas requeridas. La definición de los proveedores queda sujeta a las especificaciones finales de los componentes y servicios que se establezcan para cada aplicación específica. Además, existe interés mutuo con la mayoría de ellas, en establecer acuerdos comerciales y relaciones de apoyo técnico de largo alcance.

D.2.3.2.- Especificación de Materiales y Procesos de Fabricación

Para la fabricación de componentes principales, se procedió a realizar los estudios que permitieran generar la especificación de sus materiales fundamentales.

En el caso particular de las piezas metálicas y plásticas mecanizadas, los materiales definidos son:

Tabla D.2.3.2.1.- Especificación de Materiales.

Material	Especificación
Acero Inoxidable	Stainless Steel Tipo 303 Stainless Steel Tipo 316
Aluminio	Aluminio-Magnesio EN AW 5083-H112/F
Plástico	Polifluoruro de Vinilideno- PVDF UL- 94 HB ANSI Standard #MH2-1997

El desarrollo de la fabricación de los componentes mecanizados de los prototipos, contempla las especificaciones de los procesos de fabricación, para lo que se debió evaluar los proveedores y el método para realizar dichos procesos, un detalle de los principales aspectos considerados se muestra en la siguiente tabla comparativa.

Tabla D.2.3.2.2.- Análisis de Procesos de Fabricación.

Método	Matrickería	Mecanizado CNC	Mecanizado Manual
Costo de Fabricación por pieza	Alto costo por fabricación de las matrices y tiempo de fabricación de estas.	Este método es rentable en caso de fabricación en prototipos, es decir: en bajas cantidades.	Este método es rentable en caso de fabricación en prototipos, es decir: en bajas cantidades.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matriz propia. ▪ Diversidad Proveedores para procesar. ▪ A mayor cantidad de piezas disminuye el costo de fabricación. ▪ Proceso rápido. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calidad repetitiva. ▪ Costo inicial Bajo. ▪ Proceso rápido. ▪ Flexibilidad del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calidad repetitiva Baja. ▪ Sin Costo inicial. ▪ Proceso rápido.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiempo de fabricación de matriz. ▪ Necesita Mantenimiento por desgaste de la matriz. ▪ Alto costo al modificar dimensiones de las piezas. ▪ Una matriz para cada modelo de pieza. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El Costo unitario permanece en el tiempo, no se reduce al aumentar las cantidades. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El Costo unitario, no se reduce al aumentar las cantidades.
Plazo de Fabricación	- Inicial 2 Meses (Tiempo de Fabricación Matrices). - 60 Piezas/Hora.	- Preparación Máquina 2 Horas. - 10 Piezas/Hora.	Preparación Máquina 1/2 Hora. - 1 Piezas/Hora.
Proveedor	- FIVAL - INCOSOL - SERPROMET	- SINSAY. - MATRITEC - CAMM.	- CORDERO. - INGMAQ

D.2.3.3.- Especificación y Selección del Sistema de Control

Con el fin de especificar un dispositivo que controle la operación de los distintos prototipos, se procedió a estudiar un conjunto de controladores lógicos programables (PLC) de los variados existentes en el mercado.

Para la selección se consideraron entre otros la relación costo – calidad, además de las prestaciones específicas de cada control. Así, se decidió la utilización del controlador marca SIEMENS, modelo LOGO. La siguiente Tabla muestra los equipos y proveedores analizados:

Tabla D.2.3.3.- Tabla de Proveedores de Control.

<i>Murca</i>	<i>Modelo</i>	<i>Procedencia</i>
SCHNEIDER ELECTRIC	SR1	FRANCIA
GENERAL ELECTRIC	VersaMax	USA
SIEMENS	Logo	ALEMANIA
LG	Glofa GM	KOREA
JANITZA	Profhi	ALEMANIA
CROMPTON GREAVE	Leganza	BELGICA

D.3.- APLICACIONES PROTOTIPOS Y DESEMPEÑO.

D.3.1.- Aplicaciones en Empresas.

Se realizaron durante el periodo, reuniones y análisis de aplicaciones en las siguientes empresas: Avícola Ariztía Ltda., Carozzi S.A., Compañía Tecno Industrial S.A. (CTI), CMPC S.A., CODELCO División el Teniente, Cristalerías Chile S.A., Envases CMF S.A., Embotelladoras Andinas S.A., Eroflex S.A., General Electric de Chile S.A., Industrias Forestales S.A., IngMaq Ltda., Innpa S.A., Laboratorio Chile S.A., Minera Sur Andes Ltda., Papeles Cordillera S.A., Papeles Industriales S.A., Penco S.A., PESAMATIC S.A., SigdoPack S.A., SQM S.A., UniFrutti S.A. y United Plastic S.A.

De acuerdo a los avances en esta materia, manifestaro interés en este tipo de aplicaciones y se implementarán equipos prototipos en la instalación de las siguientes empresas: Compañía Tecno Industrial S.A. (CTI), CODELCO División el Teniente, Cristalerías Chile S.A., Envases CMF S.A., Embotelladoras Andinas S.A., Eroflex S.A., General Electric de Chile S.A., Industrias Forestales S.A., IngMaq Ltda., Laboratorio Chile S.A., Minera Sur Andes Ltda., Papeles Cordillera S.A., Papeles Industriales S.A., SigdoPack S.A., SQM S.A., UniFrutti S.A. y United Plastic S.A.

La siguiente Tabla muestra las necesidades detectadas y las potenciales aplicaciones consideradas finalmente en cada empresa.

Tabla D.3.1.1.- Empresas Prospectadas.

	CONTROL DE TEMPERATURA		TRANSPORTE	
	Enfriamiento Puntual	Enfriamiento de Gabinetes	Transporte Neumático	Eliminación de Estática.
CTI	◆	◆	◆	
CODELCO		◆		
CRISTAL	◆	◆		
CMF	◆			◆
ANDINA		◆		
EROFLEX				◆
G & E	◆	◆		
INFORSA		◆		◆
INGMAQ	◆		◆	
LABCHILE			◆	
SURANDES		◆	◆	
CORDILLERA		◆		
PISA				◆
SIGDOPACK		◆		◆
SQM		◆		
UNIFRUTTI	◆		◆	
UPC				◆

El análisis muestra que de las 26 aplicaciones consideradas inicialmente, la mayoría de las empresas presentan ambas necesidades. Finalmente, dados los objetivos y alcances del proyecto se implementaron los sistemas indicados en las siguientes empresas:

Tabla D.3.1.2.- Empresas Implemetadas.

	CONTROL DE TEMPERATURA		TRANSPORTE	
	Enfriamiento Puntual	Enfriamiento de Gabinetes	Transporte Neumático	Eliminación de Estática.
CTI	✓	✓	✓	✓
CODELCO		✓		
CRISTAL	✓	✓		
CMF	✓			✓
EROFLEX				✓
G & E	✓	✓		
INFORSA		✓		
INGMAQ	✓		✓	
LABCHILE			✓	
CORDILLERA		✓		
PISA				✓
SIGDOPACK		✓		✓
SQM		✓		
UNIFRUTTI y Otros Paeking.	✓		✓	
UPC				✓

✓: Indica Implementación Permanente.

✓: Indica Implementación para Prueba.

La implementación de los sistemas indicado, dentro del marco de este proyecto, privilegió cubrir diversas industrias y aplicaciones. Las implementaciones más representativas se ilustran en detalle a continuación. Se adjuntan fotografías y videos digitales de los trabajos en terreno y de las aplicaciones detalladas.

D.3.2.- Desempeño y Evaluación Control de Temperatura

Caso CTEMP 1: Control de Temperatura de Gabinetes

Industria: Manufacturera.

Proceso o Componente: Gabinete Eléctrico Sistema Power Quality

Breve Descripción del Problema: Tablero Eléctrico instalado al interior de una sala eléctrica expuesta a un fino polvo proveniente del proceso exterior. El gabinete estaba enfriado por un sistema consistente de ventilador y celosías con filtro. El fino polvo saturaba los filtro en un breve lapso (2 semanas), provocando incrementos de temperatura por sobre el nivel recomendado. Esto implicaba permanente vigilancia y operaciones de mantenimiento y limpieza en el equipo.



Figura D.3.2.1.- Tablero Eléctrico Sistema Power Quality

Solución: Se instaló un sistema de enfriamiento IP-56, con capacidad de 2800 Btu/hr. Con un sistema de control mediante controlador de temperatura, termocupla y electro válvula.

La siguiente es la evaluación de desempeño del sistema. Se registraron las temperaturas interior y exterior del gabinete mediante Data Logger a USB durante 24 horas. Como se observa en las siguientes gráfica la temperatura interior se mantuvo dentro del rango deseado.

Figura D.3.2.2.- Grafica Temperatura Exterior del Gabinete.

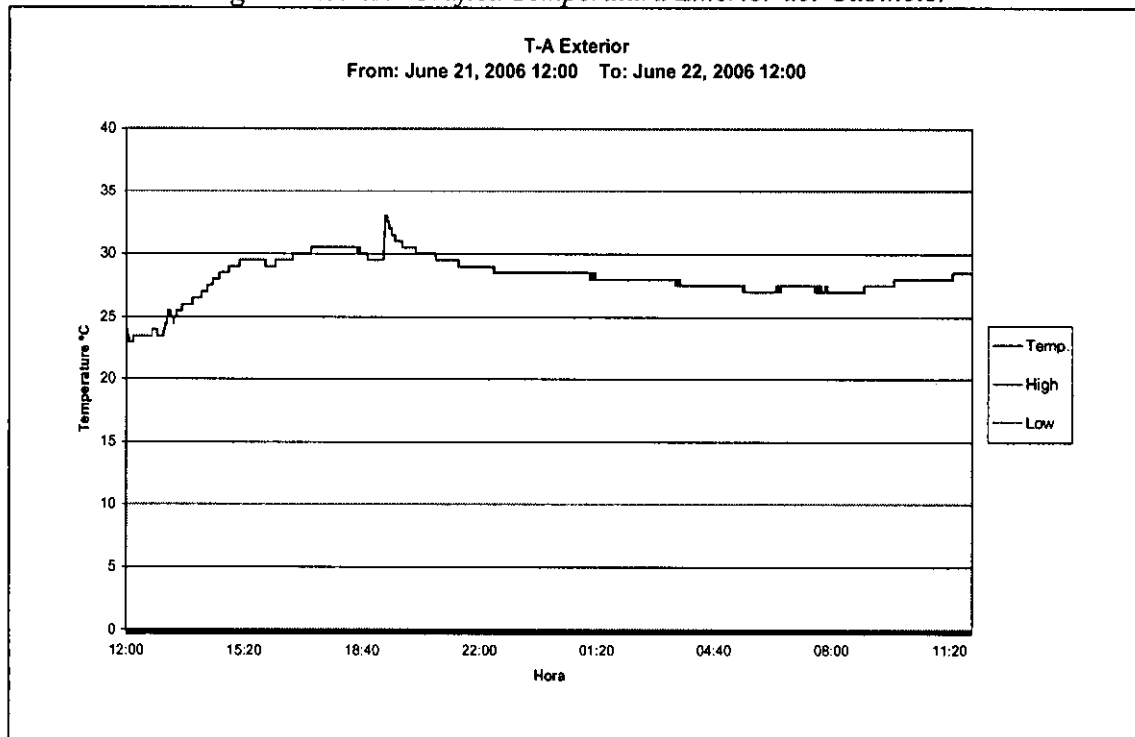
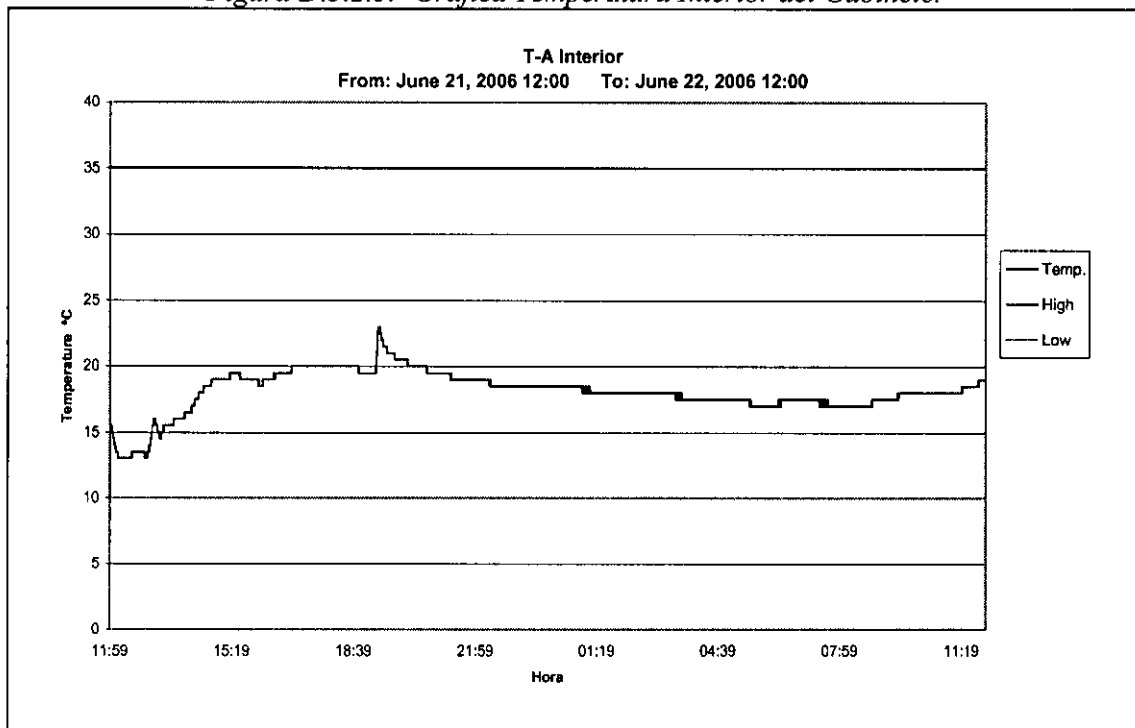


Figura D.3.2.3.- Grafica Temperatura Interior del Gabinete.



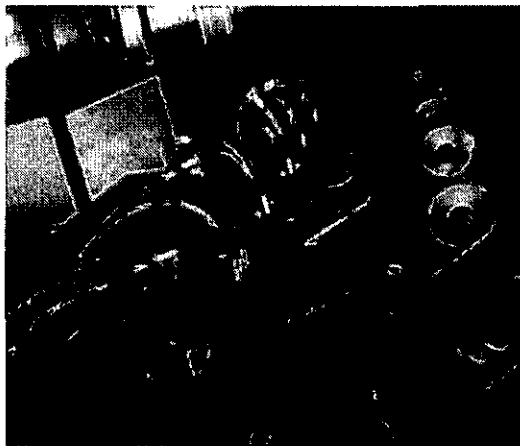
D.3.3.- Desempeño y Evaluación Control de Transporte

Caso CTRANS 1: Sistema de Transporte de Etiquetas

Industria: Packing de Fruta.

Proceso o Componente: Etiquetado de Fruta

Breve Descripción del Problema: La fruta en las líneas de calibración y selección deben ser etiquetadas un 100 % antes del embalaje. La diferencia de tamaños y formas hace que los sistemas convencionales alcancen en general un etiquetado inferior al 80%, debiendo ser completado este proceso en forma manual por los operadores.



D.3.3.1.- Sistema de Etiquetado de Fruta.

La Solución: Se implementó un sistema de transporte con un sistema de control dedicado de alta velocidad que mediante aire comprimido etiqueta la fruta. Sus características técnicas son:

- ✓ Etiqueta hasta 12 frutos/seg con un suministro de aire de 4 a 6 BAR.
- ✓ Mínima cantidad de partes móviles y mínimo mantenimiento.
- ✓ Silenciosa.
- ✓ Funcionamiento manual o automático.
- ✓ Electrónica Integrada (toda la electrónica incorporada en ella).
- ✓ Interfaz para cualquier tipo de calibrador.

Sus principales ventajas para el proceso fueron:

- ✓ La etiqueta viaja hasta 100mm y no tiene componentes en contacto con la fruta (no golpea ni daña).
- ✓ Bajo Costo.
- ✓ Rollo de etiqueta de hasta 25000, trabaja con gran variedad de etiquetas.
- ✓ Configuración de retardos para punto de aplicación de etiqueta.

Caso CTRANS 2: Sistema de Transporte de Aire Ionizado

Industria: Plásticos

Proceso o Componente: Etiquetado de Botellas Plásticas

Breve Descripción del Problema: El sistema colocador de mangas (etiquetas) en botellas plásticas, presenta innumerables beneficios tanto en la reducción de costos como en la flexibilidad de aplicaciones que posee. En forma totalmente automática coloca a partir de un rollo etiquetas a una elevada velocidad ($> 1/\text{seg.}$). Sin embargo, el rollo y la botella durante la operación alcanzan un nivel elevado de estática, lo que implica defectos en el proceso y una merma importante en su eficiencia. Una medida paliatoria fue humidificar el aire en la zona lo que permitió alcanzar la velocidad de proceso deseada pero con la consecuente contaminación del envase y los perjuicios en la máquina.

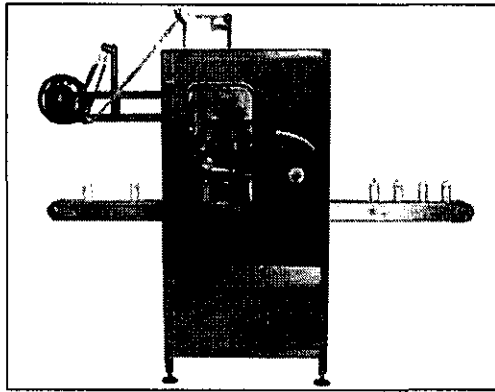


Figura D.3.3.2.- (Foto de referencia) Sistema Etiquetado Botellas Plástica.

La Solución: Se implementó un sistema de transporte de aire comprimido ionizado que neutralizara la carga estática en la zona. Sus características técnicas son:

- ✓ Transportador Neumático de 2" de Diámetro con emisor.
- ✓ Suministro de aire de 4 a 7 BAR.
- ✓ Fuente de Poder de 5 Kvolt rms y 5 mili amperes máx.
- ✓ Tiempo de disipación de carga a 300 mm de 0.5 a 0.47 seg.

Los principales beneficios para el proceso fueron:

- ✓ La etiquetadora trabaja a su velocidad nominal.
- ✓ Aumento de la calidad del etiquetado.
- ✓ Ambiente seco, implica protección para la máquina y cumplimiento de las normas sanitarias.

D.4.- CONCLUSIONES

El proyecto se desarrolló en general de acuerdo a lo programado. La información recabada en la fase de recopilación de antecedentes, permitió considerar importantes aspectos en el diseño, en la selección de proveedores y conocer en forma más profunda las características del mercado y las posibilidades del mismo. Específicamente, aspectos que son valorados por el mercado en equipos y sistemas que utilizan aire comprimido, como son la reducción del consumo de energía, el cumplimiento de normas, reducción del mantenimiento, la posibilidad de ser automatizados y la facilidad para ser implementados en sus actuales procesos.

Las tecnologías desarrolladas fueron caracterizadas y contrastadas con las tecnologías alternativas convencionales, demostrando en las aplicaciones sus ventajas respecto de las tecnologías tradicionales. Cabe destacar la existencia de gran cantidad de aplicaciones detectadas para transporte de aire ionizado (cargas positivas y negativas) hasta superficies en proceso que requieren eliminar la carga estática, por lo que se enfatizó implementaciones de prototipos intentado cubrir genéricamente aplicaciones de este tipo.

Se realizaron reuniones y análisis de aplicaciones en un importante número de empresas, la mayoría manifestó gran interés en este tipo de aplicaciones y en la implementación de equipos prototipos en sus instalaciones. En la mayoría de las empresas en que se realizaron implementaciones prototipos, en promedio se detectaron un total de 60 aplicaciones y oscilan entre 10 y 90. Las necesidades detectadas y las potenciales aplicaciones analizadas, arrojaron que la mayoría de las empresas presentan necesidades que resultaron coherentes con nuestro objetivo de desarrollar aplicaciones industriales destinadas a la resolución de problemas de nicho. Desde el punto de vista técnico específicamente que:

- Se mejora de la utilización de la capacidad instalada en las empresas.
- Es una tecnología limpia y segura que permite mejorar los estándares y cumplir las normas industriales.
- Es una alternativa real que mediante su incorporación, permite disminuir los costos de operación.
- Es una tecnología flexible, en función a los requerimientos específicos de la industria, se pueden desarrollar múltiples aplicaciones particulares.

Como resumen general se puede mencionar entonces, que se lograron con éxito los objetivos técnicos planteados originalmente, superando las expectativas de la empresa y auspiciando buenas perspectivas de negocio. Por lo tanto, se vislumbra una etapa de desarrollo del negocio asociado a la innovación.

E) IMPACTOS DEL PROYECTO

El desarrollo del presente proyecto y su posterior aplicación comercial permitirán que la empresa acentúe su posicionamiento de desarrolladora de productos y soluciones innovadoras para la industria, se espera por lo tanto un incremento en las ventas de la empresa, durante los próximos años, pues implica, dar el inicio a toda un área de nuevas aplicaciones y cada día obtener soluciones de proceso en base a la implementación de estas tecnologías.

Una síntesis, de los beneficios directos, como resultado del proyecto, es:

- Aumentar los Ingresos por ventas, al permitir el desarrollo de una nueva e innovadora y altamente rentable alternativa de negocios.
- Ampliar y mejorar las posibilidades comerciales en el giro, pudiendo ofrecer nuevas soluciones.
- Perfeccionamiento de sus profesionales en tecnología de punta.

Por lo tanto, la empresa ha logrado desarrollar técnica y económicamente un set de productos factibles de ser incorporados a distintos nichos de la industria nacional. Mediante las pruebas piloto, en distintas industrias representativas se ha podido establecer la factibilidad y aplicabilidad del desarrollo tecnológico logrado, ahora la empresa se abocará a su introducción y posterior difusión con el fin de lograr la ampliación de mercado.

Específicamente, la empresa ha estimado un desarrollo que involucra los siguientes aspectos básicos:

- Instalación de sistemas en demostración. Esto implica disponer de una partida de soluciones tipo necesarias para ser colocadas en clientes para efectos de demostración, realizar las evaluaciones de las soluciones, en los aspecto técnicos y económicos y desarrollar la propuesta de solución a los requerimientos completos a nivel de planta.
- Estructuración de distribuidores con capacitación técnica.
- Capacitación técnica y pasantías, para el personal técnico y profesional.
- Estructurar un sistema de difusión del producto mediante charlas técnicas y Show Room.

F).- **ANEXOS**

ANEXO N°2

**CUADRO RESUMEN GASTOS REALES
PROYECTO DE INNOVACION TECNOLOGICA**

1.- ANTECEDENTES GENERALES

Código Proyecto	204-4295
Título Proyecto	DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE SISTEMAS CONTROLADORES DE TEMPERATURA Y DE TRANSPORTE MEDIANTE EL USO DE AIRE COMPRIMIDO.
Empresa	ASESORIA EN GESTION Y PROYECTO EN ING. GESOFT LTDA.
Informe de Avance N°	1
Total Informes Avance	1

2.- CUADRO RESUMEN DE GASTOS

Pendiente para entrega el 15/08/2006.

Hugo Loyola Escudero
Representante Legal

María Magdalena Silva
Contadora

**RESUMEN DESEMBOLSOS TOTALES DEL PROYECTO
INFORME AVANCE N°1**

Código N°	204-4295	% Financ.	35,94 %
Título Proyecto	DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE SISTEMAS CONTROLADORES DE TEMPERATURA Y DE TRANSPORTE MEDIANTE EL USO DE AIRE COMPRIMIDO.		
Empresa	ASESORIA EN GESTION Y PROYECTO EN ING. GESOFT LTDA.		

Fecha Contractual entrega informe	15/08/2006		
Comprende período desde el:	06/2005	Hasta el:	07/2006

Pendiente para entrega el 15/08/2006.

Los documentos que respaldan la presente rendición se encuentran disponibles en el departamento de contabilidad de la empresa para cualquier consulta o revisión por parte de INNOVA CHILE u otro organismo fiscalizador. Declaro bajo juramento que los datos contenidos en esta declaración de gastos son verídicos; asimismo, declaro conocer las disposiciones relativas a sanciones en caso de suministrar información incompleta, falsa o errónea.
--

Representante Legal de la empresa
Nombre: Hugo Loyola Escudero
RUT: 7.810.777-4

Contador Empresa
Nombre: María Magdalena Silva C.
N° Registro C. Contadores: 13997

ANEXO 3

ANEXO 3.B: Listado de Planos.

El siguiente conjunto de planos se encuentra en nuestra dependencia a disposición para consulta.

ANEXO 3.B1: Listado de Planos de Componentes.

INV06-201_TVAL.dwg
INV06-202_TVINOX.dwg
INV06-205_TVINOX.dwg
INV06-303_LV3AL.dwg
INV06-206_TVAL.dwg
INV06-204_TVAL.dwg
INV06-203_TINOX316.dwg
INV06-104_CC2000Btuhrip56.dwg
INV06-306_LV3INOX.dwg
INV06-302_LV2AL.dwg
INV06-301_LV1AL.dwg
INV06-305_LV2INOX.dwg
INV06-304_LV1INOX.dwg
INV06-103_CC2000Btuhrip52.dwg
INV06-101_CC500Btuhrip52.dwg
INV06-102_CC500Btuhrip56.dwg

ANEXO 3.B2: Listado Planos Montaje - Eléctricos.

INV06-311_PlanoEléctrico.dwg
INV06-113_PlanoEléctrico.dwg
INV06-211_PlanoEléctrico.dwg

ANEXO 4: Copia de Documentación Contable.

Pendiente para entrega el 15/08/2006!

- Formularios SII, Libro Mayor del Proyecto, Libro de Honorarios y Libro de Compras.-
- Copia de Facturas.
- Copia de Boletas de Honorarios.
- Copia de Liquidaciones de Sueldo.
- Copia de Certificado de Retiros Socio.