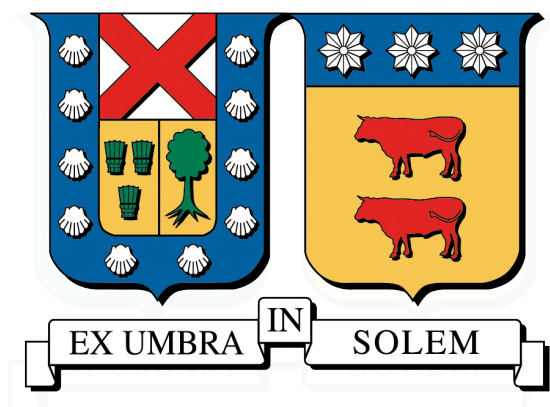


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
VALPARAISO - CHILE



EVALUACIÓN DEL PROYECTO
"SERVICIO DE LIMPIEZA DE FILTROS AL INTERIOR DE
FAENAS MINERAS"

GERMÁN ALONSO SEPÚLVEDA VALENZUELA

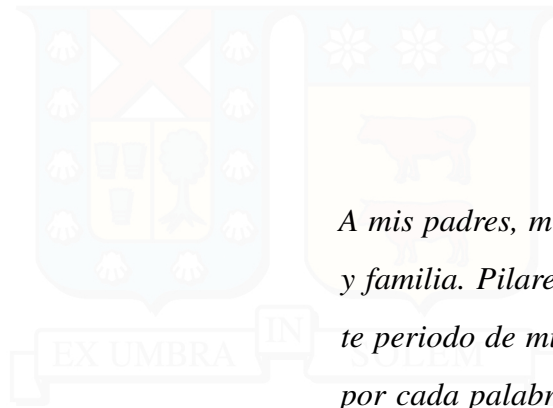
MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA : SR. PABLO VIVEROS GUNCKEL
PROFESOR CORREFERENTE : SR. CHRISTOPHER NIKULIN CHANDÍA

AGOSTO 2016

Agradezco a mi alma mater la Universidad Técnica Federico Santa María, por estos años de formación, de conocimientos y aptitudes adquiridas, a partir del rigor con que forma la institución en todas sus aristas a sus estudiantes. A cada uno de los profesores por lo que tuve el honor de estar en sus aulas, en especial a aquellos que velan porque sus alumnos mantengan día a día prendida la llama del conocimiento y capacidad crítica ante los tiempos que vivimos.

Agradecimientos especiales a mi profesor guía, Sr Pablo Viveros Gunckel por su buena disposición y paciencia ante mis ideas, junto a toda la ayuda académica que me brindó durante los meses de elaboración de este documento.



A mis padres, mi hermana, mis amigos y familia. Pilares fundamentales de este periodo de mi vida, infinitas gracias por cada palabra y gesto de apoyo hacia mi persona. Gracias por guiarme y enseñarme a amar la trama más que el desenlace.

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente documento se abordará una evaluación técnica, estratégica y financiera para la creación de una empresa que ofrece el servicio de limpieza de filtros de aire al interior de la faena minera del cliente.

Actualmente existen empresas mineras que limpian sus filtros de aire, así como otras que no lo hacen. Dentro de las empresas que limpian sus filtros de aire, prácticamente todas han optado por subcontratar la limpieza de sus filtros de aire, por lo que se ha generado un mercado dentro de la mantención de equipos mineros de extracción, el mercado de la limpieza en seco de filtros de aire.

Las empresas que pertenecen al mercado de la limpieza de filtros de aire, actualmente transportan los filtros del cliente, desde la faena minera hasta sus instalaciones. En este documento se explica que inconvenientes trae consigo esta forma de operar de dichas empresas.

De la misma forma propone un nuevo modus operandi para el servicio de limpieza de filtros, el cual consiste en ubicar el servicio de limpieza de filtros de aire, al interior de las instalaciones del cliente. Junto a lo anterior, se justifica y explica los ahorros que trae consigo, el ofrecer el servicio de esa forma.

Finalmente se realiza una evaluación técnica y económica de la propuesta.

Palabras Clave. Limpieza de filtros de aire en faena, Evaluación económica, ahorro inventario, máquina limpieza de filtros de aire en seco.

ABSTRACT

In this document is carried out the technical, strategic and financial evaluation for creating a company that offers the service filter cleaning air ins side of the mine site customer.

There are currently mining companies, that they clean their air filters, as well as others that do not. Among the companies that clean their air filters, almost all have chosen to outsource cleaning their air filters, so it has created a market in the maintenance of mining equipment extraction, the market for dry cleaning of air filters.

Companies that belong to the market for cleaning air filters, currently transport customer filters, from the mine site to its facilities. This document explains the disadvantages that brings this mode of operation of such companies.

Likewise it proposes a new modus operandi for the cleaning of the air filters, which it consist in locate the cleaning air filters service in customers premises. Along with the above, it justifies and explains the savings it brings, to offer the service that way.

Finally a technical and economic evaluation of the proposal is made.

Keywords. Cleaning air filter service, Economic evaluation, Saving in inventory, Air filter cleaning machine.

Índice de Contenidos

1. Introducción	1
2. Definición de Objetivos	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. Descripción de la industria chilena	4
3.1. Industria minera como sustento de la economía chilena	4
3.2. Proyecciones de producción de la industria minera en Chile	6
3.3. Tipos de mineral y tonelaje que mueve la industria minera chilena	7
3.4. Cantidad de equipos mineros de extracción que existen en el territorio chileno	9
3.4.1. Descripción de los equipos mineros considerados	9
3.4.2. Equipos por faena minera y empresas contratistas	11
3.5. Universo promedio de filtros que demanda anualmente la minería en Chile	13
3.5.1. Variables que determinan la cantidad de filtros que demandará un equipo minero	13
3.5.2. Aproximación de la cantidad de filtros de aire que se demandan en Chile anualmente	15
3.6. Oportunidad de mercado	20
4. Servicios de limpieza de filtros de aire en Chile	21
4.1. Elementos críticos de un equipo minero	21
4.2. ¿Por qué se limpian los filtros de aire de un equipo minero?	22
4.3. Descripción del servicio de limpieza de filtros de aire	23
4.4. Descripción del proceso de limpieza de filtros de aire	24
4.5. Disminución en los costos de mantenimiento de equipos al recurrir a un servicio de limpieza de filtros de aire	26
5. Introducción a la idea de ubicar el servicio de limpieza dentro de la faena minera	31
5.1. Servicio de limpieza dentro de la faena minera	31
5.2. Razones por las que surge la idea de introducir el servicio de limpieza a la faena	32
5.2.1. Pérdidas de elementos de filtración en proceso de transporte	32
5.2.2. Servicio entregado deficiente	36

5.2.3.	Disminución en costos de transporte	36
5.2.4.	Disminución en costos de inventario	37
5.3.	Justificaciones empíricas de introducir el servicio de limpieza en la faena	40
6.	Estudio de Mercado del servicio de limpieza de filtros de aire en faena	42
6.1.	Definición del servicio	42
6.1.1.	Descripción y características del servicio de limpieza de filtros en faena	42
6.1.2.	Unidades que componen el servicio de limpieza de filtros en faena	44
6.2.	Mercado Objetivo	47
6.3.	Forma de comercialización del servicio	47
6.4.	Plan de Marketing	48
6.4.1.	Posicionamiento del servicio de limpieza de filtros en faena . . .	48
6.4.2.	Análisis de la competencia	48
6.4.3.	Precio del servicio	49
6.4.4.	Proyección de ingresos y egresos esperados	52
6.5.	Localización del servicio de limpieza	54
6.5.1.	Macro localización	54
6.5.2.	Micro localización	54
7.	Estudio Técnico	56
7.1.	Flow Sheet del servicio de limpieza de filtros de aire en faena	56
7.2.	Diseño del proceso del servicio de limpieza de filtros de aire en faena . .	57
7.2.1.	Proceso	57
7.2.1.1.	Capacidad del servicio de limpieza de filtros de aire . .	57
7.2.1.2.	Selección de equipos para el proceso	58
7.2.1.3.	Instalación de equipos	61
7.2.1.4.	Servicios anexos	61
7.2.2.	Equipamiento, infraestructura e inversiones	62
7.2.2.1.	Terrenos	62
7.2.2.2.	Equipamiento	63
7.2.2.3.	Gastos de puesta en marcha	65
7.2.2.4.	Capital de Trabajo	65
7.3.	Layout sistema de limpieza de filtros de aire en faena	66
7.4.	Personal de operaciones	66
7.4.1.	Personal de operaciones	67
7.4.2.	Programa de trabajos (Turnos)	68
7.4.3.	Gastos asociados al personal	69
7.4.4.	Tabla de gastos en personal	69
7.5.	Calendario de inversiones	70
7.6.	Gasto en mantenimiento	71
7.6.1.	Gastos en mantenimiento de los equipos de limpieza	71
7.6.2.	Vida útil de los equipos de limpieza	71
7.6.3.	Valor residual de los equipos de limpieza al final del proyecto . .	72

8. Estudio Organizacional	73
8.1. Estructura organizacional	73
8.2. Proceso administrativo	74
8.3. Personal	75
8.3.1. Descripción de los cargos	75
8.3.2. Sueldos brutos de mercado	77
9. Impuestos	78
9.1. Impuesto a la renta primera categoría	78
9.2. IVA	79
10. Requerimientos de calidad y seguridad	80
10.1. Norma ISO 9001	80
10.2. Seguridad del personal	81
11. Estudio Financiero	82
11.1. Inversión total por el horizonte del proyecto	82
11.2. Financiamiento del proyecto	84
11.3. Tasa de descuento del proyecto	85
11.3.1. Costo de oportunidad del capital invertido en el proyecto	85
11.3.1.1. WACC (Weighted Average Cost of Capital o Promedio ponderado del costo del capital)	87
12. Evaluación económica	88
12.1. Depreciación	88
12.2. Amortizaciones	89
12.3. Flujo caja puro	90
12.4. Flujo caja financiado	92
12.5. Sensibilidad del proyecto	94
12.5.1. Precio del servicio de limpieza de filtros de aire en faena	94
12.5.2. Tasa de descuento	95
13. Análisis estratégico	96
13.1. Análisis FODA	96
13.1.1. Análisis interno	96
13.1.2. Análisis externo	98
13.2. Análisis Competitivo (5 fuerzas de Porter)	100
13.3. Análisis VRIO	102
13.4. PESTA	103
14. Conclusiones	106
Bibliografía	109
A. ANEXOS	111

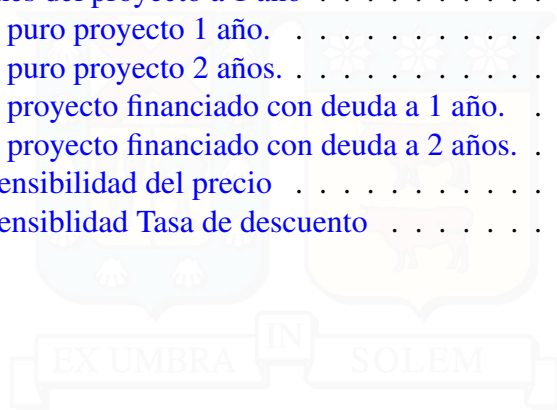
A. Catastro de equipos mineros de extracción	112
B. Demanda de filtros de aire por equipos mineros	115
C. Especificaciones máquina SDC-6	117
D. Informes de calidad	118
E. Recomendaciones	128



Índice de Tablas

3.1. Producción de las distintas materias primas metales y no metales que exporta Chile año 2012 y 2013; Fuente: [5].	8
3.2. Cantidad de equiposen faenas mineras y empresas contratistas; Fuente Revista Minería Chilena	11
3.3. Continuación tabla 3.2	12
3.4. Parámetros de cambio de filtros de los equipos en horas	16
3.5. Cantidad de filtros con que operan equipos mineros considerados en el proyecto.	17
3.6. Demanda anual de filtros de aire en Chile	18
3.7. Continuación tabla 3.6	19
4.1. Costo unitario de limpieza de los filtros de aire de los equipos considerados por el proyecto.	27
4.2. Costos empresas mineras con servicio de limpiezas versus sin servicio de limpieza.	29
4.3. Continuación tabla 4.2.	30
5.1. Pérdidas en filtros de aire por mal manejo de empresas que prestan el servicio de limpieza.	34
5.2. Continuación tabla 5.1.	35
5.3. Ahorro en inventario al insertar el servcio de limpieza de filtros de aire en la faena	38
5.4. Continuación tabla 5.3	39
6.1. Costo en Filtros de aire para las mineras consideradas por el proyecto, caso limpieza de filtros convencional	50
6.2. Continuación Tabla 6.1	51
6.3. Precio del servicio de limpiza de filtros en faene segun el periodo del contrato.	52
6.4. Ingresos y egresos del proyecto	53
7.1. Gastos de puesta en marcha	65
7.2. Gastos asociados al personal.	69
7.3. Gasto total mensual en RRHH	69
7.4. Depreciaciones de los distintos activos del proyecto.	72
8.1. Desglose de las remuneraciones de brutas de los funcionarios.	77

11.1. Inversión requerida por el proyecto.	83
11.2. Estructura de financiamiento del proyecto.	84
12.1. Depreciaciones de los distintos activos del proyecto.	89
12.2. Amortizaciones del proyecto a 2 años.	89
12.3. Amortizaciones del proyecto a 1 año	89
12.4. Flujo de caja puro proyecto 1 año.	90
12.5. Flujo de caja puro proyecto 2 años.	91
12.6. Flujo de caja proyecto financiado con deuda a 1 año.	92
12.7. Flujo de caja proyecto financiado con deuda a 2 años.	93
12.8. Análisis de sensibilidad del precio	94
12.9. Análisis de sensibilidad Tasa de descuento	95



Índice de Figuras

3.1. Aporte de la industria minera al país en distintos sectores durante el año 2015; Fuente Sonami.	5
4.1. Test de luz para verificar roturas.	24
4.2. Filtro de aire en proceso de limpieza.	25
5.1. Filtros rotos luego de una entrega de una empresa que presta el servicio de limpieza de filtros de aire convencional.	33
5.2. Carta Gantt del seguimiento de los filtros de aire limpiados fuera de la faena y dentro de la faena.	37
5.3. Horómetro camión de minera Algorta Norte.	40
5.4. Horómetro cargador de minera Algorta Norte.. . . .	41
5.5. Horómetro bulldozer de minera Algorta Norte.	41
6.1. Máquina de limpieza de filtros de aire.	44
6.2. Test de Luz.	44
6.3. Manómetro.	45
6.4. Pesa.	45
6.5. Contenedor del servicio de limpieza de filtros de aire.	45
6.6. Carpa de almacenaje de Filtros sucios y limpios.	46
6.7. Potenciales lugares a ubicar el servicio de limpieza de filtros de aire en faena.	55
7.1. Flowsheet del servicio de limpieza de filtros de aire en faena.	56
7.2. Máquina de limpieza de filtros de aire junto a todos sus complementos.	58
7.3. Cotización máquina de limpieza de filtros de aire SDC-6.	59
7.4. Contenedor adecuado para albergar el servicio de limpieza de filtros de aire en faena.	60
7.5. Carpa tipo para el almacenaje de filtros sucios y limpios.	60
7.6. Máquina ensamblada en el contenedor y su forma de presentación ante el cliente.	61
7.7. Terreno considerado para las instalaciones de la empresa.	63
7.8. Layout del servicio de limpieza de filtros de aire en faena.	66
7.9. Calendario de inversiones.	70
8.1. Organigrama del proyecto.	73

13.1. Análisis estratégico de las 5 fuerzas de Porter.	100
13.2. Análisis VRIO.	102
A.1. Catastro de equipos mineros de extracción XV, I y II región	112
A.2. Catastro de equipos mineros de extracción resto regiones.	113
A.3. Catastro de equipos mineros de empresas contratistas.	114
B.1. Demanda anual de filtros de aire de los equipos mineros de faenas de la XV, I y II región.	115
B.2. Demanda anual de filtros de aire de los equipos mineros de faenas del resto de las regiones y de empresas contratistas del país.	116
C.1. Especificaciones técnicas de la máquina Sonic Dry Clean 6.	117
D.1. Informe de calidad de la C.E.E.	118
D.2. Informe de calidad de la C.E.E.	119
D.3. Informe de calidad de la C.E.E.	120
D.4. Informe de calidad de la P.S.I.	121
D.5. Informe de calidad de la P.S.I.	122
D.6. Informe de calidad de la Southwest Research Institute	123
D.7. Informe de calidad de la Southwest Research Institute	124
D.8. Informe de calidad de la Southwest Research Institute	125
D.9. Informe de calidad de la Southwest Research Institute	126
D.10. Informe de calidad de la Southwest Research Institute	127
E.1. Carta de recomendación de DuPont Specially Chemicals	128
E.2. Carta de recomendación de Komatsu	129
E.3. Carta de recomendación de Newmont Gold Company	130
E.4. Carta de recomendación del Installation Logistics and Enviroment Depar- tment of the USA Army	131
E.5. Carta de recomendación del Transportation Deparment of the USA Army	132
E.6. Carta de recomendación del Marine Corps Air Ground Combat Center	133
E.7. Carta de recomendación de WesTrac Equipment Pty	134
E.8. Carta de recomendación de la Watson Cogeneration Company	135

1 | Introducción

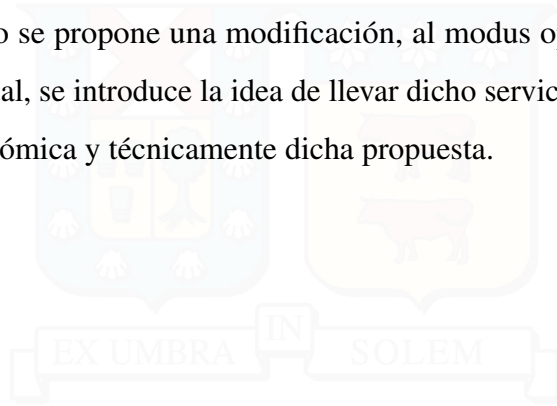
Como es sabido, Chile ha basado su economía en la minería, de forma creciente desde principios de los 70 hasta la actualidad, el mayor porcentaje de los ingresos fiscales de Chile, es por parte de la industria minera. A pesar de las crisis económicas tanto de Chile, como de los países con los que Chile tiene relación en torno a los commodities, nadie puede poner en duda, que Chile es un país que basa claramente su economía en la industria minera.

Actualmente, el precio del cobre no pasa por su mejor momento, sumado a esto el gigante asiático (China), crece de forma desacelerada y entrega cifras a futuro con gran porcentaje de incertidumbre, lo que implica que los proyectos en Chile en todas las industrias, en especial la minera, tengan un mayor factor de riesgo, lo que provoca que la inversión dentro del país disminuya, y por ende las empresas mineras que no pretenden invertir en nuevos proyectos, ampliaciones, tecnología, etc. Solo buscan reducir sus costos, para de esa forma contrarrestar, los ingresos que no tuvieron en nuevas inversiones que sí estaban presupuestadas.

En este escenario de la reducción de costos para las empresas mineras, existe el servicio de mantenimiento de los filtros de aire de los equipos mineros, el cual permite reutilizar los filtros de aire que ocupan los equipos, y reducir sus costos hasta en un 75 %, con respecto al escenario de que las empresas mineras utilicen y luego boten sus filtros.

Por ende dentro del mercado de la mantención de equipos mineros, se generó un nuevo segmento, el de la mantención de filtros de aire en seco. Existen distintas empresas que prestan dicho servicio, las cuales ocupan como modus operandi el transportar los filtros del cliente, desde su faena hasta las instalaciones de la empresa que presta el servicio.

En este documento se propone una modificación, al modus operandi del servicio de limpieza de filtros actual, se introduce la idea de llevar dicho servicio a la faena del cliente, y luego se evalúa económica y técnicamente dicha propuesta.



2 | Definición de Objetivos

2.1. Objetivo general

- Como objetivo general se propone evaluar la factibilidad técnica, estratégica y financiera en la creación, desarrollo y sustentabilidad de una empresa que entregue el servicio de limpieza de filtros de aire, en las instalaciones de faenas mineras.

2.2. Objetivos específicos

- Conocer e identificar las características del mercado, entorno, clientes y competidores con el objetivo de comprender el escenario del mercado de la mantención de filtros de aire.
- Definir las características de la propuesta y los ahorros que genera ésta al cliente, a fin de aumentar la propuesta de valor y argumentar de forma robusta, el porqué elegir esta forma de ofrecer el servicio de limpieza de filtros de aire.
- Evaluar los beneficios y costos del proyecto. Identificar la factibilidad y rentabilidad del proyecto.

3 | Descripción de la industria chilena

3.1. Industria minera como sustento de la economía chilena

Chile como país minero sustenta su economía y su producto interno bruto (PIB) en base a la manufacturación del cobre. Para el año 2008, la economía chilena se vio nutrida en gran forma por la minería nacional, la cual proporcionó el 17,4 % de los ingresos nacionales, siendo sucedidos por los servicios financieros con un 16.6 %.

En materia de exportaciones, para el año 2008 las exportaciones mineras alcanzaron, 38.191 millones de dolares, representando así el 58 % del total de ingresos por exportaciones de Chile, seguido por exportaciones de productos del mar, y otras materias primas como maderas.

En un periodo de 10 años (1996-2006) el ingreso fiscal aumentó año a año. Para el año 2008, la contribución a los ingresos fiscales por parte de la minería fue de un 35 %, llegando a constituir la cifra más importante, que el fisco ha recibido por parte de un área económica del país. De cada cuatro pesos que recibió el estado chileno durante el último sexenio (2006-2011), prácticamente uno fue aportado por la minería. Es decir, contribuyó con el 23,4 % de la totalidad de los ingresos fiscales, alcanzando los US\$ 62.000 millones. Este monto equivale a los presupuestos de los ministerios de Salud, Obras Públicas, Economía y un tercio del correspondiente a la cartera de Vivienda. (Datos obtenidos de la [9])

El alcance del proceso minero también está comprometido con el aspecto social, ya

que sustenta una capacidad laboral muy importante para la economía chilena, ya que se establece que de cada empleo directo que se genera en el área minera, se implementan otros 6,5 empleos en otras áreas económicas. Las estadísticas indican que en promedio la actividad minera genera 50.000 empleos anuales.

Desde el año 1974, la explotación extranjera a sido autorizada y aprovechada en un 39 % promedio, siendo esta cifra la que sorprende a la economía nacional, ya que desde ese año hasta la actualidad, la minería viene a ser el área de producción nacional con mayor ingreso internacional. (Datos y descripción del panorama de la industria, extraídos del reporte anual del consejo minero año 2015 [3]).

En la figura 3.1 se indica las contribuciones que tuvo la minería para el país el año 2015. A pesar del crecimiento desacelerado que se ha mantenido desde mediados del 2014, se puede observar claramente como este sector de la industria minera, sigue siendo el corazón de la economía chilena.



Figura 3.1: Aporte de la industria minera al país en distintos sectores durante el año 2015; Fuente Sonami.

3.2. Proyecciones de producción de la industria minera en Chile

La Comisión chilena del cobre [10] considera distintos tipos de proyectos, los cuales los clasifica en base, probable, posible y potencial. A partir de esa clasificación, genera los escenarios que se describen a continuación, para los distintos metales y minerales que se explotan en el territorio chileno.

Al considerar un horizonte hasta el año 2026, con el cobre como actor principal de las exportaciones del país, Chile tiene un potencial de alcanzar una capacidad máxima de producción cuprífera de 7,56 millones de toneladas de cobre, un 31,6 % sobre la producción registrada el año 2014, si todos los proyectos previstos se materializan según sus cronogramas. El máximo de producción a registrarse en este periodo se alcanzaría durante el 2024, donde la producción de cobre llegaría aproximadamente a las 7,84 millones de toneladas, un 36,3 % adicional a la producción 2014.

Cabe destacar que si solo se materializaran las iniciativas en condición base y probable, la producción de cobre del país caería un 6,4 % para llegar a alrededor de 5,4 Mt de cobre fino. Si a este escenario le agregamos la materialización de las iniciativas en condición posible se lograría contrarrestar la pérdida de producción, llegando a las 6,6 Mt de cobre fino, un 15,4 % más de producción con respecto a 2014.

Este aumento de producción muestra un cambio estructural en el tipo de producto final de las operaciones cupríferas, es así como mientras la capacidad máxima de producción en concentrados se incrementaría en 2,84 millones de toneladas hacia el 2026, un 72,7 % respecto al 2014, la de cátodos SxEw disminuiría en 1,03 millones de toneladas, registrando una baja del 55,7 % respecto al mismo año.

Para el caso del oro, se espera que hacia el 2026 la capacidad máxima de producción de este metal podría alcanzar a las 80,5 toneladas de oro contenido, un aumento del 75 % sobre las 46 toneladas registradas el 2014, mientras que los proyectos incluidos en este informe con potencial de producción de plata llegarían a aportar unas 1.495 tpa de plata hacia 2026 a la producción actual, que en 2014 alcanzó las 1.572 toneladas de plata.

En el caso del molibdeno, principal coproducto de la minería del cobre, la capacidad máxima de recuperación de molibdeno alcanzaría a 95,6 mil tpa hacia 2026, un 96 % de crecimiento con respecto a lo producido el 2014, lo que implica un crecimiento a una tasa anual promedio de 5,3 %.

Los proyectos con producción primaria o coproducción de hierro considerados en esta actualización, aportarían 18,8 Mt de mineral de hierro hacia el 2026, aproximadamente 11,9 Mt de Fe fino contenido, para llegar a una producción máxima en torno a las 33,3 Mt de mineral de hierro, lo que significa un crecimiento de un 80 % con respecto a lo registrado en 2014.

Para el caso de los minerales industriales, existen dos iniciativas en el área del salitre, la primera aportaría 10.000 tpa de yodo equivalente y alrededor de 1.293.000 tpa de NaNO_3 . La segunda iniciativa pretende producir alrededor de 2.700 tpa de yodo y 400.000 tpa de nitratos, incluyendo 20.000 tpa de ácido bórico.

3.3. Tipos de mineral y tonelaje que mueve la industria minera chilena

A lo largo del territorio chileno, los minerales que se extraen son diversos. Estos pueden dividirse principalmente en metálicos y no metálicos, dentro de los metálicos el mineral que destaca en términos de cantidad y como se mencionaba en la sección 3.1 es el cobre, otros minerales metálicos que se extraen en Chile son plata, oro, hierro, litio, plomo, zinc, molibdeno y manganeso. Por otro lado los principales minerales no metálicos, que se extraen y exportan desde el territorio chileno son boratos, carbonatos de calcio, magnesio, potasio, nitratos y yodo. En la tabla 3.1 se indican las producciones de los distintos metales y no metales que extrae el país, durante el año 2012 y 2013.

Minerales Metálicos	2012	2013
Cobre (tmf)	5.484.710	5.851.120
Molibdeno (tmf)	34.793	38.433
Hierro (tmf)	9.429.058	9.088.345
Plomo (tmf)	410	1.829
Cinc (tmf)	26.762	29.759
Oro (kg)	49.936	51.309
Plata (kg)	1.194.521	1.173.845
Rocas y Minerales Industriales	2012	2013
Arcillas (t)	68.238	62.503
Carbonato de Calcio (t)	6.657.824	6.454.017
Cloruro de Sodio (t)	8.057.130	6.576.960
Compuestos de Azufre (t)	4.681.966	4.508.772
Compuestos de Boro (t)	449.572	582.074
Compuestos de Litio (t)	71.594	60.646
Compuestos de Potasio (t)	1.686.408	1.901.215
Diatomita (t)	23.021	27.092
Feldespato (t)	6.399	3.874
Nitratos (t)	822.584	759.384
Pumicita (t)	826.779	800.031
Recursos Silíceos (t)	1.267.476	1.358.148
Rocas Fosfóricas (t)	15.601	14.956
Rocas Ornamentales (t)	6.752	9.122
Sulfato de Cobre (t)	8.814	8.869
Turba (t)	346	527
Yeso (t)	799.064	1.015.158
Yodo (t)	17.494	20.656
Zeolita (t)	250	159

Tabla 3.1: Producción de las distintas materias primas metales y no metales que exporta Chile año 2012 y 2013; Fuente: [5].

3.4. Cantidad de equipos mineros de extracción que existen en el territorio chileno

Para poder describir el tamaño del mercado, correspondiente al elemento principal de este proyecto, es decir, el filtro de aire. Se debe primero tener una aproximación del parque vehicular de equipos mineros que existen en el territorio chileno, de esa forma se puede proyectar, cuantos elementos de filtración de aire serán demandados anualmente.

3.4.1. Descripción de los equipos mineros considerados

Para el catastro de equipos mineros dentro del territorio chileno, se ocuparon los datos levantados por la Revista Minería Chilena, [1] donde los equipos que son de importancia para el análisis de este proyecto, debido a la frecuencia con que cambian filtros, así como lo expuesto que están dichos equipos, a la polución natural que se genera por la extracción de mineral y al impacto en los costos que genera cambiar los filtros de estos equipos a lo largo de un año, se describen a continuación:

- **Camiones fuera de carretera:** son usados para el transporte de material (estéril y mineral), y su utilización está restringida a labores de explotación a rajo abierto. En general están diseñados para faenas donde es preciso mover grandes volúmenes de material.
- **Camiones livianos:** camiones caracterizados por tener un tonelaje inferior a 50 tc. La mayor parte de estos camiones son utilizados para el transporte de material en sectores con menor movimiento de tierra.
- **Camiones utilitarios:** Se incluye entre estos equipos a todo aquellos que cumplen funciones auxiliares tales como regar (camiones aljibes), llevar agua (camiones cisterna), carga de combustible, camiones grúa, transporte de explosivos, camiones de servicio (lubricador, tiende cables, camiones mixer, mantención, etc.) y para el transporte de otros equipos (semi-remolques o camiones cama baja).

- **Camiones bajo perfil:** realizan trabajos de transporte de mineral en faenas subterráneas. Son equipos de baja altura pero de gran capacidad.
- **Camiones de explosivos:** En esta categoría se incluyen equipos de transporte y carguío de explosivos en faenas subterráneas.
- **Cargadores frontales:** Estos equipos cumplen variadas funciones, siendo la principal el carguío de mineral.
- **Cargadores de bajo perfil:** cargador es de amplio uso en la minería subterránea, y es particularmente adecuado a métodos de explotación extensivos, tales como block caving y panel caving. Su función principal es la de transportar el mineral extraído en los túneles de explotación.
- **Equipos de apoyo:** en esta categoría han sido clasificados los bulldozer (tractor sobre orugas), wheeldozer (tractor sobre neumáticos), motoniveladoras, retroexcavadoras, rodillos compactadores y excavadoras, además de enrolla-cables y manipuladores de neumáticos. Estos equipos realizan diferentes labores en operaciones mineras tales como arreglo y limpieza de caminos, mantenimiento de taludes, apoyo a labores de carguío y otras.
- **Jumbos de preparación y desarrollo:** llamados así para diferenciarlos de aquellos equipos usados exclusivamente en labores de producción, estos equipos operan en faenas subterráneas, cumpliendo la función de perforar, por lo general, horizontalmente la roca en forma mecanizada, con el objeto de colocar la carga de explosivos.
- **Jumbos de producción:** equipos son usados en labores de producción, es decir, para extraer mineral.
- **Martillos picadores:** equipos diseñados para reducir de tamaño las rocas minerales. Es un equipo utilizado mayormente en faenas subterráneas, aunque muchas veces también son utilizados en minería a rajo abierto.

3.4.2. Equipos por faena minera y empresas contratistas

En la tabla 3.2 , se puede observar la cantidad de equipos mineros pertenecientes a las faenas mineras más importantes del país, en términos de volumen de mineral que mueven, así como los equipos mineros pertenecientes a las empresas contratistas, que arriendan sus equipos a las faenas mineras ya mencionadas. Por lo que, cualquiera de estos equipos está dentro del mercado objetivo del proyecto, ya que en algún momento de su operación, los filtros de aire de dicho equipo deberán ser sustituidos. En el anexo A se puede ver el detalle de los distintos equipos de las faenas mineras.

Faena	Región	Total
Pampa Camarones	XV	24
Cerro Colorado	I	71
Cosayach (Negreiros)	I	23
Cosayach (Soledad)	I	23
Collahuasi	I	144
Quebrada Blanca	I	56
El Abra	II	80
El Peñón	II	86
Radomiro Tomic	II	135
Chuquicamata	II	142
Ministro Hales	II	28
Michilla	II	16
Spence	II	46
Mantos de la Luna	II	32
Sierra Gorda	II	18
Las Cenizas	II	28
El Tesoro	II	45

Tabla 3.2: Cantidad de equipos en faenas mineras y empresas contratistas; Fuente Revista Minería Chilena

Esperanza	II	41
Escondida	II	215
Gabriela Mistral	II	24
Mantos Blancos	II	76
Lomas Bayas	II	57
Zaldivar	II	47
Franke	II	28
Mantoverde	III	33
Salvador	III	56
Los Colorados	III	31
La Coipa	III	33
Mantos de Oro	III	31
Maricunga	III	26
Carola	III	45
Pucobre	III	45
Ojos del Salado	III	32
Atacama Kozan	III	18
Candelaria	III	112
Caserones	III	8
Carmen de Andacollo	IV	30
Altos de Punitaqui	IV	18
San Gerónimo	IV	14
Tres Valles	IV	28
Los Pelambres	IV	83
El Soldado	V	79
Pimenton	V	23
Cerro Negro	V	10
Andina	V	82
Los Bronces	RM	79
Florida	RM	39
El Teniente	VI	259
El Toqui	XI	26
Contratistas		2557

Tabla 3.3: Continuación tabla 3.2

Como se puede observar en la tabla 3.2, la cantidad de equipos en las faenas mineras del territorio chileno, propiedad de faenas mineras o empresas contratistas, asciende a 5.280 equipos mineros aproximadamente.

3.5. Universo promedio de filtros que demanda anualmente la minería en Chile

Todos los equipos mineros mencionados en la sección 3.4, requieren filtros de aire para su funcionamiento, debido a que trabajan constantemente con altos niveles de polución. En el caso contrario de no trabajar con filtros de aire, los motores de los equipos mineros se verían afectados en su funcionamiento, debido a que la combustión dentro del motor del equipo, se vería muy contaminada por el material particulado que se encuentra en el ambiente de la faena minera.

3.5.1. Variables que determinan la cantidad de filtros que demandará un equipo minero

Para poder aproximar la cantidad de filtros que requerirá un equipo en un determinado periodo de tiempo, existen distintas variables que se deben tener en cuenta, para el estudio de este proyecto, se calificó como determinantes en la cantidad de filtros de aire que demandará la faena, las siguientes variables:

- **Tipo de equipo minero:** esta variable es de suma importancia, ya que no será la misma demanda de filtros de aire, la que tenga un cargador frontal durante un año, que la que tuvo un camión aljibe en ese mismo año. Esto tiene que ver, con la naturaleza de la función para la que fue diseñado el equipo minero. Claramente el cargador frontal, está en todo momento trabajando a altos niveles de polución, por ende necesitará cambiar filtros de aire, mucho antes que un camión aljibe, el cual solo anduvo por caminos ya establecidos y humedeciendo el ambiente en todo momento.
- **Lugar en la cadena de extracción que se encuentra el equipo minero:** esta variable tiene que ver, con que tan directamente ligado al frente de extracción de mineral se encuentra el equipo, es decir, mientras más cercano a la carga y descarga de mineral se encuentra el equipo, mayor será su demanda de filtros de aire. Un ejemplo de esto son las distintas actividades a las que puede ser designado un bulldozer, no será igual a la polución que se verá expuesto, si es que arregla o limpia caminos, versus si se ve comprometido en apoyo a labores de carguío.
- **Tipo de mineral que se extrae:** esta variable corresponde a la naturaleza del mineral que se extrae. Un claro ejemplo de esto, son los equipos mineros que trabajan en el caliche (minera no metálica), equipos mineros en el frente de extracción (camiones y cargadores) de mineras de yodo, deben cambiar sus filtros de aire cada 8 a 12 horas, versus equipos mineros en el frente de extracción de mineras de cobre, que cambian sus filtros de aire cada 75 a 150 horas.

3.5.2. Aproximación de la cantidad de filtros de aire que se demandan en Chile anualmente

Para poder llegar a una cifra que se aproxime a la cantidad de filtros anual, que demanda la minería en Chile, se trabajó bajo 2 supuestos que se vinculan a las variables mencionadas en la sección 3.5.1, éstos son:

1. Los filtros serán cambiados según los parámetros con que se cambian en una minera de cobre. Debido a la cantidad de equipos en mineras de cobre, versus la cantidad de equipos que existen en otro tipo de mineras. Los parámetros de tiempo para el cambio de filtros de aire, de faenas mineras metálicas, son buenos representantes del promedio de cambio de filtros de aire de los distintos equipos mineros a lo largo del territorio chileno. De todas formas, para efectos del estudio de mercado de este proyecto, dicha cifra (cantidad de filtros de aire demandados en el año) se podría ver subestimada, ya que faenas mineras no metálicas como se mencionaba en la sección 3.5.1, requieren más filtros de aire que las faenas mineras metálicas, por ende en ningún caso la cifra a la que se llega en esta sección sobreestima la cantidad de filtros que se demandan en el mercado.
2. Los parámetros de tiempo de cambio de filtro de aire, dependerán del tipo de equipo con el cual se está calculando la demanda de filtros, por ende cada equipo que se consideró, tendrá su propio tiempo de cambio de filtros de aire.

Mencionado los supuestos, los parámetros de tiempo (en horas) de cambio de filtros de aire, se representan en la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Parámetros de cambio de filtros de los equipos en horas

Equipo Minero	Horas cambio de filtros de aire [h]
Camiones livianos	100
Camión fuera carretera y BP	100
Camión utilitario	100
Cargador F y BP	100
Bulldozer	100
Wheelloader	100
Excavadoras	200
Motoniveladora	200
Jumbos	150
Martillos	150

La fórmula que estima el número de filtros que requerirá el equipo minero, al cabo de un año es la que se describe en la ecuación 3.1:

$$Freq = \frac{8760}{hcf} * nfe \quad (3.1)$$

Donde:

FReq: Cantidad de filtros que requerirá el equipo en un año.

hcf: horas a las que cambia filtros el equipo minero.

nfe: número de filtros con que opera el equipo.

En la tabla 3.5 se muestran la cantidad de filtros con los que operan los equipos descritos en la sección 3.4.1

Tabla 3.5: Cantidad de filtros con que operan equipos mineros considerados en el proyecto.

Equipo Minero	Cantidad filtros con los que opera
Camiones livianos	2
Camión fuera carretera y BP	2
Camión utilitario	1
Cargador F y BP	2
Buldozer	2
Wheeldozer	2
Excavadoras	1
Motoniveladora	1
Jumbos	1
Martillos	1

Finalmente la cantidad de filtros de aire que requerirá una faena minera en un año, se describe según la ecuación 3.2.

$$FreqAF = \sum Freq_i \quad (3.2)$$

Donde

$Freq AF$: Filtros requeridos anualmente por faena.

$Freq_i$: Filtros requeridos por el equipo minero i de la faena.

En la tabla 3.6 se observa cuantos filtros de aire, se demandan aproximadamente en las faenas mineras de las distintas regiones con mayor peso en la industria minera en Chile. El desglose de demanda por equipos mineros se encuentra en el anexo B.

Faena	Región	Filtros demandados anualmente
Pampa Camarones	XV	572
Cerro Colorado	I	1859
Cosayach (Negreiros)	I	547
Cosayach (Soledad)	I	547
Collahuasi	I	3699
Quebrada Blanca	I	1464
El Abra	II	1883
El Peñón	II	2073
Radomiro Tomic	II	3343
Chuquicamata	II	3519
Ministro Hales	II	745
Michilla	II	292
Spence	II	1212
Mantos de la Luna	II	883
Sierra Gorda	II	486
Las Cenizas	II	569
El Tesoro	II	1226
Esperanza	II	1104
Escondida	II	5986
Gabriela Mistral	II	642
Mantos Blancos	II	2102
Lomas Bayas	II	1562
Zaldivar	II	1299
Franke	II	768

Tabla 3.6: Demanda anual de filtros de aire en Chile

Faena	Región	Filtros demandados anualmente
Mantoverde	III	905
Salvador	III	1343
Los Colorados	III	832
La Coipa	III	760
Mantos de Oro	III	847
Maricunga	III	701
Carola	III	1168
Pucobre	III	1226
Ojos del Salado	III	883
Atacama Kozan	III	409
Candelaria	III	3051
Caserones	III	229
Carmen de Andacollo	IV	759
Altos de Punitaqui	IV	409
San Gerónimo	IV	307
Tres Valles	IV	644
Los Pelambres	IV	2292
El Soldado	V	1986
Pimenton	V	532
Cerro Negro	V	236
Andina	V	2000
Los Bronces	RM	2117
Florida	RM	905
El Teniente	VI	5022
El Toqui	XI	701
Contratistas		74.664

Tabla 3.7: Continuación tabla 3.6

3.6. Oportunidad de mercado

Con la demanda de filtros por limpiar que se describe en la sección 3.5.2, aparece una oportunidad en el mercado de la mantención de equipos mineros, la del servicio de limpieza de filtros de aire.

En el siguiente capítulo se introduce, los argumentos de porqué es fundamental mantener limpios los filtros de aire de los equipos, la forma en que se procede a limpiar actualmente los filtros de aire, por parte de las empresas que prestan este servicio, y los ahorros que genera para las mineras este servicio de mantención de los elementos de filtración.

4 | Servicios de limpieza de filtros de aire en Chile

4.1. Elementos críticos de un equipo minero

En la siguiente lista se indica los elementos que deben atenderse cada 10 horas o diariamente en camiones mineros marca CAT [8]:

- Inspección revisión alrededores: chequeo pernos sueltos, fugas, y fisuras.
- Cilindros de Suspensión: Chequeo/Recargo.
- Aceite del Sistema de Levante y Frenos: Verificar nivel.
- Aceite Sistema Dirección y Mando del Ventilador: Verificar nivel.
- Aceite Eje trasero: Verificar nivel.
- Tanque de Combustible: Drenar humedad/Check de nivel.
- Aceite Transmisión/Convertidor: Verificar el nivel.
- Aceite Carter Motor y Acople : Verificar los niveles.
- Tanques de Aire: Drenar la humedad.
- Auto lubricación (tanque grasa): Verificar el nivel.

- Radiador: Verificar el nivel y los paneles.
- Filtros y Pre/Filtros de Aire: Verificar restricción con el VIMS.
- Indicadores y Panel: Testear la operación.
- Cinturón de seguridad: Inspeccionar.
- Alarma de retroceso: Testear operación.
- Frenos: Chequear la operación.
- Dirección Secundaria: Testear su operación.

Como se observa en el listado, los filtros de aire son un elemento crítico fundamental de los equipos, por lo mismo no se debe perder atención de la saturación a la cual están operando estos filtros.

4.2. ¿Por qué se limpian los filtros de aire de un equipo minero?

En la actualidad existen empresas que optan por ocupar filtros de aire y luego de un periodo de utilización, desechar estos filtros utilizados. Así como también existen empresas, que optan por la opción de reutilizar sus filtros mediante el proceso de limpieza de éstos (descrito en sección 2.3 y 2.4).

¿Por qué las empresas mineras en la actualidad en su mayoría han optado por limpiar sus filtros? Se explica a continuación:

- Las empresas pueden reducir sus costos de filtro de aire en un 75 % o más. Además de conseguir una mayor protección del motor y el medio ambiente. Debido a que un filtro de aire limpio no es 100 % eficiente, no hasta que llegue a un nivel de contaminación denominado como “pre capa” (pre-coat), nivel que alcanza cuando llega al 20 % de su ciclo de vida. Por otra parte un filtro limpiado mantiene su eficiencia en un 99,6 % hasta después de su tercera limpieza, manteniendo su nivel

de pre capa desde su primera limpieza, por ende es más conveniente en términos y operativos y económicos, utilizar filtro de aire lavados.

- Permite el reciclaje, mediante la limpieza de filtros, en vez de tirarlos a la basura después de un solo uso, los filtros se demoran de 6 a 7 veces más en llegar a la basura de las empresas, lo que reduce el volumen de los vertederos de elementos en un 85 %.
- Reduce la polución de la faena, debido a que operar con filtros limpios, implica que el motor del equipo opere a menores niveles de saturación, por ende tiene una mezcla oxígeno combustible más limpia en su motor, lo que implica menores niveles en las emisiones de gases de efecto invernadero, es decir, reducción de los niveles de polución en el área de trabajo. Lo que además impacta como beneficio para la empresa, debido a que se reducen los costos en combustible

4.3. Descripción del servicio de limpieza de filtros de aire

En Chile existen actualmente empresas que prestan el servicio de limpieza de filtros de aire, a faenas mineras que hayan decidido reutilizar sus filtros de aire.

Este servicio consiste en que la empresa que presta el servicio de limpieza de filtros de aire, va en busca de los filtros de aire saturados de las distintas faenas a las que presta el servicio de limpieza, para luego transportar dichos filtros de aire a las instalaciones de la empresa que presta el servicio de limpieza. En dichas instalaciones, se encuentran las máquinas que realizan la limpieza de los filtros de aire, luego de ser lavados los filtros de aire, estos vuelven a ser transportados de vuelta a las faenas mineras, con que mantiene relaciones comerciales la empresa que presta el servicio.

4.4. Descripción del proceso de limpieza de filtros de aire

Dentro del servicio de limpieza mencionado en la sección 4.3, está el proceso de limpieza de los filtros de aire, el cual se divide en 3 etapas:

- **Recepción de los filtros de aire:** esta etapa consiste en evaluar los filtros que vienen llegando de la faena minera. Dicha evaluación analiza cuantos lavados lleva el filtro recepcionado (generalmente el fabricante aconseja máximo 6 lavados), además de realizar 3 mediciones, las cuales consisten en pruebas de luz en una cámara oscura, para comprobar que no existen orificios en el filtro (como se muestra en la figura 4.1), mediciones de presión (en libras de agua) y peso con el que llega el filtro.

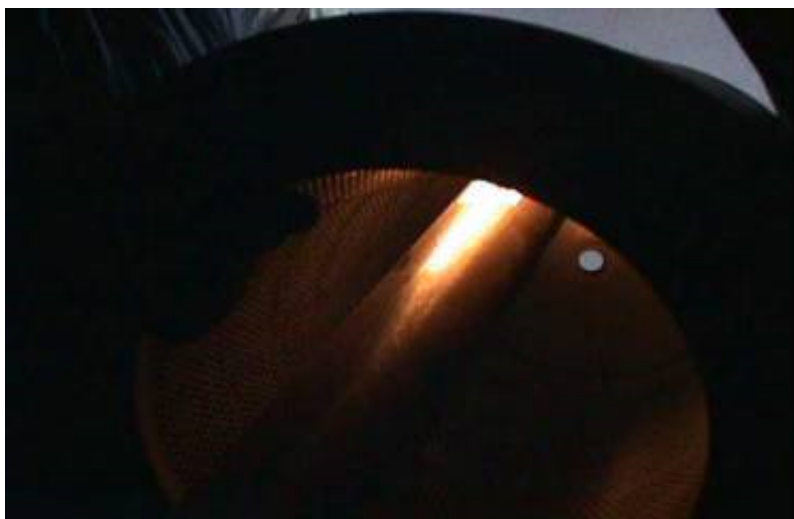


Figura 4.1: Test de luz para verificar roturas.

- **Lavado del filtro:** luego de que se comprueba de que el filtro está en buenas condiciones. Se ubica en la máquina de limpieza de filtros de aire (como se muestra en la figura 4.2), la cual mediante mecanismos neumáticos, recorre el filtro con un chorro de aire a una presión estipulada, lo que permite quitar la mayor cantidad de polvo que traía consigo el filtro de aire.



Figura 4.2: Filtro de aire en proceso de limpieza.

- **Entrega de los filtros de aire:** finalmente se realizan las mismas pruebas que en la recepción de los filtros de aire, es decir, luz, presión y pesaje. Se toman los datos, para seguir una correcta trazabilidad del filtro, de estar en buenas condiciones de presión el filtro, se almacena en los vehículos que transportarán los filtros limpios de vuelta a las faenas mineras.

4.5. Disminución en los costos de mantenimiento de equipos al recurrir a un servicio de limpieza de filtros de aire

En la sección 3.5 se describió la cantidad de filtros de aire, que requieren anualmente las regiones con gran cantidad de faenas mineras. Si se considera que el costo de estos filtros está entre los 25.000 [CLP] a 75.000 [CLP], se puede inferir que los costos a lo largo de un año, para una faena minera que no reutiliza sus filtros, no son despreciables.

A continuación se muestra cuanto ahorraría en filtros de aire, una faena minera que decide optar por el servicio de limpieza de filtros de aire, la cual realiza una cantidad máxima de 6 limpiezas a sus filtros de aire (el fabricante por lo general recomienda 6 limpiezas, empíricamente se ha demostrado que un filtro de alta calidad puede dar hasta 8 limpiezas).

El costo unitario por filtro limpiado dependerá del tipo de filtro, es decir, del tamaño de éste. Los costos considerados para calcular lo que gasta aproximadamente, una empresa que desea limpiar sus filtros de aire, son los costos con los que trabaja Finning, empresa que tiene la mayor participación del mercado de la limpieza de filtros de aire. En la tabla 4.1, se muestran los costos unitarios por limpiar los filtros de los equipos mineros mencionados en la sección 3.4.

Equipo Minero	Costo de limpieza de sus filtros de aire [CLP]
Camiones livianos	12.000
Camión fuera carretera y BP	20.000
Camión utilitario	5.000
Cargador F y BP	20.000
Buldozer	15.000
Wheeldozer	15.000
Excavadoras	7.500
Motoniveladora	7.500
Jumbos	12.000
Martillos	12.000

Tabla 4.1: Costo unitario de limpieza de los filtros de aire de los equipos considerados por el proyecto.

Con los precios que se establecen en la tabla 4.1, se puede realizar la aproximación de cuanto es lo que ahorra una faena minera al cabo de un año, en elementos de filtración de aire para sus equipos.

La cantidad total a pagar para una faena minera que limpia sus filtros, se describe según la ecuación 4.1.

$$CostodeMSLFA = FreqSLFA + CostoASLFA \quad (4.1)$$

Donde:

Costo de MSLFA: Costo de mantenimiento anual, de un equipo minero al cual se le realiza limpieza de filtros de aire.

Freq SLFA: Filtros que se requiere comprar un equipo minero en un año, si al equipo minero se le realiza limpieza de filtros de aire.

Costo ASLFA: Costos anual por servicio de limpieza de filtros, para el equipo al cual se le está realizando dicho servicio.

La cantidad anual de filtros requerida para un equipo el cual limpia sus filtros de aire Freq SLFA, se calcula según la misma ecuación 3.1, pero con un factor que corresponde a las máximo 6 limpiezas que según el fabricante sugiere se le pueden realizar al filtro de aire.

$$FreqSLFA = \frac{8760}{6 * hcf} * nfe \quad (4.2)$$

El costo anual de servicio de limpieza de filtros de aire Costo ASLFA, es calculado según la ecuación 4.3.

$$CostoASLFA = \sum_i \frac{8760}{6 * hcf_i} * nfe_i * neq_i * clfi \quad (4.3)$$

Donde:

hcf_i : horas a las que cambia el filtro el equipo i.

nfe_i : número de filtros con los que opera el equipo i.

neq_i : número de equipos i con los que cuenta la faena.

$clfi$: costo unitario de limpieza del filtro del equipo i.

En la tabla 4.2, se muestran los costos de las faenas mineras consideradas en la sección 3.4.2, se realiza la comparación, de si éstas operan sin servicio de limpieza de filtros de aire o con servicio de limpieza de filtros de aire, junto al porcentaje de ahorro que genera este servicio para las empresas, todo esto de forma anualizada.

Faena	Región	Costo MSSL	Costo MSLFA	% ahorro
Pampa Camarones	XV	\$ 177.390.000	\$ 90.972.600	51,3 %
Cerro Colorado	I	\$ 567.210.000	\$ 301.709.000	53,2 %
Cosayach (Negreiros)	I	\$ 166.440.000	\$ 85.030.400	51,1 %
Cosayach (Soledad)	I	\$ 166.440.000	\$ 85.030.400	51,1 %
Collahuasi	I	\$ 1.125.660.000	\$ 598.454.000	53,2 %
Quebrada Blanca	I	\$ 446.760.000	\$ 227.584.800	50,9 %
El Abra	II	\$ 487.056.000	\$ 252.434.000	51,8 %
El Peñón	II	\$ 573.196.000	\$ 314.182.267	54,8 %
Radomiro Tomic	II	\$ 903.353.100	\$ 430.386.100	47,6 %
Chuquicamata	II	\$ 950.898.000	\$ 453.038.000	47,6 %
Ministro Hales	II	\$ 212.377.440	\$ 113.132.480	53,3 %
Michilla	II	\$ 69.350.000	\$ 37.794.533	54,5 %
Spence	II	\$ 342.516.000	\$ 184.982.000	54,0 %
Mantos de la Luna	II	\$ 257.176.080	\$ 140.913.360	54,8 %
Sierra Gorda	II	\$ 141.446.844	\$ 77.502.348	54,8 %
Las Cenizas	II	\$ 144.540.000	\$ 79.716.000	55,2 %
El Tesoro	II	\$ 353.904.000	\$ 189.858.400	53,6 %
Esperanza	II	\$ 318.513.600	\$ 170.872.560	53,6 %
Escondida	II	\$ 1.747.620.000	\$ 947.832.000	54,2 %
Gabriela Mistral	II	\$ 183.084.000	\$ 97.528.000	53,3 %
Mantos Blancos	II	\$ 612.324.000	\$ 335.508.000	54,8 %
Lomas Bayas	II	\$ 452.454.000	\$ 246.010.000	54,4 %
Zaldivar	II	\$ 377.994.000	\$ 205.130.000	54,3 %
Franke	II	\$ 223.743.190	\$ 122.594.623	54,8 %

Tabla 4.2: Costos empresas mineras con servicio de limpiezas versus sin servicio de limpieza.

Faena	Región	Costo MSSL	Costo MSLFA	% ahorro
Mantoverde	III	\$ 261.486.000	\$ 141.386.400	54,1 %
Salvador	III	\$ 373.030.000	\$ 206.317.467	55,3 %
Los Colorados	III	\$ 237.396.000	\$ 128.042.000	53,9 %
La Coipa	III	\$ 207.874.800	\$ 110.253.360	53,0 %
Mantos de Oro	III	\$ 244.842.000	\$ 129.239.200	52,8 %
Maricunga	III	\$ 201.042.000	\$ 107.748.000	53,6 %
Carola	III	\$ 335.800.000	\$ 163.889.867	48,8 %
Pucobre	III	\$ 353.904.000	\$ 189.858.400	53,6 %
Ojos del Salado	III	\$ 257.176.080	\$ 140.913.360	54,8 %
Atacama Kozan	III	\$ 110.960.000	\$ 56.336.533	50,8 %
Candelaria	III	\$ 879.504.000	\$ 476.398.000	54,2 %
Caserones	III	\$ 66.663.600	\$ 35.813.800	53,7 %
Carmen de Andacollo	IV	\$ 208.050.000	\$ 111.544.000	53,6 %
Altos de Punitaqui	IV	\$ 110.960.000	\$ 56.336.533	50,8 %
San Gerónimo	IV	\$ 83.220.000	\$ 42.252.400	50,8 %
Tres Valles	IV	\$ 174.762.000	\$ 88.730.040	50,8 %
Los Pelambres	IV	\$ 666.636.000	\$ 358.138.000	53,7 %
El Soldado	V	\$ 559.034.000	\$ 303.105.733	54,2 %
Pimenton	V	\$ 145.512.360	\$ 77.177.352	53,0 %
Cerro Negro	V	\$ 64.079.400	\$ 32.534.348	50,8 %
Andina	V	\$ 558.450.000	\$ 306.862.800	54,9 %
Los Bronces	RM	\$ 605.316.000	\$ 328.646.000	54,3 %
Florida	RM	\$ 247.470.000	\$ 131.254.000	53,0 %
El Teniente	VI	\$ 1.222.312.000	\$ 663.268.267	54,3 %
El Toqui	XI	\$ 201.042.000	\$ 112.128.000	55,8 %
Contratistas	-	\$ 15.022.378.000	\$ 7.769.803.667	51,7 %
Peq y Med Minería	-	\$ 3.500.000.000	\$ 1.995.841.663	57,0 %

Tabla 4.3: Continuación tabla 4.2.

Como se puede observar en la tabla 4.2, en promedio las empresas mineras, ahorran un 53,1 % de sus costos de mantenimiento en filtros de aire de sus equipos mineros.

5 | Introducción a la idea de ubicar el servicio de limpieza dentro de la faena minera

En la sección 4.3, se introdujo y describió cómo funciona el servicio de limpieza de filtros, en las distintas empresas que prestan este servicio a las faenas mineras. En esta sección se analiza, el concepto de introducir este servicio dentro de las faenas mineras, como también el ¿por qué se quiere introducir este servicio a la faena? y ¿cómo se piensa realizar la inserción del servicio a la faena?

5.1. Servicio de limpieza dentro de la faena minera

El concepto del servicio de limpieza de filtros en faena, consiste en ubicar las tres etapas del proceso de limpieza dentro de la faena, montando la máquina de limpieza, las máquinas que realizan las pruebas de luz, presión y pesaje, además de los espacios que albergan los filtros saturados y los filtros limpios al final del proceso, todo dentro de un contenedor refaccionado, que permite albergar las tres etapas del proceso.

5.2. Razones por las que surge la idea de introducir el servicio de limpieza a la faena

La idea de insertar el servicio de limpieza de filtros de aire dentro las faenas mineras, nace desde las malas experiencias de empresas que han contratado este servicio, así como también se basa en ahorros a lo largo del tiempo, que se generan en las mantenciones de los equipos mineros, al estar limpiando sus filtros de forma constante y antes de lo que el fabricante recomienda, esto debido a la disponibilidad inmediata que existe para limpiar los filtros de aire, en el caso de que se encuentre el servicio de limpieza dentro de la faena.

Los principales argumentos del ¿por qué surge esta idea de introducir el servicio de limpieza a las faenas mineras? Se explican a continuación en las secciones 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4 y 5.2.5.

5.2.1. Pérdidas de elementos de filtración en proceso de transporte

Como se mencionó en la sección 4.3, en la descripción del servicio de limpieza de filtros de aire fuera de la faena, éste contempla el transporte de los filtros al ir en busca de ellos y luego al llevarlos de vuelta a la faena minera. Al ser transportados los filtros, éstos pasan por cinco distintas manipulaciones, ellas son:

- Al ser cargado a los vehículos de transporte de la empresa que presta el servicio.
- Al ser descargado al llegar al lugar donde se realiza la limpieza.
- Al ser lavado el filtro con la máquina de limpieza.
- Al ser cargado para transportarlo de vuelta a la faena.
- Al ser descargado cuando ya llegó el filtro a la faena.

Esas distintas manipulaciones producen daños en los elementos de filtración, los cuales quedan inmediatamente inutilizables, debido a que ante el mínimo problema en los filtros de aire, este puede transformarse en un daño considerable para motor del equipo minero.

En la figura 5.1 se muestra la cantidad de filtros perforados o golpeados que ya no son posibles de utilizar, de Algorta Norte una empresa minera que contrataba el servicio de limpieza de filtros de aire a una empresa en particular.



Figura 5.1: Filtros rotos luego de una entrega de una empresa que presta el servicio de limpieza de filtros de aire convencional.

Como se observa en la figura 5.1, la cantidad de filtros de aire inutilizables es aproximadamente veinte filtros de aire, se debe tener en cuenta que Algorta Norte corresponde a una minera pequeña, en términos de la cantidad de equipos que posee, por lo que la cantidad de filtros de aire que limpia es mucho menor a otras faenas mineras.

Para calcular aproximadamente cuánto dinero pierden las faenas mineras en promedio por manipulación de sus filtros de aire, se tomó como costo unitario promedio 50.000 [CLP] por filtro de aire. Con respecto a la periodicidad con que las faenas mineras reciben sus elementos de filtración dañados, se consideró que mensualmente las faenas mineras pierden un 10 % de sus elementos de filtración, por la mala manipulación de los operarios del servicio de limpieza de filtros de filtros de aire, junto a la mala manipulación de sus propios operarios.

En la tabla 5.1, se muestra una aproximación del costo anual en filtros de aire, debido a pérdidas (en pesos chileno [CLP]) que tienen las faenas mineras por motivos de mal manejo de los elementos de filtración.

Faena	Región	Pérdidas en filtros de aire [CLP]
Pampa Camarones	XV	\$ 16.934.400
Cerro Colorado	I	\$ 55.008.000
Cosayach (Negreiros)	I	\$ 16.185.600
Cosayach (Soledad)	I	\$ 16.185.600
Collahuasi	I	\$ 109.440.000
Quebrada Blanca	I	\$ 43.315.200
El Abra	II	\$ 55.728.000
El Peñón	II	\$ 61.344.000
Radomiro Tomic	II	\$ 98.906.400
Chuquicamata	II	\$ 104.112.000
Ministro Hales	II	\$ 22.049.280
Michilla	II	\$ 8.640.000
Spence	II	\$ 35.856.000
Mantos de la Luna	II	\$ 26.127.360
Sierra Gorda	II	\$ 14.370.048
Las Cenizas	II	\$ 16.848.000
El Tesoro	II	\$ 36.288.000
Esperanza	II	\$ 32.659.200
Escondida	II	\$ 177.120.000
Gabriela Mistral	II	\$ 19.008.000
Mantos Blancos	II	\$ 62.208.000
Lomas Bayas	II	\$ 46.224.000
Zaldivar	II	\$ 38.448.000
Franke	II	\$ 22.730.803

Tabla 5.1: Pérdidas en filtros de aire por mal manejo de empresas que prestan el servicio de limpieza.

Faena	Región	Pérdidas en filtros de aire [CLP]
Mantoverde	III	\$ 26.784.000
Salvador	III	\$ 39.744.000
Los Colorados	III	\$ 24.624.000
La Coipa	III	\$ 22.498.560
Mantos de Oro	III	\$ 25.056.000
Maricunga	III	\$ 20.736.000
Carola	III	\$ 34.560.000
Pucobre	III	\$ 36.288.000
Ojos del Salado	III	\$ 26.127.360
Atacama Kozan	III	\$ 12.096.000
Candelaria	III	\$ 90.288.000
Caserones	III	\$ 6.782.400
Carmen de Andacollo	IV	\$ 22.464.000
Altos de Punitaqui	IV	\$ 12.096.000
San Gerónimo	IV	\$ 9.072.000
Tres Valles	IV	\$ 19.051.200
Los Pelambres	IV	\$ 67.824.000
El Soldado	V	\$ 58.752.000
Pimenton	V	\$ 15.748.992
Cerro Negro	V	\$ 6.985.440
Andina	V	\$ 59.184.000
Los Bronces	RM	\$ 62.640.000
Florida	RM	\$ 26.784.000
El Teniente	VI	\$ 148.608.000
El Toqui	XI	\$ 20.736.000
Contratistas	-	\$ 2.209.248.000

Tabla 5.2: Continuación tabla 5.1.

Como se observa en la tabla 5.1, se tiene que las faenas mineras que limpian sus filtros de aire con servicios de limpieza que retiran sus filtros de la faena, pierden de forma agregada a lo largo del país, aproximadamente 4 mil millones de pesos, por el simple mal manejo de los filtros de aire.

5.2.2. Servicio entregado deficiente

Como lo describe la sección 5.2.1, el servicio que entregan actualmente las empresas que prestan el servicio de limpieza de filtros de aire, muestra deficiencias en sus operaciones, en puntos críticos como:

- **Malas prácticas en la manipulación de los filtros de aire:** por parte de los operarios de los servicios de limpieza de filtros y por parte de los mismos operarios de la faena minera, situación descrita en la sección 5.2.1.
- **Descoordinaciones en el registro de la trazabilidad de los filtros:** la empresa puede tener registros distintos, de la cantidad de limpiezas que lleva el filtro en su historial de utilización, con respecto al registro que tenga la empresa que presta el servicio. Además de esto, se pueden dar malas prácticas como limpiar de todos modos el filtro recibido, para luego poder cobrar por éste.
- **Situaciones de sobredemanda:** donde la empresa que presta el servicio de limpieza, no tiene la capacidad de tener los filtros limpios en el momento que se dijo a los clientes. Situación difícil para las faenas mineras, ya que se está trabajando con un elemento crítico en la mantención de los equipos mineros. Por lo tanto, la faena minera debe aumentar su inventario de filtros de aire, debido a la probabilidad de sucesos como éste, situación que será analizada en la sección 5.2.3.

5.2.3. Disminución en costos de transporte

Como se puede inferir, al instalar la máquina de limpieza de filtros de aire, dentro de las instalaciones de la faena, no se generan costos por transportar los filtros, desde la faena a las instalaciones de la empresa que presta el servicio de limpieza y luego de vuelta a la faena minera.

Lo que genera a su vez, una reducción en el precio del servicio. Para el caso de una empresa que tiene sus instalaciones aproximadamente a 300 [km] de la faena minera, que ocupa un camión con un rendimiento de 6 [km/l], la cual va en busca de filtros 2 veces por semana, si el costo del combustible es de 500 [CLP]. La empresa que presta el servicio

de limpieza de filtros, podría ahorrarse 16.800.000 [CLP] en costos de transporte, lo que tendría un impacto en el precio del servicio que la empresa le cobra al cliente.

5.2.4. Disminución en costos de inventario

En la sección 5.2.2, se explica que hay momentos de exceso de demanda, donde la empresa que presta el servicio de limpieza de filtros de aire, puede poner en serios aprietos a la faena minera, si es que no entrega sus correspondientes elementos de filtración a tiempo. Es por esto que la faena minera, debe tener un inventario de seguridad, en caso de que ocurran situaciones como esta.

Además de situaciones como la que se mencionaba, naturalmente el proceso de limpieza de filtros fuera de la faena, requiere una cantidad mayor de filtros de aire en inventario. Esto es debido a que al existir filtros fuera de las faenas en proceso de limpieza, se necesitará más filtros en espera ante cualquier imperfecto que pueda suceder. En la figura 5.2, se expone una situación ejemplo, de cuantos días está fuera de la faena el filtro a reutilizar, por ende será necesario un filtro en inventario de seguridad más.

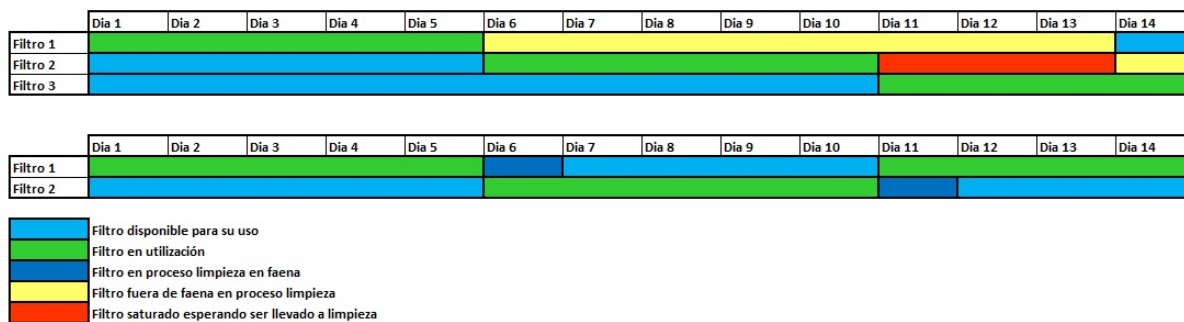


Figura 5.2: Carta Gantt del seguimiento de los filtros de aire limpiados fuera de la faena y dentro de la faena.

Como se expone en la figura 5.2, para un camión que cambia un filtro semanalmente. Si la empresa que presta el servicio de limpieza, pasa a recoger los filtros de aire saturados los días sábado (días 6 y 13 en la figura 5.2). La faena minera deberá tener al menos 3 filtros en inventario, si el camión que se está considerando cambia filtros cada 120 horas.

Para el caso en que se limpian los filtros en la faena minera, se representan los días los días 6 y 11, como si el filtro no estuviese disponible, lo cual es cierto durante el tiempo que dura la limpieza del filtro, aproximadamente entre 5 a 10 minutos, dependiendo cuan saturado llegue el filtro de aire a la limpieza. Por ende se tiene prácticamente de modo instantáneo, el elemento de filtración que se retiró para ser lavado.

Finalmente al realizar una comparación entre ambos casos, se puede observar, que al limpiar los filtros de aire dentro de las instalaciones de la faena, la empresa minera estaría ahorrando aproximadamente, un tercio de su inventario en filtros de aire.

En la tabla 5.3 se representa una aproximación de cuanto ahorrarían en inventario de filtros de aire, las faenas mineras consideradas en secciones anteriores.

Faena	Región	Filtros demandados	Inventario ahorrado	Ahorro inventario [CLP]
Pampa Camarones	XV	591	197	\$ 9.855.000
Cerro Colorado	I	1891	630	\$ 31.511.667
Cosayach (Negreiros)	I	555	185	\$ 9.246.667
Cosayach (Soledad)	I	555	185	\$ 9.246.667
Collahuasi	I	3752	1251	\$ 62.536.667
Quebrada Blanca	I	1489	496	\$ 24.820.000
El Abra	II	1624	541	\$ 27.058.667
El Peñón	II	1911	637	\$ 31.844.222
Radomiro Tomic	II	3011	1004	\$ 50.186.283
Chuquicamata	II	3170	1057	\$ 52.827.667
Ministro Hales	II	708	236	\$ 11.798.747
Michilla	II	231	77	\$ 3.852.778
Spence	II	1142	381	\$ 19.028.667
Mantos de la Luna	II	857	286	\$ 14.287.560
Sierra Gorda	II	471	157	\$ 7.858.158
Las Cenizas	II	482	161	\$ 8.030.000
El Tesoro	II	1180	393	\$ 19.661.333
Esperanza	II	1062	354	\$ 17.695.200
Escondida	II	5825	1942	\$ 97.090.000
Gabriela Mistral	II	610	203	\$ 10.171.333
Mantos Blancos	II	2041	680	\$ 34.018.000
Lomas Bayas	II	1508	503	\$ 25.136.333
Zaldivar	II	1260	420	\$ 20.999.667
Franke	II	746	249	\$ 12.430.177

Tabla 5.3: Ahorro en inventario al insertar el servicio de limpieza de filtros de aire en la faena

Faena	Región	Filtros demandados	Inventario ahorrado	Ahorro inventario [CLP]
Mantoverde	III	872	291	\$ 14.527.000
Salvador	III	1243	414	\$ 20.723.889
Los Colorados	III	791	264	\$ 13.188.667
La Coipa	III	693	231	\$ 11.548.600
Mantos de Oro	III	816	272	\$ 13.602.333
Maricunga	III	670	223	\$ 11.169.000
Carola	III	1119	373	\$ 18.655.556
Pucobre	III	1180	393	\$ 19.661.333
Ojos del Salado	III	857	286	\$ 14.287.560
Atacama Kozan	III	370	123	\$ 6.164.444
Candelaria	III	2932	977	\$ 48.861.333
Caserones	III	222	74	\$ 3.703.533
Carmen de Andacollo	IV	694	231	\$ 11.558.333
Altos de Punitaqui	IV	370	123	\$ 6.164.444
San Gerónimo	IV	277	92	\$ 4.623.333
Tres Valles	IV	583	194	\$ 9.709.000
Los Pelambres	IV	2222	741	\$ 37.035.333
El Soldado	V	1863	621	\$ 31.057.444
Pimenton	V	485	162	\$ 8.084.020
Cerro Negro	V	214	71	\$ 3.559.967
Andina	V	1862	621	\$ 31.025.000
Los Bronces	RM	2018	673	\$ 33.628.667
Florida	RM	825	275	\$ 13.748.333
El Teniente	VI	4074	1358	\$ 67.906.222
El Toqui	XI	670	223	\$ 11.169.000
Contratistas	-	50075	16692	\$ 834.576.556

Tabla 5.4: Continuación tabla 5.3

5.3. Justificaciones empíricas de introducir el servicio de limpieza en la faena

Existen faenas mineras que han optado por incorporar una máquina de limpieza de filtros de aire, como uno de sus activos en el taller de mantenimiento de su faena.

Esto les ha permitido trabajar con sus equipos de extracción, en todo momento con sus filtros de aire en niveles de saturación al mínimo. Lo que ha tenido un impacto positivo en las mantenciones de los equipos de extracción, ya que los horómetros de buena parte de los equipos marcan sobre las 15.000 horas, lo que se aleja en casi un periodo de un año del momento en que se debe realizar el overhaul ¹ de los equipos.

Lo que genera una disminución en los costos de mantención, para la empresa que introduce la máquina de limpieza de filtros de aire a la faena.

En las figuras 5.3, 5.4 y 5.5 se indican los horómetros de un camión de extracción, cargador frontal y bulldozer de la minera Algorta Norte.

Equipo	Fecha Entrada Taller	Hora Entr	Horometrd	Mecanico	Tipo Repuest	Numero Parte	Sistema	Detalle Detencion	Fecha Salida Tz
CAMION EXTRACCION	martes, 05 de enero de 2016	0:00						en proceso de instalacion tolv(a la espera de grua)	
CAMION EXTRACCION	miércoles, 06 de enero de 2016	0:00	19050	A.Abaca/B.Oliva	solenoid de levante	2176720		se reponen fundas en suspenciuones traseras, se realiza pauta de lubricacion, se rellena con aceite hidraulico, se cambia solenoide de levante. Se conectan baterias y tapa , se calibra pesometro.	m
CAMION EXTRACCION	jueves, 07 de enero de 2016	15:00	19056	M.Bugueño	valvula			se revisa equipo my se detecta falla en electrovalvula de control de retardador(arc). Se pide repuesto a bodega y se cambia valvula.	
CAMION EXTRACCION	viernes, 08 de enero de 2016	13:00	19060	L.Vega/J.Cangana	perilla	3191840		se regulan suspensiones delanteras y niveles de aceite. Se instala perilla de tapa de filtro de cabina.	
CAMION EXTRACCION	sábado, 09 de enero de 2016								

Figura 5.3: Horómetro camión de minera Algorta Norte.

¹Overhaul: Tratamiento regenerativo y correctivo pieza por pieza del motor del equipo minero

Equipo	Fecha Entrada Taller	Hora Entrada Taller	Horometro	Mecanico	Tipo Repuest	Numero Parte	Sistema	Detalle Detencion
CARGADOR 988-H	viernes, 01 de enero de 2016							
CARGADOR 988-H	sábado, 02 de enero de 2016	11:30	17297	J. Ramirez	calzas/seguro	2209132(8)/2209130(8)		se cambian calzas
CARGADOR 988-H	domingo, 03 de enero de 2016	8:00		C. Aliaga/L. Yañez/ C. Yañez/J. Ramirez			Mantenimiento	se realiza mantencion programada paso 05, se cambia aceite motor y filtros según pauta, por condición cambia aceite transmision con sus respectivos filtros, se calibra pedal convertidor, se calibra sensor posición balde con ET
CARGADOR 988-H	lunes, 04 de enero de 2016							
CARGADOR 988-H	martes, 05 de enero de 2016							
CARGADOR 988-H	miércoles, 06 de enero de 2016							
CARGADOR 988-H	jueves, 07 de enero de 2016							
CARGADOR 988-H	viernes, 08 de enero de 2016							
								equipo con pasadores agripados, se desmontan 4 pasadores del balde y se realiza limpieza de balde

Figura 5.4: Horómetro cargador de minera Algorta Norte..

Fecha Entrada Taller	Hora Entr	Horometro	Mecanico	Tipo Repuest	Numero Parte	Sistema	Detalle Detencion	Fecha Salida Taller	Hora Salir
sábado, 02 de enero de 2016								sábado, 02 de enero de 2016	
domingo, 03 de enero de 2016								domingo, 03 de enero de 2016	
lunes, 04 de enero de 2016	10:30	12025	J. Ramirez				codigo activo de saturacion de filtro, se cambian filtro de aire	lunes, 04 de enero de 2016	11:30
martes, 05 de enero de 2016								martes, 05 de enero de 2016	
miércoles, 06 de enero de 2016								miércoles, 06 de enero de 2016	
jueves, 07 de enero de 2016								jueves, 07 de enero de 2016	
viernes, 08 de enero de 2016								viernes, 08 de enero de 2016	
sábado, 09 de enero de 2016	19:00	12090	L. Villaruel				se cambia aceite emotor y filtro. presiones obtenidas. presión baja 26psi/p alta vacío 55psi/p* stall 52psi	sábado, 09 de enero de 2016	24:00:00
							se cambia aceite emotor y filtro. presiones obtenidas. presión baja		

Figura 5.5: Horómetro bulldozer de minera Algorta Norte.

6 | Estudio de Mercado del servicio de limpieza de filtros de aire en faena

6.1. Definición del servicio

Como se mencionó en la sección 5.1, el servicio de limpieza de filtros en faena, consiste en eliminar el proceso de limpieza en las instalaciones de las empresas que prestan el servicio, para reubicarlo dentro de las faenas mineras que requieren de dicho servicio.

6.1.1. Descripción y características del servicio de limpieza de filtros en faena

El servicio de limpieza de filtros en faena es realizado por personal que proporciona la empresa que presta el servicio de limpieza. Dicho personal recibe los elementos de filtración que los operarios del cliente retiraron de los equipos, donde de inmediato evalúan en qué condiciones se encuentran los filtros de aire, además de analizar y reportar si los operarios del cliente (faena minera), le dan un trato adecuado a los filtros o no. Los filtros son almacenados en un sector del contenedor que alberga el servicio, que está acondicionado de manera que se reduzca la humedad de los filtros que ingresarán al proceso de limpieza, de esta forma se reduce la probabilidad de que se generen perforaciones en los filtros al momento de la limpieza, debido a que la humedad con la que llegan los filtros, los vuelve más pesados y más densos.

Luego de recibir los filtros, el operario los pesa, les realiza pruebas de luz en una cámara oscura, de esa forma se corrobora que el filtro no trae ninguna perforación, detalle que

podría ser extremadamente perjudicial para el motor de los equipos. Además de los dos registros antes mencionados, el operario realiza pruebas de presión al filtro, de esa forma se entera de cuan saturado está el filtro, debido a que los motores de los equipos pueden operar con sus filtros saturados hasta ciertas presiones, las cuales indica el fabricante.

Siguiente al registro del peso y presión de los filtros, el operario da paso a la limpieza de éstos. La limpieza es de forma unitaria, es decir, se debe limpiar de un filtro a la vez. La limpieza consiste en colocar el filtro dentro de la máquina de limpieza, luego dependiendo la presión de saturación del filtro, será cuantos minutos estará en el proceso de limpieza. El tiempo de limpieza lo programa de manera sencilla el operario, directamente en los botones de la máquina.

El proceso de limpieza consta de mecanismos mecánicos que giran y golpetean el filtro. Mientras un mecanismo neumático tira un chorro de aire que quita todo el polvo que trae consigo el filtro.

Finalizado el proceso de limpieza, operario realiza nuevamente pruebas de luz en la cámara oscura, de ese modo corrobora que los filtros no tienen perforaciones provocadas por la limpieza de éstos. Luego registra la presión y el peso de los filtros, donde se calcula la diferencia de peso que registró cada filtro, dicha diferencia de peso corresponde al polvo quitado de los elementos de filtración. Las presiones verifican que los filtros se encuentran a niveles aceptables de saturación para ser utilizados. Finalmente se registra el número de limpiezas que lleva hasta el momento cada filtro, para luego éstos ser almacenados, en el sector correctamente acondicionado del contenedor que alberga el servicio de limpieza.

6.1.2. Unidades que componen el servicio de limpieza de filtros en faena

El servicio de limpieza de filtros está compuesto por:

- Máquina de limpieza de filtros



Figura 6.1: Máquina de limpieza de filtros de aire.

- Camara oscura para pruebas de luz



Figura 6.2: Test de Luz.

- Manómetro para pruebas de presión



Figura 6.3: Manómetro.

- Pesa



Figura 6.4: Pesa.

- Contenedor que alberga el servicio



Figura 6.5: Contenedor del servicio de limpieza de filtros de aire.

- Carpas de recepción de filtros sucios y limpios



Figura 6.6: Carpa de almacenaje de Filtros sucios y limpios.

6.2. Mercado Objetivo

El segmento del universo de empresas, que cuentan con equipos mineros de extracción al que apunta el servicio de limpieza de filtros en faena. Son las empresas mineras metálicas y no metálicas, las cuales buscan una producción continua, con las mínimas detenciones posibles en sus equipos de extracción.

Dichas empresas cuentan con grandes niveles de polución en sus instalaciones, por ende requieren del servicio de limpieza de filtros de aire, en todo momento de sus operaciones. Por ende podemos resumir como cliente objetivo del proyecto, las pequeñas, medianas y grandes faenas mineras de Chile.

Con respecto a los elementos de filtración de estas empresas, los clientes objetivo de este proyecto ven una problemática en que sus filtros salgan de la faena, por problemas como los que se trató en las secciones 5.2.1 y 5.2.2. La política de no retirar ningún tipo de activo de la faena, es cada vez más común en empresas como las que apunta el servicio del proyecto de limpieza en faena.

6.3. Forma de comercialización del servicio

Al tratarse de un servicio específico, el modelo de negocios del proyecto es del estilo B2B (business to business), por lo tanto se debe contactar a las personas indicadas de las distintas empresas que se definió como segmento objetivo en la sección 6.2.

El servicio de limpieza en faena y los ahorros que presenta, deben ser expuestos a personas en cargos como superintendentes de mantención, gerencias, encargado de adquisiciones, entre otros cargos afines a éstos.

Junto a lo anterior, la empresa que preste el servicio de limpieza en faena, debe pertenecer al portal de proveedores de la minería (www.direcmin.com/home), y estar constantemente actualizando los llamados a licitación de mantención de equipos de los distintos mandantes que se encuentran en dicho portal, así como también a los portales de proveedores particulares de cada empresa minera que licite dicho servicio en Chile.

6.4. Plan de Marketing

6.4.1. Posicionamiento del servicio de limpieza de filtros en faena

Como se mencionaba en la sección 6.3, el servicio de limpieza de filtros en faena apunta a faenas mineras, las cuales buscan reducir cada vez más sus costos, minimizando el riesgo de no tener stock de elementos de filtración para sus equipos, además de reducir sus pérdidas en filtros de aire, ya sea por el mal manejo que se les da a sus filtros, por parte de sus propios operarios o por parte de los operarios de la empresa que presta el servicio.

¿Cómo se piensa posicionar en el mercado el servicio? Mostrándoles a los clientes que requieren el servicio de limpieza de filtros de aire, lo importante y crítico que son los filtros de aire en sus equipos de extracción. Los ahorros que pueden tener con esta nueva forma entregar el servicio de limpieza, así como las comodidades y beneficios operacionales en el tiempo que trae consigo, el llevar una correcta y anticipada mantención de los filtros de aire de sus equipos. Ejemplo de esto es el aumento en el tiempo en que la minera Algorta Norte realizó los overhaul de sus equipos de extracción (sección 5.3), lo que genera ahorros en el horizonte de tiempo del proyecto.

6.4.2. Análisis de la competencia

Las empresas que prestan el servicio de limpieza de filtros de aire en Chile, se distribuyen en el territorio donde existe mayor concentración de faenas mineras. Esto es entre la primera región y la tercera región.

En la segunda región (Antofagasta) se encuentra el servicio de mantenimiento de Finning, firma la cual cuenta con dos líneas de servicio de limpieza de filtros de aire en seco. Por lo mismo, dicha firma abastece la demanda de gran proporción de faenas mineras de la segunda región. La demanda que no se ve satisfecha por Finning es abastecida por otras empresas pequeñas (con respecto a Finning y a esta área de la mantención de los equipos).

Las empresas que se pueden encontrar en portales de proveedores y páginas de servicios que ofrecen este servicio aparte de Finning son:

- Soluciones mineras ESAM Spa², en Calama
- Tecnoduc en Iquique³
- Gusal en Iquique⁴
- Comercial Sangiovese en Alto Hospicio

Hacia la tercera, cuarta y quinta región, no se encuentra claro en portales de proveedores o páginas amarillas, que empresas abastecen a las mineras de esas regiones con este tipo de servicio, pero claramente son empresas del tamaño de las citadas anteriormente, es decir, pequeñas en terminos de patrimonio y capacidad con respecto a Finning.

6.4.3. Precio del servicio

El precio que se fijará para el servicio de limpieza de filtros en faena, considera cuánto pagan o pagarían en promedio las empresas mineras que se consideró en las secciones 3.4 y 3.5, por el servicio de limpieza de filtros de aire convencional actualmente. En tabla 6.1, se muestra cuánto gasta aproximadamente en la compra de filtros de aire y en la limpieza de filtros aire, cada faena considerada por el proyecto. Cabe mencionar que este caso se muestran los datos desagregados, a diferencia de como se venía haciendo en capítulos anteriores.

²Sitio Web de la empresa: <http://esamspa.cl/servicios/limpieza-de-filtros-de-aire>

³Sitio Web de la empresa: <http://www.tecnoduc.com>

⁴Sitio Web de la empresa: <http://gusal.cl/limp2.php>

Faena	Región	Compra de Filtros	Mantenimiento	Costo Mensual Filtros
Pampa Camarones	XV	\$ 29.565.000	\$ 61.407.600	\$ 7.581.050
Cerro Colorado	I	\$ 94.535.000	\$ 207.174.000	\$ 25.142.417
Cosayach (Negreiros)	I	\$ 27.740.000	\$ 57.290.400	\$ 7.085.867
Cosayach (Soledad)	I	\$ 27.740.000	\$ 57.290.400	\$ 7.085.867
Collahuasi	I	\$ 187.610.000	\$ 410.844.000	\$ 49.871.167
Quebrada Blanca	I	\$ 74.460.000	\$ 153.124.800	\$ 18.965.400
El Abra	II	\$ 81.176.000	\$ 171.258.000	\$ 21.036.167
El Peñón	II	\$ 95.532.667	\$ 218.649.600	\$ 26.181.856
Radomiro Tomic	II	\$ 150.558.850	\$ 279.827.250	\$ 35.865.508
Chuquicamata	II	\$ 158.483.000	\$ 294.555.000	\$ 37.753.167
Ministro Hales	II	\$ 35.396.240	\$ 77.736.240	\$ 9.427.707
Michilla	II	\$ 11.558.333	\$ 26.236.200	\$ 3.149.544
Spence	II	\$ 57.086.000	\$ 127.896.000	\$ 15.415.167
Mantos de la Luna	II	\$ 42.862.680	\$ 98.050.680	\$ 11.742.780
Sierra Gorda	II	\$ 23.574.474	\$ 53.927.874	\$ 6.458.529
Las Cenizas	II	\$ 24.090.000	\$ 55.626.000	\$ 6.643.000
El Tesoro	II	\$ 58.984.000	\$ 130.874.400	\$ 15.821.533
Esperanza	II	\$ 53.085.600	\$ 117.786.960	\$ 14.239.380
Escondida	II	\$ 291.270.000	\$ 656.562.000	\$ 78.986.000
Gabriela Mistral	II	\$ 30.514.000	\$ 67.014.000	\$ 8.127.333
Mantos Blancos	II	\$ 102.054.000	\$ 233.454.000	\$ 27.959.000
Lomas Bayas	II	\$ 75.409.000	\$ 170.601.000	\$ 20.500.833
Zaldivar	II	\$ 62.999.000	\$ 142.131.000	\$ 17.094.167
Franke	II	\$ 37.290.532	\$ 85.304.092	\$ 10.216.219

Tabla 6.1: Costo en Filtros de aire para las mineras consideradas por el proyecto, caso limpieza de filtros convencional

Faena	Región	Compra de Filtros	Mantenimiento	Costo Mensual Filtros
Mantoverde	III	\$ 43.581.000	\$ 97.805.400	\$ 11.782.200
Salvador	III	\$ 62.171.667	\$ 144.145.800	\$ 17.193.122
Los Colorados	III	\$ 39.566.000	\$ 88.476.000	\$ 10.670.167
La Coipa	III	\$ 34.645.800	\$ 75.607.560	\$ 9.187.780
Mantos de Oro	III	\$ 40.807.000	\$ 88.432.200	\$ 10.769.933
Maricunga	III	\$ 33.507.000	\$ 74.241.000	\$ 8.979.000
Carola	III	\$ 55.966.667	\$ 107.923.200	\$ 13.657.489
Pucobre	III	\$ 58.984.000	\$ 130.874.400	\$ 15.821.533
Ojos del Salado	III	\$ 42.862.680	\$ 98.050.680	\$ 11.742.780
Atacama Kozan	III	\$ 18.493.333	\$ 37.843.200	\$ 4.694.711
Candelaria	III	\$ 146.584.000	\$ 329.814.000	\$ 39.699.833
Caserones	III	\$ 11.110.600	\$ 24.703.200	\$ 2.984.483
Carmen de Andacollo	IV	\$ 34.675.000	\$ 76.869.000	\$ 9.295.333
Altos de Punitaqui	IV	\$ 18.493.333	\$ 37.843.200	\$ 4.694.711
San Gerónimo	IV	\$ 13.870.000	\$ 28.382.400	\$ 3.521.033
Tres Valles	IV	\$ 29.127.000	\$ 59.603.040	\$ 7.394.170
Los Pelambres	IV	\$ 111.106.000	\$ 247.032.000	\$ 29.844.833
El Soldado	V	\$ 93.172.333	\$ 209.933.400	\$ 25.258.811
Pimenton	V	\$ 24.252.060	\$ 52.925.292	\$ 6.431.446
Cerro Negro	V	\$ 10.679.900	\$ 21.854.448	\$ 2.711.196
Andina	V	\$ 93.075.000	\$ 213.787.800	\$ 25.571.900
Los Bronces	RM	\$ 100.886.000	\$ 227.760.000	\$ 27.387.167
Florida	RM	\$ 41.245.000	\$ 90.009.000	\$ 10.937.833
El Teniente	VI	\$ 203.718.667	\$ 459.549.600	\$ 55.272.356
El Toqui	XI	\$ 33.507.000	\$ 78.621.000	\$ 9.344.000

Tabla 6.2: Continuación Tabla 6.1

Como se observa en la tabla 6.1, las faenas gastan en promedio 12.000.000 [CLP] mensuales en servicio de limpieza de filtros de aire. Para fijar el precio del servicio de limpieza en faena, se debe considerar que la máquina estará en las instalaciones del cliente, por ende dicha máquina debe pagar su costo de inversión por tenerla en esa ubicación, por ende el precio del servicio no puede bajar de cierta cifra, de lo contrario no se pagaría la inversión en la máquina a insertar en las instalaciones del cliente. Además se debe recordar que el servicio se le realiza única y exclusivamente al cliente, dejando de lado la posibilidad de limpiar a otros clientes con la misma máquina, lo que vuelve en cierta medida inelástico el precio del servicio.

Tomando en cuenta lo anterior, el modelo de negocios del servicio es un contrato durante 12 a 24 meses, donde se cobra mensualmente una cifra fija, independiente de cuantos filtros de aire limpie el cliente con el servicio. El precio del servicio variará dependiendo de la cantidad de meses que se contrate, fijando como mínimo un plazo de 12 meses de contrato, los precios se muestran en la tabla 6.3:

Contrato a	Precio [CLP]
12 meses	15.000.000
12 a 18 meses	14.000.000
18 a 24 meses	13.000.000
24 meses o más	12.000.000

Tabla 6.3: Precio del servicio de limpieza de filtros en faena según el periodo del contrato.

6.4.4. Proyección de ingresos y egresos esperados

Como se mencionaba en la sección 6.4.3, el servicio de limpieza de filtros en faena será comercializado, mediante un contrato de prestación de servicios durante un mínimo de 12 meses. Durante los meses que dure el contrato, se cobrará una cifra fija al cliente, la que corresponde a la fuente de ingresos del servicio. Los egresos del proyecto de servicio de limpieza de filtros en faena, se detallan a continuación:

■ Ingresos

Cifra fija mensual correspondiente a la cantidad de meses por la cual se contrate el servicio.

■ Egresos

- Arriendo camionetas que transportan a mecánicos y/u operarios, para realizar mantenimientos de máquinas de limpieza, ir en busca de repuestos, necesidades varias.

- Mantenciones de las máquinas de limpieza de filtros de aire, éstas se realizan una vez al mes, debido a lo sencillo de la operación y limpieza de estos equipos de limpieza.
- Arriendo del terreno en el cual se encuentra la oficina de administración de la empresa, lugar donde también se lleva a cabo la instalación de la máquina de limpieza de filtros en el contenedor, junto a las carpas de recepción de filtros limpios y sucios.
- Elementos de protección del personal (EPP).
- Gastos en recursos humanos tales como: remuneraciones, alimentación, alojamiento y transporte.
- Servicios básicos necesarios para el funcionamiento de la empresa, es decir, energía, agua, internet.

A continuación se realiza una proyección de los ingresos y egresos a lo largo de un año.

	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Ingresos Operacionales	\$ 45.000.000	\$ 45.000.000	\$ 45.000.000	\$ 45.000.000
Gastos Administración y ventas				
Arriendo camioneta	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000
Mantenición	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000
Arriendo Terreno	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
EPP	\$ 500.000		\$ 500.000	
Total RRHH	\$ 6.574.000	\$ 6.574.000	\$ 6.574.000	\$ 6.574.000
Servicios	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000
Total Gastos Adm y Ventas	\$ 10.384.000	\$ 9.884.000	\$ 10.384.000	\$ 9.884.000

Tabla 6.4: Ingresos y egresos del proyecto

Como se observa en la tabla 6.4, las proyecciones de ingresos y egresos se presenta de forma trimestral, ya que la estructura de ingresos y egresos es bastante homogénea. Solo se realiza una diferenciación en el gasto en elementos de protección del personal, los cuales se renuevan cada 6 meses.

6.5. Localización del servicio de limpieza

6.5.1. Macro localización

Como se ha mencionado en varias ocasiones y el nombre del proyecto así también lo dice, el objetivo principal de este proyecto, busca ubicar el servicio de limpieza de filtros de aire dentro de la faena del cliente, por motivos claves como:

- Costos de transporte
- Tiempos de entrega de filtros de aire
- Distancia a la que se encuentra el cliente
- Ubicación de la competencia
- Restricciones urbanas
- Inconvenientes con respecto al tráfico (choques, volcamientos, etc).

6.5.2. Micro localización

Dentro de la faena del cliente, se busca ubicar el servicio junto al taller de mantenimiento de los equipos de extracción, por motivos prácticos, para que los filtros de aire no tengan que recorrer un gran trayecto, desde que son retirados de los equipos de extracción hasta donde serán limpiados, para luego ser reutilizados.

En la figura 6.7 se indican potenciales lugares, donde ubicar el servicio de limpieza de filtros de aire, como se ve éste estará en la frontera del taller de mantenimiento.



Figura 6.7: Potenciales lugares a ubicar el servicio de limpieza de filtros de aire en faena.

7 | Estudio Técnico

7.1. Flow Sheet del servicio de limpieza de filtros de aire en faena

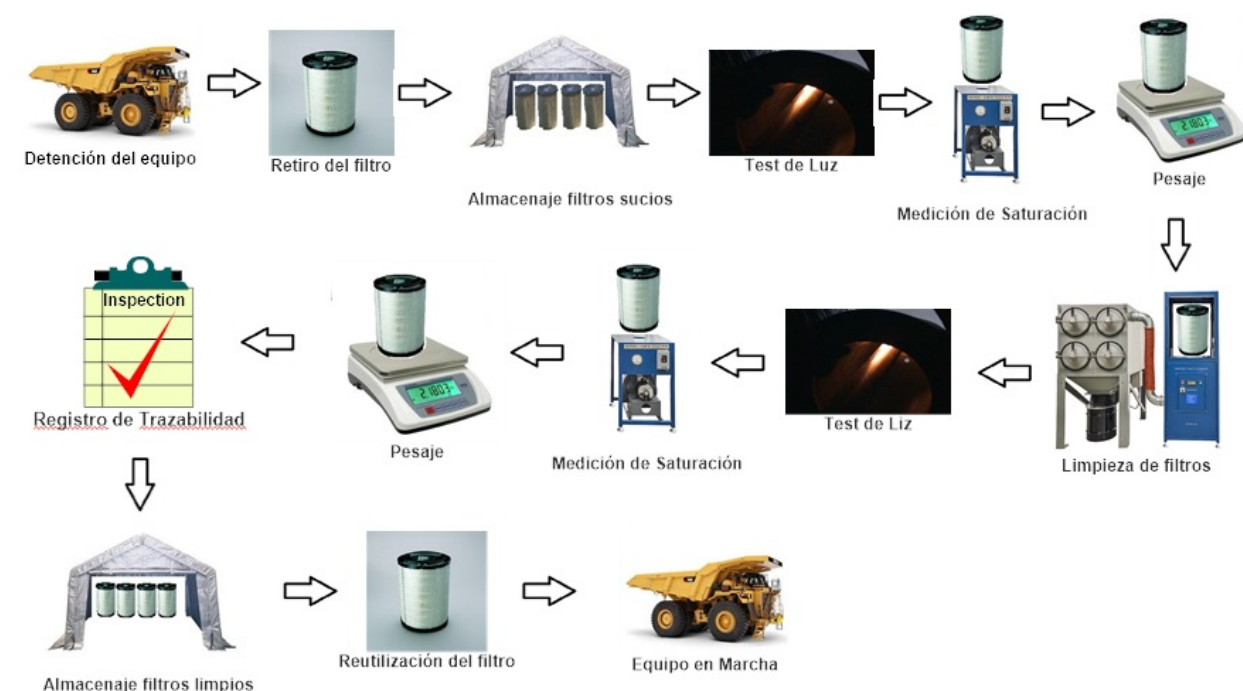


Figura 7.1: Flowsheet del servicio de limpieza de filtros de aire en faena.

7.2. Diseño del proceso del servicio de limpieza de filtros de aire en faena

7.2.1. Proceso

7.2.1.1. Capacidad del servicio de limpieza de filtros de aire

El servicio de limpieza de filtros de aire, al posicionar la máquina de limpieza en la faena minera, es posible entregar el servicio durante todo el día, pero como la empresa que entrega el servicio es la encargada de proporcionar el personal capacitado para operar este tipo de máquinas, dicho personal tiene un turno de 8 horas diarias, por ende la capacidad del servicio, se restringe a la cantidad de horas hombre que entregue la empresa que presta el servicio o que demande el cliente.

Como se especifica en el anexo C, la máquina de limpieza de filtros de aire, que considera el proyecto para sus operaciones, es de la empresa Sonic Dry Clean, modelo SDC-6. La máquina SDC-6 demora en limpiar entre 3 a 5 minutos los filtros, dependiendo de cuánto tiempo sea programada la máquina, lo que está ligado a cuan sucio llegue el filtro al proceso de limpieza.

Para términos prácticos entre pruebas de ingreso, pesaje, limpieza, pruebas de salida y pesaje final, el servicio tiene una capacidad de limpiar y confirmar que el filtro está en condiciones óptimas para su limpieza de 8 minutos máximo por filtro. (en la ecuación 7.1 muestra la capacidad mensual de filtros de aire)

$$Capacidad = \frac{1[\text{filtro}]}{8[\text{min}]} * \frac{60[\text{min}]}{1[\text{h}]} * \frac{8[\text{h}]}{1[\text{da}]} * \frac{30[\text{da}]}{1[\text{mes}]} = 1,800 \frac{[\text{filtros}]}{[\text{mes}]} \quad (7.1)$$

7.2.1.2. Selección de equipos para el proceso

■ Máquina de limpieza de filtros de aire y sus componentes

Como se explicó en la sección 5.2.1.1, la máquina de limpieza de filtros de aire a utilizar, es la SDC-6 de la empresa Sonic Dry Clean. La cual se adapta a los diámetros de los filtros con los operan los equipos de los clientes objetivo.



Figura 7.2: Máquina de limpieza de filtros de aire junto a todos sus complementos.

En la imagen 7.3 se muestra la cotización de la máquina de limpieza de filtros de aire, entregada por la empresa Sonic Dry Clean con fecha del 23/05/2016, la cual considera:

- Máquina de limpieza de filtros de aire modelo SDC-6 con patente del año 2015.
- Cartucho colector de polvo modelo SFC-4.
- Manómetro de pruebas de flujo SDC.
- Foco alógeno de 750[W] SDC.



Figura 7.3: Cotización máquina de limpieza de filtros de aire SDC-6.

Como se observa la inversión en la máquina de limpieza de filtros de aire y los componentes que complementan el servicio, asciende a 79.500 [USD].

■ Contenedor y carpas de almacenaje de filtros

El proyecto considera la instalación de la máquina de limpieza de filtros de aire dentro de un contenedor, el cual es de 40 pies, adecuado para albergar las componentes servicio de limpieza. Así como también considera 2 carpas de almacenaje de filtros (sucios y limpios), las cuales van instaladas a los costados del contenedor, en la figura 7.4 y 7.5, se muestra el tipo de contenedor y carpas a utilizar.



Figura 7.4: Contenedor adecuado para albergar el servicio de limpieza de filtros de aire en faena.



Figura 7.5: Carpa tipo para el almacenaje de filtros sucios y limpios.

7.2.1.3. Instalación de equipos

En la figura 7.6 se indica cómo va instalada la máquina de limpieza de filtros, así como los equipos complementarios del servicio de limpieza. Como se observa la máquina está empotrada al contenedor, de forma que el proceso de limpieza de filtros de aire, sea expedito para el operador del servicio.



Figura 7.6: Máquina ensamblada en el contenedor y su forma de presentación ante el cliente.

7.2.1.4. Servicios anexos

■ Agua

El proyecto considera agua potable en las instalaciones de la empresa que presta el servicio, para sus trabajadores de oficina, administradores, ingenieros y mecánicos.

■ Energía

En términos de energía el proyecto considera conexiones eléctricas comunes en las instalaciones de la empresa que presta el servicio, es decir, un voltaje de 220[V], 50 [Hz] y una potencia mínima requerida de 17.500[KVA].

Para efectos de suministro eléctrico en las instalaciones de la faena del cliente, se fijará en el contrato de prestación de servicios, que el cliente se comprometa a abastecer con energía eléctrica a quien presta servicios, energía eléctrica con las mismas características que se mencionaban con anterioridad, pero con una potencia menor debido a que solo se debe abastecer a la máquina de limpieza, el manómetro y el foco alógeno.

■ Internet

Las oficinas requieren de internet para contactarse con proveedores, clientes, trabajadores, etc. Así como para realizar trámites de pago de servicios básicos o de cuentas por pagar, trámites los cuales se pueden realizar en la actualidad por internet.

■ Teléfono

La telefonía es otro servicio importante a considerar para el proyecto, debido a que la empresa que presta el servicio de limpieza de filtros, debe estar en contacto constantemente con sus clientes y operarios que se encuentran en las instalaciones del cliente.

7.2.2. Equipamiento, infraestructura e inversiones

7.2.2.1. Terrenos

El proyecto considera un terreno donde se realizará el ensamblaje de la máquina de limpieza de filtros de aire en el contenedor, a su vez se realizarán las pruebas correspondientes, que comprueben que el servicio de limpieza funciona de manera correcta, luego del ensamblaje en el contenedor. En el terreno también se encuentra la oficina de la empresa que presta el servicio, oficina en la cual se llevan a cabo los asuntos contables, administrativos y reuniones con clientes.

la máquina de limpieza de filtros.

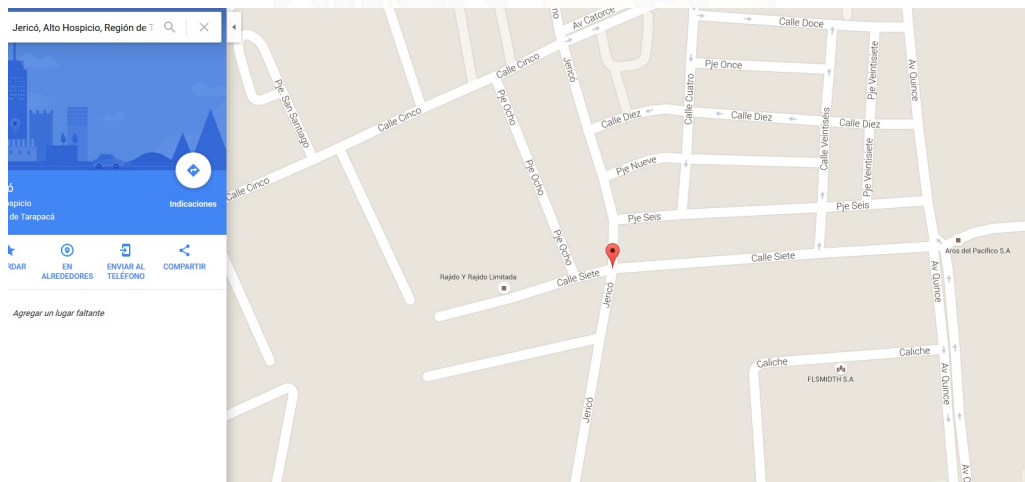


Figura 7.7: Terreno considerado para las instalaciones de la empresa.

7.2.2.2. Equipamiento

■ Muebles y Útiles de oficina

Para el personal a cargo de la administración de la empresa, es necesario muebles y útiles de oficina como lápices, cuadernos, entre otros que permitan al personal realizar sus tareas de forma correcta.

■ Equipos de oficina

Para que el personal administrativo pueda comunicarse con los clientes, proveedores y otros stakeholders que considere el contexto del proyecto, es necesario que éste cuente con equipos de oficina tales como, computadores, teléfono celular, impresora, entre otros.

■ Herramientas de trabajo

Para realizar el ensamblaje de la máquina de limpieza de filtros de aire en el contenedor, se requieren herramientas adecuadas para dicho procedimiento. Las herramientas a utilizar son comunes y de fácil adquisición tales como: taladro, tarugos, aspiradora, llaves de distintas medidas, entre otras.

■ Vehículos

El personal a cargo de las operaciones del servicio, requiere de movilización para distintas tareas que el servicio requiera, para esto se contempla el arriendo de 2 camionetas 4x2 Nissan Terrano , las cuales tienen un precio de arriendo de 720.000 [CLP] mensual.

7.2.2.3. Gastos de puesta en marcha

En la tabla 7.1 se desglosan los gastos de puesta en marcha que considera el proyecto.

Gastos puesta en marcha	Mes 1	Mes 2
Terreno	\$ 400.000	\$ 400.000
Vehículos	\$ 720.000	\$ 720.000
RRHH	\$ 6.575.000	\$ 6.575.000
Servicios	\$ 200.000	\$ 200.000
Herramientas	\$ 300.000	
Muebles de oficina	\$ 190.000	
Utiles de oficina	\$ 35.000	
Equipos de oficina	\$ 280.000	
Prevencionista de riesgos	\$ 500.000	
Total de Gastos Puesta en Marcha	\$ 9.200.000	\$ 7.895.000

Tabla 7.1: Gastos de puesta en marcha

7.2.2.4. Capital de Trabajo

Al tratarse de un servicio el cual no cuenta con inventarios, materias primas o insumos como los de una empresa que tenga una línea de producción. El capital de trabajo del proyecto se define como los insumos necesarios para que una máquina de limpieza de filtros de aire, sea posicionada en la faena del cliente, tomando en cuenta su llegada al puerto, su paso por las instalaciones de la empresa que presta el servicio, hasta finalmente cuando es situada en la faena del cliente. Según la naturaleza del proyecto y el modelo de negocios que propone (contrato a plazo fijo con pagos mensuales), el capital de trabajo requerido para el proyecto solo consideraría el combustible y servicios básicos para ensamblar los elementos que componen el servicio de limpieza de filtros de aire en faena. Por lo tanto para efectos prácticos los desembolsos requeridos para ensamblar el servicio que se mencionaron, se tratarán como gastos de administración y ventas. Cabe mencionar que si se modificase el modelo de negocios, y se ofreciera el servicio con pagos a más de un mes, sí se debiese realizar un cálculo adecuado del capital de trabajo.

7.3. Layout sistema de limpieza de filtros de aire en faena

En la imagen 7.8 se muestra el layout del servicio, así como la dirección en que se limpian los filtros dentro del servicio de limpieza.

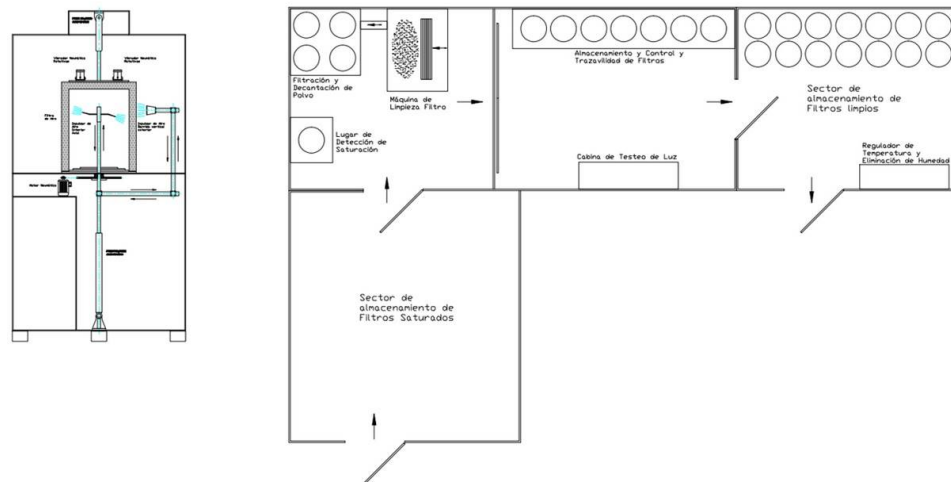


Figura 7.8: Layout del servicio de limpieza de filtros de aire en faena.

7.4. Personal de operaciones

Para las secciones 7.4.1 a la 7.4.4, se considera el personal necesario para la empresa que presta el servicio de limpieza de filtros de aire en faena, si es que ésta solo se ha adjudicado un contrato con un cliente, es decir, si se tuviesen dos contratos con distintos clientes, aumentaría la cantidad de operarios, pero los administrativos y el ingeniero serían los mismos, por ende se generarían ahorros interpretables como economías de escala, mientras más clientes tenga la empresa que presta el servicio.

7.4.1. Personal de operaciones

■ Administrador

Perfil: Profesional con estudios técnicos o profesionales en administración de empresas, con experiencia en contratos con clientes mineros, manejo del área de finanzas e importaciones.

Remuneraciones: \$1.400.000 [CLP]

■ Ingeniero

Perfil: Profesional con estudios técnicos o profesionales, con manejo de áreas de la ingeniería como mecánica, eléctrica y neumática.

Remuneraciones: \$1.500.000 [CLP]

■ Mecánico / Operario

Perfil: Técnico mecánico o eléctrico con experiencia en mantenimiento de equipos mineros.

Remuneraciones: \$600.000 [CLP]

■ Secretaria

Perfil: Persona con capacidad de organizar los distintos requerimientos que tenga el área administrativa de la empresa.

Remuneraciones: \$400.000 [CLP]

7.4.2. Programa de trabajos (Turnos)

Los turnos de trabajo para todos los funcionarios de la empresa son de 8 horas diarias, a continuación se detalla la estructura de turnos y cantidad de días, que trabaja a la semana cada operario.⁵

- **Administrador**

Turno: 5 x 2

Descripción: Funcionario que cuenta con contrato ligado al inciso 2° del artículo 22, por lo tanto trabaja 5 días en las instalaciones de la empresa, pero puede ser contactado en cualquier momento ante algún inconveniente con las máquinas de limpieza.

- **Ingeniero**

Turno: 5 x 2

Descripción: Funcionario que cuenta con contrato ligado al inciso 2° del artículo 22, por lo tanto trabaja 5 días en las instalaciones de la empresa, pero puede ser contactado en cualquier momento ante algún inconveniente con las máquinas de limpieza.

- **Secretaria**

Turno: 5 x 2

Descripción: Funcionario que trabaja en jornada normal en las instalaciones de la empresa.

- **Mecánico / Operario**

Turno: 7 x 7

Descripción: Funcionario que trabaja en las instalaciones del cliente durante 7 días, mientras los siguientes 7 días descansa y su trabajo lo realiza su contrturno.

⁵En el inciso 2° del artículo 22 [12] del Código del Trabajo, pueden quedar excluidos de la limitación de jornada de trabajo, esto es, de las 45 horas semanales, los gerentes, administradores, apoderados con facultades de administración y todos aquellos que trabajen sin fiscalización superior inmediata.

7.4.3. Gastos asociados al personal

En la tabla 7.2 se detalla los gastos destinados al personal, como se puede observar los mecánicos/operarios, al tener que alojar, alimentarse y transportarse a las faenas de los clientes, son los que generan los mayores gastos en personal, en la sección 8.3 se señala como se alimentarán y alojarán dichos operarios.

Cargo	Cantidad	Alimentación	Alojamiento	Transporte
Administrador	1			
Ingeniero	1			
Secretaria	1	\$ 50.000		\$ 25.000
Mecánico/Operador	2	\$ 75.000	\$ 300.000	\$ 140.000

Tabla 7.2: Gastos asociados al personal.

Observando las asignaciones del personal, se tiene que mensualmente se desembolsa \$1.105.000 [CLP] en gastos asociados al personal.

7.4.4. Tabla de gastos en personal

A continuación en la figura 7.3, se resumen los costos mensuales que tendría la empresa al operar con la cantidad de funcionarios, que se ha detallado en las secciones anteriores (7.4.1, 7.4.2 y 7.4.3).

Cargo	Cantidad	Asignaciones	Remuneraciones	Total Gastos RRHH
Administrador	1		\$ 2.240.000	\$ 2.240.000
Ingeniero	1		\$ 2.400.000	\$ 2.400.000
Secretaria	1	\$ 75.000	\$ 800.000	\$ 875.000
Mecánico/Operador	2	\$ 515.000	\$ 960.000	\$ 2.456.800

Tabla 7.3: Gasto total mensual en RRHH

Como se observa en la tabla 7.3, mensualmente se debe destinar \$8.465.000 para cumplir con las obligaciones del personal.

7.5. Calendario de inversiones

Las inversiones del proyecto se requieren antes de comenzar a ofrecer el servicio, por lo tanto en el momento en que se llega a un acuerdo con el cliente, se da la puesta en marcha del proyecto y se realizan las importaciones y compras respectivas, que conforman el servicio de limpieza de filtros de aire en faena. Durante los meses que contrata el servicio el cliente, solo se generan gastos de administración y mantención de equipos, razón por la que no se observan otras inversiones a lo largo del proyecto.

En la figura 7.13 se indican las fechas en que se requerirá los distintos activos y gastos de puesta en marcha, así como los costos que trae consigo dichos desembolsos. Para efectos prácticos y como se explicó en la sección 5.4, las inversiones que se indican, así como sus respectivos precios, corresponden a que el proyecto considera un solo contrato con un solo cliente.

Ítem	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Arriendo Terreno	\$ 400.000				\$ 400.000			
Arriendo Camioneta	\$ 720.000				\$ 720.000			
Compra muebles de oficina	\$ 190.000							
Compra equipos de oficina	\$ 280.000							
Compra útiles de oficina	\$ 35.000							
Compra Maquina limpieza filtros de aire		\$ 54.458.000						
Compra Contenedor			\$ 1.130.000					
Compra carpas			\$ 400.000					
Compra herramientas				\$ 300.000				
Transporte Máquina a empresa					\$ 100.000			
Transporte Contenedor a empresa					\$ 100.000			
Ensamblaje del Servicio						\$ 50.000		
Transporte del Servicio al cliente							\$ 100.000	
Semana de holgura								
Total Semanal	\$ 1.625.000	\$ 54.458.000	\$ 1.530.000	\$ 300.000	\$ 1.320.000	\$ 50.000	\$ 100.000	(*)

(*) Se considera una semana de holgura por inconvenientes que se puedan generar en el proceso de importación de la máquina.

Figura 7.9: Calendario de inversiones.

7.6. Gasto en mantenimiento

7.6.1. Gastos en mantenimiento de los equipos de limpieza

La máquina de limpieza de filtros de aire requieren mantenciones mensuales, las cuales consisten en la limpieza de ésta, así como también de la lubricación de la máquina. Dichas mantenciones tienen un costo mensual de 50.000 [CLP].

7.6.2. Vida útil de los equipos de limpieza

El proyecto considera dos activos fijos que son depreciables dentro del servicio de limpieza de filtros de aire, por ende su vida útil debe ser considerada en el horizonte de tiempo del proyecto. Estos activos fijos son la máquina de limpieza de filtros de aire (considerando todos sus componentes) y el contenedor que alberga el servicio de limpieza. Según el SII [7] la vida útil de estos activos fijos es respectivamente:

- Máquina de limpieza de filtros de aire

Vida útil de 10 años y depreciación acelerada de 3 años, considerada como equipos de aire y refrigeración en la nómina de bienes del SII.

- Contenedor

Vida útil de 10 años y depreciación acelerada de 2 años, considerado como contenedor en la nómina de bienes del SII.

7.6.3. Valor residual de los equipos de limpieza al final del proyecto

En secciones anteriores (7.4 y 7.5) se ha fijado un escenario básico para el proyecto, el cual considera que se cuenta con un solo contrato y un solo cliente por prácticos, a esto le sumaremos que el horizonte del proyecto es de 1 o 2 años, por lo que las depreciaciones que se observan en la tabla 7.4, corresponden a las de los activos fijos a los 1 y 2 años respectivamente.

■ Máquina de limpieza

Periodo	Depreciación	Valor Activo en el periodo
0		\$ 54.458.000
1	\$ 5.445.800	\$ 49.012.200
2	\$ 5.445.800	\$ 43.566.400

■ Computadores, Impresora y Muebles

Periodo	Depreciación	Valor Activo en el periodo
0		\$ 470.000
1	\$ 117.500	\$ 352.500
2	\$ 117.500	\$ 235.000

■ Contenedor

Periodo	Depreciación	Valor Activo en el periodo
0		\$ 1.130.000
1	\$ 113.000	\$ 1.017.000
2	\$ 113.000	\$ 904.000

Tabla 7.4: Depreciaciones de los distintos activos del proyecto.

8 | Estudio Organizacional

8.1. Estructura organizacional

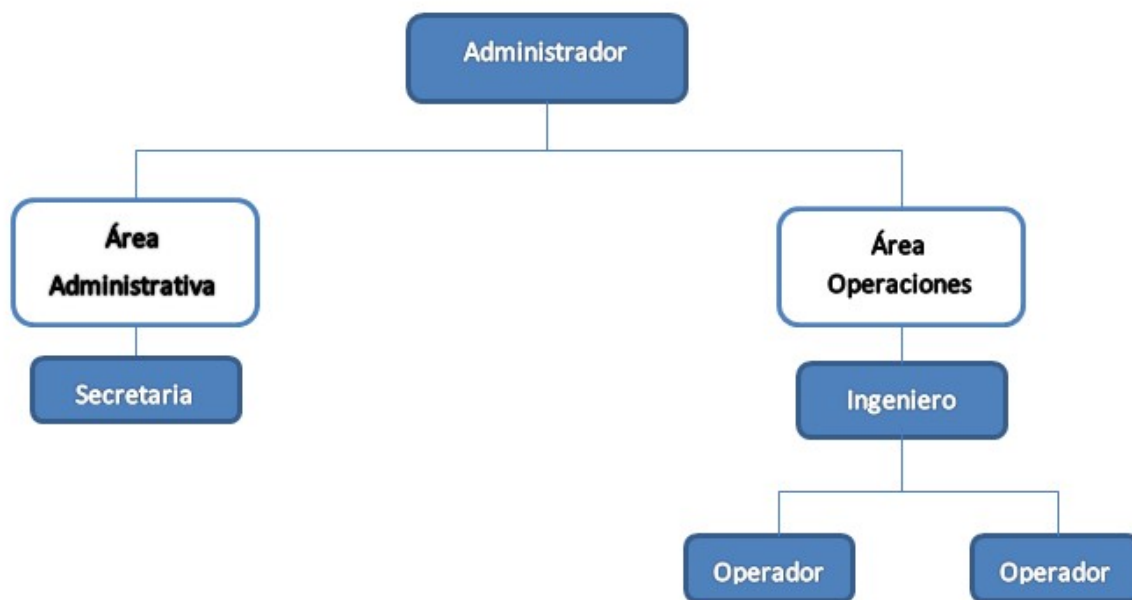


Figura 8.1: Organigrama del proyecto.

8.2. Proceso administrativo

Administrativamente la empresa que presta el servicio de limpieza de filtros en faena, se encarga de fundamentalmente de dos tareas, éstas son la gestión de clientes y el registro de la trazabilidad de los elementos de filtración del cliente.

- **Gestión de clientes**

El administrador y la secretaria de la empresa, se encargan de mantener buenas relaciones con clientes, en términos del cumplimiento de las responsabilidades contraídas con el cliente, así como que la calidad del servicio entregado sea la indicada. De la misma forma ambos funcionarios se encargan de que el cliente cumpla a tiempo con los pagos por el servicio entregado.

- **Registro de la trazabilidad de los elementos de filtración del cliente**

El administrador de la empresa que presta el servicio, registra la trazabilidad de los filtros de los clientes, al momento de la recepción y luego a la entrega de éstos, lo que significa que se tiene registrada cuanta es la presión de saturación que permiten los filtros de los clientes, con ese dato se le puede informar al cliente si el filtro puede ser reutilizado o no. Dicha información es registrada por el operario del servicio en la faena del cliente, la cual llega a la oficina de administración de la empresa diariamente vía correo electrónico.

8.3. Personal

8.3.1. Descripción de los cargos

■ Administrador

Encargado de que se cumplan todos los contratos que se firmen con los clientes, dicha responsabilidad trae consigo el que las máquinas de limpieza de filtros de aire, de los distintos clientes que hayan contratado el servicio, deben estar operativas en todo momento.

Debe buscar y contactar nuevos clientes que necesiten y se interesen por el servicio de limpieza de filtros de aire en faena.

Está a cargo de las finanzas de la empresa, es decir, pagar las remuneraciones del personal, cobrar a los clientes, estar atento a gastos programados, no programados y pago de impuestos.

■ Ingeniero

Encargado del ensamblaje del servicio de limpieza de filtros de aire en faena, así como también de que las máquina de limpieza de filtros de aire lleguen operativas a las faenas de los clientes.

Debe realizar las mantenciones de las máquinas de limpieza de filtros de aire de los distintos clientes, ante cualquier falla de las máquinas de limpieza de filtros de aire, debe acudir a arreglarlas de manera inmediata y en el horario que sea.

■ Secretaria

Encargada de contactarse con clientes y proveedor de la empresa, recibe los distintos llamados que lleguen a la empresa y registra el motivo de dichos llamados, para luego informar al administrador y/o ingeniero del motivo del llamado. Revisa y postula a licitaciones de mantenciones de limpieza de filtros de aire que aparezcan en portales de minería.

■ Mecánico/Operario

Encargado de ejecutar todas las etapas del servicio de limpieza de filtros en faena, así como también de registrar la trazabilidad de los filtros de aire del cliente, y enviar dichos registros a la oficina de administración. Ante cualquier falla de las máquinas de limpieza de filtros de aire, debe avisar de forma inmediata a la oficina de administración, para que ésta sea reparada y el operario pueda seguir desempeñando sus funciones.

Durante el turno en que se encuentra en faena el operario, el proyecto considera presupuesto para su alojamiento en una residencial cercana a la faena minera o en las instalaciones del cliente, esto si se llegase a un acuerdo con el cliente y el operario tenga un cupo para alojar en el campamento del cliente.

8.3.2. Sueldos brutos de mercado

La empresa que presta el servicio de limpieza de filtros de aire en faena, debe considerar el pago de AFP (10 %), salud (7 %), seguro de cesantía (0,6 %) y comisión a las AFP (1,3 %) para conformar el sueldo bruto de los funcionarios de la empresa. Los sueldos brutos de los operarios, que se considera el proyecto se indican en la tabla 8.1.⁶

Cargo	Sueldo líquido	AFP	Salud	Otros	Sueldo Bruto
Administrador	\$ 1.400.000	\$ 140.000	\$ 98.000	\$ 26.600	\$ 2.240.000
Ingeniero	\$ 1.500.000	\$ 150.000	\$ 105.000	\$ 28.500	\$ 2.400.000
Secretaria	\$ 500.000	\$ 50.000	\$ 35.000	\$ 9.500	\$ 800.000
Mecánico/Operario	\$ 600.000	\$ 60.000	\$ 42.000	\$ 11.400	\$ 960.000

Tabla 8.1: Desglose de las remuneraciones de brutas de los funcionarios.

* El ítem otros en el desglose de los sueldos brutos, corresponde a seguros de cesantía y comisiones para las AFP. Junto a lo anterior, al tratarse de un proyecto minero donde hay personal que tiene turno 7 x 7, donde dicho trabajador pierde días feriados, así como también si uno de éstos se ausentara, el día extra trabajado por otra persona tiene un costo mayor, así como otros factores inesperados que puedan surgir, con respecto al personal, se calculará el total de los sueldos multiplicando los sueldos netos indicados en la sección 7.4.1 por un factor de 1,6.

⁶Todo los detalles de las remuneraciones brutas, obtenidos del portal Economía y Negocios [17]

9 | Impuestos

Para llevar a cabo un proyecto como el que se ha descrito en este documento, se deben tener en cuenta distintos impuestos que se deben pagar, al ejecutar este proyecto en territorio chileno. Dichas cargas impositivas se describen en las secciones 9.1 y 9.2.

9.1. Impuesto a la renta primera categoria

Impuesto de primera categoría que afecta a las empresas como la que presta el servicio de limpieza de filtros de aire en faena, el SII lo define como: “El Impuesto de Primera Categoría grava las rentas provenientes del capital, entre otras, por las empresas comerciales, industriales, mineras, servicios, etc. Dicho impuesto de categoría se aplica sobre la base de las utilidades percibidas o devengadas en el caso de empresas que declaren su renta efectiva determinada mediante contabilidad completa, simplificada, planillas o contratos. La excepción la constituyen los contribuyentes de los sectores agrícolas, mineros y transportes, que pueden tributar a base de la renta presunta, cuando cumplan con los requisitos que exige el nuevo texto del artículo 34 de la Ley de la Renta vigente a contar del 01.01.2016”.

El porcentaje que se calcula sobre la base imponible dependerá del año en el que se ejecute el proyecto. De realizarse el año 2017 éste será de un 24 %, de llevarse a cabo desde el 2018 en adelante éste será de un 25 %. ⁷

⁷Descripciones, características y valores presente y futuros del impuesto a la renta en general obtenidos de [6].

9.2. IVA

El impuesto al valor agregado es otra carga impositiva que se debe considerar en caso de llevar a cabo el proyecto del servicio de limpieza de filtros de aire en faena, el SII lo resume en la siguiente descripción: “EL Impuesto al Valor Agregado (IVA) está contemplado en el Decreto Ley N° 825 de 1976 ⁸, sobre Impuesto a las Ventas y Servicios, que regula el Impuesto al Valor Agregado, pero que también regula el Impuesto Adicional a ciertos productos (llamado Impuesto al Lujo), el Impuesto Adicional a las Bebidas alcohólicas, analcohólicas y productos similares y otros impuestos específicos”.

El Impuesto al Valor Agregado tiene por objeto gravar el valor que se agrega al precio de venta de bienes y servicios en cada etapa de comercialización. Este impuesto se debe declarar y pagar mensualmente. Su monto se determina a partir de la diferencia entre el Crédito Fiscal, que es el IVA soportado por el comprador en sus compras y/o servicios gravados con IVA, y el Débito Fiscal, que es el IVA recargado por este mismo comprador o prestador de servicios en sus ventas con IVA que realice en el mismo mes. En síntesis, se debe pagar el IVA de las ventas menos el IVA de las compras. Si de esta resta resulta una diferencia a favor del contribuyente, existe un mecanismo que permite utilizarlo en períodos posteriores o incluso pedir su devolución en casos especiales.

La tasa del IVA es de 19 %, y se aplica también a las importaciones ya sean habituales o no, efectuadas por cualquier persona natural o jurídica.

⁸Mayores descripciones de este impuesto en [11].

10 | **Requerimientos de calidad y seguridad**

10.1. **Norma ISO 9001**

Sonic Dry Clean la empresa que provee la máquina de limpieza de filtros de aire, cuenta con distintos documentos que avalan la calidad del proceso de limpieza de filtros de aire, que realiza la máquina, dichos documentos fueron elaborados por las siguientes instituciones:

- CA Environmental Engineering
- Professional Service Industries
- SouthWest Research Institute

Los documentos elaborados por dichas instituciones, se pueden revisar en el anexo D.

De igual forma la empresa proveedora cuenta con cartas de recomendación de distintos e importante clientes, lo que confirma la calidad del proceso de limpieza de filtros de aire, algunos de estos clientes son:

- Dupont
- Komatsu
- Newmont Gold Company
- US Military
- Westrac Equipment
- Waston Cogeneration Company

Dichas cartas de recomendación, pueden revisarse en el anexo E.

10.2. Seguridad del personal

La empresa que presta el servicio de limpieza de filtros de aire en faena, debe velar por que sus trabajadores estén en todo momento libre del riesgo de sufrir algún accidente, por lo tanto al momento de ubicar el contenedor con el servicio de limpieza en la faena del cliente, se debe contratar a un prevencionista de riesgos que asegure que el funcionario de la empresa que presta el servicio, estará en todo momento libre de sufrir algún accidente. Los servicios de un prevencionista de riesgo, para dicha tarea tienen un valor de aproximadamente 500.000 [CLP].

11 | Estudio Financiero

11.1. Inversión total por el horizonte del proyecto

Como se mencionó en otras secciones, el caso base de la evaluación de este proyecto, es un contrato de limpieza de filtros de aire con un solo cliente. Por la naturaleza del proyecto, éste solo requiere de inversión inicial, luego los gastos que puedan existir durante el horizonte del proyecto se tratarán como gastos de administración y ventas, ya que solo serán gastos debido a mantenciones y/o reparaciones de las máquinas.

En la tabla 11.1 se indican los gastos de puesta en marcha e inversiones que requiere el proyecto para su ejecución. Dichos montos corresponden a los del escenario base del proyecto.

Inversión	Mes 1	Mes 2
Máquina de limpieza	\$ 54.458.000	
Contenedor	\$ 1.130.000	
Carpas Almacenaje	\$ 400.000	
Total Inversión	\$ 55.988.000	

Gastos puesta en marcha	Mes 1	Mes 2
Terreno	\$ 400.000	\$ 400.000
Vehículos	\$ 720.000	\$ 720.000
RRHH	\$ 6.575.000	\$ 6.575.000
Servicios	\$ 200.000	\$ 200.000
Herramientas	\$ 300.000	
Muebles de oficina	\$ 190.000	
Utiles de oficina	\$ 35.000	
Equipos de oficina	\$ 280.000	
Prevencionista de riesgos	\$ 500.000	
Total de Gastos Puesta en Marcha	\$ 9.200.000	\$ 7.895.000

Tabla 11.1: Inversión requerida por el proyecto.

La inversión que requiera el proyecto es de \$65.188.000 [CLP] para el primer mes de fabricación, y de \$7.895.000 [CLP] el segundo mes de fabricación.

11.2. Financiamiento del proyecto

De acuerdo a las características del proyecto, se determinaran dos fuentes para obtener los recursos requeridos para el desarrollo del proyecto, estos son mediante un crédito de una institución bancaria o mediante capital propio.

Cuando el costo del crédito es menor que el costo del capital propio, a mayor financiamiento crediticio del proyecto, las utilidades que se generen cubrirán con mayor holgura los costos de financiamiento, como se ha indicado en la tabla 11.1, la inversión del proyecto será financiada mayormente por deuda con una institución bancaria.

Por otro lado es importante destacar que en muchos casos, los intereses que se pagan por el crédito se convierten en ventajas tributarias, dado que reducen la renta imponible. Para determinar el mejor escenario para de financiamiento del proyecto es necesario conocer la amortización del crédito bancario, la tasa de descuento del proyecto la cual se obtiene a través del conocimiento del WACC, los ingresos, gastos administrativos y financieros del proyecto.

En la tabla 12.1 se indica la estructura de financiamiento del proyecto:

Fuente de financiamiento	Participación	Monto [CLP]
Banca Comercial	70 %	\$ 51.158.100
Capital Propio	30 %	\$ 21.924.900
Inversión Total	100 %	\$ 73.083.000

Tabla 11.2: Estructura de financiamiento del proyecto.

11.3. Tasa de descuento del proyecto

Antes de realizar cualquier calculo asociado a la rentabilidad de un proyecto, se debe calcular el costo de oportunidad para el inversionista, el cual se calculará a partir del modelo CAPM [16]. Luego teniendo identificado el costo de oportunidad para el inversionista, se dará a paso a calcular el costo del capital del proyecto, conocido como el WACC (Weighted Average Cost of Capital), el cual indica la tasa de rendimiento que debe tener la empresa, para que el valor de ésta y el precio de mercado de las acciones no disminuya (en el caso de tener financiamiento por acciones).

11.3.1. Costo de oportunidad del capital invertido en el proyecto

Como se mencionó, para obtener el costo de oportunidad del proyecto para el inversionista, se ocupará el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model – Modelo de Capitalización de Activos), el cual se define de la siguiente manera:

$$COK_{proy} = R_f + \beta * (R_m - R_f) \quad (11.1)$$

Donde:

COK_{proy} : Costo de oportunidad del capital invertido en el proyecto

R_f : Tasa de interes libre de riesgo, basada en un deposito a plazo del BC.

R_m : Tasa de rendimiento del mercado, basado en la variacion del IPSA (2006-2016).

β : Coeficiente de la volatilidad del activo, relativo a la variabilidad del mercado.

Para estimar la tasa libre de riesgo [15], se suele utilizar la TIR (tasa interna de retorno) a la que se transa un bono del Banco Central o de la Tesorería, por ejemplo en pesos. En este caso, además del valor del dinero en el tiempo, dicha tasa también incorpora otros factores relevantes como el riesgo país y las expectativas de inflación. Para el caso del proyecto, se consideró bonos del banco central por un periodo de 5 años, donde el valor obtenido de dicha fuente (banco central) es de 2,5 %. [2]

Para el rendimiento del mercado, se toma el valor del IPSA del 31/05/2006 el cual es de 2.156 y el del 31/05/2016 el cual es de 4.532.[4] Se consideró este indicador teniendo en cuenta que distintas empresas de los commodities, así como de los transportes, son consideradas sus acciones por este índice. Para el cálculo del rendimiento del mercado, se obtiene la rentabilidad anual acumulada (ecuación 11.2).

$$Rm = \sqrt[10]{1 + \frac{4532 - 2156}{2156}} - 1 = 7,7 \% \quad (11.2)$$

Con el respecto al beta considerado para el proyecto, se obtuvo del informe GICS (Global Industry Classification Standard), redactado por la MSCI (Morgan Stanley Capital International) [13], institución líder como proveedora de índices globales para inversionistas en todas sus clasificaciones. Dicho estudio (GICS) entrega una beta para la industria de la minería en Chile igual a 1,53. Los datos de los betas de la industria chilena, que entrega MSCI pueden revisarse en el anexo X1.

Por lo tanto el costo de oportunidad del capital invertido en el proyecto según la ecuación 12.1, es de 9,94 %.

11.3.1.1. WACC (Weighted Average Cost of Capital o Promedio ponderado del costo del capital)

Calculado el costo de oportunidad, podemos dar paso a calcular la tasa de descuento del proyecto (WACC), la cual definirá cual es el rendimiento mínimo aceptable para los inversionistas en el proyecto.

Para calcular el WACC se emplea la ecuación 11.3, la cual se describe a continuación:

$$WACC = k_e * \frac{CAA}{CAA + D} + k_d * (1 - T) * \frac{D}{CAA + D} \quad (11.3)$$

Donde:

WACC : Weighted Average Cost of Capital (Promedio Ponderado del Costo de Capital).

K_e : Tasa o costo de oportunidad de los accionistas. Para obtener método CAPM.

CAA: Capital aportado por los accionistas.

D: Deuda financiera contraída.

K_d : Costo de la deuda financiera.

T: Tasa de impuesto a las ganancias.

Evaluando en la ecuación 12.3, se tiene que la tasa de descuento del proyecto es de 9,7 %.

12 | Evaluación económica

12.1. Depreciación

Como se mencionó en la sección 7.6.3 el proyecto considera un escenario básico, el cual consiste en que la empresa tiene un contrato, por un periodo de 1 a 2 años, con un solo cliente, por ende las depreciaciones que se consideran a continuación, son las que tendría el proyecto en dicho escenario, cabe mencionar que de crecer la empresa con más clientes, o por mayor cantidad de años de contrato por el servicio de limpieza de filtros de aire, esta estructura de depreciaciones tendría variaciones en sus cifras. En la tabla 12.1 se establece nuevamente las depreciaciones por 1 a 2 años de contrato del proyecto.

■ Máquina de limpieza

Periodo	Depreciación	Valor Activo en el periodo
0		\$ 54.458.000
1	\$ 5.445.800	\$ 49.012.200
2	\$ 5.445.800	\$ 43.566.400

■ Computadores, Impresora y Muebles

Periodo	Depreciación	Valor Activo en el periodo
0		\$ 470.000
1	\$ 117.500	\$ 352.500
2	\$ 117.500	\$ 235.000

■ **Contenedor**

Periodo	Depreciación	Valor Activo en el periodo
0		\$ 1.130.000
1	\$ 113.000	\$ 1.017.000
2	\$ 113.000	\$ 904.000

Tabla 12.1: Depreciaciones de los distintos activos del proyecto.

12.2. Amortizaciones

Los pagos del crédito bancario se realizarán trimestralmente, con una cuota fija de 1.365.047 [CLP] para el caso del contrato a 1 año y con una cuota fija de 707.654[CLP]. Se ha considerado una tasa efectiva del 12 % anual, lo cual significa una tasa del 3 % trimestral. A continuación se presenta en las tablas 12.2 y 12.3 las amortizaciones para un contrato de 1 y 2 años, de un crédito bancario a 2 años.

Periodo	Principal	Amortización	Interés	Cuota
0	\$ 51.158.100			
1	\$ 45.405.045	\$ 5.753.055	\$ 1.534.743	\$ 7.287.798
2	\$ 39.479.398	\$ 5.925.647	\$ 1.362.151	\$ 7.287.798
3	\$ 33.375.982	\$ 6.103.416	\$ 1.184.382	\$ 7.287.798
4	\$ 27.089.463	\$ 6.286.519	\$ 1.001.279	\$ 7.287.798
5	\$ 20.614.349	\$ 6.475.114	\$ 812.684	\$ 7.287.798
6	\$ 13.944.981	\$ 6.669.368	\$ 618.430	\$ 7.287.798
7	\$ 7.075.532	\$ 6.869.449	\$ 418.349	\$ 7.287.798
8	-\$ 0	\$ 7.075.532	\$ 212.266	\$ 7.287.798

Tabla 12.2: Amortizaciones del proyecto a 2 años.

Periodo	Principal	Amortización	Interés	Cuota
0	\$ 51.158.100			
1	\$ 38.929.931	\$ 12.228.169	\$ 1.534.743	\$ 13.762.912
2	\$ 26.334.916	\$ 12.595.015	\$ 1.167.898	\$ 13.762.912
3	\$ 13.362.051	\$ 12.972.865	\$ 790.047	\$ 13.762.912
4	-\$ 0	\$ 13.362.051	\$ 400.862	\$ 13.762.912

Tabla 12.3: Amortizaciones del proyecto a 1 año

12.3. Flujo caja puro

	Trimestre Fabricación	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Ingresos Operacionales		\$ 45.000.000	\$ 45.000.000	\$ 45.000.000	\$ 45.000.000
Gastos Administración y ventas					
Arriendo camioneta		\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000
Mantenciones		\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000
Arriendo Terreno		\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
EEPP		\$ 300.000		\$ 300.000	
Total RRHH		\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000
Servicios		\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000
Total Gastos Adm y Ventas		\$ 29.005.000	\$ 28.705.000	\$ 29.005.000	\$ 28.705.000
Depreciación					\$ 5.676.300
Utilidades antes de Impto		\$ 15.995.000	\$ 16.295.000	\$ 15.995.000	\$ 10.618.700
Impuestos (20 %)		\$ 3.199.000	\$ 3.259.000	\$ 3.199.000	\$ 2.123.740
Utilidades desp de Impto		\$ 12.796.000	\$ 13.036.000	\$ 12.796.000	\$ 8.494.960
Depreciación					\$ 50.381.700
Inversión Total	\$ 55.988.000				
Gastos Puesta en Marcha	\$ 17.095.000				
Flujo Neto	-\$ 73.083.000	\$ 12.796.000	\$ 13.036.000	\$ 12.796.000	\$ 58.876.660
Flujo Netro Acumulado	-\$ 73.083.000	-\$ 60.287.000	-\$ 47.251.000	-\$ 34.455.000	\$ 24.421.660

Indicador	Valor
VAN	-\$ 237.375
TIR	9,6 %
Tasa de Dcto	9,7 %

Tabla 12.4: Flujo de caja puro proyecto 1 año.

Como se observa en la tabla 12.4 para el caso del proyecto con financiamiento propio a un año, la inversión y los gastos de puesta en marcha, no alcanzan a pagarse a lo largo de un año de operaciones, se tiene que para ese caso el proyecto tiene un valor actual neto de -\$237.375 [CLP] y una tasa interna de retorno del 9,6 %, lo que confirma al el inversionista que este escenario del proyecto, no es factible.

	Trimestre Fabricación	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Trimestre 5	Trimestre 6	Trimestre 7	Trimestre 8
Ingresos Operacionales		\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000
Gastos Administración y ventas									
Arriendo camioneta		\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000
Mantenciones		\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000
Arriendo Terreno		\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
EEPP		\$ 300.000		\$ 300.000		\$ 300.000		\$ 300.000	
Total RRHH		\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000
Servicios		\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000
Total Gastos Adm y Ventas		\$ 29.005.000	\$ 28.705.000	\$ 29.005.000	\$ 28.705.000	\$ 29.005.000	\$ 28.705.000	\$ 29.005.000	\$ 28.705.000
Depreciación					\$ 5.676.300				\$ 5.676.300
Utilidades antes de Impto		\$ 6.995.000	\$ 7.295.000	\$ 6.995.000	\$ 1.618.700	\$ 6.995.000	\$ 7.295.000	\$ 6.995.000	\$ 1.618.700
Impuestos (20 %)		\$ 1.399.000	\$ 1.459.000	\$ 1.399.000	\$ 323.740	\$ 1.399.000	\$ 1.459.000	\$ 1.399.000	\$ 323.740
Utilidades desp de Impto		\$ 5.596.000	\$ 5.836.000	\$ 5.596.000	\$ 1.294.960	\$ 5.596.000	\$ 5.836.000	\$ 5.596.000	\$ 1.294.960
Depreciación					\$ 5.676.300				\$ 44.705.400
Inversión Total	\$ 55.988.000								
Gastos Puesta en Marcha	\$ 17.095.000								
Flujo Neto	-\$ 73.083.000	\$ 5.596.000	\$ 5.836.000	\$ 5.596.000	\$ 6.971.260	\$ 5.596.000	\$ 5.836.000	\$ 5.596.000	\$ 46.000.360
Flujo Neto Acumulado	-\$ 73.083.000	-\$ 67.487.000	-\$ 61.651.000	-\$ 56.055.000	-\$ 49.083.740	-\$ 43.487.740	-\$ 37.651.740	-\$ 32.055.740	\$ 13.944.620

Indicador	Valor
VAN	-\$ 20.371.773
TIR	2,9 %
Tasa de Dcto	9,7 %

Tabla 12.5: Flujo de caja puro proyecto 2 años.

En el caso del proyecto con financiamiento propio y un contrato a dos años (tabla 12.5), la inversión y los gastos de puesta en marcha se pagan al octavo trimestre de operaciones, sin embargo al financiarse con capital propio el proyecto, y ser por un periodo muy corto con respecto a los ingresos que se perciben, el valor actual neto de este escenario es de -\$20.371.773 [CLP], con una tasa de retorno del 2,9 %. Lo que al igual que para el caso de un año de proyecto, con financiamiento propio, no es rentable para el inversionista, este escenario es peor que el anterior, debido a que como trata de un contrato a 2 años, el precio que se cobra al cliente es menor.

12.4. Flujo caja financiado

Como se mencionó en la sección 12.2 el proyecto considera el pago de un crédito bancario a 1 o 2 años en cuotas trimestrales. En las tablas 12.6 y 12.7 se describen los flujos de caja financiados con deuda, para los escenarios de 1 y 2 años de contrato de servicio de limpieza de filtros de aire en faena.

	Trimestre Fabricación	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Ingresos Operacionales		\$ 45.000.000	\$ 45.000.000	\$ 45.000.000	\$ 45.000.000
Gastos Administración y ventas					
Arriendo camioneta		\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000
Mantenciones		\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000
Arriendo Terreno		\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
EEPP		\$ 300.000		\$ 300.000	
Total RRHH		\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000
Servicios		\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000
Total Gastos Adm y Ventas		\$ 29.005.000	\$ 28.705.000	\$ 29.005.000	\$ 28.705.000
Depreciación y amortizaciones		\$ 12.228.169	\$ 12.595.015	\$ 12.972.865	\$ 19.038.351
Intereses		\$ 1.534.743	\$ 1.167.898	\$ 790.047	\$ 400.862
Utilidades antes de Impto		\$ 2.232.088	\$ 2.532.088	\$ 2.232.088	-\$ 3.144.212
Impuestos (20 %)		\$ 446.418	\$ 506.418	\$ 446.418	-\$ 628.842
Utilidades desp de Impto		\$ 1.785.670	\$ 2.025.670	\$ 1.785.670	-\$ 2.515.370
Depreciación y amortizaciones		\$ 12.228.169	\$ 12.595.015	\$ 12.972.865	\$ 64.144.612
Inversión Total	\$ 55.988.000				
Gastos Puesta en Marcha	\$ 17.095.000				
Crédito	\$ 51.158.100				
Flujo Neto	-\$ 21.924.900	\$ 14.013.839	\$ 14.620.685	\$ 14.758.535	\$ 61.629.242
Flujo Netro Acumulado	-\$ 21.924.900	-\$ 7.911.061	\$ 6.709.624	\$ 21.468.159	\$ 83.097.402

Indicador	Valor
VAN	\$ 47.151.147
TIR	76 %
Tasa de Dcto	9,7 %

Tabla 12.6: Flujo de caja proyecto financiado con deuda a 1 año.

Como se observa en la tabla 12.6, para el escenario del proyecto financiado con deuda para un contrato de 1 año, se recupera la inversión y el pago de los gastos de puesta en marcha en el segundo trimestre de operación. El VAN de dicho escenario es de \$47.151.147 [CLP] y su tasa interna de retorno del 76 %, lo cual lo vuelve mucho más atractivo al proyecto comparando con el WACC.

	Trimestre Fabricación	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Trimestre 5	Trimestre 6	Trimestre 7	Trimestre 8
Ingresos Operacionales		\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000	\$ 36.000.000
Gastos Administración y ventas									
Arriendo camioneta		\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000	\$ 2.160.000
Mantenciones		\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000
Arriendo Terreno		\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
EEPP		\$ 300.000		\$ 300.000		\$ 300.000		\$ 300.000	
Total RRHH		\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000	\$ 25.395.000
Servicios		\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000
Total Gastos Adm y Ventas		\$ 29.005.000	\$ 28.705.000	\$ 29.005.000	\$ 28.705.000	\$ 29.005.000	\$ 28.705.000	\$ 29.005.000	\$ 28.705.000
Depreciación y Amortizaciones		\$ 5.753.055	\$ 5.925.647	\$ 6.103.416	\$ 11.962.819	\$ 6.475.114	\$ 6.669.368	\$ 6.869.449	\$ 12.751.832
Intereses		\$ 1.534.743	\$ 1.362.151	\$ 1.184.382	\$ 1.001.279	\$ 812.684	\$ 618.430	\$ 418.349	\$ 212.266
Utilidades antes de Impto		-\$ 292.798	\$ 7.202	-\$ 292.798	-\$ 5.669.098	-\$ 292.798	\$ 7.202	-\$ 292.798	-\$ 5.669.098
Impuestos (20 %)		-\$ 58.560	\$ 1.440	-\$ 58.560	-\$ 1.133.820	-\$ 58.560	\$ 1.440	-\$ 58.560	-\$ 1.133.820
Utilidades desp de Impto		-\$ 234.239	\$ 5.761	-\$ 234.239	-\$ 4.535.279	-\$ 234.239	\$ 5.761	-\$ 234.239	-\$ 4.535.279
Depreciación y Amortizaciones		\$ 5.753.055	\$ 5.925.647	\$ 6.103.416	\$ 11.962.819	\$ 6.475.114	\$ 6.669.368	\$ 6.869.449	\$ 51.993.198
Inversión Total	\$ 55.988.000								
Gastos Puesta en Marcha	\$ 17.095.000								
Crédito	\$ 51.158.100								
Flujo Neto	-\$ 21.924.900	\$ 5.518.817	\$ 5.931.408	\$ 5.869.178	\$ 7.427.540	\$ 6.240.876	\$ 6.675.129	\$ 6.635.210	\$ 47.457.920
Flujo Neto Acumulado	-\$ 21.924.900	-\$ 16.406.083	-\$ 10.474.675	-\$ 4.605.497	\$ 2.822.043	\$ 9.062.919	\$ 15.738.048	\$ 22.373.258	\$ 69.831.178

Indicador	Valor
VAN	\$ 28.684.736
TIR	31 %
Tasa de Dcto	9,7 %

Tabla 12.7: Flujo de caja proyecto financiado con deuda a 2 años.

Con respecto al escenario del proyecto financiado con deuda por un contrato a 2 años, se observa que recupera la inversión y los gastos de puesta en marcha, al tercer trimestre de operaciones. El VAN de este escenario es de \$28.684.736 [CLP], con una tasa interna de retorno del 31 %. Este escenario empeora rentablemente con respecto al proyecto financiado con deuda por un año, debido a que los precios que se cobran son menores, por lo que es algo que el inversionista debiese tener en cuenta a la hora de invertir, de todas formas la TIR es bastante superior a la tasa de descuento que fija el proyecto.

12.5. Sensibilidad del proyecto

El análisis de sensibilidad identifica los parámetros más latentes para el desarrollo del proyecto, estos son el precio que se cobra por el servicio y la tasa de descuento calculada. Entre ambas se debe identificar como modifican el panorama dado los diferentes cambios. El escenario en el cual se realizaron sensibilizaciones, es el de un contrato por un año con el cliente, financiando el proyecto con deuda como se indicó en la sección 11.2.

12.5.1. Precio del servicio de limpieza de filtros de aire en faena

El análisis de sensibilidad asociado al precio del proyecto a un año, indica los siguientes resultados:

Sensibilidad Precio	Precio	VAN	TIR	Payback
Escenario 1 (Precio -20 %)	\$ 12.000.000	\$ 30.777.000	42 %	2do trimestre
Escenario 2 (Precio -10 %)	\$ 13.500.000	\$ 41.247.000	61 %	2do trimestre
Escenario 3 (Precio 0 %)	\$ 15.000.000	\$ 51.718.000	80 %	2do trimestre
Escenario 4 (Precio +10 %)	\$ 16.500.000	\$ 62.188.000	97 %	1er trimestre
Escenario 5 (Precio +20 %)	\$ 18.000.000	\$ 72.658.000	115 %	1er trimestre

Tabla 12.8: Análisis de sensibilidad del precio

Como se observa en la tabla 12.8, se puede disminuir el precio del servicio de limpieza de filtros de aire en faena en un 20 %, esto disminuirá el VAN y la TIR del proyecto, pero aun así el éste sigue siendo factible, si seguimos iterando el proyecto permite disminuir el precio del servicio en un 50 % para el caso de un año de contrato, y en un 25 % para el caso de dos años de contrato, en ese precio es cuando el proyecto recién se vuelve infactible. Por lo que se puede concluir que el precio a cobrar por el servicio, para la cantidad de años que se requiera, es una variable incidente en la factibilidad del proyecto.

12.5.2. Tasa de descuento

El análisis de sensibilidad asociado a la tasa de descuento, indica los siguientes resultados:

Sensibilidad Tasa Descuento	Tasa Descuento	Payback	VAN	TIR
Escenario 1 (Tasa -20 %)	7,8 %	2do trimestre	\$ 56.764.000	76 %
Escenario 2 (Tasa -10 %)	8,7 %	2do trimestre	\$ 54.177.000	76 %
Escenario 3 (Tasa 0 %)	9,7 %	2do trimestre	\$ 51.718.000	76 %
Escenario 4 (Tasa +10 %)	10,7 %	2do trimestre	\$ 49.378.000	76 %
Escenario 5 (Tasa +20 %)	11,6 %	2do trimestre	\$ 47.151.000	76 %

Tabla 12.9: Análisis de sensibilidad Tasa de descuento

Bajo escenarios de error del 20 % sobre la tasa de descuento calculada a partir del CAPM, se aprecian valores presentes que oscilan entre los 47 millones y los 56 millones de pesos chilenos. Por lo que ante errores del 20 % en el cálculo de la tasa de descuento del proyecto, este sigue siendo factible, el proyecto pasa a ser poco rentable, para errores en el cálculo de la tasa de descuento del orden del 400 %, por lo que el inversionista puede estar tranquilo ante esta variable del proyecto.

13 | Análisis estratégico

13.1. Análisis FODA

13.1.1. Análisis interno

- **Fortalezas**

El servicio de limpieza de filtros de aire en faena tiene como ventaja, el solucionar la problemática del mal manejo de los filtros, así como también entregar disponibilidad inmediata, a la demanda por parte del cliente de tener sus filtros de aire en óptimas condiciones para ser reutilizados. Otra ventaja competitiva es la reducción de costos en filtros de aire y en mantención de equipos mineros para el cliente, en términos de la reducción en inventario de filtros de aire, la disminución de las pérdidas y el aumento del periodo de mantención de los equipos mineros, por tener en todo momento sus filtros de aire en óptimas condiciones. Como mencionó en la sección 3, existe evidencia empírica que manteniendo los filtros de aire de los equipos mineros limpios en todo momento, el tiempo que se requieren los equipos de un overhaul aumenta en un 15 % a 20 % de su tiempo según fabricante.

La ubicación del servicio permite un trato personalizado con el cliente, lo cual permite mantener una relación transparente con éste, y cualquier problema que surja con sus elementos de filtración, se le está indicando en terreno como se deterioró su filtro y que cantidad exacta de filtros de aire requiere el cliente como inventario.

La ubicación también permite disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, debido a que no hay camiones constantemente transportando filtros de aire, y tampoco

hay equipos mineros operando con sus filtros saturados.

Las carpas de almacenaje de filtros de aire limpios y sucios, al estar correctamente acondicionadas con calefactores, permiten reducir aún más las pérdidas de los elementos de filtración, debido a que la humedad con la que vienen los filtros de aire, especialmente en territorios como los que se encuentran en la geografía chilena, es considerable para tener en cuenta antes de pasar los filtros por la máquina de limpieza, ya que el peso del agua que traen los filtros de aire en sus fibras, puede rajarse al ser disparado con el chorro de aire de la máquina.

■ Debilidades

Una desventaja del servicio de limpieza de filtros de aire en faena, es que se pueda dar la situación de que el cliente quiera contratar el servicio de una semana a otra, y no se cuente con la máquina de limpieza en las instalaciones, ni menos con el servicio en totalidad ensamblado y listo para enviar a la faena del cliente, por lo tanto se puede perder la oportunidad de cumplir con el requerimiento al cliente, debido que tampoco se desea tener la máquina de limpieza de filtros de aire, como capacidad ociosa en las instalaciones de la empresa que presta el servicio. Por ende se debe tener muy buena comunicación con los potenciales clientes, para saber cuándo requerirán del servicio y si nos contratarán o no.

Puede ocurrir que un potencial cliente no le de confianza que ingrese un servicio como este a sus faenas, debido a que no podrá garantizar la seguridad del funcionario de la empresa que presta el servicio. Así como también puede que el cliente le genere problemas, el que el operario de servicio de limpieza de filtros de aire en faena, esté constantemente ingresando y saliendo de la faena. Se debe tener un plan b a la mano, en el caso que el operario de turno tenga inconvenientes para cumplir con sus tareas. Lo que implica que se debe tener presupuesto para un funcionario que sustituya al que se encontraba de turno, en caso de alguna emergencia.

Cabe mencionar que se está tratando con elementos críticos para los equipos de extracción del cliente, por lo mismo se le promete disponibilidad inmediata al cliente en la limpieza de sus filtros de aire, compromiso el que puede traer problemas de darse un escenario como el que se mencionaba.

13.1.2. Análisis externo

■ Oportunidades

La idea del servicio de limpieza de aire en faena, cómo se mencionó en la sección 5, se genera debido a las no despreciables pérdidas, que tienen las faenas mineras al ser manipulados sus filtros de aire, por las empresa que prestan el servicio de limpieza de filtros de aire convencional. Por lo tanto este servicio apunta a esa oportunidad, la de un nicho de clientes que se ha dado cuenta lo importante que son estos elementos en sus equipos de extracción, así como también de que las pérdidas de estos elementos de filtración a lo largo del tiempo ya no son despreciables.

Existe cada vez más entre las superintendencias de mantención, de operaciones de distintas compañías mineras, la política de no retirar ningún equipo minero, herramientas, maquinaria, activos de cualquier tipo de las instalaciones de la empresa. Por ende surge esta oportunidad de tomar el envión de dicha política de gestión de los clientes, y llegar con este servicio de mantención a sus puertas, el cual no requiere ni contratación de un nuevo funcionario, ni capacitación de algún funcionario actual.

El lograr un contrato con un cliente, permite captar dicho porcentaje del mercado por al menos un año, con opción de recontractación del servicio, lo cual hace que la participación del mercado sea muy estable para la empresa, y solo tenga ésta que poner énfasis en entregar un buen servicio, de manera de ser una constante solución para el cliente y no un problema.

■ Amenazas

Una amenaza importante es que los clientes no se vean familiarizados con este tipo de servicio, así como existen políticas de que no salga ningún tipo de activo de la faena, también pueden darse políticas de que no se acepte personal externo en las instalaciones del cliente.

Otra amenaza que ve este servicio, así como también las empresa que ofrecen este servicio de manera convencional, es que las tecnologías de filtración de aire cambien, se modernicen y se utilice otro tipo de fibra que ya no pueda ser limpiada por este tipo de máquina. Junto a esto, siempre están las variables económicas globales actuando sobre el mercado, donde cualquier crisis económica, acontecimiento político, etc. Puede cerrar faenas mineras y reducir el tamaño del mercado objetivo.

Con respecto a los competidores, siempre está la posibilidad de que copien este tipo de servicio y tengan mejores contactos, que la empresa que presta el servicio de limpieza de filtros de aire en faena originalmente. Por ende debe ser muy buena la estrategia de comercialización del servicio, así como contar con profesionales con amplias redes de contactos. Además se debe tener en cuenta como amenaza, las malas prácticas por parte de funcionarios del cliente, los cuales pueden generar sus lazos económicos convenientes con otras empresas, a pesar de que el servicio ofrecido no sea el óptimo y/o el de mejor calidad. Por ende al llegar a tocar la puerta del cliente, esté la posibilidad que por culpa de dicho funcionario, la posibilidad de comercializar con este cliente sea nula.

13.2. Análisis Competitivo (5 fuerzas de Porter)



Figura 13.1: Análisis estratégico de las 5 fuerzas de Porter.

■ Competidores potenciales

Como se mencionaba en la sección anterior, existen posibilidades de que esta forma de ofrecer el servicio de limpieza de filtros de aire, sea imitado por potenciales competidores. Por lo mismo se requiere contar con una buena red de contactos de clientes, quienes tengan buena disposición a escuchar este tipo de propuesta. Por ende es un gran acierto llegar con este servicio de los primeros al mercado, para tener una fidelidad con los clientes con un contrato que los vincula al menos un año con la empresa que preste el servicio.

■ Clientes

El poder de negociación de los clientes depende de la cantidad de filtros de aire limpien, debido a que mientras mayor volumen de filtros de aire limpien, mayores pérdidas tendrá contratando el servicio de limpieza de filtro de aire convencional. Así como también mayor será su inventario en filtros de aire, por lo tanto existe un buen margen para negociar con los clientes por el precio del servicio. Además como se obtuvo en la sensibilización del proyecto, éste permite hasta reducir el precio en un 50 %, antes de volverse infactible.

■ **Sustitutos**

En la actualidad no hay indicios de un sustituto claro para el tipo de tecnología que utiliza el servicio de limpieza de filtros de aire. Puede suceder que aparezca una fibra más económica que la que se encuentra en los filtros actualmente, los cuales son de papel y fibra de vidrio. En el caso de aparecer dicha tecnología, y de modo que reduzca los costos en elementos de filtración sin dañar los equipos mineros, las máquinas de limpieza de filtros de aire actuales quedarían obsoletas, por ende se debe estar en constante actualización de las tecnologías que aparecen en el mercado, de modo que ante un escenario como el mencionado, se pueda retirar la empresa del negocio a tiempo o de otro modo actualizarse ante las nuevas tecnologías.

■ **Proveedores**

El poder de negociación de los proveedores es alto, debido a que Sonic Dry Clean la empresa que el proyecto considera para comprarles la máquina de limpieza de filtros de aire, está fuertemente valorada con respecto a otros proveedores, además tiene recomendaciones de CAT, Komatsu, entre otros que avalan la calidad del producto, lo cual no ocurre con otro proveedor de este tipo de máquina. Por lo tanto fácilmente un cliente podría rechazar la calidad del servicio, de no ofrecerse este con la máquina de Sonic Dry Clean, debido a que sus equipos son CAT, Komatsu u otros.

■ **Rivalidad entre los competidores existentes**

Actualmente el sector de la segunda región, es abastecida la demanda por Finning, ellos son la empresa más grande que ofrece este servicio, y tiene dos líneas de procesamiento de elementos de filtración. Toda la demanda que no logra abastecer Finning, es suplida por pequeñas empresas que han decidido en invertir en una máquina de limpieza de filtros de aire. En la primera y tercera región, solo existen pequeñas empresas que abastecen la demanda del mercado, la competencia que se da en esos sectores es en base a precio, y este lo fijarán las empresas que prestan el servicio, en base a sus costos. Por ende mientras más cerca del cliente se encuentre dicha empresa mejor para ella en término de costos.

Como se infiere la empresa que preste el servicio de limpieza de filtros en faena, no compite directamente con las empresas antes mencionadas, sino que diversifica el servicio y atiende de forma más personalizada al cliente.

13.3. Análisis VRIO

A esta herramienta se le conoce como el Marco de Análisis VRIO, que somete cada capacidad organizacional a un prueba para medir si dicha capacidad es Valiosa, Rara, difícil de Imitar, y además si la Organización está preparada para explotar esta capacidad. De ahí las iniciales de este enfoque. En tabla 14.2 se realiza un análisis VRIO de la empresa que entregue el servicio de limpieza de filtros en faena. Cabe mencionar que para el caso del análisis, si la empresa está preparada para explotar dicha capacidad, tendrá relación con la seriedad y profesionalismo con que ejecuten este proyecto, por lo tanto esa parte del análisis no será del todo completo.

Capacidad	Valiosa	Rara	Difícil de imitar	Organización preparada	Implicancia Competitiva	Resultado
Servicio personalizado al cliente	Sí	Sí	No	Sí	Ventaja Competitiva	Característica del servicio que debe aprovecharse entrando de los primeros a este nicho del mercado.
Reducción de emisiones y costos de transporte	Sí	No	No	Sí	Ventaja Comparativa	Característica del servicio que debe aprovecharse entrando de los primeros a este nicho del mercado.
Personal en las instalaciones del cliente	Sí	Sí	No	Sí	Ventaja Competitiva	El tener operarios en las faenas del cliente, permite solucionar problemas de manera inmediata, puede haber grandes inconvenientes si el operario no pudiese cumplir con sus tareas.
Compartimientos acondicionados para el almacenaje de filtros de aire	Sí	Sí	No	Sí	Ventaja Competitiva	Al reducir la humedad de los filtros de aire, le permite al cliente reducir aún más las pérdidas de sus elementos de filtración.

Figura 13.2: Análisis VRIO.

13.4. PESTA

■ Político

Constantemente los gobiernos están legislando a favor de reducir y emisiones de gases efectos invernadero, por lo que este tipo de servicio va en lineamiento con las corrientes de pensamiento actuales. Por parte de organismos gubernamentales el proyecto no tendría muchas trabas, debido a que solo existen alicientes a propuestas como estas.

Con respecto a políticas de los clientes el panorama es distinto, ya que como se mencionó en la sección 14.1, pueden existir lobbies de mercados locales, donde los encargados de las adquisiciones dentro de los clientes, tengan sus compromisos fuera de la ética laboral, y como resultado de eso los procesos de licitación de este tipo de servicio, solo son simples protocolos y no verdaderas herramientas de selección del contratista indicado.

■ Económico

Como se viene dando desde mediados del año 2014, la economía chilena ha crecido a tasas decrecientes, lo que trae consigo paralizaciones en proyectos que se encontraban en puesta en marcha, así como otro proyectos que se encontraban en carpeta, simplemente fueron archivados y guardados hasta que se reactive la economía chilena. Por lo mismo la política de la mayor cantidad de las empresas mineras, ha sido reducir sus costos fijos, lo que ha implicado que aproximadamente 50.000 trabajadores de la minería, hayan sido despedidos entre el segundo semestre del 2014 y el primer semestre del 2016. Con este contexto económico, el servicio de limpieza de filtros de aire en faena llega a entregar soluciones en lo operacional y en lo financiero, debido a que se alinea con por las políticas actuales de reducción de costos, esto último potenciado por los bajos precios a los que se ha cotizado el cobre durante el último año.

■ Social

La población mundial actual está mucho más preocupada por el medio ambiente, las redes sociales permiten que las personas estén hiper conectadas en todo momento, por lo que las personas están cada vez más informadas y empoderadas de sus derechos y deberes. Por lo mismo soluciones como la propuesta que ofrece el servicio, no deja de ir en los lineamientos actuales de pensamiento a favor del medio ambiente y la sustentabilidad de éste. El factor social puede ser un gran aliciente para este proyecto, debido a que se puede cuantificar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, por parte de la empresa que presta el servicio de limpieza de filtros en faena. De la misma forma el cliente puede comunicar a las comunidades aledañas a las faenas, cuantos barriles de petróleo dejó de ocupar, autos que no están en las calles debido a toma de decisiones como ésta. Y ese tipo de propuestas las comunidades las agradecen de buena forma en la actualidad.

■ Tecnológico

Como se mencionó en la sección 12.2, las tecnologías actuales solo operan con filtros de aire como los actuales, es decir, de papel y fibra de vidrio. Por lo tanto las máquinas de limpieza de filtros de aire son las indicadas para realizar los lavados de estos filtros y de esa forma poder reutilizar estos. Pero en el momento que aparezcan nuevas tecnologías para los filtros de aire, estas máquina quedarán obsoletas y las empresas que prestan el servicio actualmente, deberán estar atentas para actualizarse o salir del mercado a tiempo.

Con respecto a si estas nuevas tecnologías están siendo investigadas, todas las empresas de equipos mineros tienen su departamento de I+D+i, por lo que constantemente se están trabajando nuevas ideas para este tipo de filtros, la tecnología actual es difícil que salga pronto del mercado debido a que los costos del papel son bajísimos con respecto a los sustitutos actuales.

■ Ambiental

Como ya se viene hablado en esta sección, el servicio de limpieza de filtros de aire en faena, se alinea con las expectativas ambientales que existen en la actualidad, por parte de las comunidades, grupos ecológicos, clientes, entre otros stakeholders.

Debido a que como se ha comentado, esta propuesta permite reducir emisiones de gases efecto invernadero, pero además alarga el tiempo de desecho de los filtros de aire, por ende hay menos basura dando vuelta por el territorio aledaño al cliente.

Cabe mencionar que una problemática no menor, es la que viene luego de que los filtros se dan de baja, y deben desecharse. Actualmente estos son recogidos por empresas que los van a buscar a las instalaciones de los clientes, pero no los reciclan, sino los tienen apilados en sus instalaciones, o peor aún existen empresas que los entierran en el desierto.

14 | Conclusiones

Queda claro que en la actualidad el mantenimiento de los filtros de aire de los equipos mineros, es una acción que deben realizar las faenas mineras. Debido a la reducción de costos que genera y la eficiencia en el filtrado que inserta al sistema dicho mantenimiento, por el estado de pre-coat al que llega el filtro, el que le permite operar a un 99,6 % de su eficiencia.

Con respecto a optar por el servicio de limpieza de filtros de aire dentro de la faena o fuera de ésta. Podemos extraer del capítulo 5, que introducir el servicio de limpieza de aire en las instalaciones del cliente, puede generar ahorros en inventario y pérdidas, éstas últimas debido a la mala manipulación de los filtros del cliente, por parte de la empresa que presta el servicio y saca los filtros de aire de la faena del cliente. En el mejor escenario para la competencia, suponiendo que no generarán pérdidas al cliente, de todas maneras introducir el servicio en las instalaciones del cliente generará ahorros en inventarios aproximadamente en un 30 % a 35 % del inventario original.

A consecuencia de introducir el servicio en la faena del cliente, se generan ahorros a lo largo del proyecto, debido a que los equipos mineros del cliente, al operar con sus elementos de filtración en todo momento en condiciones óptimas, no sufren grandes deterioros en su funcionamiento, por lo tanto el overhauil de los equipos del cliente, puede realizarse pasadas las 10.000 [h] que indica el fabricante y el promedio de las mantenciones de los motores de los equipos históricamente.

Con respecto al mercado, se debe recalcar que no existe en la actualidad, el concepto de introducir el servicio en las faenas mineras, por ende un proyecto como el que se describe en este documento, ingresa a tocar puertas en un oceano azul dentro del mercado de las mantenciones de equipos mineros de extracción.

También se debe tener en cuenta que cambiar el paradigma actual de gerentes, superintendentes, administradores, entre otros cargos, son procesos que no se dan de un momento a otro, por lo tanto la buena acogida para este proyecto, depende fuertemente de la flexibilidad con que miren dichos cargos en las empresas a las que se ofrezca el servicio, y así como también se debe tener una buena red de contactos dentro de la industria minera, al momento de ofrecer este servicio.

En términos de innovación no se debe perder de vista que el proyecto, propone una forma más práctica, eficiente y económica de ofrecer el servicio al cliente. Además de tratar los elementos de filtración, con el cuidado que se merecen dichos repuestos. A la fecha no existe empresa que reduzca la cantidad de humedad del filtro antes de limpiarlo, para disminuir la probabilidad de que éste se raje al momento de limpiarlo con el aire presurizado. Acciones como esta agregan valor al servicio ofrecido, junto con los ahorros que genera y el aumento en la disponibilidad de los elementos de filtración, es una alternativa atractiva para los clientes objetivo, que solo buscan solucionar problemas de forma inmediata.

Administrativamente el proyecto no requiere de una gran estructura ni análisis, ya que naturalmente de la estructura organizacional de la empresa que preste el servicio irá creciendo, a medida de que consiga una mayor cantidad de contratos con distintos clientes. Por lo mismo los gastos de puesta en marcha, así como los gastos de administración y ventas, son bajos en lo que respecta a proyectos dirigidos al área de la mantención, en la industria minera. Si, se debe manejar de forma correcta los inconvenientes que puedan presentar los operarios de las máquinas de limpieza, debido a que accidentes, enfermedades, post natal, etc. Pueden ser días críticos en la mantención de los equipos de extracción del cliente, por lo tanto el área de finanzas debe tener cuidado al planificar los egresos del mes, dejando un porcentaje de egresos destinado a cualquier acontecimiento inoportuno que pueda surgir.

En términos económicos, el proyecto es atractivo para pequeños y medianos inversionistas, debido a que no requiere una gran inversión inicial, ni a lo largo del horizonte del proyecto. Esto debido a que las mantenciones de las máquinas de limpieza son de bajo costo, y la reinversión en activos recién es a los 10 años de proyecto. El mayor porcentaje de los egresos está concentrado en el personal, donde como se mencionaba anteriormente, el

aumentar la cantidad de clientes permite prorratear los gastos en personal, en una cantidad mayor de contratos y así reducir disminuir gastos debido a que un administrativo estará a cargo de más de un proyecto, como así el ingeniero se verá en la misma situación, por ende el aumentar el numero de clientes, genera un micro efecto de economías de escala para el proyecto.

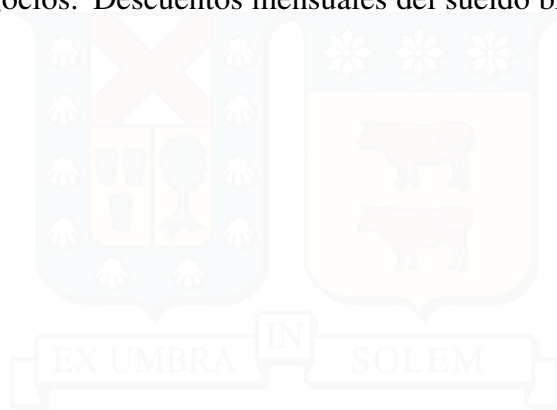
Analizando lo que arroja la evaluación económica del proyecto, se tiene que financiando éste de manera pura, es decir, completamente con capital del inversionista. Por un horizonte de 1 y 2 años, el proyecto no es rentable, debido al corto periodo que significa evaluar el proyecto por un año, y los bajos precios que considera el proyecto evaluado a dos años. En ambos casos se paga la inversión, pero presenta un VAN negativo y una TIR menor a la tasa de descuento calculada.

Para un escenario en que el proyecto es financiado en un 70 % con deuda, se tiene que para un horizonte de 1 y 2 años el proyecto es rentable, el escenario muestra un VAN mayor al de dos años, debido a que los precios del primero son mayores por la naturalidad del proyecto, sin embargo cabe mencionar que mayor cantidad de años de contrato con el cliente, no es sinónimo de menor rentabilidad para el proyecto, ya que planteando un horizonte de 3 años o más con uno o más clientes, el proyecto es mucho más rentable que ambos escenarios analizados en la sección 12.4.

Bibliografía

- [1] Revista Minería Chilena. *Catastro de Equipamiento Minero 2013 - 2014*. Diciembre 2014. [3.4.1](#)
- [2] Mercados Energéticos Consultores. Desarrollo de una metodología de cálculo para la tasa de costo de capital de una empresa de distribución de gas de red en Chile., Octubre 2011. [11.3.1](#)
- [3] Consejo Minero de Chile. Reporte anual 2015. [Acceso Mayo de 2016]. [3.1](#)
- [4] Bolsa de Comercio Santiago. Historial del indicador económico ipsa (Índice de precios selectivo de acciones). <http://www.bolsadesantiago.com/>. [Acceso Marzo del 2016]. [11.3.1](#)
- [5] Servicio Nacional de Geología y Minería. *Anuario de la Minería de Chile*. Marzo 2013. ([document](#)), [3.1](#)
- [6] Servicio de Impuestos Internos. Impuesto a la renta de primera categoría (artículo 20 ley de impuesto a la renta). [Acceso Abril de 2016]. [7](#)
- [7] Servicio de Impuestos Internos. Tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado, July 2016. [Acceso Abril 2016]. [7.6.2](#)
- [8] Equipo de Mantenimiento de CAT. *Manual de atención camión 797-B*. Caterpillar Inc, 2008. [4.1](#)
- [9] Sociedad Nacional de Minería. *Chile país minero*. Marzo 2013. [3.1](#)
- [10] Comisión Chilena del Cobre (Ministerio de Minería). *Inversión en la minería chilena - Cartera de proyectos del 2015 al 2024*. Marzo 2015. [3.2](#)
- [11] Biblioteca del Congreso Nacional. *Aspectos básicos del impuesto al valor agregado (IVA)*. Diciembre 2014. [8](#)
- [12] Dirección del trabajo. Artículo 22 del código del trabajo. [Acceso Abril de 2016]. [5](#)
- [13] MSCI (Morgan Stanley Capital International). Informe gics ((global industry classification standard), 2016. [Acceso Abril de 2016]. [11.3.1](#)
- [14] J.P.Salcedo. Costo de capital. <http://es.slideshare.net/jpsalced/modelo-capm>, Enero 2012.

- [15] Tomas Reyes. Como encontrar la tasas de descuento apropiada para mi proyecto, July 2015. [Publicado Martes 16 Junio 2015]. [11.3.1](#)
- [16] William Sharpe. *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*. Diciembre 1961. [11.3](#)
- [17] Economía y Negocios. Descuentos mensuales del sueldo bruto. [Acceso Abril de 2016]. [6](#)



A | ANEXOS



A | Catastro de equipos mineros de extracción

Faena	Región	Camiones livianos	Camión fuera carretera y BP	Camión utilitario	Cargador F y BP	Buldozer	Wheeldozer	Excavadoras	Motoniveladora	Jumbos	Martillos
Pampa Camarones	XV		10	3	4	2	2	2	1		
Cerro Colorado	I		40	5	10	8	3	1	4		
Cosayach (Negreiros)	I		7	2	5	3	2	2	2		
Cosayach (Soledad)	I		7	2	5	3	2	2	2		
Collahuasi	I		95	10	5	12	8	5	9		
Quebrada Blanca	I		24	4	4	14	6		4		
El Abra	II	4	26	23	5	12	6	1	7	22	3
El Peñón	II		27	3	24	1			2		
Radomiro Tomic	II		0	23	12	57	25	3	15		
Chuquicamata	II		0	24	13	60	26	3	16		
Ministro Hales	II	1	13	2	3	3	3		2	8	3
Michilla	II		4					1			
Spence	II		27	3	2	5	3	2	4		
Mantos de la Luna	II		16	1	8	3	2	1	2		
Sierra Gorda	II		9		4	2	1		1		
Las Cenizas	II		0		11			2			
El Tesoro	II		23	2	6	5	4		4		
Esperanza	II		21	2	5	5	4		4		
Escondida	II		148	10	4	23	20		10		
Gabriela Mistral	II		11	2	3	3	3		2		
Mantos Blancos	II	1	39	2	18	7	4	2	4	15	
Lomas Bayas	II		33	2	7	7	3	2	3		
Zaldivar	II		31	2	2	7	2		3		
Franke	II		14	1	7	3	1	1	1		
	II										

Figura A.1: Catastro de equipos mineros de extracción XV, I y II región

Faena	Región	Camiones livianos	Camión fuera carretera y BP	Camión utilitario	Cargador F y BP	Buldozer	Wheeldozer	Excavadoras	Motoniveladora	Jumbos	Martillos
Mantoverde	III	1	17	3	6	3	2		1		
Salvador	III		14		19	2	1		1	3	16
Los Colorados	III		17	3	3	4	2		2		
La Coipa	III	4	11		4				1	13	
Mantos de Oro	III	3	13	1	6	4	1	1	2		
Maricunga	III		12	1	4	5	1	1	2		
Carola	III	18			17					10	
Pucobre	III	1	23	2	6	5	4		4		
Ojos del Salado	III		16	1	8	3	2	1	2		
Atacama Kozan	III	4			6					7	1
Candelaria	III		64	7	12	10	11	2	6		
Caserones	III		5		1	1	1				
Carmen de Andacollo	IV		13	5	4	3	2		3		
Altos de Punitaqui	IV	4			6					7	1
San Gerónimo	IV	3			5					5	1
Tres Valles	IV	6			9					11	2
Los Pelambres	IV		45	3	9	14	6	2	4		
El Soldado	V		28	2	17	4	8	1	2	10	7
Pimenton	V	3	8		3				1	9	
Cerro Negro	V	2			3					4	1
Andina	V		22		26	6	1		3	9	15
Los Bronces	RM		45	3	8	10	3	3	7	0	
Florida	RM	5	13		5				1		
El Teniente	VI		15	26	64	6				60	88
El Toqui	XI		8	1	13	1		1	2		

Figura A.2: Catastro de equipos mineros de extracción resto regiones.

Faena	Camiones livianos	Camión fuera carretera y BP	Camión utilitario	Cargador F y BP	Buldozer	Wheeldozer	Excavadoras	Motoniveladora	Jumbos	Martillos
Aura Ingeniería	2		3	8						
Besalco	27	12	0		7			8		
Cerro Alto	57	41	10	22	15	5	22	11		
Compax	2		13	7	2		37	13		
Epsa	26	99	27	10	8	4	25	22		
Excon	55	84	50	67	19	30	33	26		
Fe Grande	76		13	6	10		9	8		
Gardilic	0	5	10	13				4	17	
Geotec Boyles Bros	4		86				18			
Geovita	5			30					36	
ICV	0	33	4	13	16	5	10	8		
Movitec	33	14	37	13	22	7	13	7		
Perfoandes	7		1							
Prosonda	9		3	6	4		1	1		
Proyecta	11	4	4	9				1		
Soletanche Bachi	11	6	3	8					12	
Terra Service	36								11	
Transportes Bello	237		381							
Valtrucks	15		16				1			
Vecchiola	31	85	14	31	37	1	22	20		
Walsen			4	1	8		9	2		

Figura A.3: Catastro de equipos mineros de empresas contratistas.

B | Demanda de filtros de aire por equipos mineros

Faena	Región	Camiones livianos	Camión fuera carretera y BP	Camión utilitario	Cargador F y BP	Buldozer	Wheeldozer	Excavadoras	Motoniveladora	Jumbos	Martillos
Pampa Camarones	XV		1752	263	701	350	350	88	44		
Cerro Colorado	I		7008	438	1752	1402	526	44	175		
Cosayach (Negreiros)	I		1226	175	876	526	350	88	88		
Cosayach (Soledad)	I		1226	175	876	526	350	88	88		
Collahuasi	I		16644	876	876	2102	1402	219	394		
Quebrada Blanca	I		4205	350	701	2453	1051		175		
El Abra	II		4555	2015	876	2102	1051	44	307		
El Peñón	II	701	4730	263	4205	175			88	1285	175
Radomiro Tomic	II			1997	2164	9986	4327	125	666		
Chuquicamata	II			2102	2278	10512	4555	131	701		
Ministro Hales	II		2236	203	610	610	610		102		
Michilla	II		701					44		467	175
Spence	II		4730	263	350	876	526	88	175		
Mantos de la Luna	II		2870	74	1325	515	294	37	74		
Sierra Gorda	II		1578	40	728	283	162	20	40		
Las Cenizas	II				1927			88		876	
El Tesoro	II	175	4030	175	1051	876	701		175		
Esperanza	II	158	3627	158	946	788	631		158		
Escondida	II		25930	876	701	4030	3504		438		
Gabriela Mistral	II		1927	175	526	526	526		88		
Mantos Blancos	II		6833	175	3154	1226	701	88	175		
Lomas Bayas	II		5782	175	1226	1226	526	88	131		
Zaldivar	II		5431	175	350	1226	350		131		
Franke	II		2497	64	1152	448	256	32	64		

Figura B.1: Demanda anual de filtros de aire de los equipos mineros de faenas de la XV, I y II región.

Faena	Región	Camiones livianos	Camión fuera carretera y BP	Camión utilitario	Cargador F y BP	Buldozer	Wheeldozer	Excavadoras	Motoniveladora	Jumbos	Martillos
Pampa Camarones	XV		1752	263	701	350	350	88	44		
Cerro Colorado	I		7008	438	1752	1402	526	44	175		
Cosayach (Negreiros)	I		1226	175	876	526	350	88	88		
Cosayach (Soledad)	I		1226	175	876	526	350	88	88		
Collahuasi	I		16644	876	876	2102	1402	219	394		
Quebrada Blanca	I		4205	350	701	2453	1051		175		
El Abra	II		4555	2015	876	2102	1051	44	307		
El Peñón	II	701	4730	263	4205	175			88	1285	175
Radomiro Tomic	II			1997	2164	9986	4327	125	666		
Chuquibambilla	II			2102	2278	10512	4555	131	701		
Ministro Hales	II		2236	203	610	610	610		102		
Michilla	II		701					44		467	175
Spence	II		4730	263	350	876	526	88	175		
Mantos de la Luna	II		2870	74	1325	515	294	37	74		
Sierra Gorda	II		1578	40	728	283	162	20	40		
Las Cenizas	II				1927			88		876	
El Tesoro	II	175	4030	175	1051	876	701		175		
Esperanza	II	158	3627	158	946	788	631		158		
Escondida	II		25930	876	701	4030	3504		438		
Gabriela Mistral	II		1927	175	526	526	526		88		
Mantos Blancos	II		6833	175	9154	1226	701	88	175		
Lomas Bayas	II		5782	175	1226	1226	526	88	131		
Zaldívar	II		5431	175	350	1226	350		131		
Franke	II		2497	64	1152	448	256	32	64		

Figura B.2: Demanda anual de filtros de aire de los equipos mineros de faenas del resto de las regiones y de empresas contratistas del país.

C | Especificaciones máquina SDC-6



Model SDC-6 Air Filter Dry Cleaning Machine Specification

Cartridge Air Filter Cleaning Dimensions:

- Standard Maximum Outside Diameter is a 20" OD Cartridge Filter.
- Standard Minimum Inside Diameter is 3.5" ID Cartridge Filter.
- Standard Maximum Height is 32" tall Cartridge Filter.
- Standard Minimum Height is 8" tall Cartridge Filter
- Cartridge Air Filter Cleaning Machine Options:
- 20ft Cargo Container Installation
- Optional Maximum Height is 40" tall cartridge

Patented SDC Cartridge Air Filter Cleaning Process Specifications:

- Fully Automatic Dry Cleaning Process
- Integrated Color Touchscreen for full control of cleaning process and increased productivity
- Uses computerized sequences of compressed air, vacuum, vibration and rotation
- Automatically adjusts to cartridge air filters height and diameter
- Average Dirty Air Filter Cleaned in less than five minutes!
- Cleans both Inside and Outside Dirty Filters!!
- 8-10 cleanings or more on average per cartridge air filter using SDC Process! Synthetic Based Media Cartridge Air Filters can be cleaned even more!
- Fully Adjustable Cleaning Cycle Time to fit customer specific application
- Designed for Continuous Duty Rate Operation (24hr, 7days, 56 weeks per year)
- Average 85,000 filter cleaning service life
- Over 850 SDC Systems in use Worldwide!

Power & Air Requirements Electrical:

- 220 volt, Single Phase, 50/60 hertz 10 amps electrical service
- L6-30 Receptacle Supplied with Machine

Compressed Air:

- 125 psi @ 150 cfm constant clean dry compressed air.
- 1/2" inlet pipe NOTE: Recommended Air Compressor is a 40-hp screw compressor, with outputs at 125 psi @ 150 cfm constant with a 200-gallon receiver tank

Figura C.1: Especificaciones técnicas de la máquina Sonic Dry Clean 6.

D | Informes de calidad

California Environmental Engineering

ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY
1061 N. GROVE ST. ANAHEIM, CA 92806
(714) 630-8555 FAX (714) 630-8014

May 2, 1991

Mr. Don Means
Sonic Dry Clean
12255 Kirkman Rd. Suite 200
Poway, CA 92064

RE: Air filter test

Dear Mr. Means,

On April 25, 1991, California Environmental Engineering was hired to observe a test on four air filters and the Sonic Dry Clean System. California Environmental Engineering's manager Larry Swiencki was present for the tests performed by Sonic Dry Clean. Sonic Dry Clean personnel Mr. Don Means, Mr. Joel Champion and Mr. John Dollman were conducting the tests. A vein type blower was used to draw air through the test filters with a Dwyer Monometer measuring 0 to 18" of water. The blower itself pulled 2.8" of water when unobstructed. We then placed a plexiglass cover measuring 1' x 1' x 2' over the blower inlet and measured 1.6" of water.

The filters chosen for this test were a new Duralife (A), a new Baldwin (B), a new K&N (C), and a Fleetgard (D), which had been cleaned with the Sonic Dry Clean System. All filters were weighed prior to testing. The weights were for filter A, 9.181 lbs, for filter B, 7.611 lbs., filter C, 7.980 lbs., and filter D, 7.893 lbs. After weighing, all the filters were flow checked using the blower and manometer. The baseline flows were the following measured in inches of water, with the plexiglass cover over each filter to simulate in use conditions as though the air filter was in its own air box as on large trucks and off-road equipment. Filter A measured 2.5", filter B, 2.5", filter C, 2.3" and filter D, 2.7".

To simulate clogged air filters we used dry paint in four different colors. The paint was weighed prior to use on each filter. The red paint used on filter A weighed 2.117 lbs., yellow paint used on filter B weighed 2.075 lbs., green paint used on filter C weighed 1.936 lbs., and orange paint used on filter D weighed 2.048 lbs.

Each filter was then wrapped in a plastic bag placed on the blower inlet. The paint was then poured down the side of the filter as the filter was turned to completely coat the filter surface. The filters were then flow checked. Filter A had 4.0" of water, filter B, 4.7" of water, filter C, 2.4" of water and filter D had 5.0" of water.

Figura D.1: Informe de calidad de la C.E.E.

CALIFORNIA ENVIRONMENTAL ENGINEERING'S ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY
Results of an Independent Test Conducted for Sonic Dry Clean, Inc.

TEST FILTER WEIGHTS AND PERCENTAGES

FILTER NAME & TEST NUMBER	Clean Filter Weight	Weight of Paint Added	Filter Weight with Paint	Amount of Paint Trapped by Filter	Percent of Paint Trapped by Filter	Filter Weight after Sonic Dry Clean	Percent of Original Weight
DURALIFE (New) Filter "A"	9.181 lbs.	2.117 lbs.	11.298 lbs.	2.108 lbs.	99.6%	9.412 lbs.	102.5%
BALDWIN (New) Filter "B"	7.611 lbs.	2.075 lbs.	9.686 lbs.	2.049 lbs.	98.7%	7.780 lbs.	102.2%
K&N (New) Filter "C"	7.980 lbs.	1.936 lbs.	9.916 lbs.	1.623 lbs.	83.8%	9.264 lbs.	116.1%
FLEETGARD (Used) Filter "D" (Sonic Dry Cleaned)	7.893 lbs.	2.048 lbs.	9.941 lbs.	2.047 lbs.	99.95%	7.958 lbs.	100.8%

MANOMETER READINGS (Inches of Water)

FILTER NAME & TEST NUMBER		Baseline Filter Readings	After Test Injection of Paint	After Sonic Dry Clean
DURALIFE (New)	[Filter "A"]	2.5 inches	4.0 inches	2.6 inches*
BALDWIN (New)	[Filter "B"]	2.5 inches	4.7 inches	2.6 inches*
K&N (New)	[Filter "C"]	2.3 inches	2.4 inches	2.3 inches*
FLEETGARD (Used)	[Filter "D"]	2.7 inches	5.0 inches	2.7 inches*

* Post-tested

Figura D.2: Informe de calidad de la C.E.E.

After the flow check, each filter was again weighed to compare how much paint each filter trapped. Filter A weighed 11.289 lbs., filter B weighed 9.660 lbs., filter C weighed 9.603 lbs., and filter D weighed 9.940 lbs.

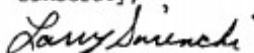
The next step was to clean all the filters using the Sonic Dry Clean System. When the cleaning was complete all the filters were reweighed. Filter A weighed 9.412 lbs., filter B weighed 7.780 lbs., filter C, 9.264 lbs., and filter D weighed 7.958 lbs.

The conclusions for this test are interesting for many reasons. If you take the weight of each filter and add the weight of the paint, you will see that the Duralife (A), Baldwin (B), and the Sonic cleaned Fleetgard (D) trapped over 98.7% of the paint as opposed to the K&N filter which trapped only 83.8% of the paint. When you look at the monometer readings, the K&N filter showed very little change after the paint was put in the filter, only 1/10 of an inch difference from the base reading. Also of note, is that after all the filters were Sonic Dry Cleaned, the Duralife (A), Baldwin (B), and the Fleetgard (D) filters were returned to within 2.5% of their original weight where as the K&N filter (C) weighed 16.1% more than the original weight.

California Environmental Engineering concludes that the Sonic Dry Clean method is an efficient, fast and cost effective way to clean air filters when a good quality air filter is used. It is evident that this process will extend the life of air filters while at the same time lower maintenance costs.

If there are any questions please call (714) 630-8555. Thank you.

Sincerely,



Larry Swiencki
Lab Manager
C.E.E.

Figura D.3: Informe de calidad de la C.E.E.



Professional Service Industries, Inc.

REPORT OF: Comparative Analysis on
Metro Bus Air Filters

Project No. 06-712
Laboratory No. SPT-40083
March 22, 1994

REPORT TO: Professional Service Industries, Inc.
7400 Third Avenue South
Seattle, WA 98108
Attention: Mr. Steve Schweyen

GENERAL

The Special Test Department of PSI received four (4) cylindrical shaped air filters from the Seattle Division of PSI. A comparison was made between each filter's air flow characteristics which were labeled as follows.

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) New | 3) Recycle 2X |
| 2) Recycle 1X | 4) Recycle 3X |

TEST PROCEDURE

Each filter was securely mounted to a wood chamber with its opening mounted over an opening in the chamber. Also attached to the chamber was controlled blower/air metering system and a water manometer. The blower was set for specific air flows which were held constant and the water manometer indicated the pressure difference in the chamber. The filters which allow more air to pass through it will produce less pressure buildup in the chamber as does a filter that has a reduced air flow.

850 Poplar Street • Pittsburgh, PA 15220 • Phone: 412/922-4010 • Fax: 412/922-4014

Figura D.4: Informe de calidad de la P.S.I.

Project No. 06-712
Laboratory No. SPT-40083

Report Date: March 22, 1994
Page 2 of 2

Comparative Analysis on Metro Bus Air Filters

TEST RESULTS

Air Flow (cfm)	CHAMBER PRESSURE (INCHES OF WATER)			
	NEW	RECYCLE 1X	RECYCLE 2X	RECYCLE 3X
0	--	--	--	--
10	.02	.03	.03	.03
20	.03	.04	.04	.05
30	.04	.05	.06	.06
40	.06	.07	.08	.08
50	.08	.09	.10	.11
92	.14	.14	.16	.16
209	.55	.45	.54	.54
323	1.30	1.02	1.26	1.16
398	1.96	1.58	1.80	1.75
466	2.70	2.24	2.45	2.32
596	4.20	3.60	4.20	3.65

Graphs for each filter can be found in Appendix I.

Prepared by:


Michael S. Bracken
Senior Laboratory Technician

Reviewed and approved by:

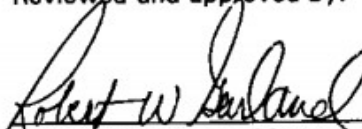

Robert W. Garland, Manager
Special Test Department

Figura D.5: Informe de calidad de la P.S.I.

SOUTHWEST RESEARCH INSTITUTE

6220 GULEBRA ROAD • POST OFFICE DRAWER 28510 • SAN ANTONIO, TEXAS, USA 78228-0510 • (210) 584-5111 • TELEX 244846

ENGINE, FUEL, AND VEHICLE RESEARCH DIVISION
TELECOPIER: (210) 522-2019

July 21, 1993

Mr. Don Means
Sonic Dry Clean Inc.
12255 Kirkham Rd., Suite 200
Poway, CA 92064

VIA FAX: (619) 679-3854

Subject: SwRI Project No. 03-4641-043, "Air Filter Testing."

Reference: Sonic Dry Clean Purchase Order No. 1149 Dated June 30, 1993

Dear Mr. Means:

This report presents results of efficiency and dust capacity tests conducted on one new and three dry cleaned air filter elements provided by Sonic Dry Clean Inc. for evaluation. These elements were identified SDC-0 (CAT 6I2505.), SDC-2 (6I2505), SDC-2 (6I2507), and SDC-3 (6I2507), with the -0, -2, and -3 designating the number of cleanings accomplished on each element. Testing was conducted in accordance with the SAE J726 JUN87 Air Cleaner Test Code. Clean element pressure drop, initial and cumulative efficiency, and dust capacity were measured. The cumulative efficiency/dust capacity test was conducted at 1240 scfm (100 Kpa, 25°C) using PTI Fine Test Dust (Batch 4433B) at a concentration of 1 g/m³ air (0.028 g/ft³ air). The initial efficiency test was run for thirty (30) minutes using PTI Fine Test Dust at a concentration corresponding to 1 g/ft³ of media (0.21 g/m³ air; 0.0039 g/ft³ air). Testing was conducted with each element installed in a 1P7330 Caterpillar housing with 6I3833 radial seal kit. The filter elements were visually inspected for workmanship and quality of gaskets and seals before and after testing. No defects were noted, with each element showing a high level of workmanship.

The test sequence was as follows: measure clean element pressure drop as a function of airflow rate, conduct initial efficiency and the cumulative efficiency tests while measuring dust capacity to approximately 20 inches of water terminal pressure drop.

Test results are presented in Table 1 and Figures 1 and 2. Table 1 gives initial and cumulative efficiency and dust capacity. Figure 1 shows the clean element pressure drop across the assembly (element and housing) as a function of airflow rate. Figure 2 shows pressure drop as a function of dust fed to the element and housing. Dust capacity, in Table 1, represents the amount of dust fed to the assembly (element and housing) at a terminal pressure drop of 20 inches of water across the assembly. There were no leaks in the seals, media, or plastisols.



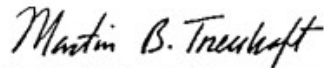
SAN ANTONIO, TEXAS
HOUSTON, TEXAS • DETROIT, MICHIGAN • WASHINGTON, DC

Figura D.6: Informe de calidad de la Southwest Research Institute

Mr. Don Means
Sonic Dry Clean Inc.
July 13, 1993
Page 2

If you have any questions concerning the test results or the project, please do not hesitate to call me at (210) 522-2626. For your convenience, our facsimile number is (210) 522-5720. SwRI is pleased to have been of service, and we look forward to working with you in the future.

Sincerely,



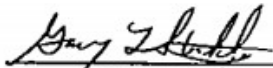
Martin B. Treuhaft
Senior Research Engineer
Vehicle Research and Development

MBT:rh

Attachments

cc: Sherry Twilligear, Contracts

APPROVED:



Gary L. Stecklein, Director
Department of Vehicle Systems Research

Figura D.7: Informe de calidad de la Southwest Research Institute

SOUTHWEST RESEARCH INSTITUTE

6720 CULEBRA ROAD • POST OFFICE DRAWN 28510 • SAN ANTONIO, TEXAS, USA 78228-0510 • (210) 584-5111 • TELEX 244846

ENGINE, FUEL, AND VEHICLE RESEARCH DIVISION
TELECOPIER: (210) 522-201603-4641-043
Element Tested 6/93**TABLE 1. INITIAL AND CUMULATIVE EFFICIENCY AND DUST CAPACITY**
DUST: PTI Fine @0.028 g/ft³ air, except for initial efficiency
(1 g/ft³ media; 0.0039 g/ft³ air for 30 min.), AIRFLOW RATE: 1240 scfm

Element tested in 1P7330 Caterpillar housing with 6I3833 radial seal kit

Element Identification	Element P/N	Initial* Efficiency, %	Cumulative* Efficiency, %	Dust** Capacity, g	Number of Pleats***	Calc. Media Area, ft ²	Comments
SDC-0	CAT 6I2505 (New)	98.37	99.79	1755	412	145.2	No leaks
SDC-2	SDC-2 CAT 6I2505 (2 clngs)	99.64	99.96	1590	411	144.8	No leaks
SDC-2	SDC-2 CAT 6I2507 (2 clngs)	99.49	99.92	1735	410	144.5	No leaks
SDC-3	SDC-3 CAT 6I2507 (3 clngs)	99.66	99.95	1600	406	143.1	No leaks

* Efficiency $\left[1 - \frac{\text{wt. gain of absolute}}{\text{wt. of dust fed}} \right] \times 100$.

** At 20 inches of water pressure drop across the assembly (element and housing).

*** Pleat depth: 1 3/4 inches
Pleat height: 14 1/2 inchesSAN ANTONIO, TEXAS
HOUSTON, TEXAS • DETROIT, MICHIGAN • WASHINGTON, DC**Figura D.8:** Informe de calidad de la Southwest Research Institute

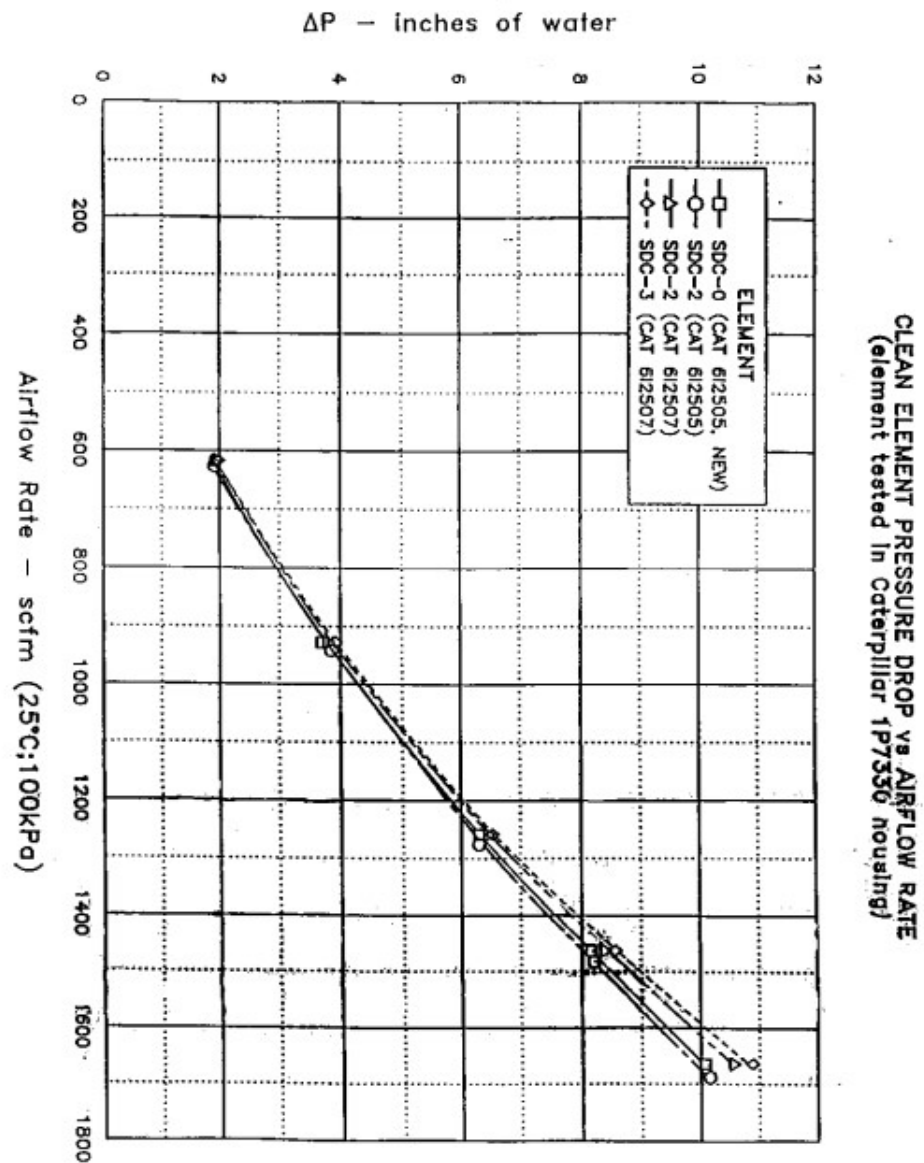


FIGURE 1

SWRI
7/93

Figura D.9: Informe de calidad de la Southwest Research Institute

DUST HOLDING CAPACITY; PRESSURE DROP VS DUST FED
 PTI Fine Test Dust @0.028 g/ft³ Air
 1240 cfm (100kPa; 25°C)
 (element tested in Caterpillar 1P7330 housing)

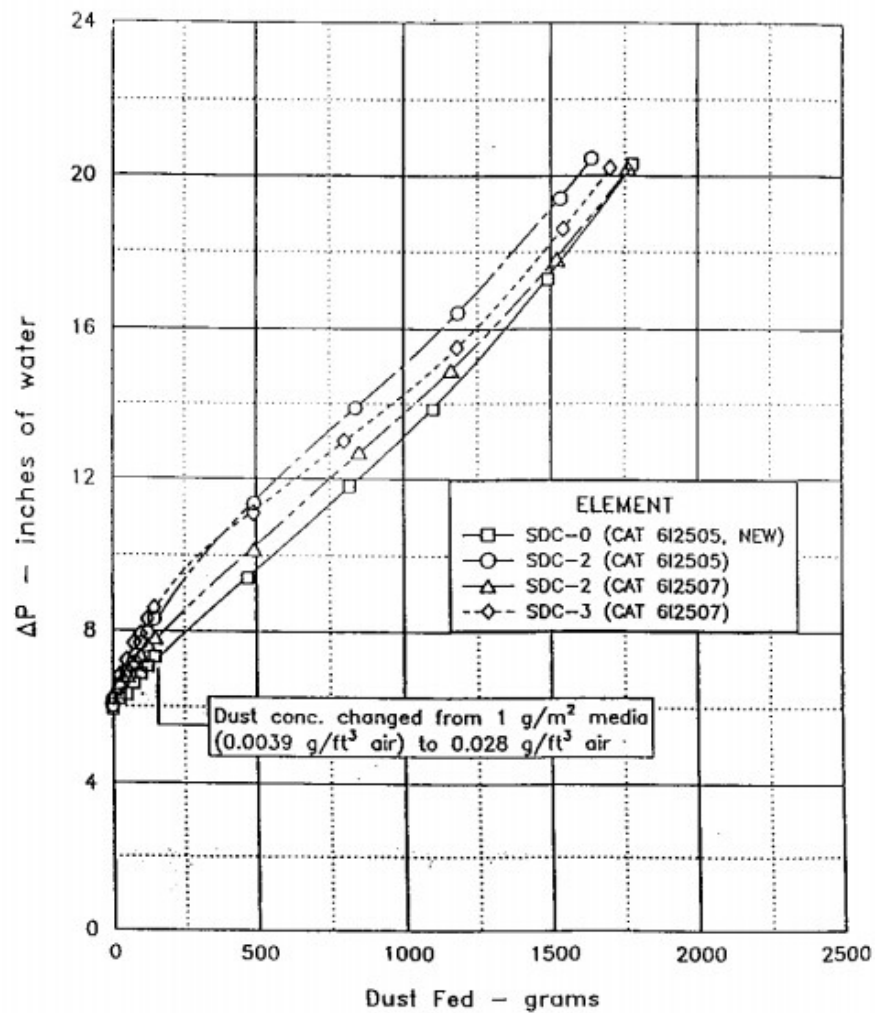


FIGURE 2

SONIC DRY CLEAN INC.

SWRI
7/93
MST
P241

Figura D.10: Informe de calidad de la Southwest Research Institute

E | Recomendaciones

September 29, 1998

DuPont Specialty Chemicals
Buffalo Ave. & 26th Street
Niagara Falls, NY 14302

Mr. John Hockin
Sonic Dry Clean, Inc.
12170 Tech Center Drive
Poway, CA 92604

John,

DuPont Niagara Falls plant employs a dust collection system to maintain proper environmental conditions within the shop area. This system utilizes 12 collectors, each with 24 cartridge type filter units. The typical useful cartridge life is approximately 4 months. Historically, filter changes required the disposal of old units and the costly purchase and installation of new filter cartridges.

The Niagara site installed a Sonic Dry Clean (R) unit in December of 1997 to allow for re-use of the structurally in-tact filter units that were previously discarded. To date, we have recycled over 300 individual filter cartridges, resulting in operational savings exceeding \$100,000. In addition to cost savings, collection efficiency has increased almost 10% over last year, in part due to our ability to cost effectively change filter elements.

The Sonic Dry Clean system provides a reliable, efficient means to recycle dust collector filter elements. We are extremely satisfied with the performance of the equipment, not to mention the rate of return on our investment. The Sonic Dry Clean system is operator friendly and relatively easy to maintain.

I would personally recommend this system for any company wishing to reduce the operational costs associated with a dust collection system.

Sincerely,

Frank S. Battino, P.E.
Mechanical Integrity Engineer
(716) 278-5760

Figura E.1: Carta de recomendación de DuPont Specialty Chemicals

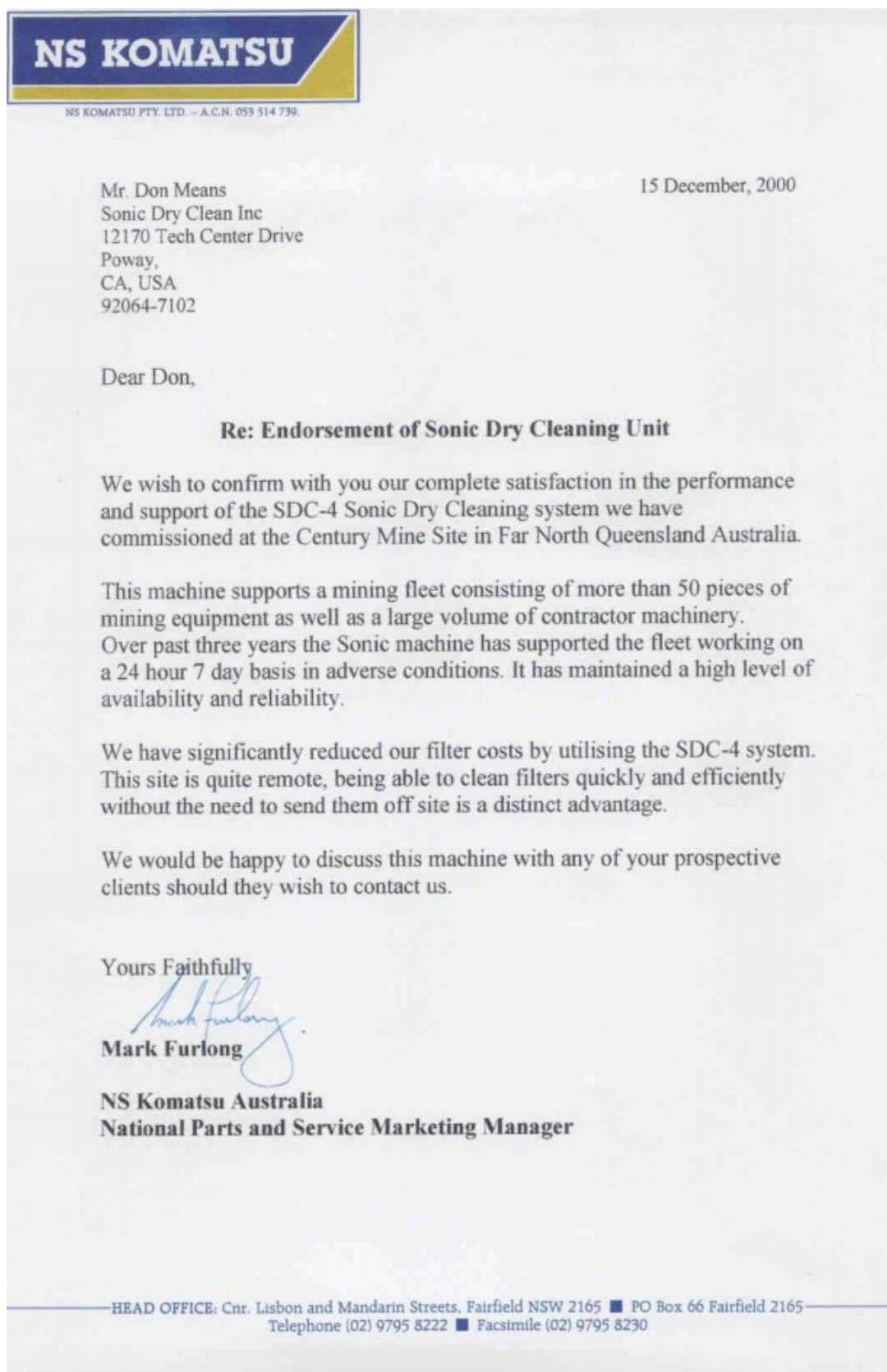


Figura E.2: Carta de recomendación de Komatsu



August 14, 1995

Mr. Don Means
Sonic Dry Clean, Inc.
12170 Tech Center Drive
Poway, CA 92064-7120

Dear Don,

Newmont Gold Company started using the Sonic Dry Clean service when it was first made available in this area. The initial decision was made with a certain amount of reservation and caution. The high cost of modern mining equipment requires the owner to use parts and service that will have no detrimental impact on the service life of this machinery. Since the use of this service was started no equipment failures have been recorded that would be related to the cleaned filter.

The savings made when filters are recycled instead of buying a new one are considerable. These savings help lower the cost of production which every company tries to control in the current economy.

The reduction in the number of filters going to the land fill is also positive. Any reduction in the waste stream is also a economic benefit and has a positive impact on the environment.

The service provided has been satisfactory and the total impact of using filters cleaned by the Sonic Dry Clean service has been positive.

Sincerely,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "David R. Shores".

David R. Shores
Quality Assurance Coordinator
Telephone: (702)778-4485
Fax: (702)778-4750

P.O. Box 669
Carlin, Nevada 89822-0669
Telephone: (702) 778-4000
Fax: (702) 778-4754

Figura E.3: Carta de recomendación de Newmont Gold Company



DEPARTMENT OF THE ARMY
OFFICE OF THE ASSISTANT SECRETARY
INSTALLATIONS LOGISTICS AND ENVIRONMENT
110 ARMY PENTAGON
WASHINGTON DC 20310-0110

September 23, 1997

MEMORANDUM FOR ACTING ASSISTANT SECRETARY OF THE ARMY
(RESEARCH, DEVELOPMENT AND ACQUISITION)

SUBJECT: Operations and Support Costs Reduction (OSCR) Opportunities

My June 25, 1997 memo, same subject as above, enclosed, forwarded for your consideration two related, yet distinct, proposals that appeared to have significant potential as OSCR initiatives. The one initiative brought to our attention by Sonic Dry Clean Inc. dealt with a proposal to save the Army significant costs through a process of cleaning the Abram Tank V-PAC air filters.

Also enclosed for your consideration you will find a revised proposal from Sonic Dry Clean, Inc. dated September 5, 1997 addressed to the Army Acquisition Executive with a more detailed proposal to conduct a one-year test to dry clean and recycle all V-PAC filters in one Abram Tank battalion which would demonstrate the capabilities of the filter cleaning Sonic process.

An initial review of this proposal indicates that Sonic Dry Clean's proposal has merit and should be considered. I would appreciate your review and assessment of this proposal.

Eric A. Orsini
Deputy Assistant Secretary of the Army
(Logistics)
OASA(I,L&E)

Enclosures

CF: w/o encls
ASA(I,L&E)
PDASA(I,L&E)
AMC
Mr. J.E. Delvecchio (the AYR Group)
Mr. Don Means, CEO, Sonic Dry Clean, Inc. →

Printed on Recycled Paper

Figura E.4: Carta de recomendación del Installation Logistics and Environment Department of the USA Army

TRANSPORTATION DEPARTMENT
2730 McKEAN ST STE 1
SAN DIEGO, CA 92136-5294

MO950156
5 June 1995

MEMORANDUM

From: Transportation Department
To: Interested Federal Activities

Subj: FILTER DRY CLEANING

1. This memorandum is prepared to share and bench mark an equipment maintenance process. We at the Transportation Department, Navy Public Works Center, San Diego have commenced the use of a filter dry cleaning process that permits reuse. This process permits us to reuse filters several times instead of single use replacement. This process saves us filter replacement costs, reduces downtime awaiting the filter ordering process, reduce handling costs, ensure filter availability. Additional information relative to the use of this process may be obtained by calling us at (619) 556-7598.
2. This memorandum does not indorse any commercial products or organizations as it is against Federal regulations to do so. It is not to be used as, or implied as, any endorsements.

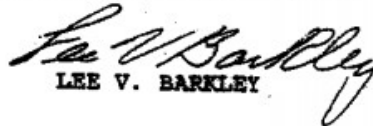

LEE V. BARKLEY

Figura E.5: Carta de recomendación del Transportation Department of the USA Army



UNITED STATES MARINE CORPS
1st Tank Battalion
1st Marine Division, (Rein), FMF
Marine Corps Air Ground Combat Center, Box 788270
Twentynine Palms, California 92278-8270

27 January 1997

Mr. Don Means
Chief Executive Officer
Sonic Dry Clean Inc.
12170 Tech Center Drive
Poway, CA 92064-7102

Dear Mr. Means:

I am writing to express to you our extreme satisfaction with your company's services in cleaning our M1A1 V-Pack air filters. The services offered by Sonic Dry Clean are proving invaluable to our operational readiness and operating efficiencies.

In just two cleanings to date, we have realized actual cost savings of over \$2000, and we still have six scheduled cleanings to induct this fiscal year. These savings will exponentially increase in the out fiscal years through a 75% reduction in purchasing new filters- a significant savings to our unit and the American taxpayers!

Your demonstration in recouping 52% of filters slated for disposal on 16 December 1996 further solidified the superior quality of services your company provides. Every Marine in this command responsible for the maintenance of these filters, from the Battalion Maintenance Officer to the individual tank crewman, has positively commented on your quality assurance, timely and convenient pickup/delivery, and overall superior service. All of your employees are truly a pleasure to work with, and I thank you for the personal interest you have demonstrated to ensure our satisfaction.

I continue to believe that your company's services are superior to any other I've witnessed, and will gladly relay our satisfaction with Sonic Dry Clean Inc. to anyone. I am confident of our continued business relationship, and look forward to escorting the key members within the Battalion on a tour of your facilities in the near future.

Sincerely,

D. C. MORSE
Major, USMC
Logistics Officer, 1st Tank Battalion

Figura E.6: Carta de recomendación del Marine Corps Air Ground Combat Center

WesTrac Equipment



WesTrac Equipment Pty Ltd
ACN. 009 342 572

21st June 2000

Don Means
Sonic Dry Clean Inc
12170 Tech Centre Drive
POWAY CA 92064-7102

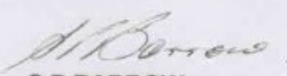
Dear Don

WesTrac Equipment Pty is the largest dealer of Caterpillar Equipment in Australia. Historically, maintenance practices for air filter change-outs required the disposal of dirty air filters and the costly purchase and installation of new air filters. Due to the continued unacceptable cost of this practice and new environmental constraints imposed at one of our mine sites, we required a Filter Cleaning System that would enable us to reduce costs and help us meet environmental mandates.

After extensively researching and seeing demonstrations of air filter cleaning systems in both Europe and the United States, the fully automatic and completely self-contained Sonic System SDC-4, by Sonic Dry Clean, Inc. was selected and installed in 1998 to allow for the re-use of the structurally in-tact air filters that were previously discarded.

Since WesTrac Equipment began using the Sonic System we have saved thousands of dollars in both new air filter purchases and hazardous waste disposal costs. Over the last (2) two years we have been extremely pleased with the quality of the cleaning operation, the high rate of return on our investment and the minimal maintenance and training requirements of the unit.

WesTrac Equipment recommends the fully-automatic, Sonic Dry Clean System for any company wishing to reduce operational costs associated with their air filter cartridges.



S P BARROW
General Manager
WesTrac Equipment Western Australia

Pb/0552/it

PERTH
128-136 Great Eastern Highway
South Guildford 6005
Western Australia
Telephone (08) 9377 9444
Facsimile (08) 9377 1701

BRANCH
Abernethy Rd
Bunbury
Geraldton
Kalgoorlie
Moorman

Telephone
(08) 9353 2066
(08) 9725 4166
(08) 9923 3233
(08) 9021 9300
(08) 0175 1672

Facsimile
(08) 9353 1822
(08) 9725 4051
(08) 9923 3234
(08) 9051 2687
(08) 0175 1611

BRANCH
Port Hedland
Argyle
Kununurra
Tom Price

Telephone
(08) 9172 1211
(08) 9167 1378
(08) 9168 1688
(08) 9189 2412

Facsimile
(08) 9172 3957
(08) 9167 1379
(08) 9168 1929
(08) 9189 2413



Figura E.7: Carta de recomendación de WesTrac Equipment Pty

Watson Cogeneration Company

22850 South Wilmington Avenue
P.O. Box 6203
Carson, California 90749-6203
Telephone (310) 816-1700



August 29, 1994

Mike Chunka
Sonic Dry Clean, Inc.
12170 Tech Center Drive
Poway, CA 92064

Dear Mr. Chunka:

As you know, we asked you to clean a dirty filter that had been in operation approximately six months. After the filter was returned we sent this filter along with a brand new filter to a testing laboratory in Tennessee.

The purpose of this test was to check both the efficacy and efficiency of the cleaned filter compared to a new one. The test results were very impressive as to the ability of the cleaned filter to entrap particle sized that were measured down to 0.3 of a micron.

Based upon the favorable performance achieved with the cleaned filters, we will provide you with a complete set of 720 filters from one of our units to be cleaned by your process during our next shut down period scheduled for October of 94.

We have four co-gen plants and our intent is to having all the filters in these plants cleaned by your process.

Sincerely,

Steve Ingistov, P.E.

Figura E.8: Carta de recomendación de la Watson Cogeneration Company