



Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas

Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial



Proyecto de producción limpia
para el sector de galvanoplastia
de Latina Industrial S.A.

Autores:

DE OLMOS, Santiago. Matricula: 200004273

MOTTO, German. Matricula: 2001045601

Tutor:

AVILA, Julia

CORDOBA, JULIO 2013



Resumen

Se elaboro un proyecto de producción limpia en el sector de Galvanoplastia de Latina Industrial, con el objetivo de reducir la generación de residuos y la minimización del uso de insumos peligrosos para el medio ambiente aplicando en todo momento una estrategia medioambiental preventiva e integrada en los procesos y los productos.

Las prácticas medioambientales propuestas cumplen con las metas perseguidas por el plan nacional de reconversión industrial y cumplen con la legislación medioambiental de la provincia de Santa Fe.

Como punto de partida se realizó una descripción y diagnóstico de la situación actual de la empresa y el sector implicado, recogiendo los datos necesarios para dicho análisis. A este fin se relevaron:

- Los procesos de cromado decorativo y níquel
- Tratamiento, disposición y manejo de residuos peligrosos correspondiente al sector de galvanoplastia y pulido.

A partir de la situación diagnosticada, basándonos en el libro Blanco para la minimización de residuos y emisiones de recubrimientos electrolitos, elaborado por el departamento de ordenación del territorio, vivienda y medioambiente (IHOBE) del gobierno vasco, se propusieron medidas de minimización de residuos e impactos ambientales, que consistieron en:

- Diseño de un ciclón de partículas para el sector de pulido.
- Implementación de lavados en cascada en los módulos de cromado y níquel.
- Metodología de llenado de las cubas de enjuague.
- Devolución completa del electrolito de cromo arrastrado.
- Optimización del sistema de tratamiento de efluentes líquidos

Se realizó un pronóstico sobre la eficacia de estas medidas, tomando como referencia la documentación técnica y las experiencias prácticas realizadas en otras empresas, descritas en el libro Blanco, obteniéndose así datos estimativos para poder compararlos con la situación original.

El análisis comparativo entre el desempeño ambiental actual y el esperado, con la implementación de las mejoras propuestas, arrojaron resultados muy alentadores. Por ejemplo se reduce el consumo de agua en el sector de galvanoplastia en un 20%, de 37,23 l/h pasaría a ser de 29,85 l/h. La importancia de esta medida es que permite reducir en un 50% la frecuencia con que se realiza el tratamiento de efluentes de cromo hexavalente. Lo cual implica una reducción en la misma proporción en el peso total de lodos crómicos generados.

Pero también hay beneficios que no es posible cuantificar, por ejemplo:



- Se reduce la posibilidad de volcado de residuos que no cumplan la normativa ambiental, con su correspondiente sanción económica.
- Mejora la relación de la empresa con la comunidad y la autoridad de aplicación ambiental.
- Mejora la imagen corporativa de la empresa.

Una vez realizada esta comparación para el conjunto de variables que se consideraron relevantes y descriptivas de la situación, y evaluando que a través de los cambios propuestos se llega a una mejora del desempeño ambiental de la empresa, se propone un plan de implementación de dichas medidas, el cual reúne prácticas y métodos de minimización.

Para llevar adelante la implementación planificada, la empresa necesita realizar un cambio no solo en la estructura organizacional, sino también en su filosofía medioambiental y en definitiva en su cultura.

Para lograr un cambio superador en las creencias y las prácticas de la empresa, que tienen impacto sobre el aspecto ambiental, se realizaron actividades de capacitación sobre esos temas, para sensibilizar y preparar a las personas implicadas en la implementación de las mejoras y en su posterior seguimiento.

Como conclusión principal de este estudio en particular y extensivo a otros casos similares, podemos decir que mientras más cercano al inicio del proceso sea aplicada la medida de minimización más económica y ambientalmente ventajosa resulta.



Abstracts

A clean production project was elaborated in the electroplating sector at Latina Industrial with the objective of reducing the generation of waste and the minimisation of the use of environmentally dangerous supplies by applying a continuous environmental prevention strategy, integrated also to products and processes.

The proposed environmental practices work towards the goal pursued by the national reconversion industrial plan and agree with the environmental legislation of the province of Santa Fe.

As a starting point, a description and diagnostic of both the company's present situation and its sector involved were made, gathering all the necessary information for such an analysis. With this in mind, the following were exempted:

- The processes of decorative chroming and nickel.
- Treatment, disposition and management of dangerous waste corresponding to the electroplating and polishing sector.

Taking into account the diagnosed situation, and on the grounds of the Libro Blanco for the minimisation of waste and the emission of electrolyte coverings, elaborated by the Department of Land Management, Housing and Environment (IHOBE) of the Basque government, waste minimisation and environmental impact measures were proposed, which consisted on:

- A particle cyclone design for the polishing sector
- Implementation of cascade washing in the chroming and nickel modules.
- Filling methodology in the washing tubs.
- Complete devolution of electrolyte dragged chrome.
- Treatment system optimization of liquid effluents

An efficacy prognosis was made, considering the technical documentation and the practical experiences done in other companies, described in the Libro Blanco, obtaining estimated results to compare with the original situation.

The comparative analysis between the current environmental performance and the expected one, with the implementation of the improvement proposals, showed highly encouraging results. For example, the consumption of water in the electroplating sector is reduced a 20%, it will go from 37,23 l/h to 29,85 l/h. The importance of this measure is that it makes it possible to reduce the frequency of the effluents of hexavalent chromium a 50%, implying equal reduction in the total weight of generated chroming sludge.

There are also benefits that are not possible to quantify, for example:



- The possibility of waste dumping that do not follow the environmental regulations is reduced, together with it the corresponding financial penalty.
- The relationship between the company and the community and the environmental authority improves.
- The company's corporative image improves.

Once the comparison for the collection of descriptive and relevant variables was made, and considering that by the proposed changes an enhancement environmental performance is reached, an implementation plan is proposed, which gathers minimalist practices and methods.

In order to carry on the panned implementation, the company needs to make a change not only in the organizational structure, but also in its environmental philosophy and, all in all, in its culture.

To undergo a far-reaching change in its beliefs and practices, which have an impact on the environmental aspect, some training activities dealing with these issues so as to raise awareness and prepare those people involved in the implementation of the improvements and its follow-up.

As a main conclusion of this particular and applicable case and other similar ones, it can be said that the sooner the environmental and economic minimisation is applied, the better the results will be.



Índice por Capítulos

CAPITULO I	13
CAPÍTULO II	20
CAPITULO III	40
CAPITULO IV	69
CAPITULO V	103
CAPITULO VI	150
Conclusiones	172
BIBLIOGRAFIA	174
ANEXO N° I	176
ANEXO N° II	179
ANEXO N° III	182
ANEXO N° IV	186
ANEXO N° V	189
ANEXO N° VI	193



Índice General

CAPITULO I	13	
1	Introducción.....	13
1.1	<i>Escenario Nacional</i>	13
2	Sector de Galvanoplastia.....	14
3	Planteamiento del problema.....	16
3.1	<i>Problemática actual de Latina Industrial</i>	16
3.2	<i>Fundamentación del Tema</i>	16
3.3	<i>Objetivo general del Trabajo</i>	18
3.4	<i>Objetivos parciales</i>	18
3.4.1	FASE 1:Inventario de la situación actual.....	19
3.4.2	FASE 2: Propuesta y evaluación de medidas de minimización.....	19
CAPÍTULO II	20	
4	Presentación de la empresa.....	20
4.1	<i>Análisis estratégico</i>	20
4.2	<i>Historia</i>	20
4.3	<i>Estructura de la empresa</i>	21
4.3.1	Organigrama.....	22
4.4	<i>Mecanismos de coordinación en Latina Industrial</i>	22
4.5	<i>Las 5 partes fundamentales de la organización</i>	24
4.5.1	Configuración estructural de Latina Industrial: La estructura simple.....	26
4.6	<i>Fuerzas de Porter</i>	27
4.6.1	Análisis de las fuerzas competitivas para Latina Industrial.....	28
4.7	<i>Cadena de valor en Latina Industrial</i>	29
4.8	<i>Análisis de la cadena de valor para Latina Industrial</i>	30
4.8.1	Procesos de Apoyo.....	30
4.8.1.1	Infraestructura de los Soft.....	30
4.8.1.1.1	Infraestructura física.....	30
4.8.1.1.2	Recursos humanos.....	31
4.8.1.2	Desarrollo de tecnología.....	31
4.8.1.3	Abastecimiento.....	33
4.8.1.4	Procesos operativos.....	33
4.8.1.4.1	Operaciones.....	33
4.8.1.4.2	Logística de entrada.....	34
4.8.1.4.3	Marketing y venta.....	34
4.8.1.4.4	Service y post-venta.....	34
4.8.1.4.5	Logística de salida.....	34
4.8.1.5	Conclusiones a partir de la desagregación de la cadena de valores de Latina industrial.....	35
4.9	<i>Mix de productos de latina S.A</i>	35
4.9.1	Línea original de escapes para el automóvil.....	35
4.9.2	Línea deportiva de escapes para el automóvil.....	36
4.9.3	Línea original de escapes para la motocicleta.....	36
4.9.4	Línea deportiva de escapes para la motocicleta.....	36
4.10	<i>Análisis Foda</i>	38
4.10.1	Fortalezas.....	38
4.10.2	Debilidades.....	38
4.10.3	Oportunidades.....	39
4.10.4	Amenazas.....	39
CAPITULO III	40	
5	Breve descripción de los procesos más importantes en la galvanoplastia.....	40
5.1	<i>Preparación de la superficie</i>	40
5.2	<i>Tratamiento</i>	42
5.3	<i>Acabado</i>	43
6	Generación de residuos y aspectos Ambientales.....	43



6.1	Generalidades.....	44
6.2	Fuente y caracterización de los residuos líquidos.....	44
6.3	Fuente y caracterización de los residuos sólidos.....	45
6.4	Fuente y caracterización de emisiones atmosféricas.....	45
6.5	Principales impactos ambientales generados por el sector.....	46
7	Prevención de la contaminación y optimización de los recursos.....	48
7.1	Introducción.....	48
7.2	¿Que motiva adoptar producción más limpia?.....	49
7.3	Beneficios de la producción más limpia.....	51
7.4	Opciones de gestión ambiental.....	52
8	Metodología.....	53
8.1	Observaciones de carácter general.....	53
8.2	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....	56
8.2.1	Inventariado de la situación actual.....	56
8.2.1.1	Selección de la línea de recubrimientos a analizar.....	56
8.2.1.2	Diagrama de proceso de la línea.....	56
8.2.1.3	Descripción de la línea de recubrimientos electrolíticos.....	56
8.2.1.4	Selección de los módulos de operación a analizar.....	57
8.2.1.5	Recogida de los datos del proceso y parámetros más importantes de la línea de proceso.....	58
8.2.1.6	Diagrama del módulo de operación analizado (situación actual).....	60
8.2.1.7	Balance de materias (metal a depositar).....	60
8.2.2	Evaluación de medidas de minimización (situación propuesta).....	61
8.2.2.1	Primera selección de potenciales medidas de minimización.....	61
8.2.2.2	Comprobación de la compatibilidad de las medidas con el conjunto de la línea.....	61
8.2.2.3	Diagrama de módulo de operación analizado (situación propuesta).....	62
8.2.2.4	Determinación de los potenciales de minimización.....	62
8.2.2.5	Valoración económica.....	63
8.2.2.6	Toma preliminar de decisiones.....	64
8.2.3	Ayuda operativa “hojas de datos de proceso”.....	64
8.2.3.1	Modo de utilización de Hojas de datos de proceso.....	64
8.2.3.1.1	Etapas del módulo de operación a estudiar (situación actual).....	64
8.2.3.1.2	Composición del baño o electrolito.....	65
8.2.3.1.3	Tiempo de escurrido sobre el baño.....	65
8.2.3.1.4	Arrastre del baño o electrolito a los lavados.....	66
8.2.3.1.5	Devolución de electrolito arrastrado al baño (situación actual).....	67
8.2.3.1.6	Evaporación del baño.....	67
8.2.3.1.7	Criterio de calidad de lavado.....	68
CAPITULO IV.....		69
9	INVENTARIADO DE LA SITUACION ACTUAL.....	69
9.1	Descripción de las distintas operaciones y procesos.....	69
9.1.1	Introducción.....	69
9.1.2	Operaciones.....	70
9.2	Descripción del proceso de cromado decorativo.....	73
9.2.1	Esquema de la línea Niquelado-Cromo decorativo.....	79
9.2.2	Calculo consumo Agua del sector de galvanoplastia.....	80
9.2.2.1	Recopilar información sobre:.....	80
9.2.2.2	Calcular Ratio de evaporación: (L/hora m ²).....	80
9.2.2.3	Calculo de los arrastres.....	81
9.2.2.4	Volumen consumido de agua Modulo cromado.....	82
9.2.3	Flujo de aguas residuales.....	84
9.2.4	Datos de la producción.....	87
9.3	Materias primas e insumos.....	88
9.3.1	Materias primas e insumos productivos.....	88
9.3.2	Insumos no productivos.....	88
9.3.3	Sustancias Auxiliares.....	89
9.4	Higiene y seguridad del sector.....	89
9.5	Residuos generados, emisiones de materia o energía. Tratamiento y disposición y manejo.....	90
9.5.1	Generación de residuos Industriales.....	90
9.5.2	Generación de ruidos (Contaminación Acústica).....	90



9.5.3	Generación de residuos peligrosos.....	91
9.5.4	Tratamiento, disposición y manejo.....	91
9.6	<i>Identificación de impactos y efectos ambientales.....</i>	<i>92</i>
9.6.1	Metodología.....	92
9.6.2	Valorización de los impactos identificados.....	94
9.6.3	Observaciones sobre la matriz de impactos y efectos ambientales.....	96
9.7	<i>Selección de las operaciones a analizar.....</i>	<i>97</i>
9.7.1	Consideraciones de carácter ambiental.....	97
9.7.2	Consideraciones de carácter económico o “Análisis preliminar de costos reducibles”.....	98
9.7.3	Consideraciones de calidad del proceso.....	98
9.7.4	Experiencias previas de factibilidad.....	98
9.7.5	Evaluación.....	98
9.7.6	Alcances de las medidas de minimización a estudiar.....	99
9.8	<i>Hojas de datos de proceso.....</i>	<i>100</i>
9.8.1	Etapas del modulo de Cromado decorativo.....	100
9.8.2	Composición del baño.....	100
9.8.3	Tiempo de escurrido sobre el baño.....	101
9.8.4	Arrastres del baño.....	101
9.8.5	Devolución del electrolito arrastrado al baño.....	101
9.8.6	Evaporación del baño.....	102
9.8.7	Criterio de calidad de lavado.....	102
CAPITULO V.....		103
10	Medidas de minimización de residuos y mitigación de impactos.....	103
10.1	<i>Sector Pulido.....</i>	<i>103</i>
10.1.1	Dispositivo de captación de material particulado.....	103
10.1.2	Deficiencias del sistema de captación de partículas.....	105
10.1.2.1	Contaminación del recurso Aire.....	105
10.1.2.2	Contaminación del recurso Agua.....	106
10.1.3	Justificación del sistema de captación propuesto: el ciclón de partículas.....	106
10.1.4	El ciclón: Principio de funcionamiento.....	107
10.1.5	Diseño del ciclón.....	108
10.1.5.1	Desarrollo.....	109
10.1.5.1.1	Selección del tipo de ciclón.....	109
10.1.5.1.2	Calculo del diámetro del ciclón.....	111
10.1.5.1.3	Calculo de la eficiencia del ciclón.....	112
10.1.5.1.4	Estimativa de la caída de presión.....	115
10.1.6	Análisis de costos para el ciclón.....	116
10.1.7	Comentarios finales y conclusiones.....	117
10.2	<i>Modulo de cromado.....</i>	<i>117</i>
10.2.1	Reducción de la concentración del electrolito.....	117
10.2.2	Alargamiento de la vida del baño electrolítico.....	118
10.2.3	Reducción del criterio de calidad de lavado.....	118
10.2.4	Optimización del escurrido.....	119
10.2.5	Optimización de la técnica de lavado.....	119
10.2.6	Devolución completa del electrolito de cromo arrastrado.....	122
10.2.6.1	Objetivo.....	122
10.2.6.2	Situación Actual.....	122
10.2.6.3	Situación Propuesta.....	124
10.2.6.3.1	Disminución de la reposición de ácido crómico en escamas.....	125
10.2.6.3.2	Disminución de la frecuencia de envío de los líquidos al tratamiento de efluentes.....	127
10.2.7	Análisis global de resultados del Modulo de cromado decorativo.....	130
10.2.7.1	Tratamiento de efluentes cada 14 días.....	130
10.2.7.2	Tratamiento de efluentes cada 28 días.....	131
10.2.7.3	Tratamiento de efluentes cada 56 días.....	132
10.2.7.4	Tratamiento de efluentes cada 84 días.....	132
10.2.7.5	Análisis de los resultados.....	133
10.3	<i>Modulo de operación Níquel Brillante.....</i>	<i>137</i>
10.3.1	Reducción de la concentración del electrolito.....	138
10.3.2	Alargamiento de la vida del baño electrolítico.....	138
10.3.3	Reducción del criterio de calidad de lavado.....	138



10.3.4	Optimización del escurrido.....	139
10.3.5	Optimización de la técnica de lavado.....	139
10.3.6	Devolución del electrolito de Níquel arrastrado.....	143
10.4	<i>Desengrase electrolítico.....</i>	144
10.5	<i>Tratamiento de efluentes.....</i>	145
10.6	<i>Línea de Níquel-Cromo decorativo propuesto.....</i>	147
10.6.1	Esquema propuesto de la línea de Níquel-Cromo decorativo.....	147
10.6.2	Flujo de aguas residuales.....	148
CAPITULO VI.....		150
11	Plan de implementación.....	150
11.1	<i>Responsable de Medioambiente.....</i>	150
11.2	<i>Capacitación del personal de la empresa.....</i>	151
11.3	<i>Modificaciones técnicas.....</i>	151
11.3.1	Pileta de contención de líquidos en sala de galvanoplastia.....	152
11.3.1.1	Pasarela de acceso a la sala de galvanoplastia.....	154
11.3.1.2	Pileta de contención en el sector de almacenamiento de los residuos peligrosos.....	155
11.4	<i>Implementación de las prácticas de producción más limpia.....</i>	155
11.5	<i>Seguimiento y control.....</i>	155
11.5.1	Modulo de cromado.....	156
11.5.1.1	Formulario Modulo Cromado decorativo:.....	156
11.5.1.2	Formulario Lavado en cascada:.....	156
11.5.1.3	Formulario tratamientos de efluentes:.....	157
11.5.1.4	Instructivo de tratamiento de efluentes.....	157
11.5.1.5	Elaboración del registro del modulo de cromado decorativo.....	158
11.5.1.5.1	Índice de consumo.....	158
11.5.1.5.2	Frecuencia de tratamiento de efluentes:.....	159
11.5.1.5.3	Índices de rendimiento.....	160
11.5.2	Modulo de níquel.....	161
11.5.2.1	Formulario níquel brillante.....	162
11.5.2.2	Formulario lavado en cascada.....	162
11.5.2.3	Elaboración del registro del modulo de Níquel brillante.....	162
11.5.3	Manejo de los residuos Peligrosos.....	163
11.5.3.1	Gestión de residuos PG-01.....	163
11.5.3.2	Gestión de residuos de galvanoplastia PG-02.....	167
11.5.3.3	Respuesta de emergencia a derrames de compuestos con cromo. PG03.....	169
Conclusiones.....		172
12	Proyecto Integrador.....	172
13	Integrantes de Olmos-Motto.....	172
BIBLIOGRAFIA.....		174
ANEXO Nº I.....		176
Distribución de la Planta.....		176
ANEXO Nº II.....		179
Cursograma analítico del material del proceso de cromado decorativo.....		179
ANEXO Nº III.....		182
MARCO NORMATIVO.....		182
13.1.1	Legislación nacional.....	183
13.1.2	Legislación provincial.....	183
13.1.3	Legislación Municipal de San Jorge.....	185
13.1.4	observaciones.....	185
ANEXO Nº IV.....		186
PLANOS.....		186



ANEXO N° V	189
FOTOGRAFICO.....	189
ANEXO N° VI	193
DATOS TECNICOS.....	193

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Cadena del sector de galvanoplastia según el destino final de los bienes</i>	15
Figura 2 <i>Ubicación Latina Industrial</i>	20
Figura 3: <i>Organigrama</i>	
Figura 4 <i>Mecanismo de coordinación: Supervisión Directa</i>	24
Figura 5 <i>Partes Fundamentales de la organización</i>	24
Figura 6 <i>Estructura simple Insignificante línea media</i>	26
Figura 7: <i>Fuerzas de Porter</i>	27
Figura 8: <i>Cadena de Valor</i>	30
Figura 9 <i>Centro de mecanizado</i>	32
Figura 10 <i>Brazo Robótico Kuka</i>	33
Figura 11 <i>Principio de los Recubrimientos electrolíticos</i>	40
Figura 12 <i>Proceso de recubrimiento electrolítico</i>	43
Figura 13 <i>Producción Más Limpia</i>	
Figura 14: <i>Balance de recursos en los procesos productivos</i>	50
Figura 15 <i>Unidades básicas de una línea de recubrimiento: Posiciones o etapas y módulos de operación</i>	54
Figura 16 <i>Metodología para la elaboración de un concepto de minimización en una línea de recubrimientos electrolíticos</i>	55
Figura 17 <i>Ejemplo de un diagrama de modulo de operación</i>	60
Figura 18 <i>Modificación de la técnica de lavado e incremento de la recuperación de electrolito arrastrado por inmersión previa al níquelado en el lavado estanco de recuperación</i>	62
Figura 19 <i>Posición del modulo de la operación a estudiar (situación actual)</i>	65
Figura 20 <i>Composición del baño o electrolito</i>	65
Figura 21 <i>Tiempo de escurrido sobre baño</i>	66
Figura 22 <i>Arrastre de baño o electrolito a los lavados</i>	67
Figura 23 <i>Devolución de electrolito arrastrado al baño (situación actual)</i>	67
Figura 24 <i>Evaporación del baño</i>	68
Figura 25 <i>Criterio de calidad de lavado</i>	68
Figura 26 <i>Croquis de sistema de escape tradicional</i>	69
Figura 27 <i>Elaboración de caños de escapes para auto</i>	
Figura 28 <i>Elaboración de silenciadores para auto</i>	
Figura 29 <i>Elaboración de escapes SPR</i>	
Figura 30: <i>Desengrase electrolítico</i>	75
Figura 31: <i>Cuba de Níquel</i>	76
Figura 32 <i>Matriz de valorización de Impactos Identificados</i>	95
Figura 33.....	107
Figura 34 <i>Vórtices en el ciclón</i>	108
Figura 35 <i>Dimensiones del ciclón</i>	111
Figura 36 <i>Eficiencia de colección del ciclón</i>	113
Figura 37.....	117
Figura 38 <i>M. Cromado Situación Actual</i>	



Figura 39 M. Cromado Situación Propuesta.....	
Figura 40: Proceso de cromado sin recuperación de ácido crómico.....	
Figura 41: Proceso de cromado con recuperación de ácido crómico.....	
Figura 42: Modulo cromado decorativo.....	133
Figura 43: M. Cromado % ahorro de agua.....	134
Figura 44: Costo total tratamiento de efluentes.....	134
Figura 45: Costo anual (Insumos+ disposición).....	135
Figura 46: Reducción costo de tratamiento.....	135
Figura 47: Costo anual agua.....	136
Figura 48: Ahorro anual (agua, insumo y disposición final).....	136
Figura 49: Ahorro acumulado.....	137
Figura 50 M. Níquel situación actual.....	
Figura 51: M. Níquel situación Propuesta.....	
Figura 52: Recuperación electrolito arrastrado níquel.....	144
Figura 53: Formulario Modulo cromado decorativo.....	156
Figura 54: Formulario Tratamiento de efluentes.....	157
Figura 55: Resumen Volumen en litros.....	159
Figura 56: Frecuencia de Tratamientos de efluentes.....	160
Figura 57: Análisis y seguimiento del rendimiento PML.....	161
Figura 58: Formulario Modulo de Níquel.....	162
Figura 59: Formulario Lavado en cascada níquel.....	162

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Grado de impacto de la industria galvanoplástica</i>	44
Tabla 2 <i>Residuos de galvanoplastia</i>	46
Tabla 3 <i>Efectos de los contaminantes procedentes de la industria</i>	46
Tabla 4 <i>Efectos de los contaminantes sobre instalaciones de</i>	47
Tabla 5 <i>Efectos de los contaminantes sobre aguas superficiales</i>	47
Tabla 6 <i>Opciones de gestión ambiental</i>	52
Tabla 7: <i>Ratios evaporación específica (l/h m² superficie baño)</i>	80
Tabla 8 <i>Distribución del tamaño de las partículas</i>	109
Tabla 9 <i>Intervalo de eficiencia de remoción para los diferentes familias de ciclones</i>	109
Tabla 10 <i>Característica de los ciclones de alta eficiencia</i>	109
Tabla 11 <i>Característica de los ciclones convencionales</i>	110
Tabla 12 <i>Característica de los ciclones de alta capacidad</i>	110
Tabla 13 <i>Calculo de la eficiencia</i>	115
Tabla 14 <i>Rango de criterios de calidad de lavado para los diferentes tipos de baños de pretratamiento, funcionales o decorativos</i>	119
Tabla 15: <i>Denominación y volúmenes de las cubas a ser contenidas en la pileta</i>	152
Tabla 16 <i>Denominación y altura de las patas de cubas incluidas en la pileta de contención</i>	153
Tabla 17 <i>Ratios de evaporación específica (l/h por m² de superficie de baño) en función de la temperatura del baño y la velocidad de aspiración. Cuando no existe aspiración se considera V=0.3 m/s</i>	194
Tabla 18 <i>Expresión de diferentes criterios de calidad de lavado como concentración de los principales baños o electrolitos. Se resalta en negrita los rangos que por experiencia práctica se consideran ajustados para garantizar la eficacia de lavado</i>	194



CAPITULO I

1 Introducción

Hasta el final de los años '80 y principios de los '90 la solución a los problemas medioambientales se basaban exclusivamente en el uso de procedimientos al final del proceso, también llamadas "end of pipe" (al final del tubo). Este procedimiento consiste en un enfoque curativo, en lugar de preventivo, y no siempre es posible eliminar el problema medioambiental.

Las tecnologías al final del proceso no constituyen una parte esencial del proceso productivo, pero son medidas que permiten a las empresas cumplir con las exigencias y legislaciones ambientales.

Las plantas de tratamiento de aguas, plantas incineradoras, pantallas de sonido (absorbente de ruidos) y equipos o filtros para retener determinadas sustancias tóxicas o perjudiciales, son ejemplos típicos de tecnologías "end of pipe".

Sin embargo, las graves crisis ambientales sufridas por muchos países industrializados en las últimas décadas, los problemas ambientales generados por las emisiones de residuos de producción, por el excesivo consumo de recursos naturales y por los accidentes en el transporte y procesamiento de materiales peligrosos, han tenido repercusiones que van más allá de las fronteras de los países individuales.

Ello se ha traducido en fuertes presiones económicas y legales, a nivel internacional, para lograr niveles de desempeño ambiental cada vez más exigentes, en todos los sectores industriales.

En particular, los crecientes costos asociados al tratamiento y vertido de residuos, han motivado la elaboración de nuevos enfoques de control ambiental que reformulan la pregunta "Que hacemos con los residuos", por "Que podemos hacer para no generar residuos", esto es conocido como "over of pipe" (ir por encima del tubo).

Sobre este principio se fundamenta la PRODUCCION MAS LIMPIA.

United Nations Environment Programme (UNEP), define a la producción más limpia como la Aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente.

1.1 Escenario Nacional



En el marco de las acciones impulsadas por la Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable de la nación (SAyDS) tendientes a mejorar el desempeño ambiental de las industrias, se ha iniciado el Plan Nacional de Reconversión Industrial (PNRI).

Este Plan conjuga un trabajo interdisciplinario donde Estado, particulares, ONGs y profesionales convergen todos sus esfuerzos para empezar a construir una Argentina ambientalmente responsable.

Este Plan ha sido diseñado contemplando los sectores geográficamente más comprometidos con la contaminación ambiental.

- La Cuenca del Salí Dulce
- La Cuenca Matanza Riachuelo

Adicionalmente, se han definido prioridades sectoriales para abordar en primera instancia aquellos sectores que presentan mayor impacto en términos ambientales, los mismos son:

- 1- Las papeleras
- 2- Las azucareras
- 3- Las citrícolas
- 4- Las petroleras
- 5- Las químicas
- 6- Las galvanoplastias
- 7- Los frigoríficos
- 8- Las curtiembres

Para llevar a cabo este plan se han lanzado una serie de créditos y subsidios otorgados por el banco interamericano de desarrollo (BID) y el fondo tecnológico argentino (FONTAR), los cuales están destinados principalmente para las pequeñas y medianas empresas.

2 Sector de Galvanoplastia

El rubro Galvanoplastia se enmarca dentro de las actividades o subactividades efectuadas por la industria metalúrgica-metalmecánica en general, dedicada a la modificación de las propiedades de las superficies de metales y no metales, por medio del depósito (electrodepósito) de metales tales como: cadmio, cobre, níquel, cromo, estaño, oro, plata, zinc.

El proceso de electrodeposición tiene como fin modificar las propiedades de la superficie de metales o plásticos y éstas pueden estar asociados a motivos decorativos o funcionales dentro de los cuales se encuentran:

- Aumento de resistencia a la corrosión
- Aumento de resistencia al ataque de sustancias químicas

- Incremento de la resistencia a la fricción y al rayado
- Mejoramiento de propiedades eléctricas

Los productos mayoritariamente tratados con los procesos de electrodepósito corresponden a bienes de consumo intermedio y bienes de capital, tales como artículos utilizados inmediatamente por el usuario final o para ser incorporados en la fabricación de otros bienes y en artículos que directa o indirectamente contribuyen a la producción de maquinaria y equipos respectivamente (Ver Figura 1).

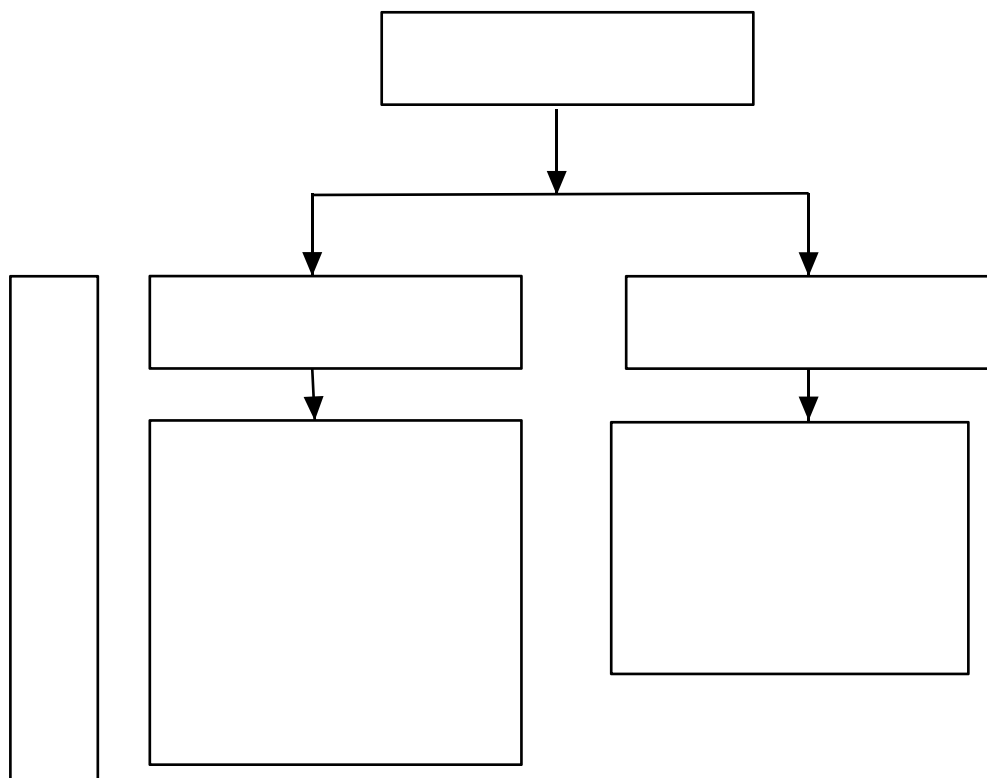


Figura 1 *Cadena del sector de galvanoplastia según el destino final de los bienes*

Sin embargo los procesos asociados a tratamientos de superficie constituyen una fuente de contaminación si son comparados con otros procesos productivos.

Los impactos ambientales ocasionados por los residuos producidos en el rubro de Galvanoplastia tienen directa relación con la naturaleza tóxica de muchos de los compuestos químicos involucrados, los cuales son los elementos base de esta industria. En particular es necesario hacer especial mención a los metales pesados tales como el cromo hexavalente (Cr+6) y la especie química cianuro.

Así entonces, los procesos llevados a cabo en este tipo de industria significan un importante aporte en el deterioro del medio ambiente. Estos residuos contaminantes, presentes en los efluentes líquidos descargados, sólidos generados y vapores emitidos a la atmósfera, afectan el medio físico circundante así como la salud de las personas. Los efectos producidos abarcan desde el deterioro de los sistemas



de recolección de aguas servidas; el deterioro de sistemas de tratamientos microbiológicos, inhibiendo el desarrollo microbiano; hasta el efecto en la salud de los trabajadores expuestos y la población en general.

3 Planteamiento del problema

3.1 Problemática actual de Latina Industrial

Latina Industrial S.A es una empresa metalúrgica que se dedica desde el año 1987 a la producción de sistemas de escapes originales y deportivos para el mercado automotor y de la motocicleta, Luego de la crisis económica del año 2001, comienza a aumentar año tras año el ingreso al país de motos de 4 tiempos provenientes de China, alcanzándose en el año 2007 la cifra record de 800.000 unidades.

Este tipo de motos se encuentran en el mercado en varios modelos y marcas, sus equipamientos y cilindradas son muy similares (aproximadamente 100 cm³), las cuales fueron reemplazando al clásico ciclomotor de motor de 2 tiempos.

La empresa Latina Industrial lanzó al mercado en el año 2002 una línea de escapes originales y deportivos para estas motos de 4 tiempos. La línea original debía ser una réplica del escape que venía de fabrica con las motos, casi siempre de terminación superficial cromada. El diseño de la línea deportiva fue exclusivo de los dueños de la empresa, los cuales decidieron que el escape también tenga una terminación superficial cromada, lo cual iba a encarecer el producto notablemente. Cabe aclarar que el escape deportivo tiene medidas muy distintas que el original, y lo que se busca lograr con estas modificaciones es una mejora de las prestaciones de la moto tales como velocidad final, fuerza, ruido, etc.

En un primer momento se decidió tercerizar el proceso de cromado (se hacía en la ciudad de Rosario), pero unos meses después se decidió montar un sector de galvanoplastia dentro de la empresa, lo que se hizo de manera muy rápida, debido a las urgencias que el mercado demandaba.

Hasta el día de la fecha Latina Industrial no se encuentra inscripto en la secretaria de medioambiente de la provincia de Santa Fe, por lo que una inspección implicaría la clausura de la empresa o de bien de un sector. Esto tendría como consecuencias:

- Sanción monetaria
- Clausura del sector de galvanoplastia
- Tercerizado del proceso de cromado de los escapes, aumento del costo del producto y pérdida de competitividad en el mercado.
- La imagen corporativa de la empresa decaería ante los clientes y la comunidad
- Demoras inmediatas para cumplir las entregas comprometidas

3.2 Fundamentación del Tema



Consideramos que el desempeño ambiental de la empresa, es fundamental en este caso porque constituye un factor definitorio para que la misma pueda permanecer en el mercado y mantener condiciones de competitividad en el mismo.

Latina Industrial debe fijarse como objetivo principal, el cumplimiento en el corto plazo de la normativa medioambiental de la provincia de Santa Fe, decreto 101/03 de la ley 11.717; la cual exige la elaboración del informe Ambiental de Cumplimiento (IAC). A continuación se detallan algunos requerimientos generales para el IAC:

- **Resumen ejecutivo:** Tratamiento conciso que permita la clara identificación de la actividad, de los problemas involucrados y de las acciones desarrolladas.
- **Profesionales intervinientes en el estudio:** Firma de un profesional responsable
- **Descripción, objetivos y propósitos general de la actividad :**
 - Ubicación, área de localización de la actividad
 - Antigüedad de la actividad en dicho sitio
 - Vida útil de la actividad
 - Cronograma de trabajo y plan de inversión
 - Previsiones con respecto al uso de recursos naturales
 - Descripción de las distintas operaciones y procesos; incluyendo obras y servicios complementarios
 - El planteo de un balance de masas para cada etapa de cada uno de los procesos el que incluye: materias primas e insumos, residuos generados, emisiones de materia y energía y producto final
 - Tratamiento, disposición y manejo de los residuos generados
- **Marco legal, administrativo y político:** Análisis del cumplimiento de la legislación ambiental relevante, estándares, habilitaciones y permisos, además del historial de cumplimiento de la normativa ambiental.
- **Caracterización del entorno:** Corresponden a la investigación y estudios sobre el ambiente físico, químico, biológico, culturales, socioeconómicos y de salud que el emprendimiento genera en sus actividades productivas o de servicios. Otros aspectos importantes que aborda este ítem refiere a la calidad del agua, suelo, aire y a la diversidad biológica que caracterizan el entorno del emprendimiento.
- **Identificación de impactos y efectos ambientales de la actividad (Estudio de impacto ambiental)**
 - Descripción de impactos y efectos ambientales detectados ya se para las operaciones que se desarrollan normalmente como para las contingencias que llegaran a suceder.
 - Efectos adversos inevitables de la actividad.



- Metodología y fuentes de información para la identificación y valoración de impactos.
- **Plan de Gestión Ambiental**
 - Identificación y descripción de los programas de mitigación y/o corrección
 - Análisis de riesgos. Prevención y medidas contingentes. Seguimiento de los incidentes. Entrenamiento del personal.
 - Análisis de las tareas de almacenamiento de sustancias peligrosas, explosivas, Etc. Sistemas de alarma y de lucha contra el fuego. Protección contra fugas, etiquetado de envases y compatibilidad entre materiales.
 - Programa de monitoreo, procedimientos y controles, diseño del monitoreo, estrategias de muestreos y rutinas de calibración.
 - Programas de capacitación Ambiental de los recursos humanos
 - Clausura o abandono del sitio (parcial o total)
- **Declaración Jurada sobre sitios de disposición de residuos y pasivos ambientales**
- **Apéndices**

Sin embargo la aprobación de este informe por parte de la secretaria de medioambiente de la provincia de Santa Fe, requiere plazos y recursos que escapan a un proyecto integrador.

Teniendo en cuenta la relevancia del tema se ha definido el siguiente objetivo:

3.3 Objetivo general del Trabajo

Elaborar un proyecto de producción limpia en el sector de galvanoplastia que permita a la empresa reducir la generación de residuos y diseñar las prácticas adecuadas de operación. Para lograr que la empresa encuadre sus prácticas bajo el decreto 101/03 de la ley provincial de Santa Fe de Medio Ambiente n° 11.717.

3.4 Objetivos parciales

Para cumplir con el objetivo general deberemos llevar a cabo dos fases. La primera consiste en **inventariar** la situación actual del sector de galvanoplastia, para ello es imprescindible tomar o recopilar una serie de datos (composición de electrolitos, caudales,...) que permita partir de una base correcta.

La segunda fase consiste en proponer **medidas de minimización** (producción más limpia) para el sector de galvanoplastia y evaluar los posibles resultados. Las soluciones propuestas deberán ser compatibles con la normativa ambiental vigente y con el funcionamiento de la línea de producción y el sistema de tratamiento de aguas residuales.



3.4.1 FASE 1: Inventario de la situación actual

- Diagrama de proceso de línea
- Descripción de la línea de recubrimiento electrolítico
- Selección de los módulos de operación a analizar
- Recogida de los datos del proceso y parámetros más importantes de la línea de proceso
- Diagrama del módulo de operación analizado (situación actual)
- Balance de materias (metal a depositar)
- Estudio de impacto ambiental

3.4.2 FASE 2: Propuesta y evaluación de medidas de minimización

- Primera selección de potenciales medidas de minimización
- Comprobación de la compatibilidad de las medidas con el conjunto de la línea
- Diagrama de módulo de operación analizado (situación propuesta)
- Determinación de los potenciales de minimización
- Valoración económica
- Toma preliminar de decisiones

La metodología para cumplir con los objetivos fijados se encuentra explicada en el punto 8 del capítulo III.

CAPÍTULO II

4 Presentación de la empresa

4.1 *Análisis estratégico*

Para cumplir con los objetivos planteados y basándonos en el criterio de enfoque sintético del problema, consideramos realizar un pormenorizado análisis de la empresa y su estrategia. Por los siguientes motivos:

1. Los Aspectos externos y características internas de la empresa, son factores que determinaran la situación actual de la misma en cuanto a su proceso y desempeño ambiental.
2. Para generar cualquier cambio destinado a permanecer y tener resultados concretos, se debe intervenir a nivel estratégico y teniendo en cuenta la complejidad, organización y sus reales posibilidades para que las propuestas sean compatibles y aplicables.
3. Para realizar propuestas viables se debe tener un conocimiento pormenorizado de la empresa, es decir entender su misión, visión y cadena de valores.

4.2 *Historia*

Latina Industrial S.A es una empresa metalúrgica ubicada en la ciudad de San Jorge, a unos 200 Km. de la ciudad de Rosario. La empresa se dedica desde el año 1987 a la producción de sistemas de escapes originales y deportivos para el mercado automotor y de la motocicleta. Cuenta con una planta de 2500 m² donde se producen 500 modelos entre motos y automóviles.



Figura 2 *Ubicación Latina Industrial*



La empresa fue fundada por dos hermanos que comienzan a fabricar escapes de automóvil de una manera muy artesanal. Al año ya contaban con 4 empleados de producción y habían adquirido una dobladora de caños y dos balancines.

En el año 1990 ya contaban con una planta de 8 empleados y un ayudante de administración, al notar una buena proyección en el negocio se decide duplicar el tamaño de sus instalaciones e incorporar más personal, por lo tanto se trasladan a un edificio de mayores dimensiones.

A fines del año 1994 se incorpora a la empresa un tercer socio que hasta el momento le realizaba a la empresa el proceso de pintura de los escapes y meses después comienzan a fabricar sistemas de escapes de motocicletas.

Es sabido que las organizaciones que quieren perdurar en el tiempo generando éxitos en forma constante, deben tener ciertos parámetros fijos, pueden cambiar su estrategia de venta pero nunca su visión y misión ya que ambas definen la base de la compañía, representan el porqué y para que existe dicha firma y todas las líneas laborales se trazan en relación a estas definiciones. A continuación se mencionan la misión, visión y valores de Latina Industrial S.A

Misión: Desarrollar, producir, comercializar y distribuir sistemas de escape que superen las expectativas de nuestros clientes, en diseño y prestaciones ayudados con la última tecnología en maquinarias y procesos productivos, generando valor para nuestros accionistas y beneficios para nuestros trabajadores.

Visión: Ser la empresa de escapes líder a nivel nacional, integrada por un grupo humano de calidad

Valores:

- Trabajo en equipo: promovemos un entorno que aliente la innovación, la creatividad y los resultados a traves del trabajo en equipo, nuestros líderes promueven la participación activa en la empresa.
- Innovación continua de nuestra estrategia y nuestros métodos de trabajo
- Comunicación: Constante y efectiva, entre todos los miembros de la empresa, así como con nuestros proveedores y clientes.
- Compromiso: con nuestros clientes, al brindarle una rápida respuestas a sus inquietudes.

4.3 Estructura de la empresa

La estructura de la organización puede definirse simplemente como el conjunto de todas las formas en que se divide el trabajo en tareas distintas, consiguiendo luego la coordinación de las mismas.

Actualmente la estructura de Latina Industria S.A. está formada por:

- 3 socios gerentes



- 1 jefe de taller
- 2 empleados administrativos
- 30 operarios de producción.
- 2 vendedores

4.3.1 Organigrama

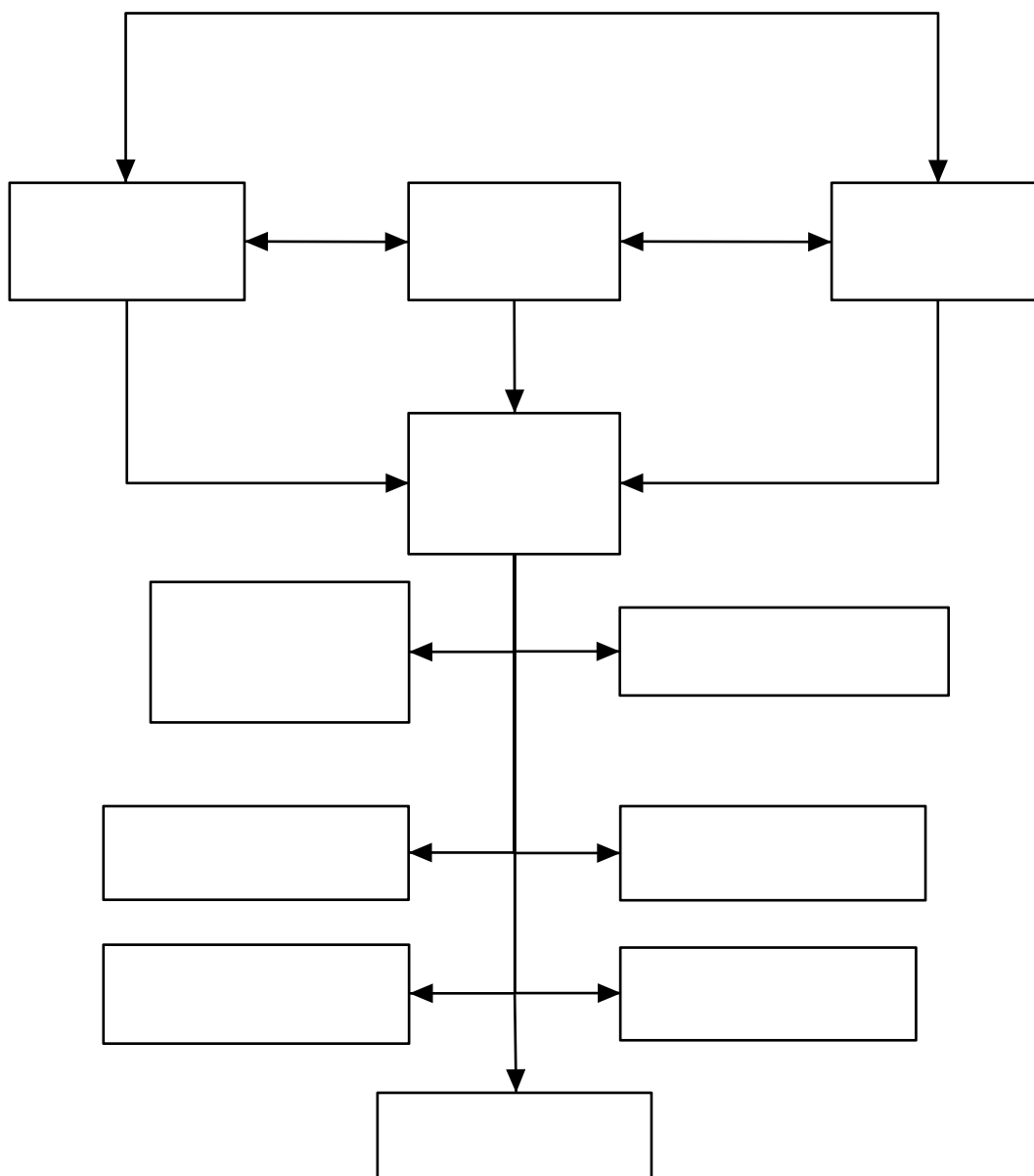


Figura 3: Organigrama

4.4 Mecanismos de coordinación en Latina Industrial.



Hay 5 mecanismos de control o coordinación que parecen explicar las formas fundamentales en que las organizaciones coordinan su trabajo: adaptación mutua, supervisión directa, normalización de los resultados de trabajo, normalización de los procesos de trabajo y normalización de las habilidades del trabajador. A estos se los debería considerar como los elementos fundamentales de la estructura que mantienen unida a la organización.

A medida que el trabajo de la organización se vuelve más complicado, los medios de coordinación van cambiando, desde la adaptación mutua a la supervisión directa y luego a la normalización preferentemente de los procesos de trabajo cuando las tareas son sencillas y rutinarias.

Se pueden identificar más de un mecanismo de control o coordinación en Latina Industrial, pero el principal y predominante es el de **supervisión directa**, teniendo en cuenta que a medida que una organización supera su estado más sencillo, por ejemplo, más de cinco o seis en un taller suele recurrirse a un mecanismo de coordinación donde una o más personas supervisen y al mismo se responsabilicen del trabajo de los demás, dándoles instrucciones y controlando sus acciones. En Latina Industrial el encargado de realizar esta supervisión directa es el jefe de taller ayudado en cierta medida por los directivos de la empresa y los supervisados son los empleados que componen el núcleo operativo de la organización. Queda claro además que existe cierta supervisión directa de los directivos para con el jefe de taller ósea la línea media de la estructura organizativa de la empresa. Una de las tareas más importantes del jefe de taller de Latina Industrial es programar las producciones, las cuales generalmente son mensuales, de esta manera el contenido del trabajo queda especificada en una producción y así se recurre a otro mecanismo de control como ser la **normalización de los procesos de trabajo**, estableciéndose en estas producciones el cómo deben realizarse las labores (procedimientos, normas, tolerancias y reglas). Cabe destacar que la mayoría de las tareas que se realizan en las distintas áreas del núcleo operativo son rutinarias y realizadas en maquinas donde se hace un trabajo repetitivo como ser balancines, guillotinas y sierras de corte, etc. No obstante existen otras tareas más especializadas las cuales generalmente las realizan unos pocos integrantes del núcleo operativo de Latina Industrial, este tipo de tareas por lo general son más específicas de maquinas de alta tecnología y son del tipo de programación ya que la empresa adquirió en los últimos años maquinas de alta tecnología como ser un centro de mecanizado programable y un brazo robótico usado para soldar. Para operar este tipo de maquinaria la empresa casi inconscientemente recurrió a otro mecanismo de control como ser el de **normalización de las habilidades**, de modo que la integración se logra al precisar las habilidades o destrezas requeridas para desarrollar un trabajo, de esta manera lo importante es determinar quien es el más apto para desempeñar una tarea normalizando los conocimientos cuando a quedado especificado el perfil para ocupar un puesto.

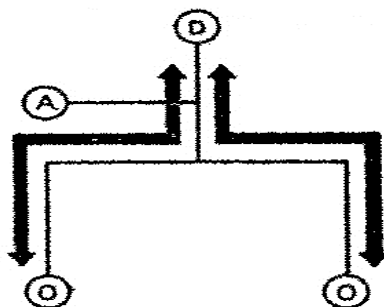


Figura 4 Mecanismo de coordinación: Supervisión Directa

4.5 Las 5 partes fundamentales de la organización

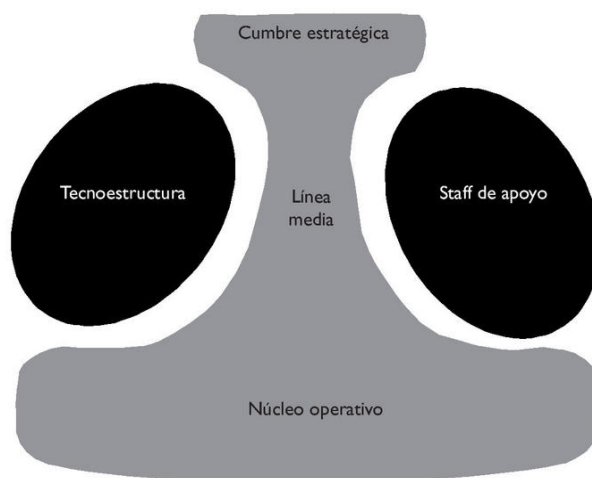


Figura 5 Partes Fundamentales de la organización

a_ El núcleo operativo: está formado por los operarios que realizan el trabajo básico y fundamental de la organización, producción de productos y servicios, tienen 4 funciones principales como ser: aseguran los inputs, transforman los inputs en outputs, distribuyen los outputs, y último realizan un apoyo directo a las funciones de inputs, transformación y outputs manteniendo las máquinas en funcionamiento y haciendo inventario de materias primas. Sin dudas el núcleo de operaciones de Latina Industrial está compuesto por las diferentes aéreas que se desprenden del sector de producción del organigrama esquematizado anteriormente, mas los empleados administrativos y vendedores.

b_ El ápice estratégico o cumbre estratégica: se ocupa de que la organización cumpla con su misión y que satisfaga los intereses de las personas que controlan o tienen algún poder sobre la organización, son los directivos de la empresa. En Latina Industrial el ápice estratégico está compuesto por los tres socios gerentes (ventas, administración, y compras)

c_ La línea media: el ápice estratégico está unido al núcleo de operaciones mediante la cadena de directivos de la línea media, provistos de autoridad formal. Dicha cadena



se extiende desde los directivos superiores situados justo bajo el ápice estratégico hasta los supervisores de primera línea (jefes de taller, por ejemplo) que ejercen una autoridad directa sobre los operarios, constituyendo el mecanismo de coordinación denominado supervisión directa, así el directivo de línea media recopila información de feedback respecto al rendimiento de su unidad, y la trasmite parcialmente a continuación a los directivos situados en puestos superiores al suyo

En una empresa grande el directivo de línea media desempeña todos los roles del director general superior, pero en el contexto de la gestión de su propia unidad.

Para el caso de Latina industrial la línea media es prácticamente insignificante ya que el nexo entre directivos y núcleo de operaciones está integrado por una sola persona, el encargado de la producción que posee un nivel de decisión mucho menor que el que tienen los directivos del ápice estratégico para con el núcleo de operaciones, de modo que muchas veces ocurre que los operarios que integran el núcleo de operaciones acuden directamente a los directivos para consultar algo y no al encargado de la producción.

d_ La tecnoestructura: Son los analistas, no participan directamente del flujo de trabajo de operaciones pero si indirectamente ya que puede que lo diseñen, lo planifiquen, lo cambien o que preparen a las personas que lo realizan. Estos analistas sirven para afianzar la normalización de la organización, dicha normalización reduce la necesidad de supervisión directa, capacitando al personal administrativo para ocuparse de lo que antes hacía el directivo

Entre los tipos de analistas de control se pueden nombrar los ingenieros industriales o también llamados los analistas de estudios del trabajo.

En Latina Industrial no existe tecnoestructura alguna ya que la organización no tiene personal capacitado que pueda aportar conocimientos para normalizar las distintas actividades productivas, no obstante los directivos de Latina capacitan a los operarios y les dan pautas para realizar de la mejor manera las distintas tareas productivas

e_ Staff de apoyo: son unidades especializadas cuya función consiste en proporcionar un apoyo a la organización fuera del flujo de trabajo de operaciones. No se dedican a la enseñanza ni a la investigación, ni apoyan directamente a estas, no obstante cada una de esas unidades existe para proporcionar un apoyo indirecto a estas misiones fundamentales, de modo que respaldan el funcionamiento del núcleo de operaciones por vía indirecta. Ejemplos de staff de apoyo en una empresa de fabricación típica sería el departamento de investigación y desarrollo, el bar restaurante, la asesoría jurídica, el departamento de relaciones públicas, la sección de correo, etc. Latina industrial no cuenta con ningún staff de estas características que apoyen al núcleo de operaciones de manera indirecta. No obstante la empresa contrata especialistas externos en situaciones esporádicas por ejemplo cuando ocurre una falla en una maquina compleja en su circuito eléctrico, en éste último caso los conocimientos para arreglar la falla exceden a los del encargado del mantenimiento de Latina por lo cual es evidente que debe recurrirse a personas especializadas en el tema.

4.5.1 Configuración estructural de Latina Industrial: La estructura simple

Luego de mencionar las distintas partes de la empresa y las características de las distintas configuraciones estructurales se resume que Latina industrial tiene claramente una estructura simple, caracterizada ante todo por la falta de planificación en todas sus líneas.

Por esta razón la empresa no posee como partes de su organización a la tecnoestructura y staff de apoyo, teniendo una división poco estricta del trabajo, una diferenciación mínima entre unidades y una pequeña jerarquía directiva. Presenta poco comportamiento formalizado, haciendo mínimo uso de la planificación, la coordinación se obtiene en la mayoría de los casos mediante la supervisión directa, concretamente el poder de todas decisiones importantes están centralizados en manos de los directores generales como son los socios gerentes de Latina, este ápice estratégico es la parte fundamental de la organización, los directivos suelen disponer de un ámbito de control sumamente amplio, sucediendo con cierta frecuencia que todos los demás miembros están directamente a sus órdenes.

Los flujos de información, por su parte atraviesan informalmente la estructura, produciéndose la mayoría de ellos entre el director general y los demás miembros. El flujo de trabajo de Latina industrial también suele ser flexible, debido a que la mayoría de las tareas del núcleo operativo son relativamente poco especializadas e intercambiables entre los operarios cuando razones de ausentismo o vacaciones así lo ameritan.

Los roles de gestores de anomalías y de empresarios constituyen tal vez los aspectos más importantes del trabajo de los directivos socios gerentes de Latina industrial, aunque se concede también una considerable atención al rol de líder (reflejo de la importancia de la supervisión directa) y al de monitor (ya que están bien informados de todo)

Por último cabe recordar que como toda estructura simple, la estructura de Latina Industrial no posee prácticamente línea media

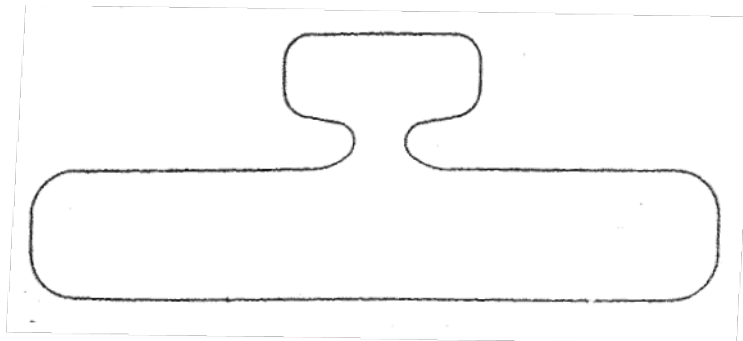


Figura 6 Estructura simple Insignificante línea media

4.6 Fuerzas de Porter

Para formular una estrategia competitiva es necesario relacionar a la empresa con su medio ambiente, donde interactúan una serie de variables referidas a:

- La competencia
- Los consumidores
- El contexto nacional
- El contexto internacional

Porter amplía el concepto básico de competencia, reservado para la rivalidad de los operadores que circunstancialmente luchan en un mercado determinado, y lo lleva hacia los competidores potenciales, de productos sustitutos, de proveedores que quieren integrarse hacia adelante y de clientes o compradores que evalúan la posibilidad de integrarse para atrás.

Teniendo en cuenta que los productos sustitutos son aquellos que, con una estrategia diferente, inician un nuevo sector, dejando total o parcialmente obsoleto el anterior. Estos productos no se refieren solamente a productos o servicios con una tecnología diferente. Un ejemplo de sustitución sería el caso de un mismo producto comercializado de manera diferente, como ser a través de diferentes canales de distribución.

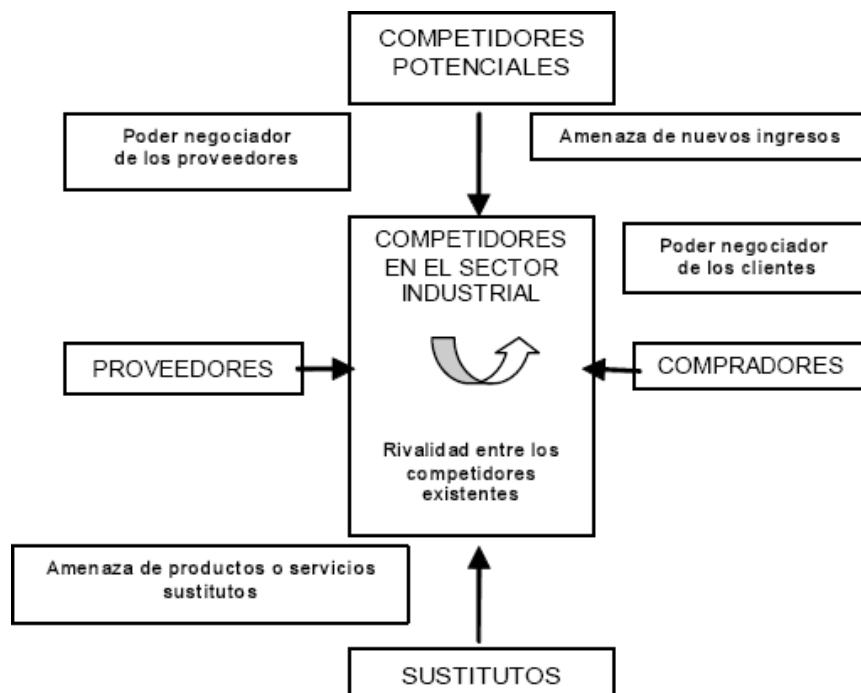


Figura 7: Fuerzas de Porter

Tomando estas cinco fuerzas como base de análisis podemos determinar el grado de atractividad del sector y las oportunidades y amenazas provenientes de éste. Este análisis debe ser dinámico proyectado hacia el futuro, analizando cada fuerza por separado y viendo si juega en forma positiva o negativa. Si las 5 fuerzas juegan en su mayoría en forma positiva, el sector industrial gozará en general de alta rentabilidad,



por el contrario la estructura determinara una rentabilidad muy baja o perdida para el sector.

4.6.1 Análisis de las fuerzas competitivas para Latina Industrial

Amenaza de compradores: Es nula la posibilidad de integrarse hacia atrás debido a que los sistemas de escapes se venden a distribuidores, talleres de colocación o directamente al consumidor final.

Entradas potenciales:

Línea original de sistemas de escapes: Como se dijo anteriormente existe aún una gran importación de las motos de 4 tiempos provenientes mayoritariamente de China y también de Brasil, también se importan los correspondientes repuestos originales para este tipo de motos, con la excepción del sistema de escape, por la dificultad que presenta su embalaje y la poca eficiencia que resulta a la hora de transportarlo en los contenedores, debido a su complicada forma con curvas y contracurvas. Es por esta razón que Latina industrial no tiene competidores internacionales con respecto a la línea original de las motos de la mencionada procedencia. Pero existen marcas nacionales y muchas de éstas no alcanzan la capacidad de producción de Latina industrial.

Línea deportiva de sistemas de escape: Hay en el mercado argentino tres grandes marcas importadas de sistemas de escapes deportivos

- Yoshimura (Japón)
- Akrapovic (Checos)
- F.M.F (EE UU)

Estos sistemas de escapes no compiten directamente con los modelos Spr de Latina Industrial, ya que mayoritariamente son usados en competición y no en motos de calle, ya que son productos fabricados con materiales livianos y resistentes como ser fibra de carbono o titanio. Además hay que tener en cuenta que el precio de estos escapes supera ampliamente a los de Latina Industrial. Por todas estas razones estas grandes marcas internacionales no presentan una gran amenaza para la empresa ya que claramente ocupan otro nicho en el mercado.

Existen otras marcas argentinas de escapes deportivos tal es el caso de Ira o Cott, esta última es muy fuerte en la provincia de Córdoba donde es fabricada.

Amenaza de los proveedores: Son dos los grandes proveedores de Latina Industrial, las fabricas de chapa y fabricas de caños de acero. No existe riesgo alguno de que estos proveedores se integran hacia delante ya que tanto la chapa como el caño tienen diversos usos en la industria. Además estos proveedores no pueden ejercer una presión muy significativa en el precio debido a la gran cantidad de empresas del mismo rubro.



Productos sustitutos: No existe riesgo visible a corto y largo plazo, resulta impensado por el momento imaginar un automóvil o una moto con un insumo que reemplace el funcionamiento del escape. No obstante en un futuro los autos eléctricos podrían representar una clara amenaza ya que este tipo de autos no necesitaría un escape para su funcionamiento, lo que es lógico si tenemos en cuenta que no quemarían gases o dicho de otra manera no tendrán un motor de combustión.

Si es una amenaza la gran oferta que existe en internet en páginas como mercado libre donde se ofertan sistemas de escapes mayoritariamente deportivos, algunos de marca nacionales y otros artesanales. Este último es un canal de venta que Latina Industrial no ha incursionado por el momento.

4.7 Cadena de valor en Latina Industrial

Con esta poderosa herramienta de análisis para la planificación estratégica se descompone a Latina Industrial en sus partes constitutivas, buscando identificar y describir a través de un esquema muy visual, cuales son las actividades dentro de la empresa que realmente generan valor para el consumidor final, identificando cuales de estas actividades suponen una ventaja competitiva para la empresa en el mercado respecto a su competencia, por ende se deberán potenciar estas tareas que hacen a la empresa más rentable. Todas las demás tareas deberán reducir su costo lo máximo posible, siempre, sin perder la calidad intrínseca del producto, por ende el objetivo del modelo es: Maximizar la creación de valor mientras se minimizan los costos, por ende cada actividad que realiza la empresa debe generar el mayor margen posible. De no ser así, debe costar lo menos posible, con el fin de obtener un margen superior a sus rivales de la competencia.

Una cadena de valor genérica está constituida por tres elementos básicos:

- a) **Las Actividades Primarias**, que son aquellas que tienen que ver con el desarrollo del producto, su producción, las de logística, comercialización y los servicios de post-venta.
- b) **Las Actividades de Apoyo** a las actividades primarias, como son la administración de los recursos humanos, las de compras de bienes y servicios, las de desarrollo tecnológico (telecomunicaciones, automatización, desarrollo de procesos e ingeniería, investigación), las de infraestructura empresarial (finanzas, contabilidad, gerencia de la calidad, relaciones públicas, asesoría legal, gerencia general).
- c) **El Margen**, que es la diferencia entre el valor total y los costos totales incurridos por la empresa para desempeñar las actividades generadoras de valor.

Si tenemos en cuenta el resultado como valor percibido por el cliente, éste resulta de la diferencia entre los beneficios percibidos por el cliente menos los costos que percibe el cliente por usar o adquirir el producto o servicio en cuestión

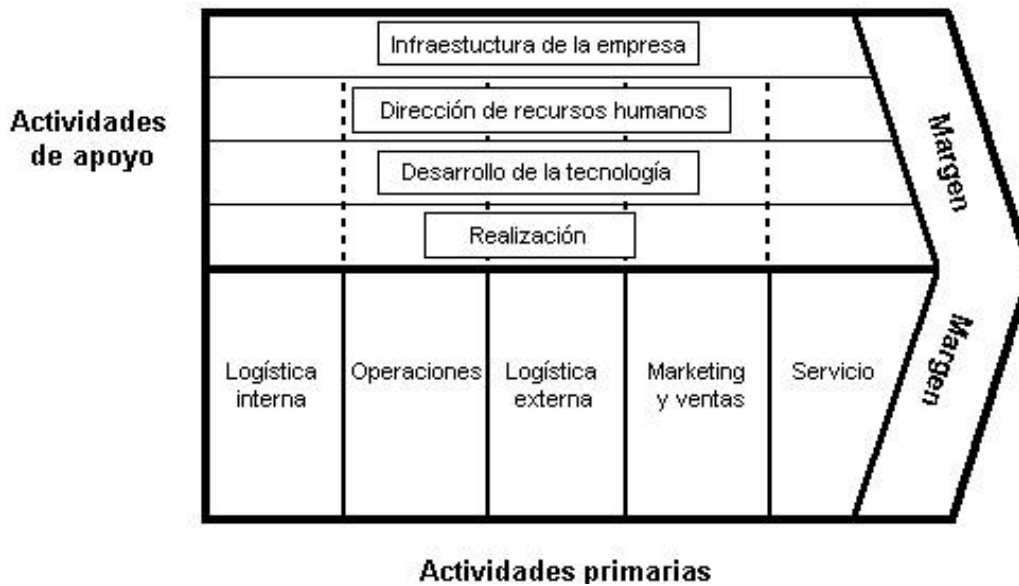


Figura 8: Cadena de Valor

4.8 Análisis de la cadena de valor para Latina Industrial

4.8.1 Procesos de Apoyo

4.8.1.1 Infraestructura de los Soft

Son aquellas actividades relacionadas como la planificación, administración general, contabilidad y finanzas. La administración general es realizada por los directivos con la ayuda de los dos empleados administrativos, que también realizan la tarea de atención al público.

La planeación como se dijo anteriormente no tiene carácter de estratégica siendo más bien de mediano y corto plazo, no obstante la dirección de la empresa tiene una mentalidad de progreso constante.

La contabilidad es llevada con un programa contable donde se vuelcan los datos referidos a ventas, facturación, etc. Este software fue hecho y personalizado para Latina industrial por un analista de sistema de la zona. Toda la información de liquidaciones de sueldos y asuntos similares son transferidos a un estudio contable de la ciudad, los directivos lo prefieren así para desligarse de todo el asunto legal y la constante actualización que éste último requiere.

Infraestructura física

Latina industrial cuenta con una planta de 2500 m², un patio central; donde está ubicada el sector de matricería y de mantenimiento, un estacionamiento de uso común para empleados y directores. El edificio es de dos pisos, una estructura de muchos años a la cual se le ha realizado modificaciones desde el momento en que fue adquirido.



Recursos humanos

La administración de recursos humanos consiste de las actividades implicadas en la búsqueda, contratación, entrenamiento, desarrollo y compensaciones de todos los tipos de personal.

Últimamente se incorporaron a la empresa egresados de escuelas técnicas de la zona, preferentemente local. También se ha incorporado operarios proveniente de otras empresas locales en base a recomendaciones, lo que es lógico si se tiene en cuenta que San Jorge es una ciudad de 20.000 habitantes donde hay mucha comunicación entre los empresarios de similar sector. La capacitación y el entrenamiento en los puestos de trabajo es realizada por los mismos directivos y con una colaboración constante de los empleados de mayor antigüedad. Los operarios que tiene bajo su responsabilidad el uso de la maquinaria más sofisticada como por ejemplo el brazo robótico o el centro de mecanizado han tomado cursos para perfeccionarse en sus tareas.

4.8.1.2 Desarrollo de tecnología

Lo relacionado a la investigación y diseño del producto, en definitiva el desarrollo de tecnología consiste en un rango de actividades que puedan ser agrupadas de manera general en esfuerzos por mejorar el producto y el proceso.

Es una realidad que hoy la tecnología iguala de alguna manera las capacidades de las pequeñas y grandes empresas, en el caso de las PYMES es una necesidad para el crecimiento del negocio, otorgando beneficios como: interacción con los clientes, aumento de la productividad, ahorros en costos e innovación en los procesos, agilizando las actividades cotidianas para volverse más rentables.

Cabe destacar que las PYMES cuentan con ventajas para adaptarse a la implementación de la tecnología, como son: menor burocracia, cercana comunicación interna y rapidez de reacción.

Los directivos de Latina Industrial están comprometidos e investigación y desarrollo del producto tal es así que en los últimos años adquirieron el software de diseño Solidworks para agilizar tareas en el centro de mecanizado. Actualmente están por concretar la compra de un banco de pruebas a rodillo para banquear motos y obtener curvas de potencia para distintas pruebas de escapes.

Sin dudas Latina industrial tiene una importante tecnología en su equipo de proceso, algunas de sus maquinas más importantes son:

- 4 dobladoras de caño (una de ellas a control numérico)
- 5 maquinas de soldar Mig y 4 del tipo Tig
- Otros tipos de soldaduras, como de rodillo y de punto
- Un robot marca Kuka que suelda escapes en serie
- 5 Balancines y 3 Prensas hidráulicas
- Taller de Galvanoplastia

- Equipo de pintura electroestático
- Equipo de pintura en polvo
- Una Engrafadora para tapas de silenciador p.l.c
- 2 Tornos manuales
- Centro de mecanizado marca Haas
- Dos maquinas para cortar caño (Una manual y la otra programable).

En el anexo I se encuentra la distribución de la planta

El centro de mecanizado fue adquirido hace un par de años, este equipo ofrece a la empresa la gran ventaja de fabricar matrices de diversos modelos para la fabricación de silenciadores de autos, ya que la industria automotriz tiene un gran crecimiento actualmente y surgen nuevos modelos de automóviles constantemente. Antes sin esta máquina todo se hacía mucho más lento ya que darle forma a una matriz requiere realizar procesos de ajustes muy laboriosos.



Figura 9 Centro de mecanizado

El brazo robótico Kuka : Puede soldar unos 50 escapes en una hora , trabajando en dos puestos de trabajo en forma sincronizada, de modo que mientras suelda en un puesto el operario prepara las piezas componentes del escape en una plantilla del otro puesto para cuando el robot termine con el primer puesto pase al segundo y así sucesivamente.

Antes de la incorporación del brazo robótico, un operario soldaba manualmente con un equipo Mig unos 9 escapes por hora.

La marca Kuka pertenece al grupo Volkswagen, este tipo de robots es muy usado en la industria automotriz.



Figura 10 *Brazo Robótico Kuka*

4.8.1.3 Abastecimiento

Sería muy engorroso mencionar todos los inputs que se incorporan en Latina industrial para utilizarlos en la cadena de valor, ya que esos inputs no solo se refieren a la materia prima sino a todos los elementos que se consumen dentro de la empresa como maquinarias, equipos de oficina, contratación de empresas de servicios, etc. Si nos referimos a las materias primas propiamente dicha, los dos grandes proveedores de Latina industrial son la chapa y el caño de acero, tal es el caso de Sidersa S.A ubicada en la ciudad de Rosario.

4.8.1.4 Procesos operativos

• Operaciones

Son aquellas actividades relacionadas con la transformación de la materia prima en producto final, las principales son las siguientes:

- Estampado de piezas: En esta sección el trabajo es realizado por los balancines y prensas hidráulicas, aquí es de gran importancia una correcta confección de la matriz. En esta parte del proceso se realiza la fabricación de las tapas de los silenciadores tanto de autos como de motos.
- Curvado de caños y aboquillado: En esta área trabajan las dobladoras de caños y la aboquilladora, esta última es la máquina que modifica el diámetro en el extremo del caño
- Pintura: Los escapes que no son cromados pasan por esta área, luego del pintado propiamente dicho son secados en un horno a altas temperaturas.
- Cromado: Se realiza en el taller de Galvanoplastia
- Soldado: se deben unir las distintas partes por ejemplo: curva de salida del motor, silenciador propiamente dicho, soportes, etc.
- Corte: en este sector se encuentran las sierras cortadoras de caño.



Logística de entrada

Comprende aquellas acciones de recepción, almacenamiento de las materias primas. La recepción de las dos grandes materias primas de Latina industrial es realizada por los operarios mismos del núcleo operativo, ó sea que al llegar un camión con chapa o caño de acero, los operarios de la organización deja de hacer sus tareas momentáneamente para descargar la materia prima, siendo supervisados por un directivo de la empresa. La distribución de estos insumos al producto final varía según los distintos modelos de ambas líneas (automotriz y motocicletas). El control de inventarios es realizado por los 2 administradores. El pago a proveedores se realiza por giros bancarios y la emisión de cheques.

Marketing y venta

Son aquellas actividades con las cuales se da a conocer el producto. La empresa no posee un área destinada a la publicidad ni personal especializado en el tema, no obstante realiza mucha publicidad en diferentes canales como ser programas televisivos o bien revistas como la Parabrisas, ésta ultima de mucho renombre.

Service y post-venta

Son todas aquellas actividades que realiza Latina Industrial destinadas a mantener, realzar el valor del producto mediante la aplicación de garantías.

Logística de salida

Son aquellas actividades relacionadas al almacenamiento de los productos terminados y distribución del producto al consumidor. Tanto los escapes de autos como de motos son almacenados en estanterías ubicadas en el depósito de la empresa, más bien en su planta alta. Los silenciadores de motos son ubicados bajo la técnica estadística ABC, en cambio los de autos se ubican según sus formas y pesos para poder retirarlos de la forma más cómoda y rápida posible.

Latina S.A cuenta con 2 áreas de distribución.

- La línea automotriz se distribuye directamente a comercios minoristas o talleres de colocación de escapes por medio de 2 vehículos, que son conducidos por los dos vendedores. Uno abastece la provincia de Mendoza, Bs As, San Luis, Chaco, Entre Ríos y el otro vendedor está a cargo de Córdoba, Santiago del Estero, La Rioja, Tucumán y Catamarca.
- La línea de motocicletas se realiza por distribuidores mayoristas, a los que se le hace llegar el producto por medio de transportes tercerizados. Actualmente el producto Spr se está vendiendo a prácticamente todo el centro y norte del país.



4.8.1.5 Conclusiones a partir de la desagregación de la cadena de valores de Latina industrial.

Luego de analizar cada uno de los procesos operativos y de apoyo de la cadena de valor llegamos a la conclusión de que la principal ventaja competitiva de la compañía está en la tecnología, innovación y diseño.

Los directivos de la empresa son conscientes de esto por lo tanto están reinvertiendo todo el tiempo en estas actividades conscientes de que se trata de sus actividades que más valor y margen les otorgan.

Además las actuales políticas de estado apoyan este tipo de inversiones ya que a comparación con otros años se está defendiendo la industria nacional fortaleciendo la industria metalúrgica ligada ahora a un proceso de industrialización por sustitución de importaciones. No obstante como indica el concepto de la cadena de valor no solo se deberán fortalecer aquellas tareas que hacen a la empresa más rentable sino que también se deben reducir los costos de otras tareas, para el caso de Latina Industrial y alienados a los objetivos de nuestro trabajo encontramos que pueden reducirse muchos costos en lo que respecta a tareas de sector de cromados de la planta en materia de reducción de insumos y desechos, esta será otra manera de aumentar el margen de beneficios que persiguen las actividades de Latina Industrial en conjunto.

4.9 Mix de productos de latina S.A

Como se dijo anteriormente la empresa produce sistemas de escapes originales y deportivos para el mercado automotor y de la motocicleta, que gozan éstos últimos de afamado prestigio en el ámbito nacional. Con el correr de los años Latina renovó su cartera de productos a medida que el mercado de las motocicletas cambio y se diversifico en modelos.

Es importante destacar que a diferencia de las líneas originales de escapes, los silenciadores deportivos tanto para motocicletas y automóviles ofrecen mejores prestaciones en lo que respecta al rendimiento del vehículo, no obstante esto trae aparejado muchas veces un mayor consumo y un aumento del ruido.

Estas diferencias funcionales entre la línea original y deportiva están dadas más que nada a las partes constituyentes en el interior del producto como ser la existencia o no de separadores dentro del silenciador o bien el tipo de lana de vidrio usada.

A continuación se realiza una breve descripción de cada uno de los productos que comercializa la empresa.

4.9.1 Línea original de escapes para el automóvil

Estos escapes son iguales en forma y dimensiones a los que traen los autos de fábrica. El acabado superficial de este producto es barnizado.



4.9.2 Línea deportiva de escapes para el automóvil

Generalmente estos escapes son distintos en sus formas y dimensiones a los originales de fábrica pero van perfectamente acoplados al motor original sin la necesidad de reforma alguna, en su mayoría son pintados.



4.9.3 Línea original de escapes para la motocicleta

Este producto es una réplica del escape que viene originariamente con la moto de fábrica. Actualmente la empresa vende estos escapes al mercado de la reposición y también se está realizando una venta directamente a las fabricas de motos, las cuales se podría decir que son terminales de ensamble y no fabricas propiamente dichas, esto es debido a que la mayor parte de las motos que existen hoy en el país son importadas de China o más bien sus partes constituyentes para luego ensamblarlas en su totalidad en nuestro país. Desde ya hace unos años que Secretaria de comercio del gobierno actual está presionando a las grandes marcas a integrar un porcentaje de partes nacionales en la totalidad de las importadas desde China, es por esta razón se abrió una importante oportunidad de venta para muchos fabricantes de repuestos en el ámbito nacional entre los cuales se encuentra Latina Industrial S.A.

4.9.4 Línea deportiva de escapes para la motocicleta

La empresa cuenta con dos marcas de escapes deportivos: Spr y Spr evo5, ambos productos cuentan con diferentes características en sus materiales constituyentes

- **Escape deportivo marca Spr:** Desde hace ya varios años es el producto más vendido de la empresa y está fuertemente influenciado por la moda, es por este motivo por el cual es también el más publicitado. Tiene la particularidad de ser de terminación superficial cromada y está disponible para todos los modelos de motos de motor 4 tiempos, las cuales son las que comenzaron a reemplazar allá por el año 2002 al llamado ciclomotor de dos tiempos de 50 centímetros cúbicos. Es por este motivo que la empresa invirtió fuertemente en los últimos años en todo lo que hace a agilizar su producción como por ejemplo con la instalación del taller de Galvanoplastia (cromados) y en la compra de un brazo robótico para soldar y unir así las partes constituyentes a estos escapes. Los modelos más vendidos son mayoritariamente aquellos para las motos de cilindrada de 110 centímetros cúbicos, lo cual es lógico teniendo en cuenta de que se trata de las motos que más se han vendido en estos últimos años en el país.



- **Escape deportivo marca Spr Evo 5 (nuevo modelo):** Recientemente la empresa sacó al mercado un nuevo escape fabricado en su cuerpo del silenciador de aluminio y con sus tapas y curvas de acero inoxidable. Debido a que el acero inoxidable prácticamente no requiere ser pulido y menos aún necesita un tratamiento superficial como ser el cromado, se tiene un producto que necesita mucho menos mano de obra que el resto. Este escape se encuentra disponible solo para motos de gran cilindrada lo cual es evidente teniendo en cuenta que se trata de un producto que tiene un precio de venta elevado, ya que el acero inoxidable vale 7 veces más que el acero ordinario.





4.10 *Análisis Foda*

El análisis FODA es una herramienta sencilla que nos permite analizar la situación actual de una empresa. Implica reconocer los elementos internos y externos que afectan de manera positiva y negativa al cumplimiento de metas en la organización. La información que arroje el FODA generalmente ayuda a definir acciones futuras y facilitara la manera de abordar la solución de problemas. Los beneficios de realizar un FODA serán los siguientes:

- Tomar mejores decisiones
- Plantear objetivos más concretos y realizables
- Identificar los recursos propios de la empresa así como los que se pueden conseguir del exterior
- Reconocer las ventajas y desventajas de las diferentes opciones y alternativas
- Definir prioridades de acción.

A continuación se realiza un análisis FODA para la empresa en cuestión: Latina Industrial.

4.10.1 *Fortalezas*

- Tecnología moderna en el equipo de proceso, se adquirieron recientemente máquinas sofisticadas.
- El producto Spr es la marca más vendida del rubro, cuenta con un prestigio ganado con los años.
- Los directivos de la empresa son emprendedores y buscan siempre horizontes nuevos.
- Los directivos siempre están capacitando a su personal en cursos de usos de herramientas y maquinas
- la marca más vendida del rubro con respecto a las competencias

4.10.2 *Debilidades*

- Falta una planificación estratégica en la alta dirección
- La empresa no está inscripta en la secretaria de medio ambiente de la provincia de Santa Fe.
- Se generan muchos residuos peligrosos del tipo Y17 en las actividades de galvanoplastia y se utilizan demasiados insumos productivos en dicho sector, lo cual trae un costo para la empresa
- Falta personal capacitado que desempeñe tareas ingenieriles en la línea media de la organización
- Ausencia de un sistema de gestión de calidad tanto en administración como en el sector de la producción
- Falta de orden en algunos sectores de la empresa



4.10.3 Oportunidades

- Plan nacional de reconversión industrial, otorgamiento de subsidios para la fabricación y mejora de procesos.
- Plan de nacionalización de partes/repuestos de motos importadas. Posibilidad de ventas a terminales de ensamble o fabricas
- El mercado de las motos importadas continua en crecimiento

4.10.4 Amenazas

- Posibles leyes a dictarse respecto a la regulación de los ruidos que generen los escapes deportivos.
- Problemas medio ambientales.
- Algunos competidores nacionales ya están utilizando fibra de carbono en los escapes.

CAPITULO III

5 Breve descripción de los procesos más importantes en la galvanoplastia

El principio de los métodos de recubrimiento electrolítico o químicos, también denominados galvánicos consiste en depositar por vía electroquímica, finas capas de metal sobre la superficie de una pieza sumergida en una solución de agua con iones metálicos o electrolito, al conectar una fuente externa de corriente directa. Las capas formadas generalmente son de un espesor entre 1 y 100 μm y se depositan sobre una superficie metálica o no metálica con ciertas propiedades, para darle características que ésta por sí misma no tiene, o bien, para fabricar ciertas piezas con determinada presentación en el acabado. Si el objeto no es conductor, se le hace conductor, por ejemplo, en la galvanización de plásticos.

Los procesos de recubrimiento electrolítico son reacciones de oxido-reducción. En primer lugar, y salvo excepciones (cromo) el metal del ánodo, se oxida o disuelve con carga positiva. Los iones metálicos en solución se reducen o metalizan sobre las piezas a recubrir que, ayudadas por una fuente externa de corriente continua, actúan como cátodos. Como ejemplo se presenta la Figura 11, en este caso el cobre, se disuelve del ánodo y se deposita sobre la pieza con ayuda de corriente eléctrica.

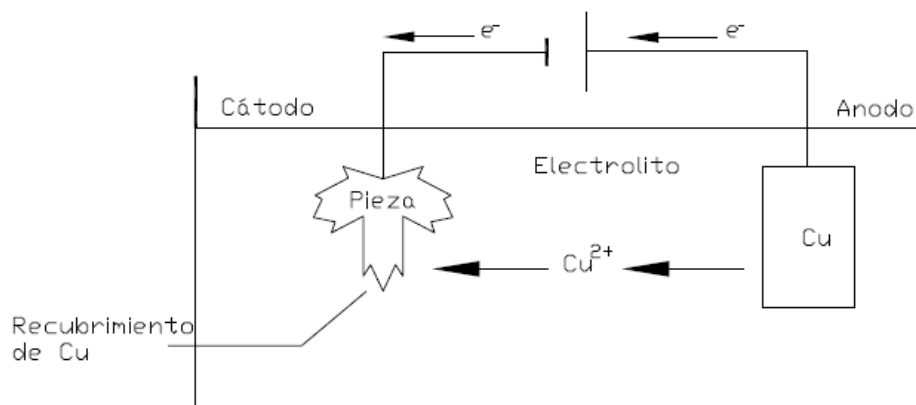


Figura 11 *Principio de los Recubrimientos electrolíticos*

La operación de recubrimiento electrolítico, incluye tres etapas básicas: Preparación de la superficie, tratamiento y acabado.

5.1 *Preparación de la superficie*

La preparación de la superficie, la limpieza y la creación de condiciones químicas apropiadas en la pieza a ser tratada, son esenciales para asegurar que el



recubrimiento se comporte adecuadamente una vez la pieza entre en uso. Si una superficie no se encuentra limpia, es muy probable que los recubrimientos no se adhieran adecuadamente a la superficie ni eviten la formación de corrosión en ella.

Las técnicas de preparación de superficies pueden incluir desde una simple limpieza abrasiva con baños ácidos, hasta complejos procesos químicos de limpieza múltiple, lo cual dependerá del tipo de recubrimiento a realizar. En general la preparación de la superficie incluye las siguientes etapas:

- **Tratamiento mecánico:** En esta etapa se eliminan las asperezas o defectos de las superficies y otras imperfecciones físicas que pueden influir en el buen recubrimiento de la pieza. Para ello, la pieza se somete al proceso de pulido por medio de equipos como vibradores, sistemas de bandas abrasivas, etc., las cuales pulen la superficie de la pieza. Esta operación requiere el uso de ceras.
- **Desengrase:** El desengrase elimina las grasas y los aceites de la superficie de las piezas (provenientes del tratamiento mecánico) y puede efectuarse básicamente de dos maneras:
 - Utilizando solventes orgánicos.
 - Utilizando soluciones alcalinas con poder emulsificador.

Dentro de las sustancias que se emplean en la industria se encuentran solventes orgánicos comunes, (p.e.kerosene, aceite mineral y glicoles) dispersos en un medio acuoso con la ayuda de un agente emulsificador, sin embargo no es común que se utilicen desengrasantes orgánicos.

La limpieza con el segundo método utiliza menos químicos que el desengrase con solventes, dado que la concentración de éstos es menor.

En general, el desengrase incluye dos operaciones básicas:

- **Macrodesengrase:** para remover grasa pesada. Utiliza principalmente solventes orgánicos o gasolina.
- **Microlimpieza:** para remover grasas que aún se encuentran en el metal. Se puede realizar por vía electrolítica con una acción mecánica de remoción física y por vía química, saponificando la grasa para convertirla en jabón.

Después del desengrase las piezas se enjuagan en un tanque con agua para evitar el arrastre de las soluciones de desengrase a la etapa siguiente.

- **Decapado:** El objetivo del decapado es eliminar las capas de óxido formadas en la superficie de las piezas metálicas debido al contacto entre éstas y la atmósfera, por lo tanto es un proceso que se realiza si el tipo de recubrimiento es de efecto protector.

El decapado se realiza sumergiendo las piezas en una solución que puede ser ácida o alcalina, dependiendo del tipo de proceso.



Las soluciones alcalinas generalmente están conformadas por: (1) hidróxidos y carbonatos que comprenden el mayor porcentaje de la solución, (2) aditivos orgánicos o inorgánicos que promueven un mejor decapado y (3) surfactantes. Generalmente el decapado con soluciones alcalinas es acompañado por una acción mecánica como el ultrasonido o por potencial eléctrico.

Las soluciones ácidas pueden estar constituidas por ácidos como el sulfúrico, clorhídrico o fluorhídrico, y su uso dependerá del tipo de metal que se esté limpiando. La concentración de estas soluciones generalmente se encuentra al 50% de ácido debidamente inhibido para evitar un ataque excesivo a la pieza.

Al ir aumentando la concentración de impurezas en el baño, la eficacia del decapado decrece. Para mantener la concentración del baño dentro de los límites adecuados para su uso, éste tiene que ser realimentado mediante reposición de ácido nuevo en cantidades variables en función del nivel de contaminación. Después del decapado las piezas se enjuagan en un tanque con agua para evitar el arrastre de ácido a las siguientes etapas del proceso.

- **Activado:** El proceso de activado se utiliza para asegurar que no se forme una capa de óxido sobre la superficie del metal, antes de pasar a los baños de recubrimiento electrolítico, pues esa capa de óxido puede dar lugar a una mala conducción eléctrica. En esta operación se emplean soluciones ácidas diluidas, que además de eliminar la capa de óxido, permiten eliminar manchas generadas por compuestos orgánicos y/o inorgánicos adheridos a las piezas.

5.2 *Tratamiento*

Una vez que la superficie se encuentre en condiciones óptimas para su recubrimiento se inicia el proceso de tratamiento, el cual depende del uso que se le dará a la pieza. El recubrimiento se logra utilizando un potencial eléctrico y altas temperaturas para facilitar el desplazamiento de los iones y aumentar la velocidad de reacción entre la superficie de la pieza y los iones depositados. Dentro de los diferentes acabados se encuentran entre otros: Latón, Oro, Níquel, Cromo, Galvanizado (Zinc) y Plata.

A continuación se hace una breve reseña de los recubrimientos electrolíticos más comunes en la industria:

- Cobre-Níquel-Cromo: Proporciona un efecto protector y decorativo a las piezas y consta de tres pasos:
 1. Cobrizado: El cobrizado cianurado es el primer recubrimiento de los sistemas multicapas. Es de gran protección anticorrosiva.
 2. Niquelado: Muy apropiado para usos decorativos.
 3. Cromado: Con excelentes características de brillo, dureza y poder anticorrosivo.
 - Anodizado: Este proceso busca la conversión de la superficie de Aluminio a Óxido de Aluminio. Dentro de sus ventajas se encuentran: Mejor resistencia a la corrosión, mejor adherencia a la pintura, admisión de recubrimientos subsecuentes y aislamiento eléctrico, entre otros.
-

La Figura 12 muestra la vista en planta de una unidad de recubrimiento electrolítico, indicando la ubicación y distribución de los ánodos y cátodos en el baño y otros elementos importantes para la realización del recubrimiento.

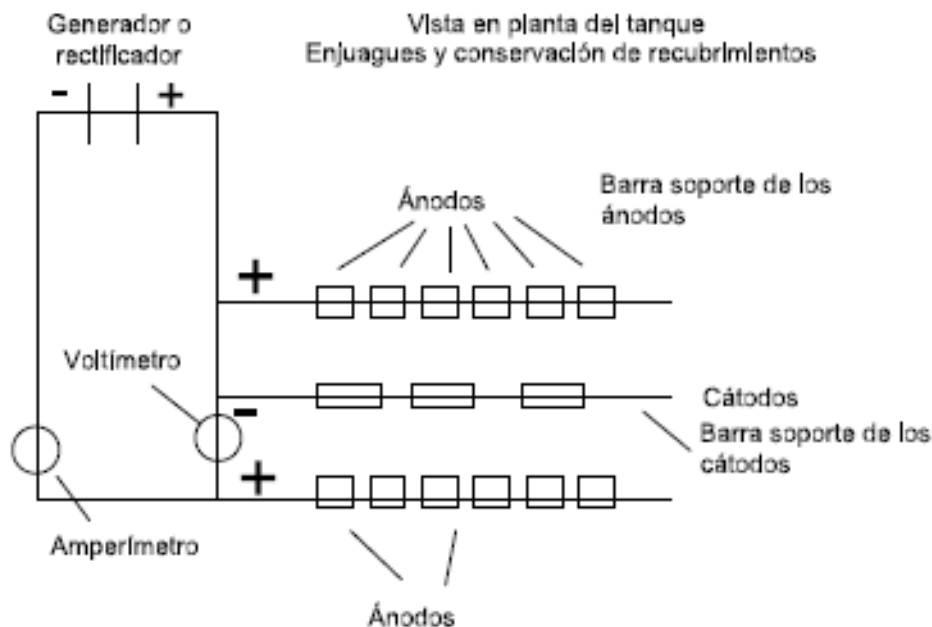


Figura 12 *Proceso de recubrimiento electrolítico*

5.3 Acabado

Luego del recubrimiento, es necesario realizar varias etapas claves para dar el acabado deseado a la pieza.

Estas etapas son:

- Recuperador (Enjuague estanco): Después del tratamiento con las sales en el baño de recubrimiento, las piezas se enjuagan en un tanque con agua para limpiarlas de residuos procedentes del baño anterior. El enjuague almacenado en este tanque se puede utilizar para reponer las pérdidas por nivel de los baños de recubrimiento.
- Enjuagues: Después que las piezas pasan por el enjuague estanco, todavía tienen residuos de las sales de recubrimiento, lo que hace necesario un nuevo enjuague en tanques de agua corriente.
- Pasivado/Enjuague: Una vez que la superficie se encuentre libre de sales, se sellan los poros, se elimina la posible reactividad del acabado y se dan los últimos retoques estéticos por medio de sales de cromo principalmente en baños que no requieren electricidad.
- Secado: Después de tener el acabado final, las piezas se secan para eliminar el agua residual proveniente del enjuague y así, evitar que el producto salga con manchas, para luego lacar y proseguir a su embalaje y venta.

6 Generación de residuos y aspectos Ambientales



6.1 Generalidades

Los procesos asociados a tratamientos de superficie, como es el caso de la Galvanoplastia, constituyen una fuente de contaminación si son comparados con otros procesos productivos. Existe consenso que el poder contaminante de la galvanoplastia se origina en la alta toxicidad de los desechos más que en el volumen de los mismos (ver Tabla 1).

Tabla 1 *Grado de impacto de la industria galvanoplástica*

Tipo de Residuo	Alto Impacto	Medio Impacto	Bajo Impacto
Sólido	•		
Líquido	•		
Gaseoso	•		
Ruido		•	

La naturaleza tóxica de muchos de los productos químicos utilizados en dicho tratamiento y muchas veces incluso la naturaleza tóxica de los mismos metales que se recubren (ej. Cadmio) dan cuenta de la potencialidad contaminante de las descargas líquidas, de los sólidos generados y de las emisiones atmosféricas producidas. Se debe tener en cuenta que el proceso de electrodepósito en sí no es efectivo ya que sólo una pequeña cantidad de las materias primas utilizadas son precipitadas sobre la pieza. De esta manera, por ejemplo, hasta un 90% de las materias primas pueden ser descargadas al ambiente, a través de los residuos líquidos.

La potencialidad contaminante puede afectar seriamente el medioambiente externo a la planta y el ambiente interno asociado a la salud ocupacional.

Como resultado de los procesos galvánicos se presentan grandes cantidades de efluentes líquidos, residuos sólidos, gases y vapores.

6.2 Fuente y caracterización de los residuos líquidos

La industria galvánica involucra consumo de agua en los baños de proceso, en las etapas de lavado y enjuague. Las descargas de estas aguas residuales están compuestas por cuatro tipos de efluentes, dos de ellos, tales como soluciones ácidas y alcalinas pueden contener metales pesados (exceptuando cromo hexavalente). Estos efluentes no son tóxicos pero pueden contaminar los cuerpos de agua y cuando son descargados en un sistema de recolección de aguas servidas pueden inhibir los procesos biológicos de tratamiento. Los otros dos tipos de efluentes corresponden a residuos tóxicos tales como efluentes cianurados y los que contienen cromo hexavalente, los cuales al ser vertidos sin tratamiento previo en cuerpos receptores los afectan gravemente.

Si bien es cierto, que los procesos involucrados en la industria galvanoplastia son variados, estos producen residuos industriales líquidos cuya composición o caracterización química no es contaminante por sí sola, pero si se convierte en un peligro potencial por los efectos sinérgicos de tales compuestos cuando se mezclan en un sistema de descarga o recolección.



Los principales compuestos disueltos que deben ser controlados son: cromo hexavalente, estaño bivalente, iones de paladio, cobre, níquel, plata, sodio y potasio y algunos orgánicos reductores como formaldehído y azúcares.

En general los residuos líquidos descargados por este tipo de industria provienen de:

- Aguas de lavado, enjuague y enfriamiento
- Goteos y derrames de trasiego
- Baños de proceso agotados
- Mantenimiento de baños de proceso
- Baños de remoción y acondicionamiento: contaminados, agotados
- Pérdidas accidentales

Dependiendo del tamaño de la planta, el volumen de efluentes para estos talleres, oscila entre 0.05 m³/hora y 0.2 m³/hora. Algunas de estas plantas procesan sus líquidos residuales neutralizando con cal y filtrando, lo cual genera residuos sólidos que deben ser dispuestos de la mejor manera.

6.3 Fuente y caracterización de los residuos sólidos

Los residuos sólidos generados están constituidos por los lodos resultantes de los baños de proceso, desengrase, decapado y enjuague, así como también los lodos que se obtienen de los procesos de tratamiento de estas aguas residuales, las cuales deben ser confinadas dadas su naturaleza tóxica. La composición de estos lodos o barros es variada, pudiendo contener metales como níquel, cobre, cromo, zinc y otros metales pesados.

Otros residuos sólidos son el polvo y partículas metálicas producidas durante la preparación preliminar de la superficie por abrasión. De menor impacto ambiental, por ser fácilmente reciclables, son los recortes de metal, los alambres de amarre, el cartón y los zunchos de empaque.

En este tipo de industria, al tener residuos líquidos que contienen variadas especies químicas (metales pesados, cianuro entre otros), se obtienen lodos de iguales características a los residuos líquidos que los generaron, lo que dificulta su reutilización o reciclaje. Sin embargo, la segregación o separación de corrientes de efluentes, permite la producción de un monolodo con la posibilidad de reuso en la industria metalúrgica.

6.4 Fuente y caracterización de emisiones atmosféricas

Las emisiones a la atmósfera de las distintas etapas del proceso productivo se caracterizan de acuerdo a la naturaleza de los compuestos químicos utilizados en ellos. Así en los procesos de decapado en los que se emplea ácido nítrico se generan gases nitrosos y nítricos, debido a la naturaleza oxidante del ácido. Del mismo modo constituye fuente de contaminación el arrastre del ácido en forma de neblina o gotas,



que se encuentran contenidas en los vapores de las soluciones de limpieza.

En la electrólisis se generan gases de hidrógeno en el cátodo y oxígeno en el ánodo, lo que permite que estos gases arrastren gotas de solución en su ascenso y difusión en el aire. En la preparación mecánica de las piezas, se produce la emisión de partículas de polvo.

Las cantidades de emisiones atmosféricas producidas por la galvanotecnia no son relevantes desde el punto de vista ambiental global, sin embargo existe un efecto importante desde el punto de vista de salud ocupacional, pues los trabajadores están expuestos directamente a las nieblas y aerosoles emitidos, cuando no existen aspiradores o absorbentes sobre los baños de proceso y cuando no se utilizan implementos de seguridad adecuados.

6.5 Principales impactos ambientales generados por el sector

A continuación en la Tabla 2 se visualiza un resumen de los residuos y su origen en la industria galvánica.

Tabla 2 Residuos de galvanoplastia

RESIDUO	RIESGO	CORRIENTE	PROCESO
Álcalis	Corrosividad	Residuo líquido	Limpieza y electrodepósito
Ácidos (nítrico, sulfúrico, clorhídrico, fluorhídrico)	Toxicidad	Residuo líquido	Limpieza
Detergentes	Toxicidad	Residuo líquido	Limpieza
Aceites y grasas	Toxicidad	Residuo líquido, solvente agitado	Limpieza
Cromatos	Toxicidad	Baño de recubrimiento, agua de lavado, lodos.	Electrodepósito Cromado, recubrimiento
Emisiones de vapores ácidos y alcalinos	Toxicidad	Atmosfera de trabajo	Desengrase, baños de cobre, niquelado y cromado
Partículas de pintura y polvo	Afecciones mucosas y vías respiratorias	Atmosfera de trabajo	Pintura, preparación mecánica de las piezas

En la Tabla 3, se presentan los efectos de ciertos contaminantes sobre la salud

Tabla 3 Efectos de los contaminantes procedentes de la industria Galvánica sobre la salud humana

PARÁMETRO	EFEECTO POR RESPIRACIÓN	EFEECTO POR INGESTA
Cromo	Cáncer pulmonar	Cáncer pulmonar, Ulceras,



PARÁMETRO	EFEECTO POR RESPIRACIÓN	EFEECTO POR INGESTA
	Cáncer gastrointestinal Enfermedades de la piel	Perforaciones de tabique nasal, complicaciones respiratorias
Níquel	Enfermedad respiratoria, defectos y malformaciones en el nacimiento Cáncer pulmonar Cáncer Nasal	
Cianuro	Daños en sistema respiratorio: letal	Daños en sistema respiratorio: letal

En la Tabla 4 se presentan los efectos de ciertos contaminantes sobre los sistemas o instalaciones de recolección de aguas servidas.

Tabla 4 *Efectos de los contaminantes sobre instalaciones de alcantarillado.*

PARAMETRO	EFEECTO
Ph	Daño a los colectores, por efecto de exceso de acidez o alcalinidad. Inhibición del crecimiento microbiano en los sistemas de tratamiento biológico de las aguas servidas
Temperatura	Aumento de las velocidades de reacción químicas y bioquímicas, ocasionado por un aumento de temperatura. Volatilización de compuestos orgánicos presentes en los residuos líquidos, con gasificación y producción de emanaciones tóxicas y mal olor. La presencia de gases aumenta la presión en las tuberías
Sólidos suspendidos	Se produce la acumulación de sedimentos al interior de las tuberías, lo que provoca efectos de obstrucción de escurrimientos de fluidos
Aceites y grasas	Se produce acumulación y se dificulta el escurrimiento de fluidos. Además disminuye la transferencia de oxígeno en el cuerpo receptor
Sulfato	Se produce la precipitación de sales insolubles que atacan las tuberías de cemento
Metales pesados y tóxicos	Interfieren en los procesos biológicos de tratamiento de aguas servidas, inhibiendo el crecimiento microbiano
Detergentes	Interfieren en los procesos biológicos de tratamiento de aguas servidas, inhibiendo el desarrollo microbiano

y en la Tabla 5, se muestran los efectos de ciertos contaminantes descargados en las aguas superficiales

Tabla 5 *Efectos de los contaminantes sobre aguas superficiales*

PARAMETRO	EFEECTO
Ph	Efectos sobre las aguas destinadas a consumo humano, bebida animal, riego, recreación, estética, vida acuática
Temperatura	Las altas temperaturas desfavorecen la dilución de oxígeno en la masa de agua, alterando el desarrollo de la vida acuática
Sólidos suspendidos	Se produce la acumulación de sedimentos que ocasionan embancamiento y depósitos en terrenos de uso agrícola
Aceites y grasas	Efectos sobre la absorción de oxígeno atmosférico en el agua, afectando los procesos de fotosíntesis de algas, plantas y organismos acuáticos en general
Metales pesados y tóxicos	Interfieren en los procesos naturales de autodepuración biológica de



tóxicos	cuerpos receptores
Detergentes	Interfieren en los procesos de absorción de oxígenos, creando ambientes anaerobios

7 Prevención de la contaminación y optimización de los recursos

7.1 Introducción

Recordemos la definición de Producción más limpia:

Es la Aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente.

*En el caso de los **procesos productivos** se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas, y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos.*

*En el caso de los **productos** se orienta hacia la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final.*

*En el caso de los **servicios** se orienta hacia la incorporación de la dimensión ambiental, tanto en el diseño como en la prestación de los mismos.*

En la práctica la aplicación del concepto de producción más limpia, tanto en los sistemas actuales de producción como en los productos y servicios, no significa una sustitución en sentido estricto por otros diferentes, sino mejorarlos continuamente, bajo el entendido que las nuevas tecnologías serán más limpias. De aquí, que producción limpia se perfila como la meta que será alcanzada con las nuevas inversiones, en tanto que la búsqueda sistemática del mejoramiento continuo, corresponde al concepto de producción más limpia, que obedece a un proceso dinámico y sistemático, el cual no se aplica una vez, sino permanentemente, en cada una de las fases del ciclo de vida.

En este contexto, la tecnología más limpia es sólo un elemento integral, pero parcial, dentro del concepto de producción más limpia, ya que éste incluye otros elementos como las actitudes y prácticas gerenciales de mejoramiento continuo de la gestión ambiental.

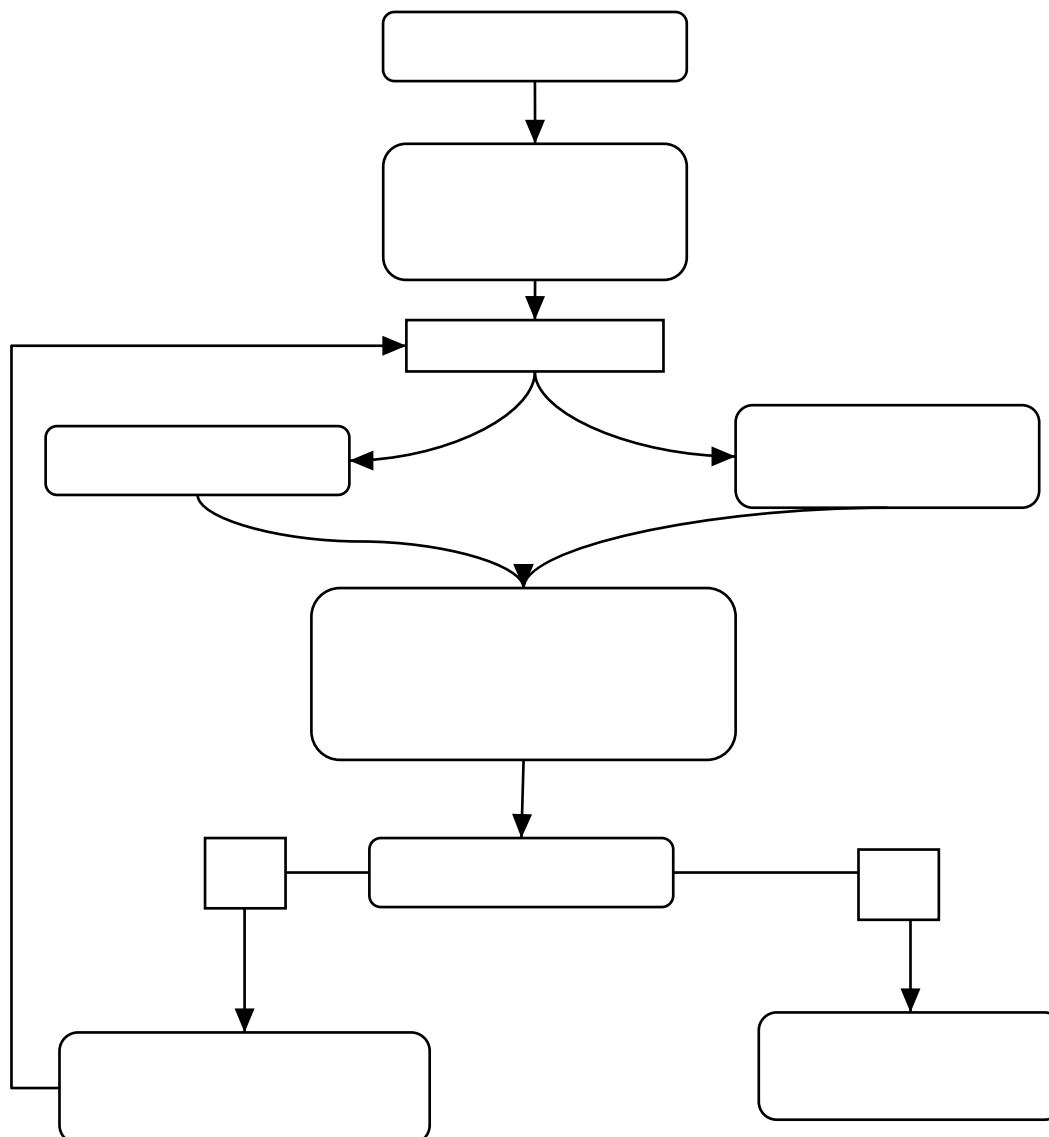


Figura 13 *Producción Más Limpia*

7.2 ¿Que motiva adoptar producción más limpia?

Desde la perspectiva de garantizar el desarrollo sostenible y enfrentar los nuevos retos de la competitividad empresarial, la gestión ambiental se considera como una fuente de oportunidades y no como un obstáculo. Dentro de ésta, adoptar producción más limpia resulta una alternativa viable para el logro de estos objetivos.

Es importante destacar que la filosofía del proceso de producción limpia está sobre todo relacionada con la reducción al máximo de la generación de residuos a lo largo de toda la cadena de producción. Sin embargo, no existe una producción limpia como tal, la generación de residuos es inherente a cualquier proceso productivo. Lo que busca el proceso es evitar una generación excesiva de residuos, dado que por un lado es considerada una pérdida económica ya que son recursos materiales y energéticos, que no han sido incorporados en el producto final (ver Figura 14), y por el otro, los

residuos son contaminantes y afectan a la salud y al ambiente, por lo que su reducción permite prevenir impactos ambientales negativos.

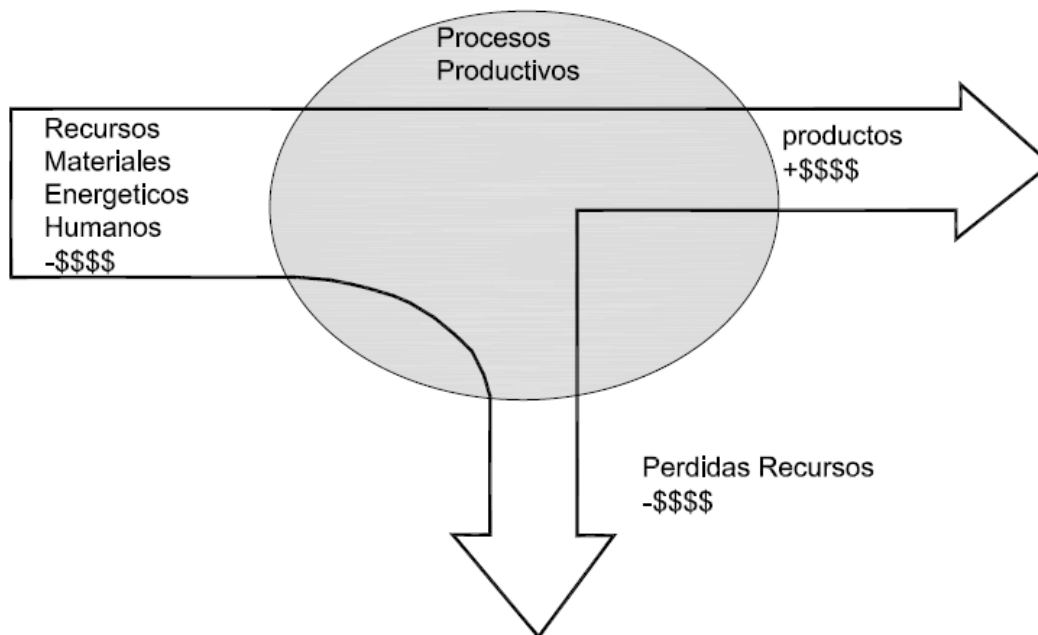


Figura 14: *Balance de recursos en los procesos productivos*

Por ende, el enfoque de la producción más limpia, trata de reducir de manera continua la generación de residuos y contaminantes en cada etapa del ciclo de vida.

Producción más Limpia (PML) Significa:

Para los procesos	Conservación de la materia prima y energía Eliminación del uso de materias primas tóxicas Reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y desechos antes de que salgan del proceso
Para los productos	Reducción de los impactos a lo largo de todo el ciclo de vida, desde la extracción de materia prima hasta su disposición.
La PML reduce los riesgos para:	Los trabajadores La comunidad Los consumidores de productos Las futuras generaciones
La PML reduce los costos de:	Producción Tratamiento al final del proceso (end of pipe) Servicios de salud Recomposición del ambiente
PML mejora	La eficiencia de los procesos La calidad del producto Incluso cuando los costos de inversión son altos, el periodo de recuperación de la inversión puede ser corto



Política de ahorro de la producción más limpia:

- Al ahorrar materia prima
- Al lograr un consumo de energía más eficiente
- Al generar menos desechos
- Más del 50% de los desechos se pueden evitar con simples medidas de manejo y cambios menores en los procesos.
- Más del 65% de las barreras de la producción más limpia están ligadas con la motivación y la actitud humana.

} se ahorra más dinero

7.3 Beneficios de la producción más limpia

Además de los beneficios ambientales que podemos observar con la implementación de un programa de producción más limpia, se identifican otros, como los beneficios financieros, operacionales y comerciales.

Beneficios financieros

- Reducción de costos por optimización del uso de las materias primas e insumos en general.
- Ahorro por mejor uso de los recursos (agua, energía, etc.).
- Reducción en los niveles de inversión asociados a tratamiento y/o disposición final de los residuos.
- Aumento de las ganancias.

Beneficios Operacionales

- Aumento de la eficiencia de los procesos.
- Mejora de las condiciones de seguridad y salud ocupacional.
- Mejora en las relaciones con la comunidad y la autoridad de aplicación ambiental
- Reducción de la generación de residuos.
- Aumento de la motivación del personal

Beneficios comerciales

- Mejora el posicionamiento de los productos que se venden en el mercado
- Mejora la imagen corporativa de la empresa
- Facilita el acceso a nuevos mercados
- Aumenta las ventas y el margen de ganancia.

Podemos decir que la Producción Más Limpia es una estrategia de “gana-gana”. Protege el medioambiente, el consumidor y el trabajador mientras que mejora la eficiencia industrial, los beneficios y la competitividad.



7.4 Opciones de gestión ambiental

Las opciones de prevención de la contaminación, dentro del marco de la gestión ambiental de una empresa se pueden jerarquizar según el grado de facilidad de su implementación y costos asociados. Es así como la más alta prioridad se le asigna a la prevención de la contaminación a través de las buenas prácticas, la reducción en la fuente y el reciclaje.

Las buenas prácticas, la prevención o reducción en origen y el reciclaje en la fuente, disminuyen o eliminan la necesidad de reciclaje fuera de la planta o el tratamiento, en parte, de los residuos y su posterior disposición. La reducción de residuos es siempre más barata que su recolección, tratamiento y disposición. También permite disminuir los riesgos ambientales para los trabajadores, la comunidad y el ambiente general.

En la Tabla 6 se presentan algunas opciones de gestión ambiental para el rubro Galvanoplastia, en orden creciente de un ranking de costos asociados.

Jerarquía de opciones de gestión ambiental		Descripción de la opción	Costo Relativo
Reducción en Origen=Minimización	Buenas Practicas	Capacitación y entrenamiento del personal	\$
		Sistemas de documentación adecuados	
		Manejo de derrames y goteras	
	Mejoramientos de Procesos	Modificación Lay-out	
		Prolongación de la vida de los baños	
		Minimización de arrastres	
		Optimización de la técnica de lavado	
	Sustitución de procesos/sustancias problemáticas en la producción y/o tratamiento del agua residual		
Reciclaje		Devolución de electrolito arrastrado al baño	\$ \$\$\$
		Recuperación interna de metales	
Pretratamiento y tratamiento		Precipitación química o tecnologías alternativas	\$\$\$\$\$
Disposición Final-destrucción		Disposición en vertederos especiales	\$\$\$\$\$\$\$

Tabla 6 Opciones de gestión ambiental

Es recomendable realizar una evaluación y priorización metódica de las medidas de minimización antes de tomar cualquier decisión de tipo medioambiental. En este sentido cabe destacar una directriz básica. Cuanto más cercano al proceso sea la medida de minimización más económica y ambientalmente ventajosa resulta. Esto significa que por lo general, las medidas ambientalmente más correctas también son económicamente las más rentables y suponen una complejidad técnica baja.



Consecuentemente, las medidas relacionadas directamente con el proceso productivo, como son el alargamiento de la vida de los baños o la reducción de arrastres, son desde el aspecto ambiental, las primeras a abordar.

8 Metodología

8.1 Observaciones de carácter general

La elaboración de un proyecto de producción limpia requiere hacer un inventario sistemático de la situación actual de los procesos, la realización de los balances de materia y agua, y el análisis de la secuencia de operación.

Sin embargo, antes de profundizar en ello es necesario introducir una serie de conceptos básicos que se utilizarán a lo largo del trabajo.

Así, se considera, tal y como se observa en la Figura 15, una posición o etapa como la unidad más reducida de trabajo de un proceso de recubrimientos electrolíticos. Cuando la posición tiene una “*función activa*”, diferente al enjuague (Etapa de lavado) se le denomina operación o baño. Los recubrimientos metálicos (cincado, cobreado,...) así como los desengrases o decapados son operaciones.

El conjunto de etapas con un objetivo funcional se denomina modulo de operación. Suele estar compuesto por una posición de operación y las posiciones o etapas de lavado correspondiente.

El conjunto de módulos de operación (desengrase, decapado, metalizado, etc) constituyen la línea de recubrimientos electrolíticos en sí.

El desglose de una línea en sus diferentes partes facilita en los procesos complejos, un análisis adecuado de la situación actual y una evaluación de alternativas de minimización.

A continuación se presentará la metodología para la elaboración de conceptos de minimización (Producción más Limpia) que se compone a la vez de dos fases. La primera consiste en inventariar la situación actual de la línea y de los módulos de operación seleccionados, tal y como se presenta en la Figura 16. Para ello es imprescindible tomar o recopilar una serie de datos (composición de electrolitos, caudales,...) que permite partir de una base correcta.

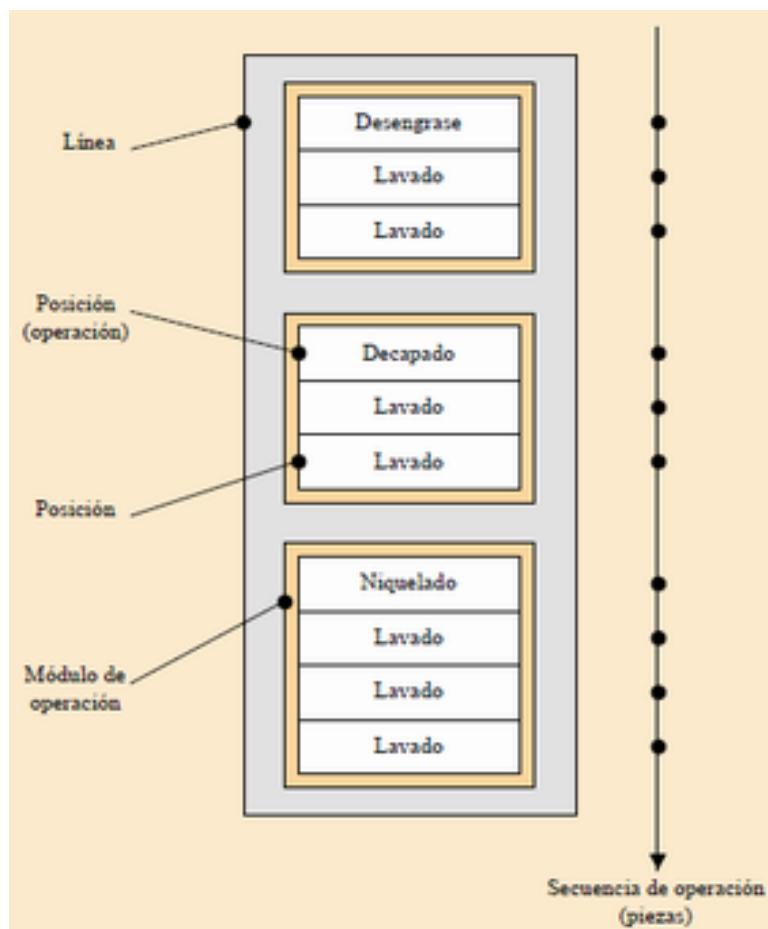


Figura 15 Unidades básicas de una línea de recubrimiento: Posiciones o etapas y módulos de operación

La segunda fase consiste en evaluar las medidas de minimización para cada módulo de operación. Las soluciones propuestas deberán ser compatibles con el funcionamiento específico del resto de los módulos, la línea en general y el sistema de tratamiento de aguas residuales.

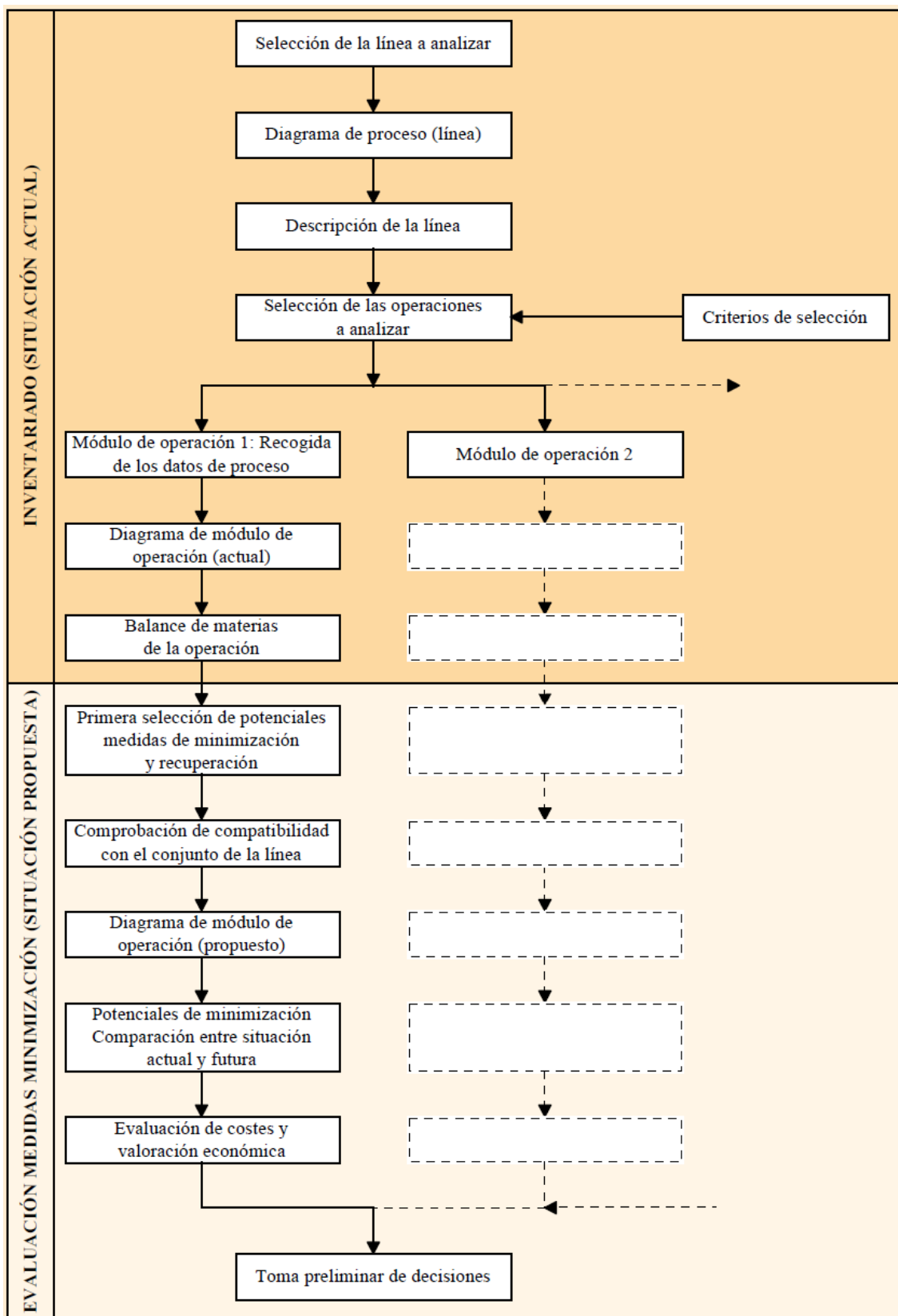


Figura 16 Metodología para la elaboración de un concepto de minimización en una línea de recubrimientos electrolíticos



8.2 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

8.2.1 Inventariado de la situación actual

El inventariado sistemático de la situación actual de los procesos a analizar constituye la base de partida para el desarrollo de un concepto de minimización. El inventariado incluye principalmente una breve descripción del proceso, así como una recogida de los datos más importantes de la línea como composición base de los baños, producción, balance de aguas.

8.2.1.1 Selección de la línea de recubrimientos a analizar

Las empresas de recubrimientos electrolíticos trabajan por lo general con varias líneas galvánicas. Por razones de entendimiento se recomienda efectuar para cada línea por separado la elaboración de un concepto de minimización de residuos y emisiones o al menos, priorizar las líneas de mayor impacto ambiental y económico. Los criterios para la selección de una línea de recubrimientos pueden variar en función de la problemática de la empresa.

Algunos posibles criterios son:

- las pérdidas de importantes cantidades de electrolito o baño bien por arrastres o bien por reposición de baños.
- la calidad del proceso de lavado.
- los volúmenes de aguas residuales generados, de cara a una optimización del proceso de depuración.
- el incumplimiento de algún límite de vertido específico.

8.2.1.2 Diagrama de proceso de la línea

El diagrama deberá reflejar la secuencia de los baños de tratamiento con sus respectivas etapas de lavado e instalaciones auxiliares, así como el paso o recorrido de las piezas, asignando un número a cada etapa o posición de la línea. Para no recargar en exceso el diagrama se recomienda registrar sólo el balance de agua (consumos de agua de lavado, pérdidas por evaporación volúmenes de agua residual). También pueden incluirse otras informaciones como la temperatura del baño y las concentraciones de sustancias en caso de que ya se disponga de ellas. Es así mismo interesante indicar los criterios de calidad de lavado de la última etapa de lavado de un módulo y la concentración de los vertidos (metales pesados,...) de agua residual.

8.2.1.3 Descripción de la línea de recubrimientos electrolíticos

Es aconsejable describir brevemente el diagrama de proceso, haciendo hincapié en las peculiaridades de la secuencia de operaciones (p.ej. usos repetidos de etapas de lavado, mezcla intencionada de aguas de lavado para la neutralización, exigencias especiales de algunos baños en cuanto a la calidad del lavado).



También deberían contemplarse aquí los parámetros básicos válidos para todo el resto de la línea de recubrimientos. Para el desarrollo posterior de un plan de actuación son importantes los siguientes datos:

- Capacidad o producción de la línea de recubrimientos (p.ej. m² de superficie de pieza/h).
- Tiempo de trabajo medio del taller de recubrimientos electrolíticos, así como fluctuaciones del mismo.
- Grado de saturación de los módulos de operación.
- Cadencia de los carros.
- Duración de la operación en los baños.
- Arrastre medio sobre las piezas.

8.2.1.4 Selección de los módulos de operación a analizar

A menudo son varios los módulos de operación de una misma línea de recubrimientos sobre los que pueden aplicarse medidas de minimización y recuperación. Estas medidas son casi siempre específicas de un único módulo de operación (baño y sus respectivas etapas de lavado). En base al diagrama de proceso de la línea y a la descripción del proceso, es posible identificar los módulos de operación problemáticos o especialmente aptos para la aplicación de medidas de minimización de residuos.

Disponiendo de los datos sobre el volumen de aguas residuales y de su respectiva concentración (p.ej. metales, sulfato) pueden estimarse las cargas de contaminante generadas por los módulos de operación.

Los principales criterios para la selección de módulos de operación específicos para su análisis son:

- las consideraciones de carácter medioambiental. El cumplimiento de la normativa medioambiental (límites de vertido a cauce o colector) para un parámetro procedente de una operación específica hace necesario una priorización del módulo correspondiente.
- las consideraciones de carácter económico. Es recomendable realizar un sencillo “Análisis Preliminar de Costos Reducibles” en el que de modo orientativo se evalúa el coste de consumo total de aguas de lavado, las pérdidas económicas por arrastres de las diferentes operaciones específicas, los costes derivados del tratamiento y aquellos debidos a una reposición frecuente de baños.
- las consideraciones de calidad de proceso. La existencia de problemas de calidad en una operación puede ser el criterio prioritario para el análisis de un módulo de operación específico.
- las experiencias previas de factibilidad. Módulos de operación en los que, por lo general, el potencial de minimización es elevado y está demostrado, se primarán sobre otros con menos garantía de éxito (por falta de desarrollo de la tecnología, reducido potencial de devolución).



8.2.1.5 Recogida de los datos del proceso y parámetros más importantes de la línea de proceso

Para elaborar un concepto de minimización se requieren una serie de datos relativos a los módulos de operación en cuestión. A continuación indicamos la manera en que pueden ser calculados.

Como ayuda operativa para la recogida sistemática de los datos más importantes del módulo de operación se elaboraron unas hojas de recopilación de datos de proceso. En ellas se anotan los datos obtenidos, constituyendo la primera fuente sobre la que empezar a elaborar un concepto de minimización. Las citadas hojas de datos recaban información sobre:

- **Baño de proceso:**

- ❖ Baño del módulo de operación con el número de la posición en la línea.
- ❖ Composición del baño, haciendo hincapié en la concentración de las sustancias importantes, como puede serlo el metal principal del electrolito, los aniones potencialmente generados de lodo en el tratamiento (p.ej. sulfatos y fosfatos caso de precipitación con cal), así como la de los aditivos más problemáticos en caso de conocerse (p.ej. acomplexantes).
- ❖ Producción expresada en piezas o unidades por hora con una superficie determinada de paso de las piezas (p.ej. m² de superficie de pieza/h, bastidores/h, tambores/h).
- ❖ Duración de la operación específica.
- ❖ Tiempo de escurrido una vez extraídas las piezas del baño.
- ❖ Vida media del baño.
- ❖ Evaporación del baño, si trabaja en caliente (p.ej. l/h).
- ❖ Arrastres del baño a los lavados (p.ej. l/m² de superficie, l/bastidor, l/tambor).

- **Técnica de lavado:**

- ❖ Posiciones y tipología de lavados del módulo de operación (p.ej. lavado estanco, lavado en cascada, lavado en ciclo cerrado, lavado por duchas) con cada etapa de enjuague numerada.
- ❖ Criterios de calidad de lavado de cada una de las etapas de lavado y del sistema de lavado en su totalidad.
- ❖ Aporte de agua de lavado para cada etapa (p.ej. l/h).
- ❖ Vertido de agua de lavado residual de cada etapa (p.ej. l/h).
- ❖ Concentración de los compuestos más importantes (metales pesados,) del agua de lavado en cada una de las fases de lavado.

A continuación se informa de un modo más sencillo de obtención de los principales datos:



- La composición del baño y la concentración de los compuestos básicos puede obtenerse a través del suministrador de productos químicos, en caso de no poseer la analítica periódica habitual.
- La evaporación del baño de proceso puede establecerse empíricamente midiendo durante un periodo de tiempo determinado (2 semanas p.ej.) los volúmenes de reposición necesarios para mantener el nivel de los baños. Se recomienda establecer la tasa de evaporación para dos estaciones diferentes (invierno y verano p.ej.), obteniendo así un valor representativo. La cantidad que se añade para mantener el nivel equivale a la cantidad de agua evaporada y es convertible en una unidad adecuada (l/h p.ej.).
También puede estimarse la cantidad de líquido evaporada con ayuda de los ratios de evaporación específica. Para ello debe conocerse la temperatura del baño de proceso ($^{\circ}\text{C}$), la superficie del baño (m^2) y la velocidad del aire aspirado (m/s) directamente sobre la superficie del líquido. Esta puede medirse p.ej. con un pequeño anemómetro de molinete.
- Por arrastre se entiende el volumen de baño adherido a las piezas (o incluso bastidores y tambores). El arrastre específico por m^2 de superficie de pieza, bastidor o tambor puede establecerse cerrando una etapa de lavado de volumen conocido y dejando pasar un número definido de bastidores o tambores con una selección de piezas representativo.
Determinado el parámetro a analizar (metal pesado,) y conociendo su concentración en el baño se cierra el aporte agua de la primera posición de lavado (de volumen conocido) y se deja pasar una serie de bastidores o tambores con piezas representativas de superficie (o masa en tambor) conocida. El incremento de la concentración en el lavado cerrado permite determinar el volumen arrastrado en función de la concentración del baño por una simple regla de tres
- El criterio de calidad de lavado de una sola etapa puede establecerse de dos modos. El más sencillo es a partir del caudal de agua de lavado Q y del volumen de arrastre V ($CL_i = (Q+V)/V$). En caso de que se conozca la concentración en equilibrio (c_i) puede también establecerse a partir de la concentración de la posición anterior (c_{i-1}) ($CL_i = c_{i-1}/c_i$)
- El criterio global de calidad de lavado puede establecerse a partir de la concentración en el baño (c_o) y en la última etapa de lavado (c_n): ($CL = c_o/c_n$)
. Una vez que se conocen los criterios de calidad de lavado de cada una de las fases de lavado se obtienen el criterio global de lavado multiplicando los criterios de lavado particulares: ($CL = CL_1, CL_2, \dots, CL_n$). El criterio de calidad de lavado de los lavados en cascada puede calcularse mediante la ecuación del lavado en cascada ($CL = [(1+Q) / V]^n$)
- Para averiguar los aportes o caudales de agua de lavado se recomienda la instalación de un caudalímetro (o incluso un rotámetro). En ocasiones, y en función del tipo de instalación, se pueden medir los caudales de agua

residual recogiendo los mismos en un cubo de volumen definido en un plazo de tiempo cronometrado. Otro método empleado consiste en vaciar con rapidez parcialmente una posición de lavado, medir el nivel de agua en la cuba de volumen conocido y medir al cabo de un tiempo definido el incremento de nivel.

8.2.1.6 Diagrama del módulo de operación analizado (situación actual)

Para aquellos módulos de operación para los cuales se pretenda evaluar medidas de minimización se elaborará un diagrama de módulo ampliado. En el mismo se anotarán todos los datos de proceso y los balances de materias y aguas recogidos durante la recopilación de datos anterior.

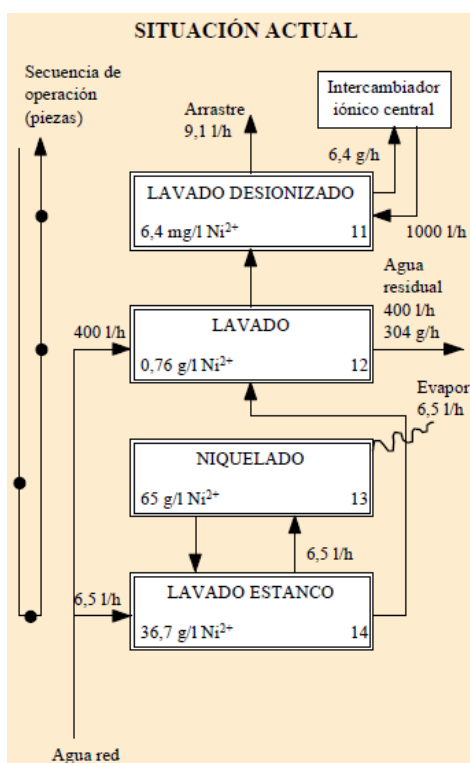


Figura 17 Ejemplo de un diagrama de módulo de operación

8.2.1.7 Balance de materias (metal a depositar)

Resulta conveniente efectuar, si es posible, un balance anual de metal a depositar. Para ello se averiguan en primer lugar las cantidades añadidas al módulo de operación en cuestión como ánodos y sales. La manera más sencilla es inspeccionando la documentación relativa a su compra en un período de balance de un año. Si se quiere ser preciso es necesario tener en cuenta las existencias en almacén; la cantidad añadida será: cantidad comprada-variación de stock.

El metal tiene varios destinos diferentes. La mayor parte, por lo general, se deposita sobre las piezas. Una parte importante se pierde a través de las aguas de lavado que se vehicula al sistema de tratamiento. Un menor porcentaje se elimina en caso de que se desechen baños o semiconcentrados. Las cantidades de metal perdidas en



filtraciones, contactos o lodos anódicos no suelen tener relevancia.

Una vez obtenidos los datos sobre el destino de metal consumido puede determinarse el porcentaje de metal perdido, así como el utilizado para el recubrimiento de las piezas.

Resulta recomendable elaborar un gráfico para visualizar mejor los porcentajes (p.ej. como los diagramas de sectores). Dividiendo la cantidad de metal depositada sobre las piezas (determinable a través del peso antes y después del recubrimiento) entre el consumo del mismo, se obtienen el grado de aprovechamiento del metal, que puede servir para medir el grado de eficacia en la utilización de la materia prima.

8.2.2 Evaluación de medidas de minimización (situación propuesta)

8.2.2.1 Primera selección de potenciales medidas de minimización

Una vez concluido el inventariado de la línea de recubrimientos y de los módulos de operación seleccionados debe procederse a verificar para cada módulo las posibilidades de aplicación de medidas de minimización. Para ello se recomienda seguir, por el mismo orden, los siguientes pasos:

- Minimización del arrastre mediante una reducción de la concentración en el baño de proceso.
- Minimización del arrastre mediante optimización del escurrido.
- Adaptación del criterio de calidad de lavado a las necesidades realmente requeridas.
- Optimización de la técnica de lavado.
- Devolución parcial o total de los electrolitos arrastrados al baño por devolución directa para reposición pérdidas evaporación, devolución parcial por inmersión previa y posterior en lavado estanco o por devolución indirecta).
- Medidas para la recuperación interna de residuos valorizables externamente.

La rentabilidad de las medidas citadas disminuye por lo general por el mismo orden en que aparecen en la lista, aunque se recomienda verificarlo en cada caso particular.

Las hojas relativas a los datos de proceso permiten valorar en una primera aproximación la viabilidad de las medidas de minimización de residuos arriba mencionadas. En el ítem 8.2.3 se expone el uso pormenorizado que se puede hacer de ellas.

8.2.2.2 Comprobación de la compatibilidad de las medidas con el conjunto de la línea

Las modificaciones en un módulo de operación suelen repercutir frecuentemente sobre otras operaciones de la línea. En ese sentido es absolutamente indispensable examinar las posibles repercusiones que las medidas de minimización propuestas pudieran tener sobre la línea de recubrimientos en cuestión (p.ej. disminución de la

capacidad de producción, necesidad de agua desionizada), sobre otras líneas de la empresa o sobre el sistema general de tratamiento de aguas residuales.

Al examinar los potenciales de minimización es importante tener en cuenta, que la aplicación de esas medidas no desplace el problema medioambiental de un medio a otro (p.ej. del agua al aire de aspiración).

8.2.2.3 Diagrama de módulo de operación analizado (situación propuesta)

Al igual que para la situación actual del módulo de operación debe elaborarse también un diagrama del módulo de operación para la situación propuesta, en el que figuren las medidas de minimización seleccionadas, así como las modificaciones de composición, concentración, caudales y cargas contaminantes.

Se recomienda presentar el diagrama del módulo de operación de la situación propuesta junto al de la situación actual para poder valorar comparativamente las mejoras.

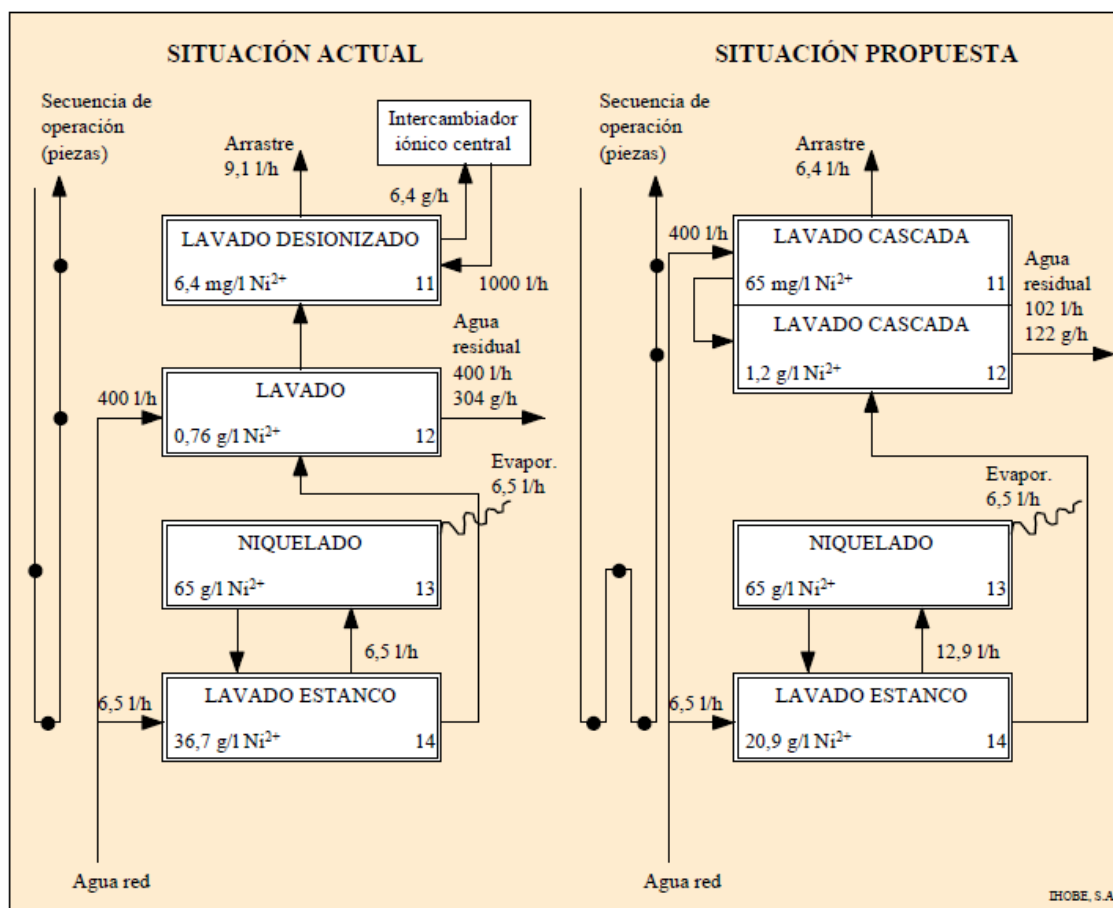


Figura 18 Modificación de la técnica de lavado e incremento de la recuperación de electrolito arrastrado por inmersión previa al niquelado en el lavado estanco de recuperación

8.2.2.4 Determinación de los potenciales de minimización



Sobre la base de los datos recogidos en las hojas de datos de proceso pueden estimarse los potenciales de minimización y derivados de la implantación de las medidas propuestas. Para ello deberán tenerse en cuenta los siguientes efectos de reducción:

- Reducción de las pérdidas de electrolito o baño.
- Reducción del consumo de agua.
- Disminución de la carga contaminante que genera lodos en el tratamiento (metales, sulfatos,...).
- Reducción del consumo de productos químicos para la detoxificación (bisulfito, hipoclorito,...).
- Disminución de la necesidad de sosa y de floculante.

Las medidas de minimización hacen necesario consumir, en algunas ocasiones, productos y energías adicionales, entre las cuales destaca:

- Consumo de energía para equipos auxiliares de minimización (filtración, aire a presión de duchas, evaporadores atmosféricos,...).
- Consumo de productos auxiliares para el mantenimiento y la limpieza de baños y electrolitos (filtros, carbón activo).
- Consumo de productos químicos adicionales para los equipos de minimización (p.ej. ácidos y álcalis para la regeneración de equipos de intercambio iónico).
- Mayor necesidad de agua desionizada o desmineralizada.

En caso de que haya varias alternativas para la minimización pueden establecerse prioridades medioambientales en base a los potenciales de minimización alcanzables y, sobre todo, a la sencillez de la medida. Es importante señalar, que de la situación propuesta derivada de la aplicación de las medidas de minimización pueden generarse nuevos tipos de residuos, aguas residuales y emisiones respecto a la situación actual.

8.2.2.5 Valoración económica

Las repercusiones económicas de las medidas de minimización tienen una importancia capital para las empresas del sector de recubrimientos electrolíticos. En base a los potenciales de minimización estimados y una vez averiguados los precios de los diferentes conceptos a reducir (electrolitos, agua,...) debe efectuarse una comparación económica entre la situación actual y propuesta que incluya:

- Inversiones (incluidos el montaje, la colocación de tuberías, así como instrumentos de control,...)
- Coste de financiación de la inversión.
- Costes de mantenimiento de los equipos de minimización.
- Costes por consumo de materias primas y auxiliares, agua y energía.
- Reducción del coste de tratamiento de las aguas residuales.
- Reducción del coste de gestión de residuos (incluido el transporte).
- Ingresos por venta de productos recuperables.
- Canon de vertido de aguas residuales.
- Costes de personal.



8.2.2.6 Toma preliminar de decisiones

Aún y cuando una medida de minimización sea técnicamente viable y económicamente rentable no siempre se implanta en la práctica, puesto que existen factores adicionales que inciden sobre una toma de decisión que implique una optimización ambiental con o sin inversión.

Entre estos factores destaca la presión y el control sobre el cumplimiento de la normativa medioambiental, el grado de desarrollo de una práctica o tecnología y por consiguiente el riesgo técnico, la confianza de la empresa en el éxito de las medidas, la falta de personal técnico adecuado en el taller.

Por ello, se recomienda establecer una priorización de medidas de minimización, no sólo realizada en base a las mejoras ambientales y los beneficios económicos, sino incluyendo también las peculiaridades de la empresa como criterio decisivo para la toma de decisiones preliminar.

8.2.3 Ayuda operativa “hojas de datos de proceso”

Se ha desarrollado una ayuda operativa que permite recoger y documentar los datos relevantes de un módulo de operación, así como elaborar propuestas iniciales de minimización. Esta ayuda estandarizada no es sin embargo suficiente para concebir un concepto de minimización que contemple todas las particularidades de la empresa. Los datos de proceso están divididos en 8 bloques temáticos:

1. Etapas del módulo de operación a estudiar (situación actual)
2. Composición del baño o electrolito
3. Tiempo de escurrido sobre el baño
4. Arrastre del baño o electrolito a los lavados
5. Devolución de electrolito arrastrado al baño (situación actual)
6. Evaporación del baño
7. Criterio de calidad de lavado
8. Volumen de agua de lavado frente a la evaporación. Cálculo comparativo en base a lavados en cascada

8.2.3.1 Modo de utilización de Hojas de datos de proceso

• Etapas del módulo de operación a estudiar (situación actual)

En este bloque se nombran las etapas de proceso que integran el módulo de operación. El número de etapa de proceso se obtiene del diagrama de la línea de proceso (situación actual). Para las etapas de lavado se recomienda calcular, en base a las indicaciones aportadas en el ítem 8.2.1, los criterios de calidad de lavado específicos. Por lo general puede establecerse el criterio de lavado a partir de la cantidad de agua de lavado y del arrastre.



N° de posicion	Denominacion de la etapa	Obervaciones
25-30	Baños de cinc	
24	Lavado-recuperacion	
23	Lavado	

Figura 19 *Posición del modulo de la operación a estudiar (situación actual)*

Composición del baño o electrolito

En este bloque se anotan la composición del baño, las concentraciones de sus diferentes componentes, así como su función en el proceso de recubrimientos electrolíticos. Estos datos sólo se conocen por lo general de manera parcial. En caso necesario se debe intentar obtener los datos del fabricante o suministrador del baño de proceso. Es absolutamente necesario indicar la concentración de los iones metálicos y del resto de los componentes importantes para el agua residual.

En este bloque debe averiguarse también, si la reducción de la concentración en el baño (minimización de las cantidades de sustancias arrastrada) no repercute negativamente en la calidad del recubrimiento y si es posible devolver el electrolito por lo que respecta a su composición. Estas informaciones pueden obtenerse del suministrador del baño. En este contexto debe investigarse también, qué medidas de regeneración y/o limpieza del baño serían necesarias en caso de que se devolviera en gran medida el electrolito, para eliminar así acumulaciones de sustancias contaminantes procedentes de otros módulos de operación o de la degradación de aditivos del baño.

Compuesto	Concentracion	Observaciones
Cloruro de cinc	35 g/l de cinc	
Cloruro potasico	140 g/l de cloruo (total)	
Acido borico	25 g/l	Tamponante (control de Ph)

Figura 20 *Composición del baño o electrolito*

Tiempo de escurrido sobre el baño

En primer lugar hay que identificar aquella operación de la línea analizada que limita la producción. Para ello se recopilan los tiempos de inmersión (u operación) (incluidos la extracción y el escurrido) de todos los baños de la línea. Cuando existen varias posiciones de una misma operación, deberá dividirse el tiempo de inmersión entre el número de posiciones utilizadas. En caso de que la línea de recubrimientos esté funcionando a plena capacidad y de que no debe reducirse el mismo, será la operación de tiempo de inmersión más larga la que determine el límite máximo disponible para el escurrido sobre el baño.

Sustrayendo el tiempo de inmersión de la operación (sin escurrido) analizada, del tiempo de inmersión de la operación limitante (con escurrido) de producción se determina el máximo de tiempo de escurrido disponible.



El tiempo de escurrido se ve limitado no sólo por la operación de la línea limitante de la producción. Un tiempo de escurrido excesivo puede provocar un secado de la solución sobre las piezas (p.ej. en baños trabajando en caliente), o una pasivación. Ambas circunstancias van en detrimento de la calidad.

El secado de solución y la pasivación son asimismo efectos que limitan el tiempo de escurrido disponible, por lo que éste deberá resultar de un compromiso que incluye los tiempos disponibles (producción) y la calidad (secado y pasivación).

En caso de que sea la propia operación la limitante de la capacidad de producción será posible prolongar el tiempo de escurrido, si puede reducirse el tiempo de inmersión sin perjuicio de la calidad.

La manera más segura de determinar la minimización del arrastre una vez prolongado el tiempo de escurrido es la vía empírica.

Concepto	Valores	Observaciones
Cual es, de toda la línea, la operación limitante para la producción	cincado	
Duración de la operación limitante para la producción (incluido el escurrido)	3.605 seg	Valor medio
Duración de la operación del módulo estudiado (sin escurrido)	3.6	
Tiempo de escurrido tras el baño de proceso (estado real)	5 seg	extracción incluida
Tiempo máximo de escurrido posible tras la operación estudiada sin reducción de la producción	10 seg	dada la desproporción entre el tiempo de tratamiento y el de escurrido, un ligero incremento de este, sería inapreciable en el rendimiento
Tiempo máximo de escurrido posible tras la operación estudiada sin perjuicio de la calidad (pasivación, secado)	25 seg	
Tiempo de escurrido tras la operación estudiada (situación propuesta)	10 seg	
Minimización del arrastre del baño de proceso	aprox 20 seg	Estimado

Figura 21 *Tiempo de escurrido sobre baño*

Arrastre del baño o electrolito a los lavados

En primer lugar se anotan los arrastres específicos en la situación actual y la propuesta. Con ayuda de la producción (p.ej. m² de superficie de pieza/h, bastidor/h, tambor/h) puede calcularse el volumen arrastrado por hora (l/h).

De la concentración en el baño y del volumen arrastrado resulta la cantidad de carga contaminante arrastrada (p.ej. g/h de metal de recubrimiento). En la medida en que pueda reducirse la concentración sin perjuicio de la calidad del recubrimiento deberá anotarse ese valor para la situación propuesta.



Parametro	valores		Observaciones
	Situacion actual	Situacion propuesta	
Arrastre especifico	0.9 l/bastidor	0.72 l/bastidor	Valor real establecido experimentalmente
Produccion	6 bastidores/h	Idem	media anual
Arrastre horario	5.4 l/h	4.32 l/h	establecido a partir del arrastre especifico velocidad de paso
Concentracion en el baño	35 g/l de Zn	Idem	Valor real
Arrastre de carga contaminante	189 g/h de Zn	151.2 g/h de Zn	Establecido a partir de las concentraciones y del volumen de arrastre

Figura 22 Arrastre de baño o electrolito a los lavados

Devolución de electrolito arrastrado al baño (situación actual)

En muchas empresas se compensan las pérdidas por evaporación del baño con el agua de lavado procedente de la primera etapa de lavado. De esta forma se devuelven sustancias o electrolito al baño. Otro método habitual de devolución es la inmersión previa y posterior en un lavado estanco. La eficacia de devolución puede calcularse a partir de la carga arrastrada del baño y de la cantidad de carga devuelta. Esta última se calcula a partir del volumen de agua de lavado devuelto y de la concentración de la carga en esta agua de lavado.

A menudo, la devolución total de los componentes del electrolito no constituye una opción económicamente interesante para la minimización de residuos, sobre todo cuando la eficacia de devolución en la situación actual ya es bastante elevada. Conviene examinar en cada caso concreto si la situación actual es óptima y si las alternativas de minimización aún son económicamente viables.

Parametro	Valores	Observaciones
Volumen de agua de lavado de devolucion	0.1 l/h	No se restituye
Concentracion en el agua de lavado devuelta	-	
Cantidad de carga devuelta	0 g/h	
Eficacia de devolucion	0%	

Figura 23 Devolución de electrolito arrastrado al baño (situación actual)

Evaporación del baño

La cantidad de baño evaporado constituye una magnitud importante para la elaboración de un concepto de minimización.

En ocasiones (desengrases) en la que es rentable concentrar las aguas de lavado para su devolución al baño, podrá cerrarse completamente el ciclo de lavado del módulo de operación correspondiente, aún y cuando deberá tenerse en cuenta la especial atención que deberá prestarse al mantenimiento y regeneración del baño.

El volumen de evaporación puede incrementarse en relación a la situación actual mediante el aumento de la temperatura y/o de la potencia de aspiración. La conveniencia tanto ecológica como económica (consumo energético) de estas



medidas deberá examinarse en cada caso concreto.

Parametro	Valores Situacion		Observaciones
	Actual	Propuesta	
Temperatura del baño de proceso	30°C	Idem	
Velocidad de aspiracion sobre el baño	0.3 m/s	Idem	No se aspira
Ratio de evaporacion especifica	0.4 l/h m ²	Idem	Valor empirico
Superficie baño	10.5 m ²	Idem	
Evaporacion horaria	4.2 l/h	Idem	Valor empirico

Figura 24 *Evaporación del baño*

Criterio de calidad de lavado

Las experiencias prácticas realizadas en empresas, han mostrado que las concentraciones en la última etapa de lavado son excesivamente bajas. Los suministradores de los baños pueden informar acerca de si esos elevados criterios de calidad de lavado son necesarios para asegurarse la calidad de la siguiente operación o si por el contrario son tolerables contenidos más elevados de carga contaminante en la última etapa de lavado.

A menudo puede incrementarse la concentración de la última fase de lavado sin peligro para la siguiente operación, reduciéndose así el criterio de calidad de lavado necesario. El criterio de calidad de lavado propuesto es un parámetro importante a la hora de dimensionar y optimizar la técnica de lavado de un módulo de operación.

Parametros	Valores Situacion		Observaciones
	Actual	Propuesta	
Concentracion en el baño de proceso	35 g/l de Zn	Idem	
Concentracion en la ultima etapa de lavado	0.086 mg/l	35 mg/l	Valor real y valor estimado como aceptable para este tipo de procesos
Criterio de calidad de lavado	400	1000	Valor actual calculado a partir del arrastre y el caudal de lavado, valor deseado a partir de las concentraciones en baño de proceso y en ultima cuba de lavado

Figura 25 *Criterio de calidad de lavado*

CAPITULO IV

9 INVENTARIADO DE LA SITUACION ACTUAL

9.1 Descripción de las distintas operaciones y procesos

9.1.1 Introducción

Un sistema de escape de automóvil y de motocicleta es una pieza cuyo fin es permitir la salida de los gases quemados en la combustión (para dejar entrar a los cilindros gases nuevos y frescos), enfriándolos para que terminen su expansión, de esta manera se logra que los gases salgan con una presión y ruidos menores.

El sistema de escape de una moto está formado básicamente por dos componentes:

- Salida de motor: Lleva los gases desde el cilindro del motor hasta el silenciador del sistema de escape. La salida de motor está formada por uno o más tramos de caños curvados, que pueden tener distintos diámetros (curva y antecurva).

La salida de motor en uno de sus dos extremos posee una brida mediante la cual se une el sistema de escape con la lumbrera de salida de gases del cilindro. El otro extremo de la salida de motor se encuentra unido mediante un cordón de soldadura al silenciador del sistema de escape.

- Silenciador: Su nombre se debe a su misión la cual es disminuir los decibeles que genera la explosión del motor. Generalmente está conformado por una estructura cilíndrica u ovalada de chapa, que posee en su interior un caño interno agujereado rodeado de lana de vidrio bien comprimida. El silenciador tiene soldado en su exterior un soporte de chapa gruesa, para ser sujetado al chasis de la moto

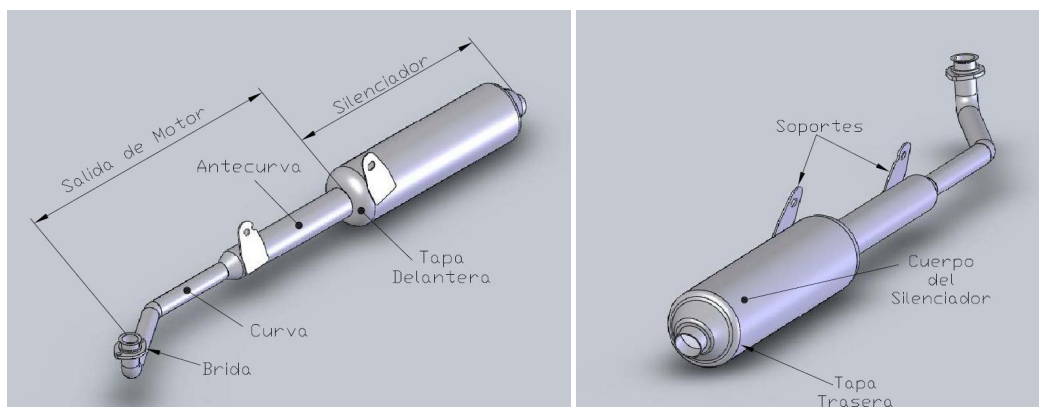


Figura 26 Croquis de sistema de escape tradicional.



9.1.2 Operaciones

El proceso de producción de los sistemas de escape para automóvil y motocicleta es similar entre sí, interviniendo prácticamente las mismas maquinas, herramientas y las mismas materias primas e insumos productivos.

A continuación se detallan las distintas operaciones de fabricación común para un escape de moto y automóvil, indicando, cuando existan las diferencias entre ambos procesos de producción.

Corte del caño: El insumo caño tubo redondo (laminado en frío) llega del proveedor siempre en la forma de 6 metros de largo, y se usan distintas medidas de diámetros de caño para los distintos modelos de escapes. Generalmente los escapes de autos contienen caños de más pulgadas de diámetro que los escapes de moto. La sierra es la maquina que corta los largos que se va a necesitar para los distintos modelos.

Doblado de caños: El doblado se realiza justamente en la maquina dobladora de caños, donde se puede elegir los distintos ángulos de doblado.

Desbocado del caño: La aboquilladora es una máquina que agranda el diámetro del caño en un extremo del mismo, la operación se llama aboquillado o bien desbocado.

Cribado del caño: La cribadora es una máquina que realiza una forma de agujereado del caño en forma de espiral. Generalmente esta operación se realiza en los caños interiores, que van dentro del silenciador de un escape. Este caño interior está rodeado por lana mineral o lana de vidrio la cual se usa para disminuir los ruidos.

Corte de chapa: Se realiza en la guillotina, aquí se obtienen los recortes de chapa necesarios después para la realización del cuerpo del silenciador de los distintos modelos de escapes.

Estampado de chapa: el estampado se realiza en los balancines o bien en las prensas hidráulicas, con los recortes de chapa como insumo y con la ayuda de matrices se obtienen piezas estampadas que serán partes de un escape como ser: tapas de los silenciadores, soportes, bridas, etc.

Conformado de chapa: El conformado o enrolado de la chapa se realiza en la conformadora para lograr lo que se llama el cuerpo del silenciador.

Ensamblado del silenciador (cerrado de tapas): En esta operación se unen las distintas partes del silenciador: tapas, caño interior, separadores, cuerpo, lana de vidrio. La unión se realiza con soldadura y en los escapes de autos interviene una maquina llamada engrafadora, la cual básicamente adhiere las tapas al cuerpo del silenciador.



Soldado: La operación de soldado se realiza en distintas fases del proceso y cumple la función de unir las distintas partes que contiene un escape.

En Latina industrial S.A., los escapes de autos son soldados por un operario de manera casi artesanal. Los escapes de motos son soldados con la ayuda de distintas maquinas y en especial con la de un brazo robot, lo que disminuye considerablemente los tiempos de fabricación.

Barnizado y Pintado: el barniz y la pintura se le aplican a los modelos de escapes para auto y su fin es básicamente evitar una futura corrosión.

Pulido: La operación de pulido se realiza únicamente para la fabricación de escapes para motos. Esta operación es manual. Se realiza pasando las piezas manualmente sobre discos de paño, bandas o cepillos rotativos sobre los que comúnmente se agregan abrasivos.

Niquelado y cromado: La operación de niquelado y cromado se realiza únicamente para la fabricación de escapes para motos.

En el cromado decorativo la capa depositada sobre una capa anterior de níquel, es muy delgada, del orden de 0,0003 mm; dando un aspecto espejado a la pieza protegiéndola además de la corrosión.

El proceso de electrodeposición de niquelado y cromado decorativo requiere siempre de operaciones previas para eliminar la suciedad, óxidos e imperfecciones que interfieren con la calidad de la terminación (pulido, desengrases, decapados, activados).

Las piezas se recubren con delgadas capas de níquel y cromo que le otorgan al caño de escape propiedades mecánicas como anticorrosivas y decorativas respectivamente. Para ello se sumergen en una cuba que contiene un baño específico para cada proceso electrolítico (solución acuosa de sulfato de níquel y de ácido crómico respectivamente).

Por acción de una corriente eléctrica y reacciones de oxido-reducción el metal que se encuentra en solución migra y se deposita sobre las piezas.

Las piezas cromadas luego se someten a una secuencia de lavados y enjuagues con el fin de evitar el arrastre de material componente del baño hacia otros sectores productivos.

A continuación se exponen los diagramas de bloques que muestran las líneas productivas más significativas de la empresa:

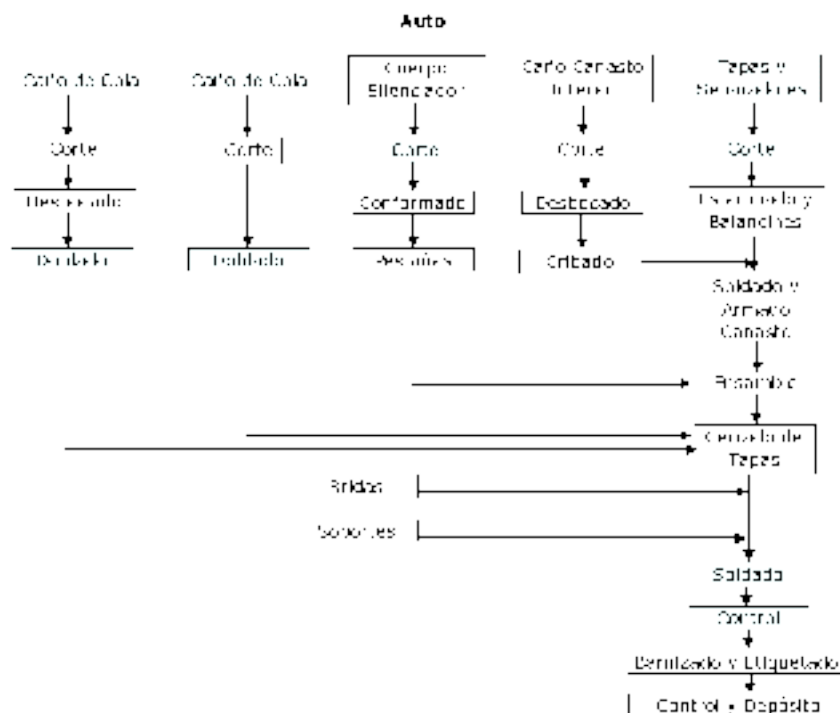


Figura 27 *Elaboración de caños de escapes para auto*

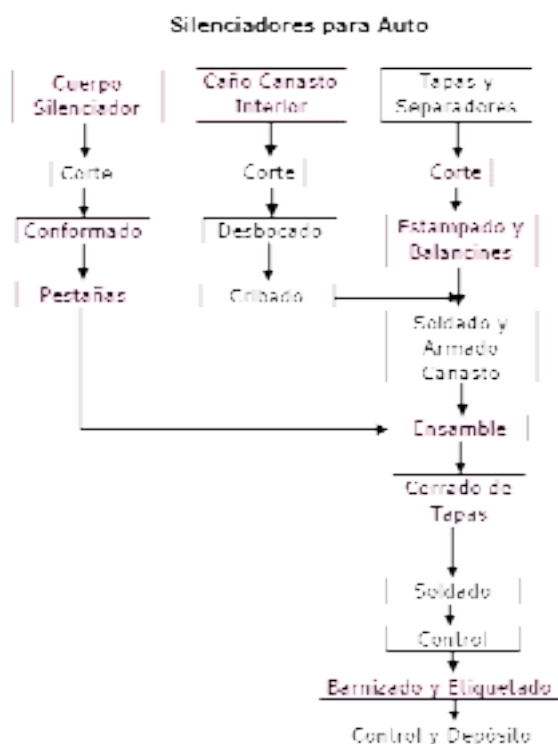


Figura 28 *Elaboración de silenciadores para auto*

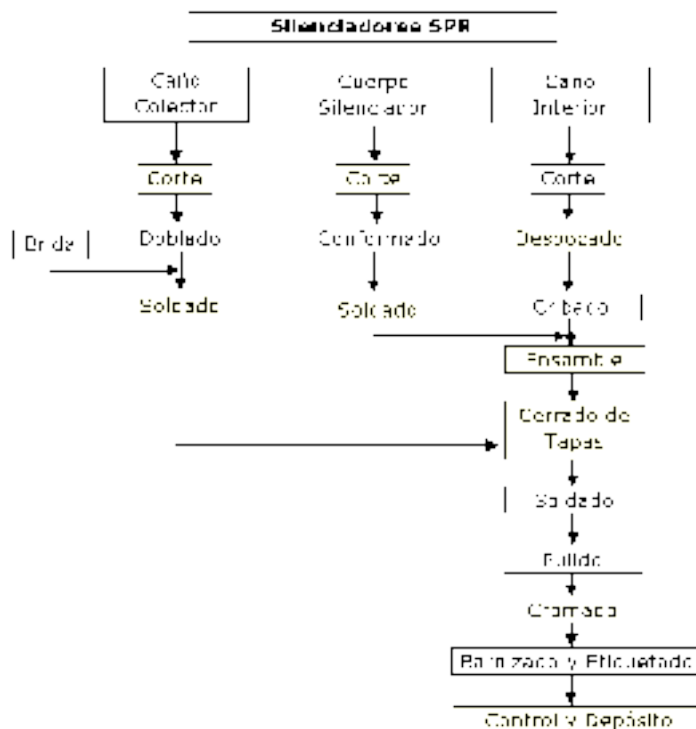


Figura 29 *Elaboración de escapes SPR*

9.2 Descripción del proceso de cromado decorativo

La primera operación de este proceso comienza cuando el operario del sector de Galvanoplastia inspecciona que el escape esté perfectamente pulido. Una vez superada la inspección se coloca un peso (una barra cilíndrica de plomo) dentro del silenciador, que actuara de contrapeso para que el escape quede sumergido en los baños evitando así el principio de empuje sobre cuerpos sumergidos. A continuación se coloca dos tapones de goma que cierran herméticamente a presión tanto la salida de gases del silenciador como el extremo de la salida de motor por donde entran los gases del cilindro. La finalidad de los tapones es la de no permitir que los líquidos de los baños penetren en el interior del sistema de escape, lo que ocasionaría que la lana de vidrio se moje produciendo una pérdida de las prestaciones del producto.

Colocados el contrapeso y ambos tapones de goma, se acopla el sistema de escape a un dispositivo llamado ganchera. Este acople se realiza a través del soporte del escape y el agujero que tiene la ganchera, mediante tuerca y bulón con la ayuda de una llave del tipo T, debiendo la ganchera y el escape quedar en forma perpendicular entre ambas.

Las gancheras están fabricadas de cobre y recubiertas con un polímero para evitar que se le adhieran los químicos de los baños. Estos dispositivos poseen en su extremo la forma necesaria para ser colgados en las barras conductoras de los baños electrolíticos. Para un buen contacto entre la ganchera y la barra conductora de los baños es necesario el uso del contrapeso indicado anteriormente, que se seleccionara en función de las dimensiones del escape, ya que la fuerza de empuje varía según esta.



Las operaciones de: colocar contrapeso, tapones y acoplar ganchera al escape, son realizadas por el operario en la mesa de preparación o ensamble, donde en un panel frontal se encuentran todos los elementos mencionados, como ser diferentes medidas de tapones según el modelo de escape, y además las herramientas necesarias para realizar el trabajo, por ejemplo diferentes tipos de tuercas y bulones.

Debemos aclarar que el escape Spr varía de un modelo de moto a otra en cuestiones como ser:

- Largo y ancho del silenciador
- Diámetro de los caños usados para la salida de motor
- Diámetro de caño interior

Una vez que se le acoplan al escape los tres elementos mencionados, ya se está en condiciones de comenzar el proceso de cromado decorativo, entonces el operario lo sujeta por medio de la ganchera y lo sumerge en un baño de desengrase (Op. 1) donde utiliza una esponja para limpiar el escape en su totalidad, especialmente en las zonas difíciles, como por ejemplo en la unión entre soporte y silenciador, donde habitualmente existen restos de pasta de pulir.

Este baño de desengrase debe ser realizado en caliente, para lo cual se emplea un mechero ubicado debajo del mismo, y como el operario debe sumergir sus manos es necesario aquí y como en el resto del proceso el uso de guantes apropiados.

Luego del desengrase manual el escape se sumerge rápidamente en un nuevo enjuague (Op 2) para luego pasar al baño de desengrase electrolítico (Op. 3).

El cual consiste en someter las piezas, actuando como cátodos, en la acción de una solución alcalina. Las grasas saponificables son atacadas y saponificadas por la acción de la solución alcalina, y el hidrógeno originado en la electrólisis sobre el cátodo favorece que las grasas se liberen de la pieza. Con este sistema, también se desprenden los óxidos metálicos por su reducción a través del hidrógeno.

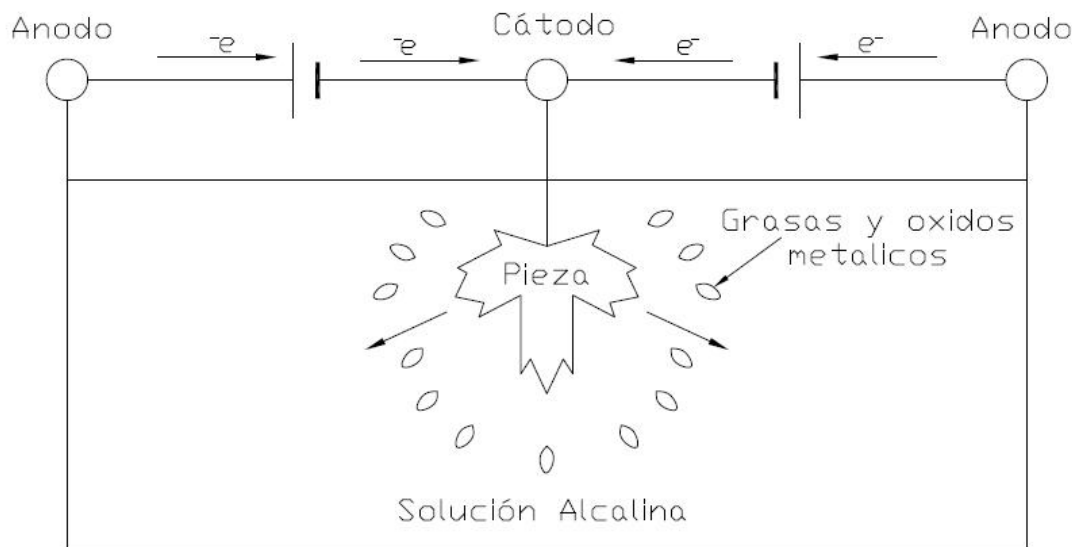


Figura 30: *Desengrase electrolítico*

Para ello la cuba posee tres barras conductoras sobre la que se hace circular corriente:

- Una barra o electrodo negativo (cátodo): de carga negativa ubicada en el centro de la cuba. Sobre la cual se cuelga la ganchera con el escape
- Dos barras o electrodos positivos (ánodos): de carga positivas y ubicadas en los extremos de la cuba

La operación dura alrededor de dos minutos y como en todos los baños del proceso de galvanoplastia la pieza debe estar completamente sumergida en el baño.

A continuación el escape es sometido a dos enjuagues (Op. 4 y 5), con agua corriente, limpia y fría, siempre sujetando desde la ganchera y sumergiendo el escape en su totalidad rápidamente.

Después de realizado el enjuague, se sumerge en agua acida (Op. 6), la cual se prepara diluyendo acido sulfúrico al 10%, se enjuaga otra vez en agua corriente (Op 7), y entonces, la pieza quedara preparada para continuar el proceso.

La inmersión en acido sulfúrico diluido, tiene la finalidad de evitar el transporte de residuos alcalinos a otros baños y es imprescindible su realización para obtener un neutralizado perfecto. Esta operación además, actúa como proceso superficial de activación.

La siguiente etapa corresponde al primer recubrimiento electrolítico que es el baño de níquel brillante (Op 8). Este tipo de soluciones contienen dos clases de agentes de adicción, los cuales son adicionados sobre una formulación típica llamada "Watts". Este baño incluye los siguientes componentes básicos:

- El sulfato de níquel: Es la fuente de iones y su concentración limita la densidad de corriente del baño.
- El cloruro de níquel: Incrementa la corrosión anódica (disolución del ánodo para formar iones de níquel), y la conductividad del electrolito.
- El ácido bórico: ayuda a producir depósitos más blancos, lisos y dúctiles.
- Agentes humectantes aniónicos (antipicaduras): Para obtener uniformidad en los depósitos.
- La primer clase de aditivos actúan sobre el depósito de níquel, consiguiendo un buen brillo y la segunda clase de agentes de adición son los denominados niveladores, ya que ellos actúan produciendo una superficie de depósito de mayor lisura.

El baño de níquel (65 g/l Ni) se realiza a una temperatura de 65°C y está contenido en una cuba, la cual se encuentra dentro de otra cuba más grande que contiene agua mantenida a unos 85°C, este sistema de una cuba dentro de otra no es otra cosa que un baño maría. La temperatura del baño es mantenida por un mechero ubicado debajo de la cuba.

La cuba de níquel posee al igual que la cuba del desengrase electrolítico tres barras conductoras de electricidad o electrodos:

- Una barra o electrodo negativo (cátodo): de carga negativa ubicada en el centro de la cuba. Sobre la cual se cuelga la ganchera con el escape
- Dos barras o electrodos positivos (ánodos): de carga positivas y ubicadas en los extremos de la cuba

Para un correcto funcionamiento del baño, se debe aplicar agitación catódica, (para obtener depósitos libres de picaduras y para trabajar con densidades de corrientes más elevadas), que consiste simplemente en un movimiento mecánico de oscilación horizontal (vaivén).

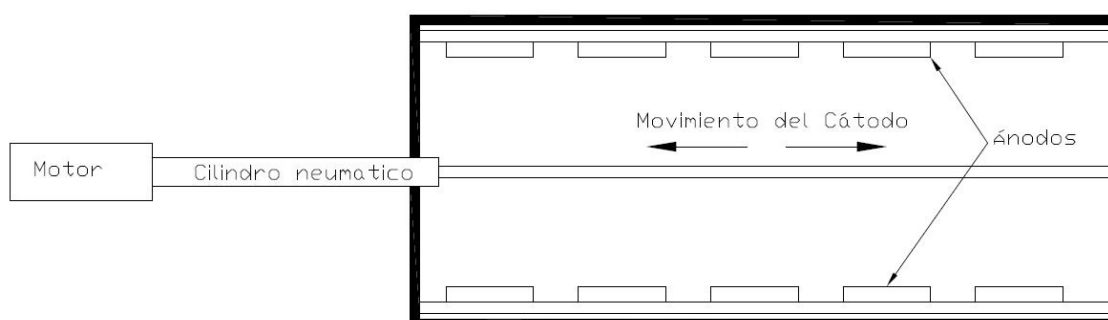


Figura 31: *Cuba de Níquel*

En proceso de niquelado consiste en colocar la ganchera en la barra del centro de la cuba (la del movimiento), asegurándose siempre de que el escape quede completamente sumergido en el baño. El proceso dura 15 minutos y este tiempo es controlado mediante un cronometro que acciona el operario mediante un pulsador,



cuando se cumple este se enciende una luz de color verde que se encuentra encima de la cuba del níquel y que es perceptible desde cualquier posición dentro del sector de galvanoplastia.

Se debe tener en cuenta que según las dimensiones de la cuba de níquel de Latina Industrial, solo es posible niquelar hasta dos escapes simultáneamente, ya que el escape es colocado longitudinalmente a la cuba, o sea queda ensamblado de forma perpendicular a la ganchara y si además consideramos un margen de distancia que necesitamos para que los dos escapes se muevan horizontalmente (por el movimiento del cátodo) a la cuba y no choquen contra las paredes de la misma es imposible colocar más de dos escapes simultáneos.

Una vez terminado el niquelado, se lleva el escape a un tanque de enjuague recuperador de níquel (Op 9), para después pasar a un enjuague con agua (Op 10). Que busca eliminar todo el exceso de níquel antes de pasar al segundo recubrimiento electrolítico que es el cromado decorativo (Op 11), llamado así cuando finas capas de cromo (aproximadamente 1 micrón) se depositan sobre cobre o níquel (aproximadamente 15 micrones) para mejorar el aspecto de algunos objetos. La razón por la cual las piezas deben recubrirse con cobre o níquel antes de ser cromadas se debe a que el cromo tiene poco poder cubriente, menos aun si las capas que se depositan son tan finas como una micra. Por ello las superficies a cubrir deben estar bien pulidas, brillantes y desengrasadas ya que el cromo no va a tapar ninguna imperfección.

El baño se mantiene a una temperatura de 50 °c gracias a un mechero colocado en la parte inferior de la cuba, el operario cuelga el escape por medio de la ganchara en la barra conductora del centro de la cuba y espera alrededor de 30 segundos, tiempo que controla por medio de un reloj analógico de buen tamaño colocado en la pared por encima de la pileta de cromo.

Una vez terminado el cromado el escape es sometido a tres enjuagues consecutivos (Op 12,13 y 14) que tienen por finalidad recuperar el cromo, el último de los cuales se encuentra a 45°C, porque permite que el escape se seque más rápido lo que evita que aparezcan manchas sobre la superficie de la pieza.

El secado de los escapes es realizado al aire libre para eso son colgados de una barra que se encuentran en la galería del sector de galvanoplastia que da al patio de la empresa. Una vez secados los tubos de escapes estos son inspeccionados por el operario en busca de manchas y quemadoras, separando aquellos que requieran retrabajo, como ser pulido o repetir el proceso de cromado. Aquellos que pasan la inspección son colocados dentro de un carro, poniendo por fila de 4 a 5 escapes y apilándolos hasta llegar al borde del carro, las filas van separadas por una plancha de tergopol. Una vez completado el carro este llevado al sector de embalaje de los tubos de escapes de motos que se encuentra en el nivel superior de la fabrica.

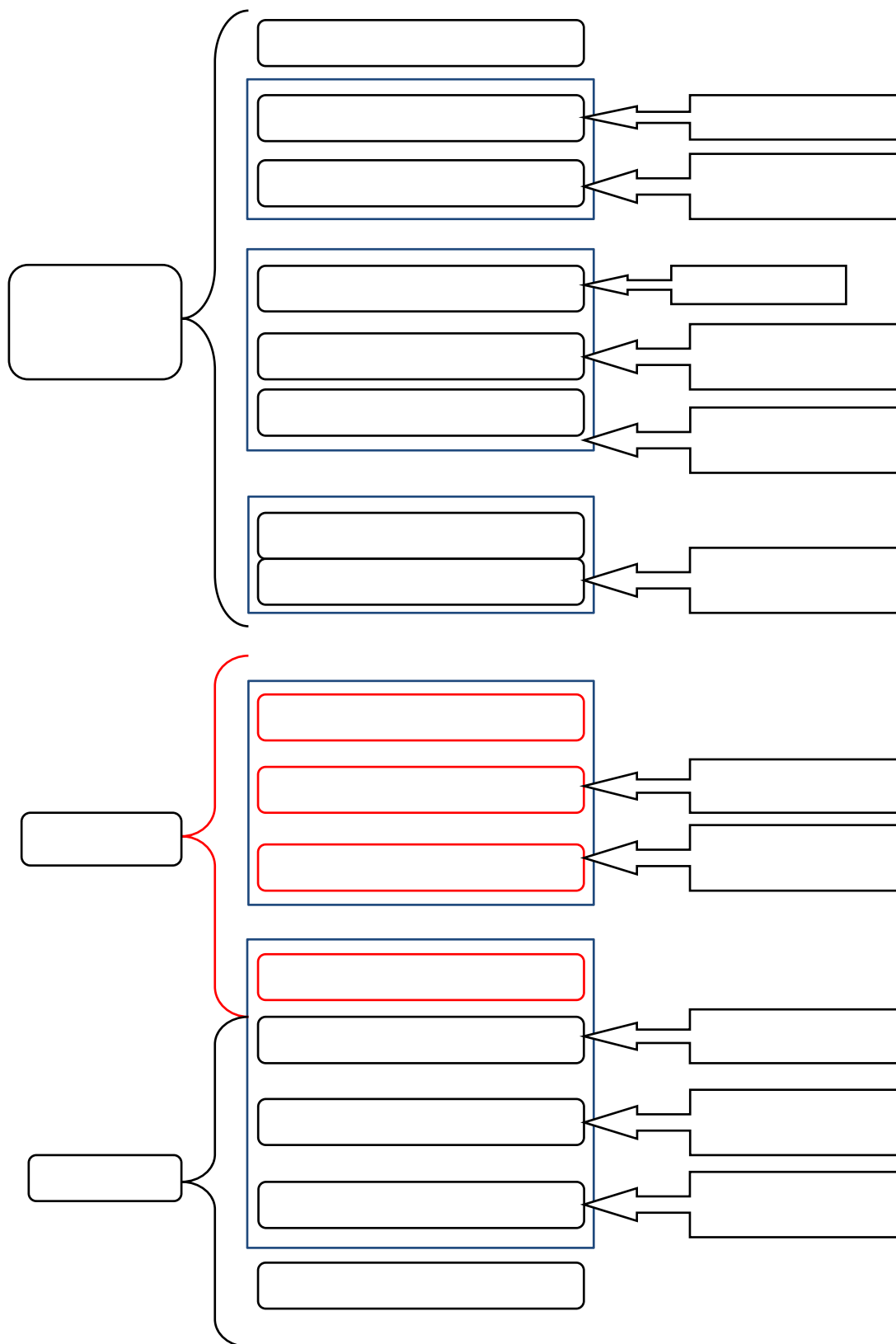
A continuación podemos observar el lay out del sector



LA 03



9.2.1 Esquema de la línea Niquelado-Cromo decorativo





9.2.2 *Calculo consumo Agua del sector de galvanoplastia*

Para obtener un consumo estimado del volumen de agua utilizado en el sector de galvanoplastia es necesario recopilar información sobre cada cuba.

9.2.2.1 *Recopilar información sobre:*

- Función en el proceso
- Dimensiones
- Temperatura del baño.
- Volumen de baño. Origen y destino.
- ¿Se renueva el baño? Con que frecuencia
- ¿Recibe tratamiento?
- Disposición final

En el anexo n°VI se encuentra toda la información relevada.

9.2.2.2 *Calcular Ratio de evaporación: (L/hora m²)*

A continuación se presentan los ratios de evaporación específica (l/h m² sup baño) en función de la temperatura del baño y velocidad de aspiración. Cuando no existe aspiración se considera V=0,3 m/s.

Tabla 7: *Ratios evaporación específica (l/h m² superficie baño)*

Temperatura (°C)	Velocidad de la corriente de aspiración				
	0.3 m/s	0.5 m/s	1 m/s	2 m/s	3 m/s
20	0.40	0.50	0.60	0.70	0.90
50	2.00	2.20	2.50	3.20	3.80
70	5.50	5.90	6.80	8.60	10.40
90	15.00	16.00	18.50	23.40	28.40

Para las siguientes cubas se obtiene:

Cuba	Función	Temp °C	Sup Baño m ²	Velocidad aspiración (m/s)	Ratio Evaporación L/h m ²	Evaporación L/h
A	Desengrase manual	45	0.54	0.3	1.73	0.93
C	Desengrase electrolítico	45	1.35	0.3	1.73	2.34
H	Níquel	65	2.50	0.3	4.63	11.58
I	Níquel (Baño maría)	85	0.10	0.3	12.63	1.32
L	Cromo decorativo	50	1.26	0.3	2.00	2.52
O	Enjuague (secado)	45	0.25	0.3	2.00	0.49



9.2.2.3 *Calculo de los arrastres*

Se procedió a relevar la información de las operaciones n°11, 12 y 13 para un lote de producción de 164 escapes.

Antes de iniciar el proceso de cromado se relevaron las siguientes variables:

←

--	--	--

Al finalizar la producción de 164 escapes para lo que se emplearon 20,5 horas, se repite la medición de las variables.

←

--	--	--

Analizando el lavado estanco de la operación n°12.

	Volumen Litros	Densidad		Masa Kg
		° Baume	CrO3 (g/L)	
Inicio	343,2	6	60	20,59
Final	350,2	6,15	61,5	21,54
Variación	7,04	0,15	1,5	0,95

Se determina:



➤ Arrastre específico:

- Por escape, expresado en Litros/escape

- Por metro cuadrado, expresado en Litros/m²

Área escape= 0,31 m² tiene un arrastre específico de 0,04 litros
1m²= tendrá un arrastre específico= (1m² x 0,04) / 0,31m²= **0,14 L/ m²**

➤ Arrastre Horario:

Producción= 8 escape/Hora

Arrastre horario= 8 Escapes/hora x 0,04 Litros/escape

Arrastre Horario= **0,34 Litros/horas**

➤ Arrastre de carga contaminante (gramo/litro):

7,04 litros de agua arrastran 0,95 kilogramos de CrO₃

1 litro de agua arrastra **134,63 gramos de CrO₃**

9.2.2.4 Volumen consumido de agua Modulo cromado

A partir de los datos aportados por la empresa sobre el volumen de producción de escape SPR durante los años 2009 y 2010. Consideramos que el sector necesita operar durante 139 días en jornadas de 12 horas para producirlos.

Datos	cantidad
Producción Horaria (escapes/hora)	8
Jornada laboral (horas/día)	12
Producción diaria (escapes/día)	96

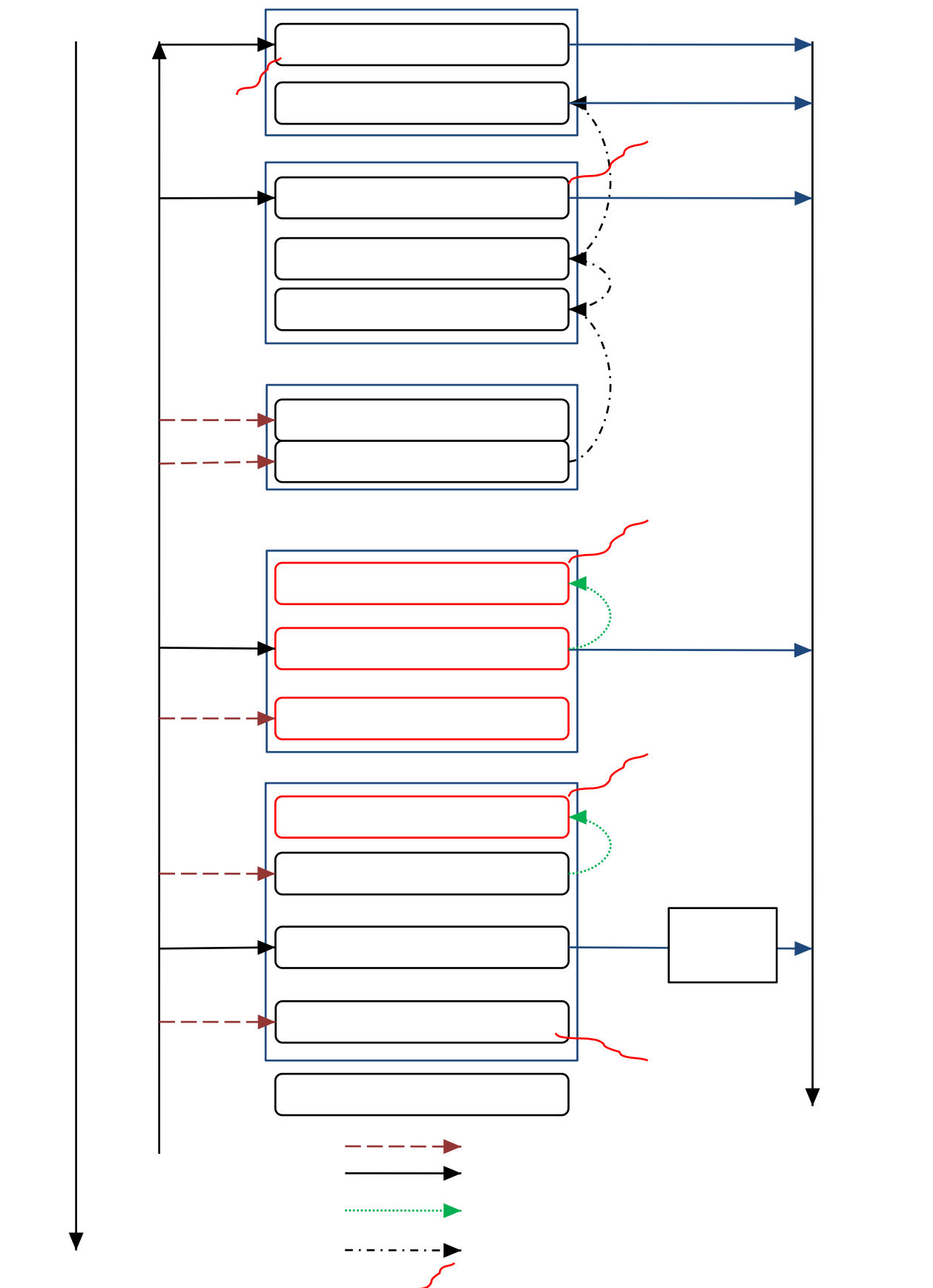


se usa para reponer el nivel de un baño.
 que es vaciada la cuba para renovar el enjuague o baño.
 horas x Ratio evaporación (L/h)
 por escape x producción diaria escapes
 x (Vol diario evaporación + Vol diario arrastre)
 x 7 o 14 días

Función	Volumen Cuba (L)	Evaporación (L/h)	Arrastre (L/escape)	Recupera	Se repone (días)		Volumen diario (litros) por		Volumen 14 días		Caudal L/H
					7	14	Evaporación	Arrastre	Subtotal	Total	
Desengrase en caliente	188.16	0.93	0.04	no	-	si	11.16	4.12	213.93	402.09	2.39
Lavado cascada nº1	562.00	0.00	0.04	no	-	si	0.00	4.12	57.69	619.69	3.69
Desengrase electrolítico	1380.67	2.34	0.04	no	no		28.08	4.12	450.81	671.72	4.00
Lavado cascada nº2	562.00	0.00	0.04	no	no		0.00	4.12	57.69	57.69	0.34
Lavado cascada nº3	562.00	0.00	0.04	no	no		0.00	4.12	57.69	57.69	0.34
Decapado	428.45	0.00	0.04	no	no		0.00	4.12	57.69	57.69	0.34
Lavado cascada nº4	443.76	0.00	0.04	no	no		0.00	4.12	57.69	57.69	0.34
Cubrimiento Niquel (Interior)	1626.89	11.58	0.04	no	no		138.96	4.12	2003.13	0.00	0.00
Cubrimiento Niquel (Exterior)	68.00	1.32	0.00	no	no		15.84	0.00	221.76	221.76	1.32
Lavado estanco nº1	420.02	0.00	0.04	si	si	-	0.00	4.12	2614.71	2614.71	15.56
Lavado estanco nº2	317.86	0.00	0.04	no	no		0.00	4.12	57.69	57.69	0.34
Cromado decorativo	703.14	2.52	0.04	no	no		30.24	4.12	481.05	0.00	0.00
Lavado estanco nº3	270.07	0.00	0.04	si	no		0.00	4.12	538.75	538.75	3.21
Lavado estanco nº4	700.32	0.00	0.04	no	-	si	0.00	4.12	57.69	758.01	4.51
Lavado estanco nº5	219.21	0.49	0.04	no	no		5.88	4.12	140.01	140.01	0.83
Total										6255.22	L/14 días
Q=										446.80	L/día
Q=										37.23	L/h



9.2.3 Flujo de aguas residuales









9.2.4 Datos de la producción

La producción de escapes es por lote, por lo tanto el sector de galvanoplastia no opera todos los días (Únicamente los modelos SPR necesitan ser cromados) o lo hace media jornada dependiendo de los compromisos asumidos.

Este sector está a cargo de dos operarios que pueden trabajar jornadas de 6 horas diarias, uno desde las 7 am hasta las 13 pm y el otro desde las 13 pm hasta las 19 pm. Esta política de trabajar en horario corrido se debe a que la producción en el sector alcanza su flujo máximo unos cuantos minutos después de iniciarse el turno de trabajo, es por esto que cortar la producción al mediodía requeriría otro periodo de alcance de producción máxima en el turno de la tarde.

Para ejemplificar esto tengamos en cuenta de cómo se dijo con anterioridad que se pueden niquelar dos escapes a la vez debido a las dimensiones del producto y de la pileta de níquel, y que el proceso de niquelado dura unos 15 minutos, tiempo durante el cual el operario debe mantenerse activo transportando de baño en baño otro escape. Entonces al comenzar un día de trabajo una vez que se llega con el primer escape al níquel es colgado en un extremo de la barra conductora y deben esperarse unos 7,5 minutos (la mitad de 15) para colocar un segundo escape al otro extremo de la barra, es así como se arrastrará en el resto del día este desfase, de modo que se niquelan dos escapes simultáneamente pero siempre desfasados en 7,5 minutos, este tiempo le permite al operario dar la vuelta entera al proceso en U y seguir con el resto de los enjuagues o baños.

De modo que cada 7,5 minutos se prende la luz del extremo de la barra que corresponda, que advierte así que es momento de sacar el escape ahí ubicado que ya se encuentra niquelado y colocar otro escape que está a la espera de ser niquelado que puede estar en reposo en el enjuague anterior al níquel por ejemplo.

El tiempo de escurrido actual sobre los baños es de 3 segundos, situándose el arrastre medio de los bastidores en 0,04 L/escape. Teniendo en cuenta que el rendimiento de la instalación es de 8 bastidores/h el arrastre horario asciende a 0,34 L/h, tal y como se observa en la Tabla siguiente

Tiempo Trabajo	12	Horas/día
Superficie especifica	0,31	m2 escape
Producción	8	Escapes/hora
Arrastre media carga	0,04	L/escape
Arrastre horario	0,34	L/Hora

En el anexo II se encuentra el cursograma analítico del material del proceso de cromado decorativo.



9.3 Materias primas e insumos.

9.3.1 Materias primas e insumos productivos

Sustancia	Composición Química	Consumo Anual	Característica de Peligrosidad	Estado Físico	Tipo de Almacenamiento
Acido Crómico	CrO ₃	200 Kg	Corrosivo, Nocivo	Sólido	Bidones/Tambores
Sulfato de Niquel	NiSO ₄	400 lts	Tóxico, Nocivo	Sólido	Bidones/Tambores
Aditivo para Ni	Alcoholes	130 lts.	No Peligroso	Líquido	Bidones/Tambores
Aditivo para Ni (Nivelac.30)	Alcoholes no Saturados sulfonados	470 lts.	No Peligroso	Líquido	Bidones/Tambores
Aditivo para Ni (Antipic.40)	Tensioactivos aniónicos	230 lts.	No Peligroso	Líquido	Bidones/Tambores
Acido Bórico	BO ₃ H ₃	50 Kg	No Peligroso	Sólido	Bidones/Tambores

9.3.2 Insumos no productivos

Sustancia	Composición Química	Consumo Anual	Característica de Peligrosidad	Estado Físico	Tipo de Almacenamiento
Acido Sulfúrico	H ₂ SO ₄ (75- 99%)	200 Kg	Corrosivo	Líquido	Bidones/tambores
Anodes	Mezcla semiseca de polvos	30 Kg	Cáustico	Sólido	Bidones/tambores
Imdes	Mezcla semiseca de polvos	40 Kg	Cáustico	Sólido	Bidones/tambores
Esmalte Sintpetico	Resinas alquídicas, pigmentos, solventes	1.120 lts	No peligroso	Líquido	Bidones/tambores
Barniz sintético	Resinas alquídicas, pigmentos, solventes	399 lts	No peligroso	Líquido	Bidones/tambores
Dexobond 533	Mezcla de ácidos inorgánicos con tensioactivos	20 lts	No peligroso	Líquido	Bidones/tambores
Diluyente caucho clorado	Derivado del petróleo	20 lts	No peligroso	Líquido	Bidones/tambores
Diluyente de secado rápido	Derivado del petróleo	1.800 lts	No peligroso	Líquido	Bidones/tambores
Desengrase electrolítico	Derivado del petróleo	1.325 Kg	No peligroso	Sólido	Bidones/tambores
Desengrase por inmersión	Derivado del petróleo	575 Kg	No peligroso	Sólido	Bidones/tambores
Carbón activado	Carbón (99%)	20 Kg	No peligroso	Sólido	Bidones/tambores



9.3.3 Sustancias Auxiliares

Sustancia	Composición Química	Consumo Anual	Característica de Peligrosidad	Estado Físico	Tipo de Almacenamiento
Aceites Lubricantes	Derivados de Petróleo	200 lts	Combustible	Líquido	Tambor
Grasas	Derivados de Petróleo	5 Kg	Combustible	Sólido	Potes

9.4 Higiene y seguridad del sector

El equipo de protección del operario consiste en:

- Delantal de PVC
- Guantes de Latex que debe llevar puesto en todo momento. (Similares a los usados en medicina)
- Guantes de PVC (se colocan encima de lo de Latex) solo para ser usado en el desengrase manual. (Longitud 40 cm llegan aproximadamente hasta el codo)
- Guantes Goma Dura Marca Pampero modelo Acrilonitrilo (10) (se colocan encima de los de Latex) para el resto del proceso.
- Mediamascaras para gases y vapores marca 3M serie 6200 (mediana) y 6300 (grande): Las cuales poseen prefiltros para partículas y filtros para vapores orgánicos y gases ácidos, pudiendo ser equipadas con otros tipos de filtros según la necesidad. Los filtros se cambian cada 15 días.

Notamos una deficiencia en el equipo del operario que no protege los ojos y la cara de salpicaduras.

Con respecto a las condiciones del local donde se realizan los trabajos se han encontrado ciertas deficiencias las cuales procedemos a enumerar:

- El piso construido con tarimas de madera está muy deteriorado por los compuestos químicos de los baños.
- La iluminación es deficiente.
- El orden y la limpieza se debe mejorar
- Ventilación inadecuada: el ambiente es caluroso, agobiante a pesar de poseer una amplia puerta de entrada, que se encuentra todo el tiempo abierta y que también es ayudada por un extractor a corriente colgado del marco de ella. Además hay dos extractores de aire ubicados en el techo del local uno de los cuales se encuentra ubicado sobre la campana del baño del níquel para retirar los vapores generados al ser realizado en caliente.

A nivel de planes de contingencias ante derrames, incendios y accidentes laborales no hay nada planificado ni documentado.



Debemos remarcar que nunca se ha producido un accidente en el sector de galvanoplastia.

9.5 *Residuos generados, emisiones de materia o energía. Tratamiento y disposición y manejo.*

El decreto 1844/02 establece las siguientes definiciones:

Residuo: Cualquier objeto o material en cualquier estado físico de agregación, que resulta de la utilización, descomposición, transformación, tratamiento o destrucción de una materia o energía, y que carece o se infiere que carece de utilidad o valor para el generador o dueño y cuyo destino natural debería ser su eliminación, salvo que sea utilizado para un proceso industrial.

Residuo Peligroso: a los efectos del presente Decreto es residuo peligroso el que se encuentre comprendido dentro del Anexo I y que posea algunas de las características enumeradas en el Anexo II; como así también cualquier residuo que contenga alguno de los constituyentes del Anexo I en concentraciones superiores a las determinadas por la autoridad de aplicación. La autoridad de aplicación podrá ampliar los Anexos I y II cuando razones de índole científico-técnicas así lo aconsejen, previa consulta al Consejo Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable previsto en el artículo 7 de la Ley N° 11.717.

Durante la etapa de operación de la planta, Latina Industrial S.A genera los siguientes residuos:

9.5.1 *Generación de residuos Industriales*

Se generan prácticamente en todas las actividades de la empresa, ejemplos son: papel y cartón, plásticos, vidrios. Las cantidades más grandes de estos residuos son llevadas por personal de la empresa al relleno sanitario semanalmente como técnica de disposición final.

Los desechos metálicos (recortes de chapas, caños) también son del tipo RSU. La empresa separa este tipo de residuos del resto en un sector a la espera de ser recolectado por un comprador que los paga por kilogramo y los re vende luego a fundiciones, la factura de la venta tiene validez de comprobante de entrega para ser presentado en caso de ser necesario ante las autoridades municipales que actúan en carácter medioambiental.

A los fines de nuestro trabajo de producción limpia del sector de cromados de la empresa nos centraremos únicamente en la administración del material particulado proveniente de las actividades de pulido, las cuales son parte misma de los procesos de recubrimientos metálicos.

9.5.2 *Generación de ruidos (Contaminación Acústica)*

Todas las actividades de Latina industrial generan ruidos en mayor o menor medida. En un hipotético futuro plan de gestión ambiental se deberán realizar mediciones de ruidos anuales según la Resolución N° 0201/04 para verificar que el nivel de ruidos en



la periferia de la planta esté adecuado a la legislación mencionada.

9.5.3 Generación de residuos peligrosos

- Y8 Aceites y grasas minerales usados: De acuerdo a esta clasificación la empresa, genera este tipo de residuos en los procesos de servicios auxiliares, mayormente ligados a las actividades que tiene que ver con el mantenimiento de máquinas.
- Y48 Elementos contaminados con residuos peligrosos (Trapos, guantes, filtros y envases con Cromo VI, aceites, grasas, pintura, solvente o barniz)
- Y17: Lodos con cromo. Resultado del tratamiento del segundo enjuague post cromado.
- Y21: Líquido con Cromo VI, Cuba de cromado o cuba de primer enjuague post cromado
- Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices. De acuerdo a esta clasificación la empresa, genera este tipo de residuos específicamente en el proceso de barnizado y pintado.

9.5.4 Tratamiento, disposición y manejo

Existe un sector de almacenamiento temporáneo de residuos peligrosos. Los residuos Y48, Y17, Y21, Y12 están dispuestos en tambores de plástico azules de 200 L, a la espera de ser recolectados transportados y tratados por la empresa habilitada IDM S.A. Los aceites usados Y12 son recolectados y tratados por la empresa Bravo Energy S.A. Se han estado archivando los comprobantes de tratamiento para ser presentados a secretaria de medio ambiente en un futuro

El tratamiento de efluentes de las aguas de lavado de cromado que da como resultado los lodos crómicos (Y17), es realizado por el operario del sector cada dos semanas los días viernes. Consiste en:

- Acondicionamiento del pH del medio, para poder llevar a cabo la reacción química.
- Reacción química de reducción de Cr (VI) a Cr (III) con metabisulfito de sodio como agente reductor.
- Acondicionamiento del medio para llevar a cabo la reacción de precipitación.
- Agregado de Hidróxido de Calcio y reacción de precipitación.
- Sedimentación de los lodos generados.
- Separación física de los lodos del agua y posterior deshidratación natural de los mismos.
- Disposición final de los barros de cromo trivalente a empresa operadora de la provincia de Santa Fe.
- Vertido de los líquidos tratados.

El vertido final del líquido generado (Y21) se realiza a colectora cloacal de la ciudad de San Jorge. Los parámetros de vertido deben responder al Título A "Descarga a Colectora Cloacal" que describe la Res. 1089/82.



TITULO A-DESAGUE A COLECTORA	
Limites para efluentes que se vuelquen a colectoras cloacal	
1. Ph	Debe estar comprendido entre 6,5 y 8,5
2. Aceites y grasas	200 mg/l
3. Sulfuros	2 mg/l
4. Total sólidos suspendidos	Secado 105 °c -500 mg/l
5. Demanda biológica de oxígeno	20 °c sin nitrificación – 300 mg/l
6. Demanda química de oxígeno	Dicromato potasio – 375 mg/l
7. Fenoles	500 ug/l C6H5OH
8. Hidrocarburos totales	100 mg/l
9. Cianuro	100 ug/l
10. Detergentes sintéticos	5 mg/l
11. Cromo	200 ug/l
12. Cadmio	200 ug/l
13. Plomo	500 ug/l
14. Mercurio	5 ug/l
15. Arsénico	500 ug/l

El material particulado resultante de las actividades en el taller de pulido se considera RSU pudiendo incinerarse. De todos modos la empresa cuenta con un sistema de aspiración localizada defectuoso para recolectar este material, por lo tanto se propondrá un nuevo sistema de recolección en el capítulo V como medida de minimización de impacto ambiental.

9.6 Identificación de impactos y efectos ambientales.

En base a la recopilación de información, los estudios y evaluaciones realizadas, se identificaron y valoraron los impactos de cada agente mediante la matriz que se acompaña.

9.6.1 Metodología.

A continuación se presenta una matriz elaborada para valorizar los impactos identificados, aplicando el método CRI (Criterios Relevantes Integrados). Esta matriz se construye colocando en las filas cada una de las actividades de los procesos principales como de servicios y en las columnas el aspecto ambiental relevante, su impacto y finalmente su valorización.

La valorización de los impactos se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Magnitud (Mg)} \\ = (\text{In} \times 0.5) + (\text{Ex} \times 0.3) + (\text{Du} \times 0.20)$$

Valorización de Impacto Ambiental (VIA)



$$= (Mg \times 0.6) + (Ir \times 0.25) + (R \times 0.15)$$

Donde:

- (S): Carácter ó signo; Positivo (+) ó Negativo (-)
- (In): intensidad: cuantitativa del rigor ó grado de cambio que produce el impacto, (bajo:2; Media:5; alta:10)
- (Ex): Extensión: escala espacial (superficie) influencia espacial ó superficie afectada por el impacto.

Extensión	Valoración
Predial	2
Local	5
Regional	10

- (Du): Duración ó persistencia: escala temporal; referido al tiempo de persistencia de las consecuencias del impacto

Extensión	Plazo	Valoración
>10	Largo	10
5-10	Mediano	5
1-5	Corto	2

- (IR): Irreversibilidad: posibilidad de retornar a la situación inicial

Categoría	Capacidad de reversibilidad	Valoración
Irreversible	Baja o irrecuperable	10
	Impacto puede ser reversible a muy largo plazo (50 años o mas)	
Parcialmente reversible	Media. Impacto reversible a largo plazo	5
Reversible	Alta. Impacto reversible a corto plazo (0 a 10 años)	2

- (R): Riesgo: probabilidad de ocurrencia; estima la posibilidad de que ocurra el impacto durante la vida útil del proyecto:

Probabilidad	Rango (%)	Valoración
Alta	>50	10
Media	10-50	5
Baja	1-10	2

Los impactos, una vez valorizados (con el valor de VIA), son jerarquizados según su criticidad aplicando para ello la siguiente escala de atributos y colores.



VIA	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Criticidad	BAJA			MEDIA		ALTA		MUY ALTA	
	Compatible			Moderado		Severo		Critico	



9.6.2 Valorización de los impactos identificados.

Se evaluarán las condiciones anormales y de riesgo que posiblemente se pueden presentar durante la etapa de operación de las actividades productivas como de servicios, en una matriz de riesgo:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
PROYECTO INTEGRADOR



Actividad	Aspecto	Impacto	Signo	In	Ex	Du	IR	Riesgo	Mg	V/A	Criticidad	Balance
General												
Funcionamiento de la planta	Consumo de energía	Agotamiento del recurso	N	2	2	5	2	10	2.6	3.56	Baja	Compatible
	Consumo de Agua	Disminución de la calidad d	N	5	2	5	2	10	4.1	4.46	Baja	Compatible
Producción												
Proceso de corte caño y chapa	Generacion de residuos solidos (RSU)	Contaminacion del suelo	N	2	2	5	2	10	2.6	3.6	Baja	Compatible
	Generacion de ruidos	Degradacion calidad ambien	N	5	5	5	10	2	5	5.8	Media	Moderado
	Generacion de residuos peligrosos Y48	Contaminacion del suelo	N	5	5	5	10	2	5	5.8	Media	Moderado
Doblado,desbocado y cribado caño	Generacion de residuos solidos (RSU)	Contaminacion del suelo	N	2	2	5	2	10	2.6	3.6	Baja	Compatible
	Generacion de ruidos	Degradacion calidad ambien	N	5	5	5	10	2	5	5.8	Media	Moderado
	Generacion de residuos peligrosos Y48	Contaminacion del suelo	N	5	5	5	10	2	5	5.8	Media	Moderado
Estampado y conformado chapas	Generacion de residuos solidos (RSU)	Contaminacion del suelo	N	2	2	5	2	10	2.6	3.6	Baja	Compatible
	Generacion de ruidos	Degradacion calidad ambien	N	5	5	5	10	2	5	5.8	Media	Moderado
	Generacion de residuos peligrosos Y48	Contaminacion del suelo	N	5	5	5	10	2	5	5.8	Media	Moderado
Ensamblado y soldado	Generacion de residuos solidos (RSU)	Contaminacion del suelo	N	2	2	5	2	10	2.6	3.6	Baja	Compatible
	Generacion de ruidos	Degradacion calidad ambien	N	5	5	5	10	2	5	5.8	Media	Moderado
Torneado y fresado	Generacion de residuos solidos (RSU)	Contaminacion del suelo	N	2	2	5	2	10	2.6	3.6	Baja	Compatible
	Generacion de residuos peligrosos Y48	Contaminacion del suelo	N	5	5	5	10	2	5	5.8	Media	Moderado
Barnizado y Pintado	Generacion de residuos liquidos Y12	Contaminacion del suelo	N	5	2	5	10	2	4.1	5.3	Media	Moderado
	Emisiones a la atmosfera	Contaminacion Atmosfera	N	5	2	5	10	5	4.1	5.7	Media	Moderado
	Generacion de residuos peligrosos Y48	Contaminacion del suelo	N	5	5	5	10	2	5	5.8	Media	Moderado
Pulido	Generacion de residuos solidos (RSU)	Contaminacion del suelo	N	2	2	5	2	10	2.6	3.56	Baja	Compatible
		Disminución de la calidad del recurso agua	N	10	5	5	5	10	7.5	7.3	Alta	Severo
		Emisiones a la atmosfera	Contaminacion Atmosfera	N	10	5	10	2	10	8.5	7.1	Alta
Sector cromado decorativo	Generacion residuos peligrosos Y21	Contaminacion del suelo	N	5	5	5	10	10	5	7	Alta	Severo
	Generacion de residuos peligrosos Y48	Contaminacion del suelo	N	5	5	5	10	2	5	5.8	Media	Moderado
Procesos complementarios												
Tratamiento 2 enj post cromado	Generación de lodos con cromo Y17	Contaminacion del suelo	N	10	5	5	5	10	7.5	7.3	Alta	Severo
	Generacion Efluente liquido	Contaminacion del agua	N	5	5	5	10	10	5	7	Alta	Severo
	Generación de agua tratada	Mejora calidad del recurso	P	10	2	5	2	10	6.6	6	Media	Positivo
Limpieza de Planta	Generación de Residuos Sólidos (RSU)	Contaminacion del suelo	N	2	2	5	2	10	2.6	3.6	Baja	Compatible
Actividades de Mantenimiento	Generacion de residuos Liquidos Y8	Contaminacion del suelo	N	5	2	5	10	5	4.1	5.7	Alta	Moderado
Medio Socio-Economico												
Afectacion sobre la actividad	Generacion transacciones Comerciales	Aumento Act comercial y productiva	P	5	10	10	10	5	7.5	7.8	Media	Positivo
Poblacion	Generacion puesto de trabajo	Aumento de empleo	P	5	10	10	10	10	7.5	8.5	Alta	Positivo

Figura 32 Matriz de valorización de Impactos Identificados



9.6.3 Observaciones sobre la matriz de impactos y efectos ambientales.

Fase Operación

Latina Industrial S.A. genera dentro de sus procesos productivos como de servicios aspectos que impactan en forma negativa al medio ambiente en su mayoría en forma severa.

Tales impactos que afectan a los recursos aire, suelo y agua son tratados en forma conveniente en algunos casos mediante la aplicación de técnicas y procesos manuales a los cuales convendría optimizarlos tendientes a minimizar la gravedad de los mismos.

Recurso: Suelo

Este recurso es uno de los más afectados en cuanto al manejo de los procesos productivos como de servicios, siempre y cuando no se gestionen adecuadamente, desde el punto ambiental los aspectos relevados.

En esta instancia debe procurarse que los residuos peligrosos identificados como Y8 (aceites en desuso), Y12 (pinturas y barnices) e Y17 (compuestos de cromo) sean segregados, identificados, transportados y almacenados correctamente a la espera de su disposición final.

Recurso: Agua

El consumo del recurso agua es moderado por lo que no incide significativamente en la gestión del uso racional del mismo.

La disminución de la calidad del recurso se debe a:

- Generación de residuos Y_{21} , es importante hacer notar el impacto positivo que representa de que los mismos sean administrados y tratados manualmente. A pesar de ello, para que la administración sea completa, debe asegurarse que el tratamiento se estandarice mediante una secuencia lógica y repetitiva de procedimientos que permitan sistematizar el mismo y lograr así los mejores rendimientos en dicho tratamiento. En este sentido el contar con las técnicas y la ingeniería del tratamiento, que por los volúmenes de trabajo serán de una escala muy pequeña permitirán ajustar el mismo y atender a las contingencias que se pudieren presentar.
- El volcado de las aguas provenientes del sector pulido directamente a la cloaca. Se debe buscar un sistema de filtrado que permita separar la mezcla de partículas sólidas y pasta de pulir del agua o utilizar un sistema ciclónico que no emplea agua.

Recurso: Aire

Las emisiones gaseosas básicamente se encuentran acotadas al material particulado que se genera en el proceso de pulido, este material es recogido por aspiración localizada en el ambiente donde se encuentran los tres operarios que pulen y es



enviado a un recipiente con agua ubicado en una sala contigua de manera de lograr la sedimentación de los mismos.

La captación de partículas en el aire en el sector de pulido debe mejorarse. En caso de continuar con la captación de material particulado con el actual sistema debe capturarse todo y no parcialmente, se debería armar un plan para lograr la mayor captación de material en el agua y para ello resulta imprescindible usar filtros de bolsa o similares que retengan lo que está en suspensión. Luego si al lodo depositado en el fondo del recipiente con agua más lo retenido en el filtro se puede mandar a relleno sanitario, el agua limpia podría utilizarse nuevamente o bien enviarla a la colectora cloacal.

Lo ideal para el sector de pulido sería recolectar el material articulado mediante un sistema de aspiración y separación del tipo ciclónico.

Medio Socio económico

La implantación de Latina Industrial S.A. posibilita a quienes desarrollan sus tareas un crecimiento profesional y económico que permite movilizar el comercio y los servicios de la zona. El impacto es positivo.

Población:

La radicación de Latina Industrial S.A. permitió establecer nuevas fuentes de trabajo en la ciudad y la región.

A pesar de que la empresa no ha abordado una gestión ambiental plena, hace tiempo realiza el tratamiento de uno sus impactos de mayor importancia, siendo su deseo además abordar una optimización de lo que viene realizando, se puede decir que la afectación a la población cercana a su implantación es prácticamente nula por lo que el impacto también es positivo.

9.7 Selección de las operaciones a analizar

9.7.1 Consideraciones de carácter ambiental

Luego de analizar las distintas actividades en la empresa que producen impactos ambientales y sus correspondientes valorizaciones en la matriz analizada se concluye que se actuará para mitigar los impactos en las actividades comprendidas en los recubrimientos metálicos (pulido y cromado) ya que es el fin del proyecto de producción limpia en cuestión. No obstante se busco identificar todas las actividades posibles de producir impactos negativos para poder tener una imagen general de cómo se está operando en la empresa. Por ende se buscara disminuir por ejemplo el consumo de acido crómico utilizado como insumo en el taller de cromados y en consecuencia lograr una disminución de los barros generados en los tratamientos de efluentes.



9.7.2 Consideraciones de carácter económico o “Análisis preliminar de costos reducibles”

En este punto se evalúan económicamente una serie de conceptos cuya minimización incide positivamente en un menor impacto ambiental y cuyo consumo puede reducirse por lo general.

Se incluyen volumen de agua consumida en la línea, los arrastres estimados de los principales electrolitos y baños específicos de frecuente renovación.

	Concepto	Cantidad anual	P.U \$/m3	Costo Anual Aprox
Agua	Consumo (L)	62552	3.36	210,17
Electrolito Cromo	Arrastre y Evaporación (L) Tratamiento (unidad)	4810,53 10	0.92 406,50	4430,50 4065,00
Electrolito Níquel	Arrastre y Evaporación (L)	20031,33	0.25	5007,83

9.7.3 Consideraciones de calidad del proceso

En el marco de una mejora continua se han eliminado defectos relacionados con escapes quemados en la operación de cromado decorativo.

9.7.4 Experiencias previas de factibilidad

Se considera que actuaciones sobre los consumos de agua pueden tener un potencial de éxito elevado.

Asimismo y en cuanto a la reducción de arrastres de electrolito, es previsible que los baños de cromo sean menos críticos que los baños de níquel.

9.7.5 Evaluación

En base al análisis previo realizado, que se resume en la tabla adjunta se evaluará, la optimización de la técnica de lavado y el módulo de cromado decorativo.

Concepto	Prioridad Ambiental	Prioridad Económica	Prioridad Técnica	Prioridad potencial	Priorización
Consumo Agua	***		-	***	1
Arrastre electrolito Cr	***		*	**	2
Arrastre electrolito Ni	**		-	*	3

Referencia: ***: Alta, **: Media, *: Baja, - Inexistente

9.7.6 Alcances de las medidas de minimización a estudiar

El modulo de níquel no será analizado en profundidad debido a que la empresa no cuenta con los instrumentos de medición necesarios para determinar las concentraciones de sus componentes.

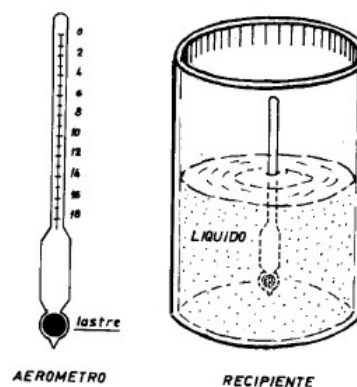
Se debe destacar que cada dos meses la empresa proveedora de los insumos para el taller de cromados (Metac S.A) realiza como parte de su servicio un análisis en la cuba de Níquel y cromado decorativo con el fin de identificar que insumos están faltando y en qué cuantías, con los datos que arrojan estos análisis se reabastecen los insumos en los correspondientes baños.

No obstante en Latina Industrial se realizan mediciones de las concentraciones de los baños de forma independiente a los análisis que provee Metac S.A.

Para esto se construyo una curva de calibración mediante el siguiente procedimiento: Se realizaron varias mediciones con un densímetro en una probeta de vidrio con 1 litro de agua y con distintas cantidades de acido crómico en escamas. Los resultados fueron los siguientes:

Grados Baume	Cromo (gr/litro)
6	60
7	70
8,5	80
10	90
15	170
18	210
22	250
24	290
28,5	330

La escala Baumé es utilizada en la medida de las concentraciones de ciertas soluciones (jarabes, ácidos). Fue creada por el químico francés Antoine Baumé





Se utilizó una balanza digital, un densímetro y un tubo de ensayo de un litro, las mediciones fueron logradas con la misma temperatura a la cual se encuentra el baño de cromo, de modo que la densidad sea una medida real y representativa. Los datos que arrojaron las mediciones son útiles para conocer en cualquier momento la concentración que tiene la cuba de cromado y las de enjuagues posteriores.

Este método de medición no es posible realizar en el baño de níquel, porque la temperatura de trabajo del baño (65°C) se encuentra fuera del rango de temperatura del densímetro. Si se extrajera una muestra y se lo dejara enfriar la densidad cambiaría completamente. Además el baño de níquel lleva muchos aditivos por lo que la medición va a ser un poco confusa.

Resumiendo las medidas de minimización a estudiar estarán centradas en:

- Para el sector pulido: Diseñar un nuevo sistema de captación de partículas que no contamine el recurso agua y aire
- Modulo cromado: Se buscara reducir el consumo de agua y de cromo, y el volumen generado de lodos crómicos y aguas residuales.

Modulo de Níquel: Solamente por medio de un análisis puede saberse si se está arrastrando cantidades importantes de níquel a la red cloacal a través del baño de enjuague agotado. Al no tener autorización de la empresa para realizar ese análisis se implementara una eficacia de lavado que asegure que la concentración de níquel respete los límites de vertido (10 mg/l). Además de disminuir la frecuencia con que el baño de enjuague es renovado.

9.8 Hojas de datos de proceso

9.8.1 Etapas del modulo de Cromado decorativo

N° de posición	Denominación de la etapa	Observaciones
11	Cromo decorativo	
12	Lavado estanco	Recuperador de cromo
13	Lavado estanco	A tratamiento de Efluentes
14	Lavado estanco	En caliente para evitar manchas

9.8.2 Composición del baño

Compuesto	Concentración	Observaciones
Acido Crómico	250 g/l	El proveedor de estos Insumos realiza el análisis de las concentraciones
Acido sulfúrico	4,4 g/l	
Cromo Trivalente	13,6 g/l	
Carb Bario	3,8 g/l	



9.8.3 Tiempo de escurrido sobre el baño

Concepto	Valores	Observaciones
¿Cual es, de toda la línea la operación limitante para la producción?	-	
Duración de la operación limitante para la producción (incluido el escurrido)	-	
Duración de la operación del modulo estudiado (sin escurrido)	30 s	
Tiempo de escurrido tras el baño del proceso	2 s	
Tiempo máximo de escurrido posible tras la operación estudiada sin reducción de la producción	-	
Tiempo máximo de escurrido posible tras la operación estudiada sin perjuicio de la calidad	10 s	
Minimización del arrastre del baño de proceso	-	Imposible reducción tiempos de escurrido

9.8.4 Arrastres del baño

Parámetro	Valores	Observaciones
Arrastre específico	0,14 L/m ²	Valor establecido experimentalmente
Producción	2,48 m ² /h	Media semanal
Arrastre horario	0,34 L/h	Establecido a partir del arrastre específico y la velocidad de paso
Concentración en el baño	61,5 g/L	Valor real
Arrastre de carga contaminante	134,63 g/l	Establecido a partir de las concentraciones y del volumen de arrastre

9.8.5 Devolución del electrolito arrastrado al baño

Parámetro	Valores	Observaciones
Volumen de agua de lavado devolución	3,0 L/h	
Concentración en el agua de lavado devuelta	-	
Cantidad de carga devuelta	-	
Eficacia devolución	-	



9.8.6 Evaporación del baño

Parámetro	Valores	Observación
Temperatura del baño del proceso	50°c	
Velocidad de aspiración sobre el baño	0,3 m/s	No se aspira
Ratio de evaporación específica	2,0 L/h	Valor empírico
Superficie baño	1,26 m ²	
Evaporación horaria	2,52 L/h	Valor empírico

9.8.7 Criterio de calidad de lavado

Parámetro	Valores	Observaciones
Concentración en el baño del proceso	250 g/l de CrO ₃	
Concentración en la última etapa de lavado	0 g/l	No es posible determinarlo con precisión con los instrumentos disponibles
Criterio de calidad de lavado	>10.000	



CAPITULO V

10 Medidas de minimización de residuos y mitigación de impactos.

10.1 Sector Pulido

Antes de iniciar el proceso de recubrimiento níquel-cromo es necesario eliminar las asperezas o defectos de las superficies y otras imperfecciones físicas que pueden influir en el buen rendimiento de la pieza. Para ello, la pieza se somete al proceso de pulido por medio de maquinas a cepillos, las cuales pulen la superficie de la pieza.

El taller de pulido de Latina Industrial está equipado con una maquina pulidora, ésta permite que trabajen dos operarios, ya que en un extremo del eje del motor se encuentra un cepillo y en el otro extremo se tiene una polea con esmeril.

Durante el proceso de pulido se desprende material particulado al aire, que impacta negativamente en el ambiente y en la salud humana, en función de los diámetros y la concentración de las partículas.

Mientras menor sea el diámetro de las partículas mayor será el potencial daño a la salud, al ser capaces de entrar al sistema respiratorio humano. No obstante el taller de pulido trabaja cumpliendo las condiciones de higiene y seguridad laboral y se están usando los elementos de seguridad (mascaras, mangas, etc.).

En el año 2010 Policía del Trabajo visitó la empresa e inspeccionó mayoritariamente aquellas actividades comprendidas en el taller de pulido y cromado. Este organismo de inspección del trabajo tiene la función de verificar el cumplimiento de las normas laborales y de seguridad social y sancionar las infracciones.

Fue así como este Ente ordeno y exigió a los directivos de Latina Industrial un estudio que se hizo a través del CCT Conicet de Santa Fe. El objetivo del estudio fue determinar la existencia de cromo hexavalente soluble, cromo total y material particulado inhalable y respirable en aire de ambiente laboral, los resultados fueron positivos ya que las concentraciones de cromo en el sector de cromados y material particulado en el de pulidos estaban por debajo de los límites permitidos.

De este modo se tiene la certeza de que el sistema actual de captación de partículas que dispone Latina Industrial cumple su función según el punto de vista de seguridad e higiene (puertas adentro), pero como se dijo el sistema es deficiente en lo que respecta a su impacto para con el medio ambiente (puertas afuera).

10.1.1 Dispositivo de captación de material particulado

El dispositivo de captación de material particulado se encuentra ubicado en la sala de recolección, contigua al taller de pulido (foto 1)



Foto 1

En la sala de pulido se observa que la máquina pulidora dispone de dos bocas de captación (foto 2), para conducir las partículas a través de un conducto, en su extremo se encuentra una turbina la cual aspira las partículas y las conduce al dispositivo de captación de material particulado ubicado en la sala de recolección continua al taller de pulido.



Foto 2

El dispositivo de captación está compuesto básicamente por una turbina extractora de aire y un depósito de agua estancada (foto 3 y foto 4)



Foto 3



Foto 4

10.1.2 Deficiencias del sistema de captación de partículas

El dispositivo de captación de material particulado actual es:

- Eficiente, desde el punto de vista de salud ocupacional ya que según los estudios de policía del trabajo no se encuentran partículas inhalables y respirables aire dentro del ambiente laboral.
- Deficiente, desde el punto de vista ambiental, ya que contamina tanto los recursos aire como agua.

10.1.2.1 Contaminación del recurso Aire



Se aprecia en la sala de recolección (foto 3 y 4) mucho material particulado en las paredes del ambiente, ya que no todas las partículas recolectadas sedimentan en el agua estancada. Esto sucede porque las partículas más pesadas se sumergen en el agua y el resto quedan suspendidas en el ambiente.

10.1.2.2 Contaminación del recurso Agua

Como se dijo antes, parte del material particulado que no vuela, se deposita en la cuba de agua, con el correr de los días el agua toma un color turbio y el fondo de la cuba se llena de suciedad, periódicamente se vacía la cuba de agua en el vertido cloacal contaminando así el agua de la cloaca. Tengamos en cuenta de que esta suciedad es una mezcla de partículas metálicas con pasta de pulir.

Luego de notar estos dos impactos negativos en los recursos agua y aire, se desprende como imperiosa necesidad la de reconsiderar el sistema de captación actual y proponer uno nuevo. Lo ideal sería recolectar las partículas en seco eliminando el uso del agua haciendo menos complicado el proceso de captación.

10.1.3 Justificación del sistema de captación propuesto: el ciclón de partículas

Existen diversos sistemas de recolección de partículas como ser:

- la cámara de sedimentación gravitacional
- filtros de talegas
- lavadores
- y precipitadores electrostáticos.

Se propone para el taller de pulido de Latina Industrial el diseño de un sistema ciclónico, este último es el sistema de recolección de polvo que se usa con mayor frecuencia por tener una muy buena eficiencia y además sus costos de inversión, operación y mantenimiento son bajos comparados con otros sistemas.

Los sistemas ciclónicos son básicamente construcciones simples que no cuentan con partes móviles, lo cual facilita las operaciones de mantenimiento, pueden ser construidos con una amplia gama de materiales y ser diseñados para operar a altas temperaturas.

Los ciclones son adecuados para separar partículas con diámetros mayores de 5 μm , aunque partículas muchos más pequeñas, en ciertos casos, pueden ser separadas.

En el taller de pulido de Latina Industrial no hay partículas con diámetros menores a 5 μm , el sistema ciclónico es válido desde el punto de vista operativo. Con un sistema del tipo ciclónico se obtendría una recolección y disposición en seco del material particulado, por último cabe destacar que los ciclones tienen requisitos espaciales relativamente pequeños.

10.1.4 El ciclón: Principio de funcionamiento.

El ciclón remueve el material particulado de la corriente gaseosa, basándose en el principio de impactación inercial, generado por la fuerza centrífuga. Es esencialmente una cámara de sedimentación en que la aceleración gravitacional se sustituye con la aceleración centrífuga.

La Figura 33 muestra el movimiento de las partículas mayores hacia las paredes del ciclón debido a la fuerza centrífuga.

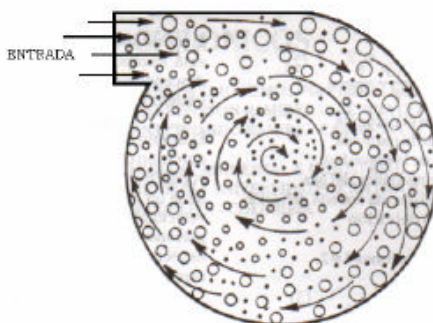


Figura 33

Los ciclones son adecuados para separar partículas con diámetros mayores de $5 \mu\text{m}$; aunque partículas muchos más pequeñas, en ciertos casos, pueden ser separadas.

La fuerza centrífuga generada por los giros del gas dentro del ciclón puede ser mucho mayor que la fuerza gravitacional, ya que la fuerza centrífuga varía en magnitud dependiendo de la velocidad de giro del gas y del radio de giro.

En un ciclón, la trayectoria del gas comprende un doble vórtice, en donde el gas dibuja una espiral descendente en el lado externo y ascendente en el lado interno.

La Figura 34 ilustra dichos vórtices.

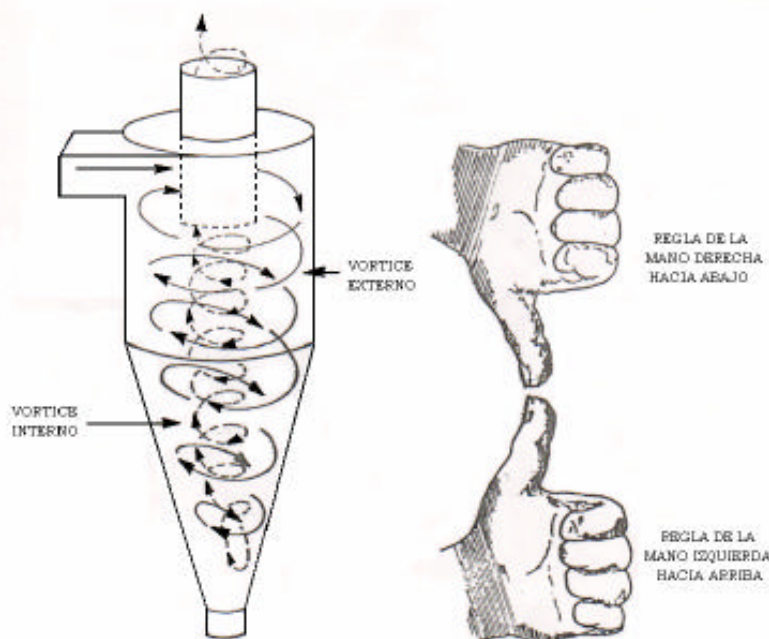


Figura 34 Vórtices en el ciclón

En un ciclón el gas entra en la cámara superior tangencialmente y desciende en espirales hasta el ápice de la sección cónica; luego asciende en un segundo espiral, con diámetro más pequeño, y sale por la parte superior a través de un ducto vertical centrado. Los sólidos se mueven radialmente hacia las paredes, se deslizan por las paredes, y son recogidos en la parte inferior

El diseño apropiado de la sección cónica del ciclón obliga al cambio de dirección del vórtice descendente, el vórtice ascendente tiene un radio menor, lo que aumenta las velocidades tangenciales; en el cono se presenta la mayor recolección de las partículas, especialmente de las partículas pequeñas al reducirse el radio de giro.

10.1.5 Diseño del ciclón

Se diseñará un ciclón para el taller de pulido de Latina Industrial con el objetivo de separar las partículas de la corriente gaseosa. Los datos necesarios para el cálculo fueron extraídos del informe que emitió policía del trabajo en el sector en el año 2010, de este estudio se desprende como principales conclusiones que el material particulado respirable en el área de pulido esta por debajo de los límites de cuantificación permitido según la ley.

Los Datos son los siguientes:

El gas es aire a unos 25 C (temperatura promedio durante el año). El caudal de la corriente es 1.2 m³/s, y la operación es a una presión de 99.7 Kpa. Para el diseño del dispositivo ciclónico se mantendrá la misma turbina y motor que dispone el sistema de captación actual ya que es adecuada para el caudal que se necesita y además



dispone de los alabes con palas hacia atrás, mas robustas que las usadas para aire limpio.

A continuación se detalla la distribución del tamaño de partículas en la corriente gaseosa medida mediante un análisis de tamiz

Tabla 8 *Distribución del tamaño de las partículas*

Tamaño (μm)	% másico
5-10	50
10-30	20
30-50	15
50-70	10
70-100	5

10.1.5.1 Desarrollo

El procedimiento general de diseño es el siguiente:

Selección del tipo de ciclón

Como el 50 % de las partículas está por debajo de 10 μm , se requiere un ciclón de alta eficiencia (ver Tabla 8 y 10). Los ciclones de alta eficiencia están diseñados para alcanzar mayor remoción de las partículas pequeñas que los ciclones convencionales. Los ciclones de alta eficiencia pueden remover partículas de 5 μm con eficiencias hasta del 90%,

Por lo tanto seleccionamos un ciclón de la familia de ciclones de alta eficiencia, más precisamente un ciclón Starimand (ver tabla 9).

Tabla 9 *Intervalo de eficiencia de remoción para los diferentes familias de ciclones*

Familia de ciclones	Eficiencia de remoción (%)		
	PST	PM10	PM2.5
Convencionales	70 - 90	30 - 90	0 - 40
Alta eficiencia	80 - 99	60 - 95	20 - 70
Alta capacidad	80 - 99	10 - 40	0 - 10

La tablas 10,11 y 12 presentan un resumen de las características de las principales familias de ciclones de entrada tangencial. La figura 35 identifica las principales dimensiones del ciclón de entrada tangencial. El diámetro del ciclón identifica la dimensión básica de diseño, todas las demás dimensiones simplemente son una proporción de diámetro del ciclón.

Tabla 10 *Característica de los ciclones de alta eficiencia*

Dimensión	Nomenclatura	Tipo de ciclón
-----------	--------------	----------------



		Stairmand	Swift	Echeverri
Diámetro del ciclón	Dc/Dc	1.0	1.0	1.0
Altura de entrada Ancho	a/Dc b/	0.5	0.44	0.5
de entrada Altura de	Dc S/	0.2	0.21	0.2
salida Diámetro de salida	Dc Ds/	0.5	0.5	0.625
Altura parte cilíndrica	Dc h/	0.5	0.4	0.5
Altura parte cónica Altura	Dc z/	1.5	1.4	1.5
total del ciclón	Dc H/	2.5	2.5	2.5
Diámetro salida partículas	Dc B/	4.0	3.9	4.0
Factor de configuración Número	Dc	0.375	0.4	0.375
cabezas de velocidad Número de	G	551.22	698.65	585.71
vórtices	NH	6.4	9.24	6.4
	N	5.5	6.0	5.5

Tabla 11 *Característica de los ciclones convencionales*

Dimensión	Nomenclatura	Tipo de ciclón			
		Lapple	Swift	Peterson -Whitby	Zenz
Diámetro del ciclón	Dc/Dc	1.0	1.0	1.0	1.0
Altura de entrada Ancho	a/Dc b/	0.5	0.5	0.583	0.5
de entrada Altura de	Dc S/	0.25	0.25	0.208	0.25
salida Diámetro de salida	Dc Ds/	0.625	0.6	0.583	0.75
Altura parte cilíndrica	Dc h/	0.5	0.5	0.5	0.5
Altura parte cónica Altura	Dc z/	2.0	1.75	1.333	2.0
total del ciclón	Dc H/	2.0	2.0	1.837	2.0
Diámetro salida partículas	Dc B/	4.0	3.75	3.17	4.0
Factor de configuración	Dc	0.25	0.4	0.5	0.25
Número cabezas de velocidad	G	402.88	381.79	342.29	425.41
Número de vórtices	NH	8.0	8.0	7.76	8.0
	N	6.0	5.5	3.9	6.0

Tabla 12 *Característica de los ciclones de alta capacidad*

Dimensión	Nomenclatura	Tipo de ciclón	
		Stairmand	Swift
Diámetro del ciclón	Dc/Dc	1.0	1.0
Altura de entrada Ancho	a/Dc b/	0.75	0.8
de entrada Altura de	Dc S/	0.375	0.35
salida Diámetro de salida	Dc Ds/	0.875	0.85
Altura parte cilíndrica	Dc h/	0.75	0.75
Altura parte cónica Altura	Dc z/	1.5	1.7
total del ciclón	Dc H/	2.5	2.0
Diámetro salida partículas	Dc B/	4.0	3.7
Factor de configuración	Dc	0.375	0.4
Número cabezas de velocidad	G	29.79	30.48
Número de vórtices	NH	8.0	7.96
	N	3.7	3.4

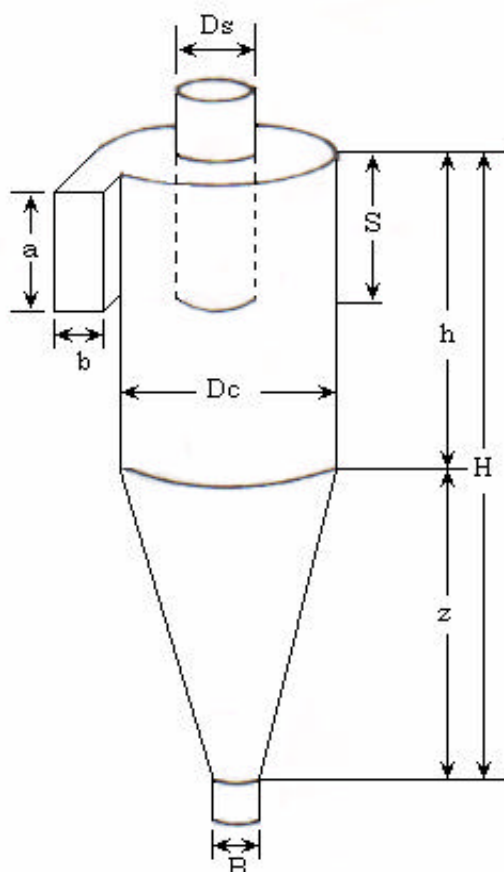


Figura 35 Dimensiones del ciclón

Calculo del diámetro del ciclón

Para instalaciones ordinarias que operan más o menos a la presión atmosférica, las limitaciones del ventilador dictaminan, casi siempre, una caída de presión máxima permisible correspondiente a una velocidad de entrada al ciclón dentro de intervalo de 15 a 27 m/s. En los ciclones, esta velocidad es un parámetro fundamental, velocidades muy bajas permiten la sedimentación de partículas y neutralizan el efecto de la fuerza centrífuga generando disminución de la eficiencia de colección, en cambio velocidades muy altas pueden resuspender partículas previamente colectadas, disminuyendo así la eficiencia. Para este caso seleccionamos una velocidad de entrada de 22 m/s, con este valor se puede determinar el diámetro del ciclón y las otras dimensiones con base a las relaciones establecidas para la familia de ciclones.

Área del ducto de entrada es igual a

Siendo conocidos

Q= El caudal de la corriente, 1.2 m³/s.

V_i= Velocidad de entrada de la corriente, 22 m/s.



Para un ciclón Stairmand (Tabla 9) tenemos:

Altura de entrada del ciclón (a): $a = 0.5 D_c$

Ancho de entrada al ciclón (b): $b = 0.2 D_c$

Entonces se tiene:

Diámetro del ciclón

Las otras dimensiones se hallan en base a las proporciones siguientes:

Altura de entrada del ciclón (a): $a = 0.5 D_c = 0.5 \times 0.738 = \mathbf{0.396 \text{ m}}$

Ancho de entrada al ciclón (b): $b = 0.2 D_c = 0.2 \times 0.738 = \mathbf{0.147 \text{ m}}$

Altura de salida del ciclón (S): $S = 0.5 \times D_c = 0.5 \times 0.738 = \mathbf{0.369 \text{ m}}$

Diámetro de salida del ciclón (Ds): $D_s = 0.5 \times D_c = 0.5 \times 0.738 = \mathbf{0.369 \text{ m}}$

Altura parte cilíndrica del ciclón (h): $h = 1.5 \times D_c = 1.5 \times 0.738 = \mathbf{1.107 \text{ m}}$

Altura total del ciclón (H): $H = 4 D_c = 4 \times 0.738 = \mathbf{2.95 \text{ m}}$

Altura parte cónica del ciclón (z): $z = 2.5 D_c = 2.5 \times 0.738 = \mathbf{1.845 \text{ m}}$

Diámetro de salida del polvo (B): $B = 0.375 D_c = 0.375 \times 0.738 = \mathbf{0.276 \text{ m}}$

Calculo de la eficiencia del ciclón

La eficiencia del ciclón está definida como el porcentaje de la masa de partículas entrante que es separado del ciclón.

Los márgenes de la eficiencia de remoción para los ciclones, están con frecuencia basados en las tres familias de ciclones:

- convencional
- alta eficiencia
- y alta capacidad

La Tabla 99 dada anteriormente presenta el intervalo de eficiencia de remoción para las diferentes familias de ciclones.

Para el cálculo de la eficiencia usaremos la teoría de Leith y Litch, ya que es la que mejor se adapta al comportamiento experimental. Esta teoría predice las eficiencias de colección de material particulado, basándose en las propiedades físicas del material particulado, el gas de arrastre y en las relaciones entre proporciones del ciclón.

La eficiencia fraccional por tamaño de partículas se calcula con la siguiente ecuación.

En la cual:

η_i = eficiencia fraccional por intervalos de tamaño.

G = Factor de configuración del ciclón.

T_i = Tiempo de relajación para cada partícula (en seg.)

Q = caudal del gas (en m³/s)

D_c = Diámetro del ciclón (en metros)

n = Exponente del vértice del ciclón.

Esta ecuación es la eficiencia al vacío o sin carga de partículas y se debe corregir cuando la concentración de partículas es mayor a 2.0 g/m³ a condiciones de referencia.

El parámetro G está relacionado con las proporciones del ciclón y T_i , agrupa características del material particulado y del gas de arrastre.

La eficiencia total se calcula realizando la sumatoria del producto de las eficiencias fraccionales por la masa fraccional como sigue:

Donde:

η_t = Eficiencia total

η_i = Eficiencia fraccional

m_i = porcentaje másico, %

En la Figura 36 se aprecia como en las distintas teorías sobre el cálculo de la eficiencia teórica de los ciclones la eficiencia de colección aumenta con el tamaño de las partículas.

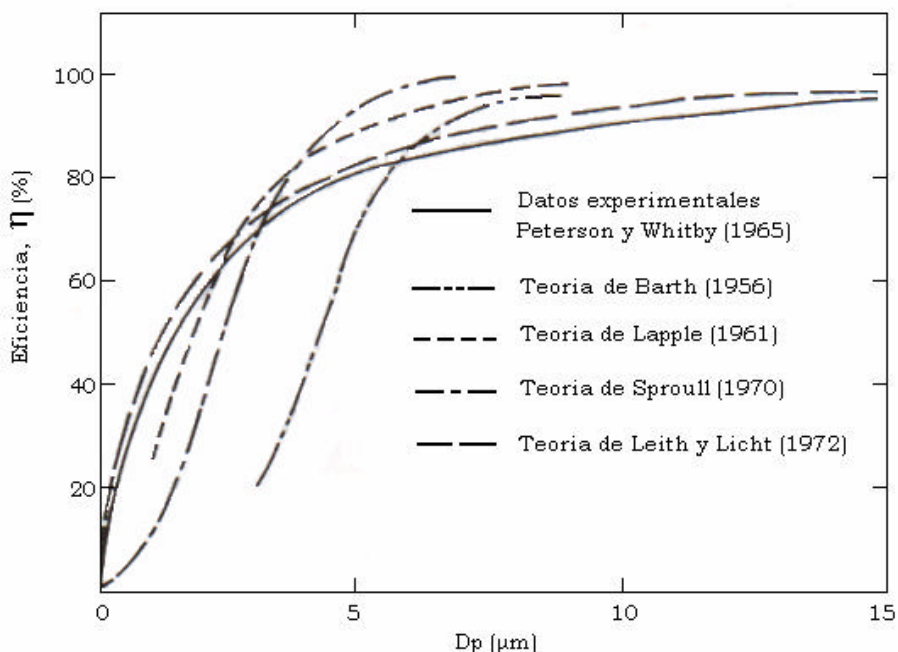


Figura 36 Eficiencia de colección del ciclón



Procedemos a calcular la eficiencia fraccional por tamaño de partículas con la expresión 2. Para ellos se necesita determinar el factor de configuración, el tiempo de relajación y el exponente del vórtice.

El factor de configuración resulta de relacionar algunas proporciones normalizadas por el diámetro del ciclón, por ende puede determinarse mediante una engorrosa expresión, no obstante el factor G es común para cada familia de ciclones y puede leerse de las tablas 10 a 12. Tenemos un ciclón Stairmand de alta eficiencia por ende de tabla 10 obtenemos un valor para G de 551.22.

El tiempo de relajación es el tiempo necesario para que una partícula alcance la velocidad terminal de caída, se evalúa con la ecuación (4)

En la cual:

- ρ_p = Densidad de la partícula, kg/m³
- D_{pi} = Diámetro de la partícula, m
- μ = Viscosidad del gas, kg/ms

Suponiendo que la corriente gaseosa es aire, las propiedades del aire a 25 C y 99.7 kPA tienen una viscosidad de $\mu = 1.81 \times 10^{-5}$ kg/ms

Para una partícula con un $D_p = 7.5 \mu\text{m}$ (7.5×10^{-6} metros) y reemplazando por los datos dados anteriormente de μ , D_{pi} , y ρ_p , se calcula el tiempo de relajación para ese diámetro de partícula

Para una partícula con un $D_p = 7.5 \mu\text{m}$ (7.5×10^{-6} metros) y reemplazando por los datos dados anteriormente de μ , D_{pi} , y ρ_p , se calcula el tiempo de relajación para ese diámetro de partícula:

$$T_i = 4.67 \times 10^{-4} \text{ segundos}$$

Los tiempos de relajación para los demás tamaños de partículas se reportan en la Tabla 13.

Por último se calcula el exponente del vórtice (n), éste resulta de relacionar la velocidad tangencial y el radio de giro de un movimiento en forma de vórtice.

Los análisis teóricos revelan que (n) debe ser igual a 1.0 en ausencia de fricción de pared (vórtice libre). No obstante, las mediciones reales señalan que el valor de (n) puede variar de 0.5 a 0.7 de acuerdo al tamaño del ciclón y la temperatura, una ecuación empírica muy utilizada es la expresión (5).

En la cual:

- n = exponente del vórtice (valor adimensional)
- D_c = diámetro del ciclón, m.



T = temperatura del gas, en grados kelvin = 298 grados Kelvin

Reemplazando en la expresión por los datos que ya conocemos se tiene:

$$n = 0.6365$$

Ya se dispone de los datos necesarios para reemplazar en la expresión (2) y calcular la eficiencia fraccional por intervalos de tamaño (η_i)

$$\eta_i = 0.7968$$

Las eficiencias fraccionales por intervalos de tamaño para los demás tamaños de partículas se reportan en la Tabla 13, donde se hallan entonces los datos completos para calcular la eficiencia total dada anteriormente como expresión (3).

Tabla 13 *Calculo de la eficiencia*

Tamaño (μm)		m_i	Dp (μm)	Dp (m)	Ti (seg)	η_i	$\eta_i \times m_i$
5	10	50	7.5	7.5×10^{-6}	4.67×10^{-4}	0.7968	39.84
10	30	20	20	2.0×10^{-5}	3.32×10^{-3}	0.9808	19.61
30	50	15	40	4.0×10^{-5}	1.3×10^{-2}	0.9976	14.96
50	70	10	60	6.0×10^{-5}	2.9×10^{-2}	0.9995	9.99
70	100	5	85	8.5×10^{-5}	6.0×10^{-2}	0.9999	4.99

$$\eta_T = \sum \eta_i \times m_i = 89.39 \% \quad (\text{eficiencia total})$$

Estimativa de la caída de presión.

La caída de presión es un parámetro importante debido a que relaciona directamente los costos de operación. La caída de presión en un ciclón puede deberse a las pérdidas a la entrada y a la salida, y pérdidas de energía cinética y fricción del ciclón. Como se dijo anteriormente las eficiencias de remoción en un ciclón se pueden aumentar al incrementar las velocidades de entrada, pero esto también incrementa las caídas de presión y con esto aumentan también los requerimientos de potencia en el ventilador, lo que significa mayor consumo de energía.

Una de las ecuaciones para calcular la pérdida de presión en un ciclón es la desarrollada por Shepherd y Lapple dada a continuación.

En la cual:

ΔP = Caída de presión del ciclón, en Pascales

ρ = Densidad del gas portador, en kg/m^3

V_i = Velocidad de entrada del gas en el ciclón, m/seg

NH = Numero de cabezas de velocidad en la entrada del ciclón. El valor de NH es común para cada familia de ciclones, las tablas 10 a 12 presentan los valores para cada familia de ciclones.



Es importante tener en cuenta como parámetro de diseño que las pérdidas de presión menores a 2488.16 pascales son generalmente aceptadas.

Reemplazando entonces los datos que se tienen en la expresión (6) y teniendo por tabla 10 un valor de $NH = 6.4$, se obtiene la caída de presión.

$$\Delta P = 1833.77 \text{ Pa}$$

10.1.6 Análisis de costos para el ciclón

Como se menciona los ciclones son muy económicos, los costos de capital son inferiores a los de otros equipos de control tales como filtros de talegas precipitadores electrostáticos. Debido a su simplicidad, el único gasto de operación más significativo es el costo de electricidad para vencer la caída de presión a través del dispositivo. Debido a la ausencia de partes móviles se tienen pocos requerimientos de mantenimiento y bajos costos de operación.

A continuación se estima un costo aproximado para fabricar el dispositivo ciclónico, tengamos en cuenta la facilidad que presenta la mano de obra propia que cuenta la empresa, la disponibilidad de materia prima y de las maquinas que intervienen para cortar, enrollar y soldar la chapa.

Ítem	Cantidad	Costo total
Costo chapa del 18 (ciclón + tolva)	72 Kg. chapa x 7,5 (\$/Kg.)	\$ 540
Costo mano de obra	10 horas x 75 \$/hora	\$ 750
		\$ 1290

10.1.7 Comentarios finales y conclusiones

Sin dudas las ventajas más resaltantes que puede aportar un ciclón para la empresa radican en su bajo costo, comparado con dispositivos similares y sobre todo la colección de partículas en seco que brinda, para realizar esto último se va a necesitar acoplar en la parte inferior del cono donde se despiden las partículas (figura 5) una tolva, ósea un recipiente para recibir el material particulado, la tolva deberá tener un volumen suficiente que evite la apertura frecuente del dispositivo de descarga.

La salida de aire limpio deberá controlarse, de modo monitoreo puede agregarse como control a un futuro plan de gestión ambiental.

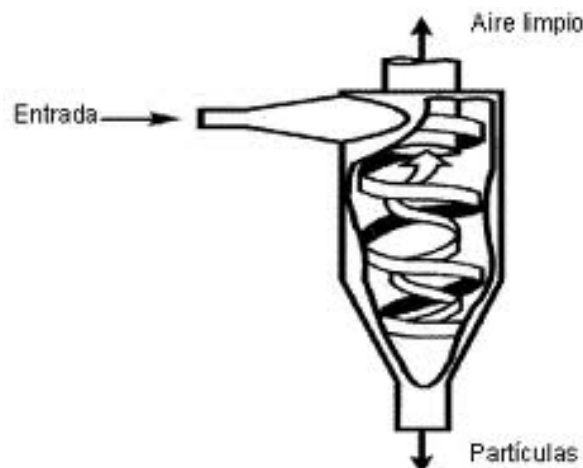


Figura 37

10.2 Modulo de cromado

NOTA, los cálculos se han estimado para una producción continua de 12 horas diarias los 7 días de la semana

10.2.1 Reducción de la concentración del electrolito

La actual concentración de ácido crómico (CrO_3) es de 250 gr/l. En el mercado funcionan cromados decorativos hasta por debajo de los 200 gr/l de CrO_3 . Sin embargo la compleja geometría de las piezas y la necesidad de una óptima penetración no permiten la reducción de la concentración tras las consultas técnicas realizadas por la empresa.



10.2.2 Alargamiento de la vida del baño electrolítico

Actualmente el baño de cromado pierde 30 litros/día por causa de la evaporación, por lo tanto el baño también pierde temperatura.

	Temperatura baño	50	°c
	Velocidad de corriente de aspiración	0.3	m/s (recomendación IHOBE)
A	Ratio de evaporación	2	l/h m ² (obtenido de tabla Anexo 6)
B	Superficie Baño	1.26	m ²
C	Evaporación	2.51	l/h = A x B
	Evaporación diaria	30	= C x 12 horas

En los baños de cromado es importante la conservación de la temperatura y uno de los métodos utilizados es la aplicación de pequeñas esferas huecas de material plástico sobre la superficie del líquido. Esto reduce drásticamente la superficie de evaporación, y por consiguiente la pérdida de temperatura.

Si reducimos en un 40% la superficie del baño la evaporación diaria pasa a ser 18 litros por día

	Temperatura baño	50	°c
	Velocidad de corriente de aspiración	0.3	m/s (recomendación IHOBE)
A	Ratio de evaporación	2	l/h m ² (obtenido de tabla Anexo 6)
B	Superficie Baño	0.75	m ²
C	Evaporación	1.50	l/h = A x B
	Evaporación diaria	18	= C x 12 horas

10.2.3 Reducción del criterio de calidad de lavado

De un análisis que se encargó a una empresa especializada en mediciones, se obtuvo que la concentración de cromo trivalente en el lavado estanco n°4 es de 5 mg/l.

El criterio de calidad de lavado empleado es:

$$CL = C_0 / C_n$$

C_0 = Concentración del baño de cromado decorativo = 250 g/l CrO₃

C_n = Concentración en la última etapa del lavado = 0,005 g/l CrO₃

$$CL = 250 / 0.005 = \mathbf{50.000}$$

El criterio empleado es superior a la calidad de lavado realmente requerida, como se observa en la siguiente tabla.



Tipo de baño	Criterio de calidad de lavado (C_0/C_n)
Desengrase	500-1000
Decapado	1000-2000
Cincado (exc CN)	1000-5000
Otros metalizados (exc CN)	2000-10.000
Cincado Cianurado	5000-10.000
Cromo decorativo	10.000-50.000
Pasivados crómicos	200-2000

Tabla 14 *Rango de criterios de calidad de lavado para los diferentes tipos de baños de pretratamiento, funcionales o decorativos*

Tomando además como referencia el caso de una empresa española de recubrimiento electrolítico con un baño de cromado decorativo en su línea de producción. El baño posee una concentración de 350 g/l CrO_3 y produce 12 m²/h de superficie cromada. El criterio de lavado empleado es de 10.000 para la cual consume 10 l/h de agua. La técnica de lavado es la de lavado estanco.

Actualmente Latina industrial consume los siguientes volúmenes de agua en los lavados estancos n° 3 y 4, para un periodo de 14 días y 2.48 m²/hora de superficie cromada

Función	Volumen (litros)	Caudal (l/h)
Lavado estanco n°3	538,75	3,21
Lavado estanco n°4	758,01	4,51
Total	1296,76	7,72

Haciendo la comparación que para limpiar 12 m² de superficie (de geometría similar) a una mayor concentración de cromo se requiere un caudal de 10 l/h, Latina está empleando el 77% del caudal para limpiar un 80% menos de superficie cromada.

10.2.4 Optimización del escurrido.

La cadencia de operaciones está perfectamente sincronizada, por lo que no existe una etapa limitante de producción y por lo tanto no se puede incrementar el actual tiempo de escurrido sin una importante pérdida de productividad.

10.2.5 Optimización de la técnica de lavado

La técnica de lavado vigente, consiste en sumergir el escape en la cuba de lavado estanco n° 3 y a continuación en la cuba de lavado estanco n°4, cuya finalidad es eliminar todo vestigio de ácido crómico proveniente del lavado estanco n° 3.

Esta técnica de lavado tiene como desventaja la pérdida de eficacia del enjuague con el número de piezas cromadas:

- Lavado estanco n° 3, Cuando es alta la concentración de ácido crómico, se debe cambiar el agua para mantener la eficacia del lavado.

- Lavado estanco n° 4, Cada 14 días el contenido del lavado estanco n° 4 es enviado al tratamiento de efluentes ya que el mismo posee una concentración que amerita su tratamiento y la eficiencia del lavado complementario ya no es tal.

La técnica de lavado empleada consume en 14 días 1436,77 litros de agua, es decir un caudal de 8,55 l/h.

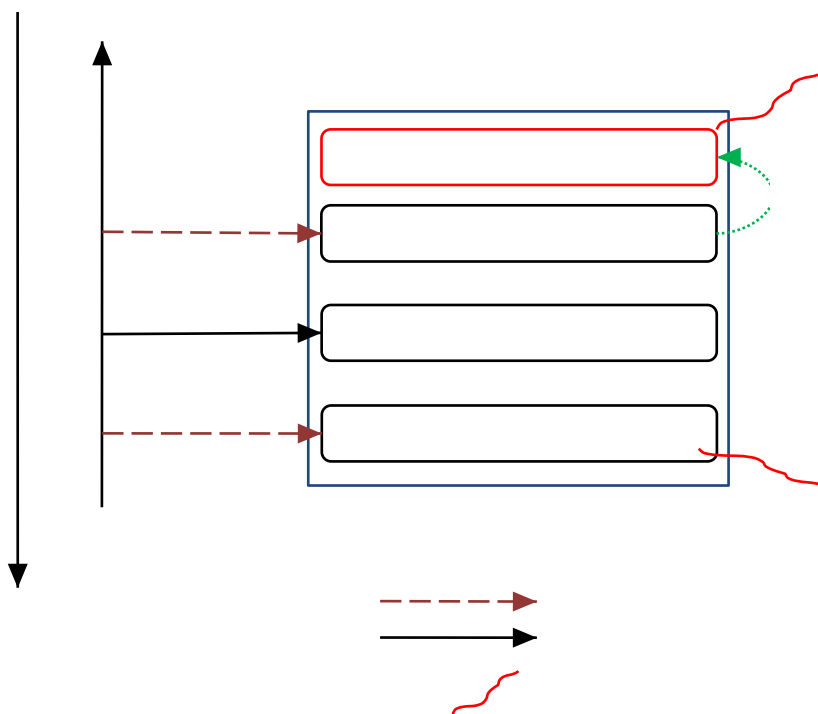


Figura 38 M. Cromado Situación Actual

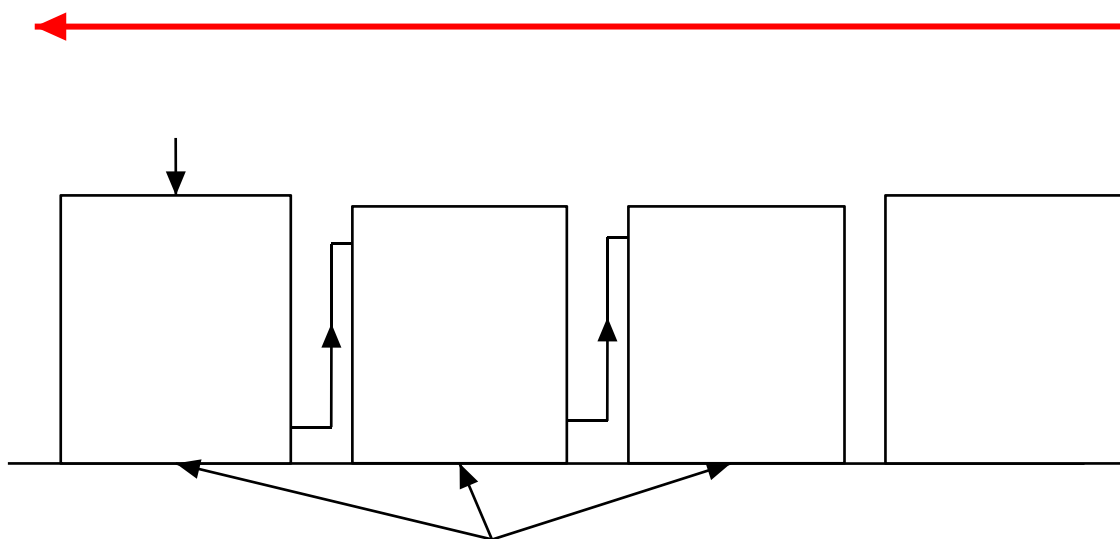
La nueva técnica de lavado debe lograr que el caudal sea el mínimo posible para reducir la complejidad, la dimensión y el costo del sistema de tratamiento de aguas residuales. El modo más sencillo de conseguirlo es, en este caso, con 3 enjuagues en cascada de bajo caudal, conectamos por medio de cañerías.

Con esta técnica se logra:

- Reducir el caudal de agua.
- Concentrar la totalidad de la carga contaminante en un volumen muy reducido de agua.
- y se reduce también a valores muy bajos el arrastre de la carga contaminante a los lavados posteriores. (Con ello se lograría disminuir la frecuencia del envío al tratamiento de efluentes de los líquidos de los lavados, esto se ve reflejado en menores gastos de insumos para el tratamiento efluentes como para la disposición de los barros generados en el mismo, estas mejoras están desarrolladas en el punto siguiente).

La implementación de esta técnica de lavado, no producirá un aumento en el tiempo de producción porque el lavado en caliente que se realizaba en la última etapa (operación n°14) no es imprescindible luego de la experiencia llevadas a cabo en la empresa, donde se llegó a la conclusión que no aparecían manchas en la superficie de los escapes durante el proceso de secado.

El criterio de lavado adoptado es de 10.000 esto significa que en la última etapa de lavado, la concentración de cromo debe ser de 25 mg/l. para esto se precisa un caudal de 3,57 l/h. Ver tabla 18 anexo VI



La cuba de la operación n°12 y n°13 deberá almacenar 300 litros de agua y la cuba de la operación n° 14 deberá tener una capacidad de 700 litros, estos volúmenes deben ser el 80% de la capacidad máxima de la cuba. La finalidad de esto es evitar derrames.

Con esta técnica de lavado se reduce el caudal usado en un 58 % al pasar de 8,55 l/h a 3,57 l/h.

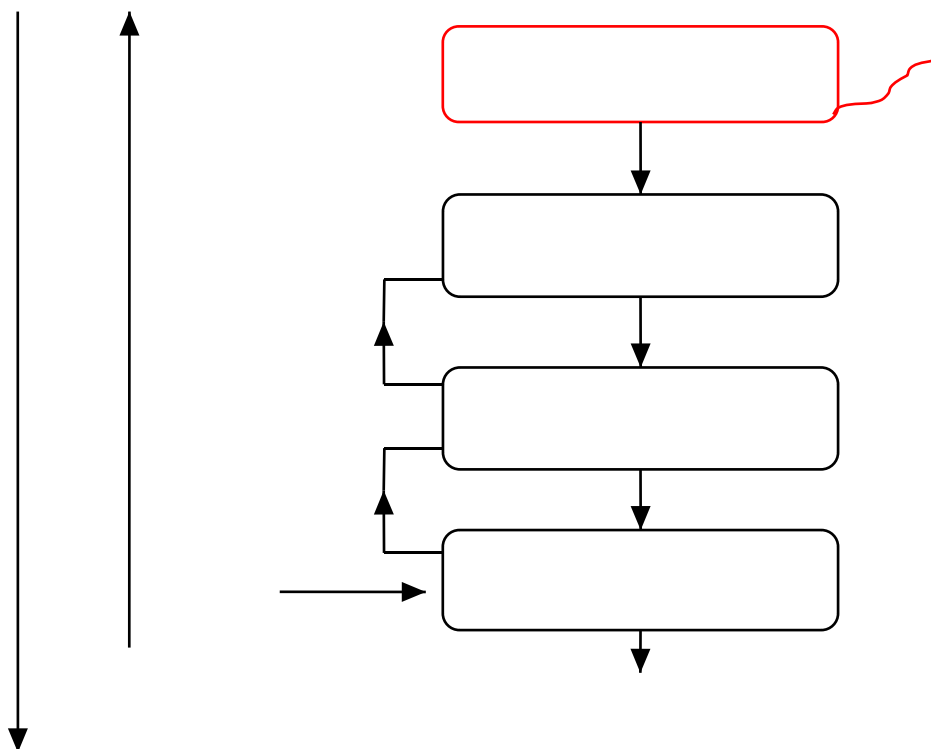


Figura 39 M. Cromado Situación Propuesta

10.2.6 Devolución completa del electrolito de cromo arrastrado

10.2.6.1 Objetivo.

Con el propósito de disminuir el consumo de ácido crómico utilizado en el sector cromado, optimizar el proceso de galvanoplastia y por consiguiente lograr la disminución de los tratamientos de efluentes a realizar, como de los barros que se generan en el mismo, se analizó la posibilidad de concentrar los líquidos correspondiente al lavado en cascada n° 4 para que forme parte de la reposición de ácido crómico que se realiza a la cuba de cromado propiamente dicha.

En este sentido, actualmente se repone con ácido crómico en escamas en función de los resultados de los análisis realizados por el proveedor de la materia prima. La concentración de CrO_3 a mantener en los mismos debe oscilar los 250 g/l de CrO_3 .

10.2.6.2 Situación Actual.

El proceso de cromado decorativo es llevado a cabo en la cuba donde se produce el proceso de electrodeposición, cuyo baño de ácido crómico debe contener una concentración de trabajo aproximada a los 250 g/l de CrO_3 .

La concentración de ácido crómico presente en la cuba electrolítica va disminuyendo a medida que las piezas a cromar se incrementan, por lo que se hace indispensable

reponer la concentración de trabajo mediante el agregado de ácido crómico en escamas. También se suele restituir en parte dicha concentración pero que resulta mínima cuando se agrega el contenido de agua de enjuague del lavado estanco n°3. En realidad más que ayudar a recomponer la composición del baño, la idea es recomponer nivel del baño de cromado que disminuye.

Este proceso continua entonces cuando la pieza cromada es conducida a la cuba del lavado estanco n° 3 con la finalidad de lograr el mayor escurrido de acido crómico que presenta la pieza recientemente cromada. Este procedimiento hace que el contenido del agua de enjuague incremente la concentración de ácido crómico con el número de piezas cromadas.

Finalmente la pieza se conduce al lavado estanco n° 4 la cual tiene la finalidad de eliminar todo vestigio de acido crómico proveniente del lavado estanco n° 3.

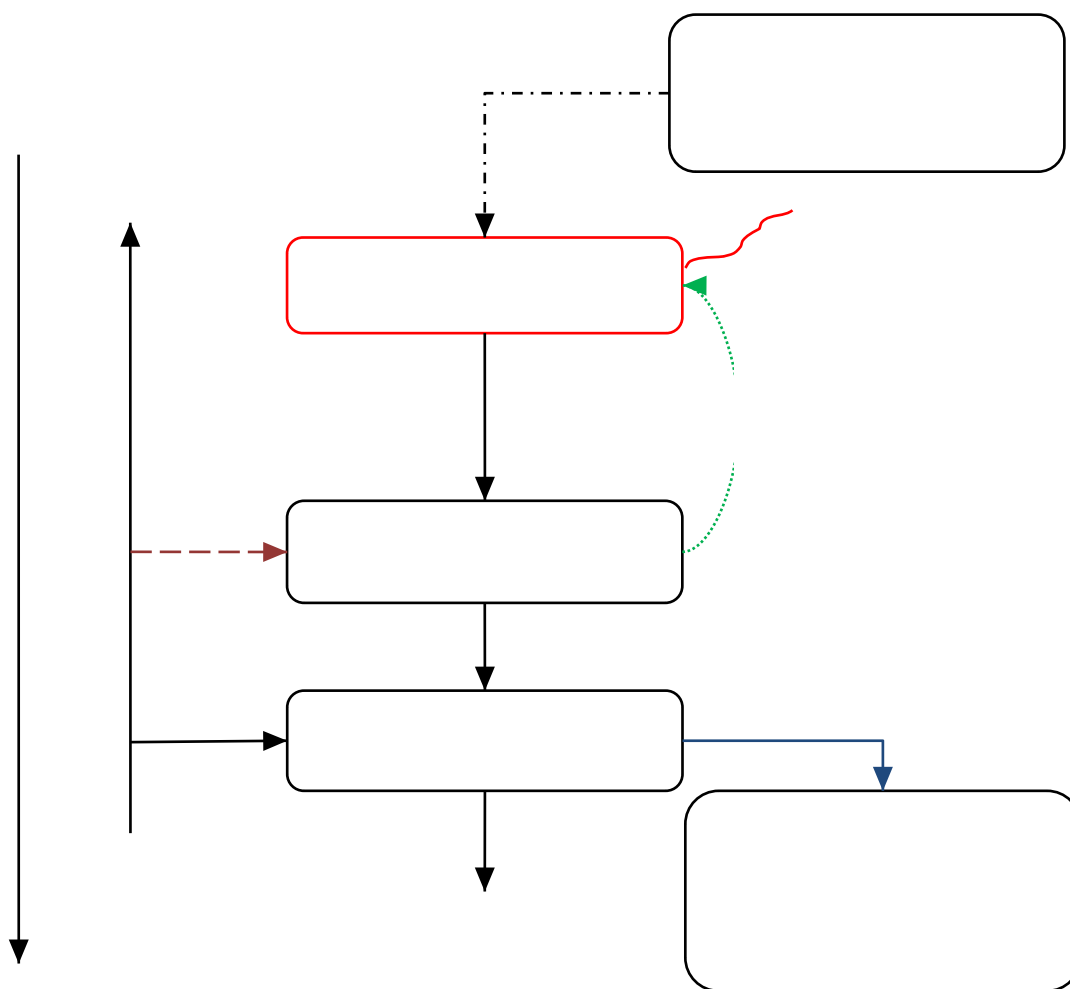


Figura 40: Proceso de cromado sin recuperación de ácido crómico

10.2.6.3 Situación Propuesta

En función a lo descripto anteriormente, se pensó recortar el agregado de ácido crómico en escamas al baño electrolítico de cromado decorativo mediante otra fuente de incorporación que no sea la incorporación del insumo en sí. En este sentido tomar parte del contenido del baño del lavado en cascada n°4 para mediante un proceso evaporativo pierda agua y aumente la concentración de Cr^{+6} presente en el ácido crómico es la línea a adoptar.

Con el cambio de la técnica de lavado, en el lavado en cascada n°4, las concentraciones de CrO_3 obtenidas serian mayores y por ende se lograrían mejoras significativas en este sentido, disminuyendo las reposiciones de ácido crómico en escamas y por ende la compra del insumo productivo. A la vez disminuye la frecuencia del envío al tratamiento de efluentes de los líquidos provenientes de la cuba del lavado en cascada n°4.

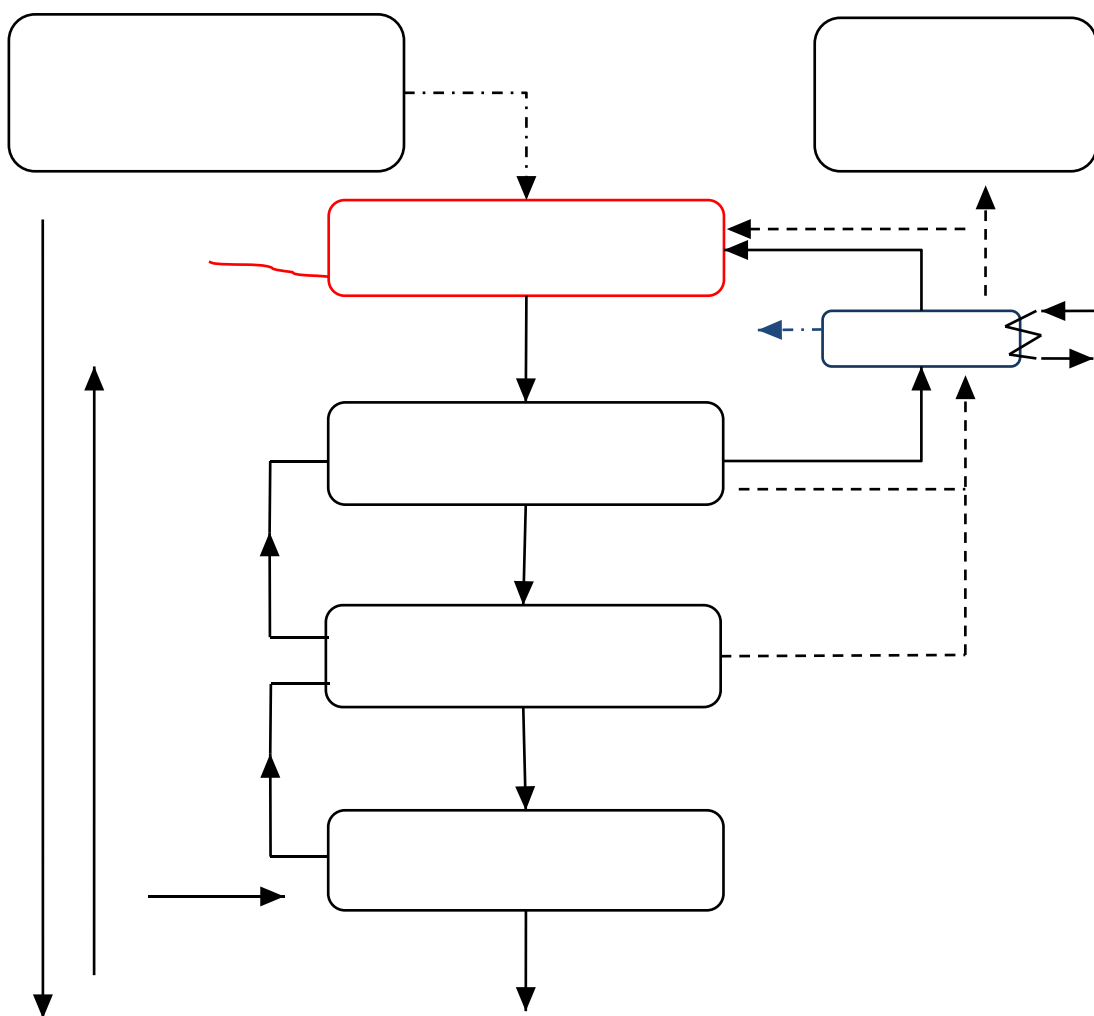
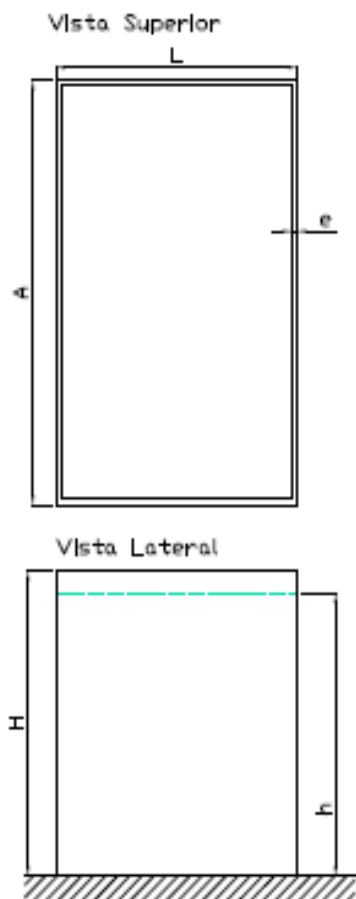


Figura 41: Proceso de cromado con recuperación de ácido crómico

Disminucion de la reposicion de acido cromico en escamas

A lo largo de una semana (7 días, 12 horas diarias) de trabajo el nivel de baño disminuye 14 cm pasando de 56 cm a 40 cm. Es necesario reponer desde el lavado en cascada n°4, un volumen de 173 litros (concentración 250 g/l CrO₃) para alcanzar el nivel de 56 cm.

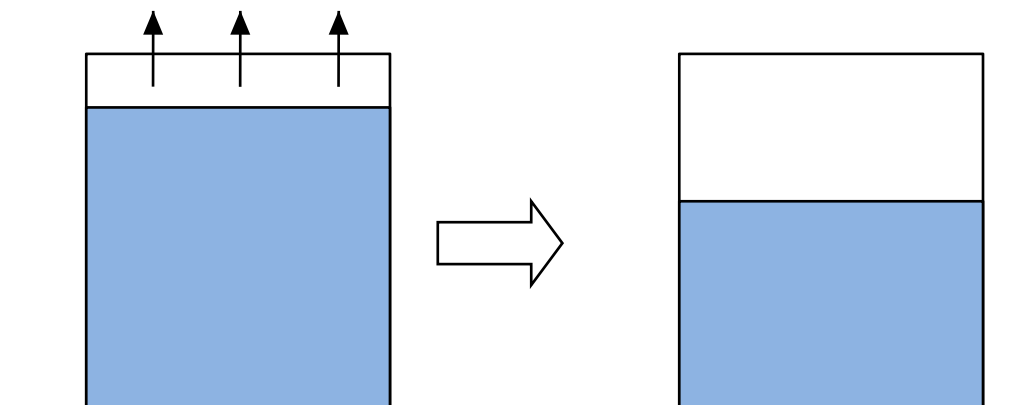


Dimensiones (m)	Base	Coronamiento
L	0,9	0,9
A	1,5	1,5
Altura (H)	0,7	
Espesor Pared	0,02	
Nivel Baño	0,56	
Superficie Baño	1,26 m ²	
Volumen Baño	703 litros	

Del lavado en cascada n°4 se extraerá el volumen necesario de agua para reponer las pérdidas del baño de cromado. De una experiencia realizada en la empresa se extrajo 141 litros a una concentración 83,3 g/l CrO₃ que al ser sometido al proceso de evaporación se obtuvo 85 litros a la concentración de 250 g/l CrO₃. Es decir se recupero el 60 % del volumen.

Por esta razón se extraerá 288 litros del lavado en cascada n°4 por medio de una bomba hacia una cuba auxiliar.

El proceso de evaporación consiste simplemente en hervir el líquido contenido en la cuba hasta que la concentración alcance los 250 g/l CrO₃.



Para un periodo de producción comprendido entre el 1 de junio y el 16 de julio del año 2009, se agregaron al baño de cromado las siguientes cantidades de ácido crómico:

Fecha	Acido Crómico (Kg)	Observaciones
21/05/2009		Análisis 60528, Estado del baño 138,3 g/l CrO3 agregar 117,7 g/l
01/06/2009	75	
12/06/2009	5	
18/06/2009	5	
26/06/2009	5	
03/07/2009	5	
16/07/2009		Análisis 61079, estado del baño 201,50 g/l CrO3 agregar 48,50 g/l
Total (kg)	95	

El Baño de cromado decorativo ha disminuido su densidad a 201,50 g/l CrO3.
 Por lo que es necesario agregar Acido crómico en escamas:

Que representa el 35% de los insumos provistos al baño en el mes de junio, con la técnica de devolución completa de electrolito de cromo arrastrado se va a lograr eliminar el aporte semanal de escamas de ácido crómico. Estimamos que la mejora va a alcanzar un rendimiento del 30 %, que representa un ahorro \$ 2700 por año.

Precio Acido Crómico	45 \$/kilogramo
----------------------	-----------------

Rendimiento 30%	60 Kilogramos
Ahorro	2700,00 \$/año

Disminución de la frecuencia de envío de los líquidos al tratamiento de efluentes

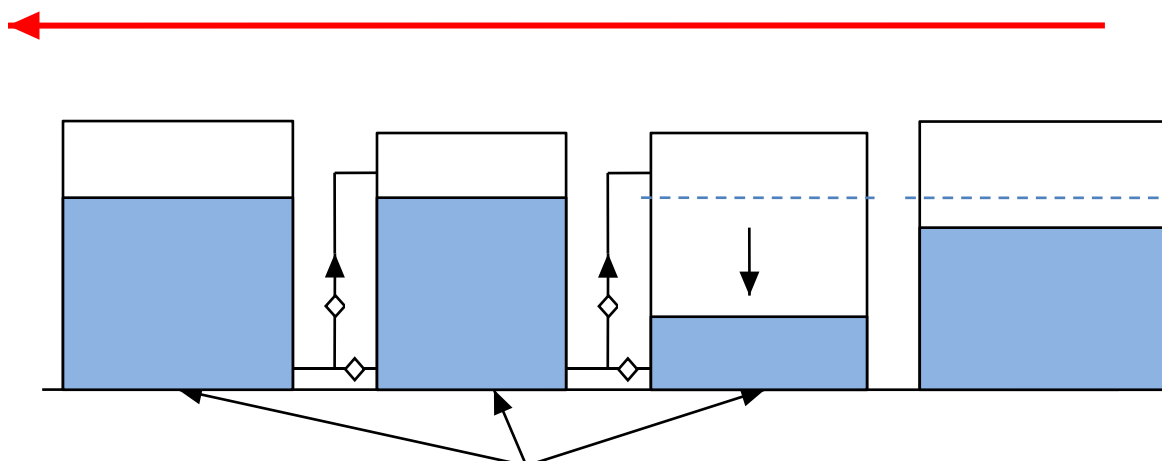
Recordemos que los líquidos contenidos en el lavado estanco n°4 se envían al tratamiento de efluentes cada 14 días, porque la concentración de ácido crómico al ser elevada produce que el lavado pierda su eficacia.

La nueva técnica de lavado en cascada junto con la recuperación del ácido crómico, permite disminuir el envío de los líquidos de enjuague a tratamiento y renovar la eficacia del lavado de las cubas.

Se deberá mantener balanceado el consumo de agua del lavado en cascada con el volumen que es necesario reponer al baño de cromado.

A continuación se presenta el orden en que debe ser realizada la operación para mantener balanceado el consumo de agua.

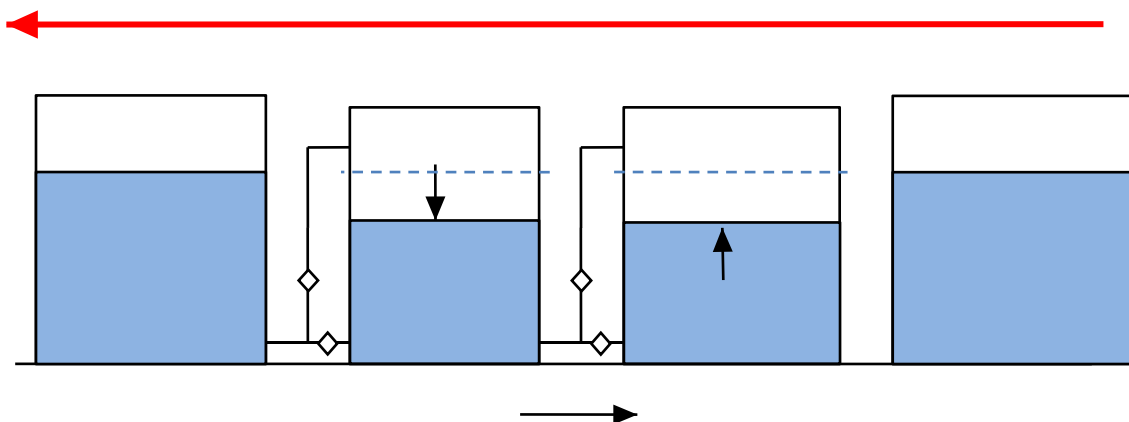
Partiendo de la situación propuesta en el punto anterior, es necesario reponer 173 litros del baño de cromado, para eso se extraerán 288 litros de enjuague del lavado correspondiente a la operación n°12. Con esta práctica de recuperación se evita a la vez someter a tratamiento de efluentes los 288 litros.



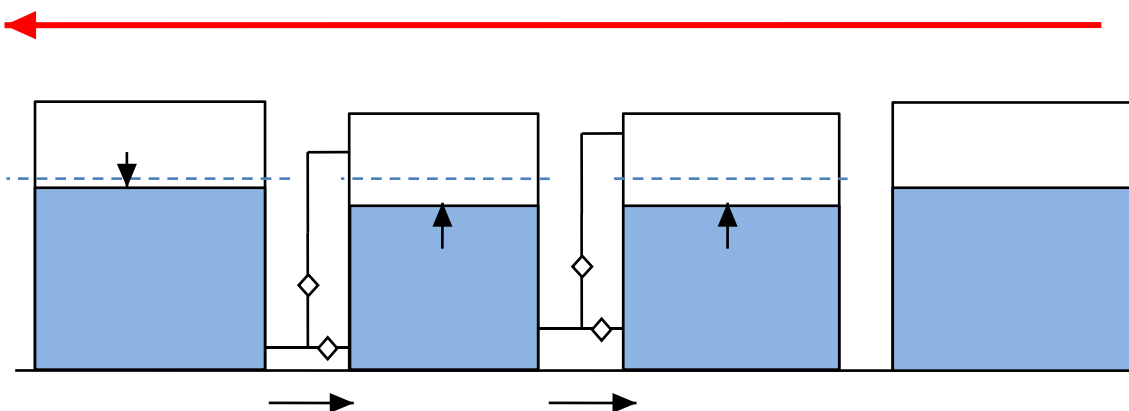
Para poder continuar operando es necesario reponer el nivel de líquido de la cuba de la operación n°12, las cubas están conectadas entre sí por medio de cañerías provistas de dos llaves de paso que serán operadas según la función a cumplir (Enjuague o reposición) siguiendo el siguiente procedimiento:

1_Cerrar las llaves de paso "A" que comunican las cubas de lavado en la función enjuague.

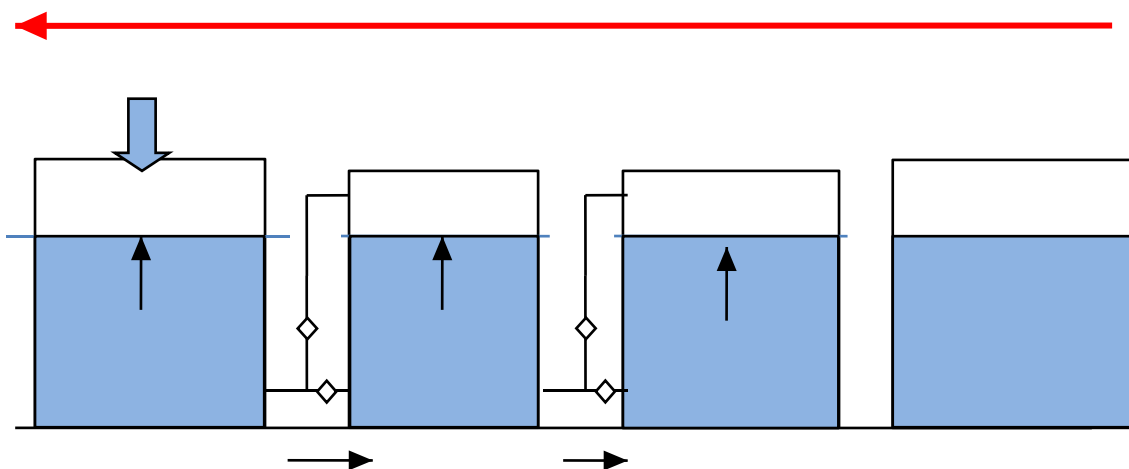
2_Abrir la llave "B" que conecta las cubas de la operación n° 12 y n°13. Hasta que se nivelen los volúmenes.



3_Abrir la llave "C" que conecta las cubas de la operación n° 13 y n°14. Hasta que se nivelen los volúmenes de todas las cubas.



4_Abrir llave paso de agua de red hasta que las cubas alcancen el nivel de operativo. Este nivel esta marcado en cada cuba de lavado.



5_Cerrar llaves de paso "B" y "C" y cerrar llave de agua potable.



6_Abrir las llaves de paso "A".

El cumplir este procedimiento permite aumentar la eficacia del lavado de las cubas al renovar casi en su totalidad el líquido de los baños de las operaciones n° 12 y n° 13.

Sin embargo a medida que transcurre el tiempo a pesar de la renovación del agua, se va aumentando la concentración de ácido crómico y de impurezas en las cubas de lavado que son necesarias remover. Un pronóstico pesimista sería renovar los enjuagues cada 28 días.

Se extraerá todo el líquido contenido en las cubas de la operación n° 12 y n° 13 por medio de una bomba hacia una cuba auxiliar. A continuación serán sometidas al proceso de evaporación donde se repondrá el líquido que sea necesario al baño de cromado.

El excedente podría ser guardado para reposiciones futuras pero el ritmo de producción sigue generando aumento de concentración de ácido crómico en los enjuagues por lo que no es conveniente.

El tratamiento manual del efluente consiste en:

- Acondicionamiento del pH del medio, para poder llevar a cabo la reacción química.
- Reacción química de reducción de Cr (VI) a Cr (III) con metabisulfito de sodio como agente reductor.
- Acondicionamiento del medio para llevar a cabo la reacción de precipitación.
- Agregado de Hidróxido de Calcio y reacción de precipitación.
- Sedimentación de los lodos generados.
- Separación física de los lodos del agua y posterior deshidratación natural de los mismos.
- Disposición final de los barros de cromo trivalente a empresa operadora de la provincia de Santa Fe.
- Vertido de los líquidos tratados.

El costo de los insumos para realizar el tratamiento a 700 litros es:

Insumo	Cantidad	Unidad	Precio	Subtotal (\$)
Acido sulfúrico	2	Litros	48 \$/L	96,00
Hidróxido de Calcio Ca(OH) – (CAL)	3	Kg	1,50 \$/kg	4,50
metabisulfito de sodio	6	Litros	11 \$/L	66,00
Mano de obra	3	horas	45 \$/h	135,00
			Total	301,50



Estos 700 litros generan 15 kilos de lodo crómico, cuyo tratamiento por una empresa especializada cuesta 7,00 pesos el kilogramo. Total = 105,00 \$/tratamiento.

$$\begin{aligned} \text{costo total tratamiento de efluentes} &= \text{Costo insumos} + \text{Costo disposición} \\ &= 301,50 + 105,0 \\ &= 406,50 \text{ PESOS} \end{aligned}$$

Con esta práctica se reduce en un 50% la frecuencia del tratamiento y la generación de lodo crómico.

10.2.7 Análisis global de resultados del Modulo de cromado decorativo

En función de los volúmenes de producción obtenidos de la empresa para los años 2009 y 2010, el sector necesita 139 días al año a su máxima capacidad para producirlos.

Esta hipótesis de funcionamiento nos permite realizar un mejor análisis cuantitativo.

Se analizara realizar el tratamiento de efluentes cada 14, 28, 56 y 84 días respectivamente.

La frecuencia con que se realice el tratamiento de efluentes solo podrá ser determinada con la puesta en funcionamiento de las prácticas de producción más limpia. En el punto Implementación de PML se detallan unos formularios cuya finalidad será seguir la evolución del nivel de acido crómico del lavado en cascada.

10.2.7.1 Tratamiento de efluentes cada 14 días

Con la técnica de lavado vigente el modulo de cromado consume cada 14 días 1436 litros de agua y somete a tratamiento 700 litros del lavado estanco n°4 (sin realizar el proceso de evaporación).

			Precio unitario	
Costo para 14 días	Unidad	Cantidad	\$/m3	Subtotal
Agua	L	1436,77	3.36	4,83
Costo tratamiento aguas residuales	gl	1.00	406.50	406.50
Acido crómico	kg	20.00	45.00	900.00
			Total \$	1311.33

			Precio unitario	
Costo para 139 días	Unidad	Cantidad	\$/m3	Subtotal
Agua	L	14265,07	3.36	47,93
Costo tratamiento aguas residuales	gl	9.00	406,50	3658,50
Acido crómico	kg	198.57	45.00	8935.71
			Total \$	12642.14



10.2.7.2 Tratamiento de efluentes cada 28 días

Con la implementación de las buenas prácticas propuestas el modulo de cromado consume para un mes de funcionamiento, 1541 litros de agua y somete a tratamientos de efluentes 233 litros a la concentración 250 g/l CrO3.

Costo para 28 días	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
			\$/m3	
Agua	L	1541.00	3.36	5.18
Costo tratamiento aguas residuales	gl	1.00	135.42	135.42
Acido crómico (rendimiento 30%)	kg	28.00	45.00	1260.00
			Total \$	1400,60

Costo Anual	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
			\$/m3	
Agua	L	7139.97	3.36	23.99
Costo tratamiento aguas residuales	gl	5.00	135.42	677,11
Acido crómico (rendimiento 30%)	kg	129.73	45,00	5838,00
			Total \$	6539,10

Calculo del volumen de agua consumido

Semana	Función	A	B	C	D	E	F	G
1	Recuperación	173	288		173	0	288	
2	Recuperación	173	288		173	0	288	
3	Recuperación	173	288		173	0	288	
4	Rec y Tratamiento	173		677	406	233	677	233
Total							1541 litros	

Referencias:

A= Volumen a reponer en el baño de cromado por perdida de evaporación y arrastres

B= Volumen a extraer de la cuba de la operación n° 12, siendo n=60%.

C= Volumen a extraer de la cuba de la operación n° 12 y n° 13

D= Volumen obtenido al someter al proceso de evaporación

E= Volumen excedente del proceso de evaporación que no retorna al modulo de cromado.

F=Volumen a agregar a las cubas de enjuague

G=Volumen de liquido a la concentración de 250 g/l a la espera de tratamiento.



10.2.7.3 Tratamiento de efluentes cada 56 días

Tiene un consumo de agua de 2693 litros.

Semana	Función	A	B	C	D	E	F	G
1	Recuperación	173	288		173	0	288	
2	Recuperación	173	288		173	0	288	
3	Recuperación	173	288		173	0	288	
4	Rec y Tratamiento	173	288		173	0	288	
5	Recuperación	173	288		173	0	288	
6	Recuperación	173	288		173	0	288	
7	Recuperación	173	288		173	0	288	
8	Rec y Tratamiento	173		677	406	233	677	233
Total							2693	litros

Costo cada 56 días

	Unidad	Cantidad	Precio unitario \$/m3	Subtotal
Costo para 56 días				
Agua	L	2693.00	3.36	9.05
Costo tratamiento aguas residuales	gl	1.00	135.42	135.42
Acido crómico (rendimiento 30%)	kg	56.00	45.00	2520,00
			Total \$	2664,47

Costo anual

	Unidad	Cantidad	Precio unitario \$/m3	Subtotal
Costo Anual				
Agua	L	6238.78	3.36	20.96
Costo tratamiento aguas residuales	gl	2.00	135.42	270,85
Acido crómico (rendimiento 30%)	kg	129.73	45,00	5838,00
			Total \$	6129,81

10.2.7.4 Tratamiento de efluentes cada 84 días

Tiene un consumo de agua de 3845 litros.

Semana	Función	A	B	C	D	E	F	G
1	Recuperación	173	288		173	0	288	
2	Recuperación	173	288		173	0	288	
3	Recuperación	173	288		173	0	288	
4	Rec y Tratamiento	173	288		173	0	288	
5	Recuperación	173	288		173	0	288	
6	Recuperación	173	288		173	0	288	
7	Recuperación	173	288		173	0	288	
8	Rec y Tratamiento	173	288		173	0	288	
9	Recuperación	173	288		173	0	288	



Semana	Función	A	B	C	D	E	F	G
10	Recuperación	173	288		173	0	288	
11	Recuperación	173	288		173	0	288	
12	Rec y Tratamiento	173		677	406	233	677	233

Total 3845 litros

Costo cada 84 días

Costo para 84 días	Unidad	Cantidad	Precio unitario \$/m3	Subtotal
Agua	L	3845.00	3.36	12.92
Costo tratamiento aguas residuales	gl	1.00	135.42	135.42
Acido crómico (rendimiento 30%)	kg	56.00	45,00	2520,00
			Total \$	2668,34

Costo anual

Costo Anual	Unidad	Cantidad	Precio unitario \$/m3	Subtotal
Agua	L	5938.39	3.36	19.95
Costo tratamiento aguas residuales	gl	2.00	135.42	270,85
Acido crómico (rendimiento 30%)	kg	86.49	45.00	3892,00
			Total \$	4182,80

10.2.7.5 Análisis de los resultados

La Figura 42 muestra el consumo de agua anual en función de la frecuencia con que se realiza el tratamiento de efluentes.

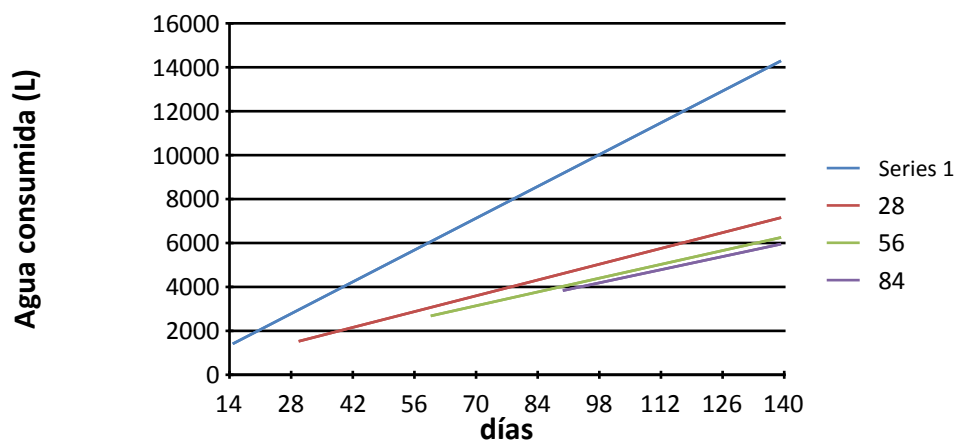


Figura 42: Modulo cromado decorativo

La Figura 43 muestra el ahorro porcentual estimado en el consumo de agua de los lavados

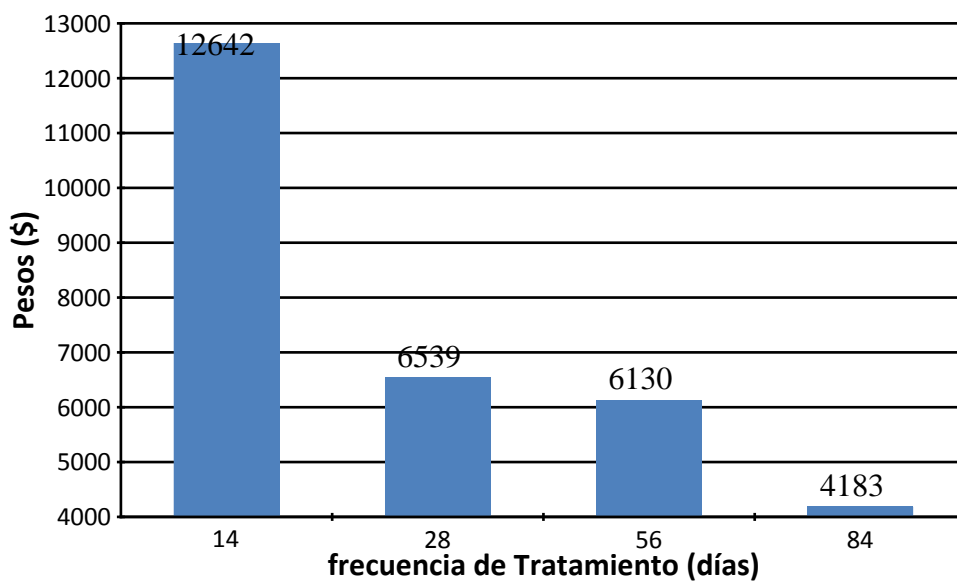


Figura 45: Costo anual (Insumos+ disposición)



Figura 46: Reducción costo de tratamiento

Los costos en insumos y tratamiento de lodos crómicos se reducen como mínimo en un 48%.

El costo del agua para un año es de:

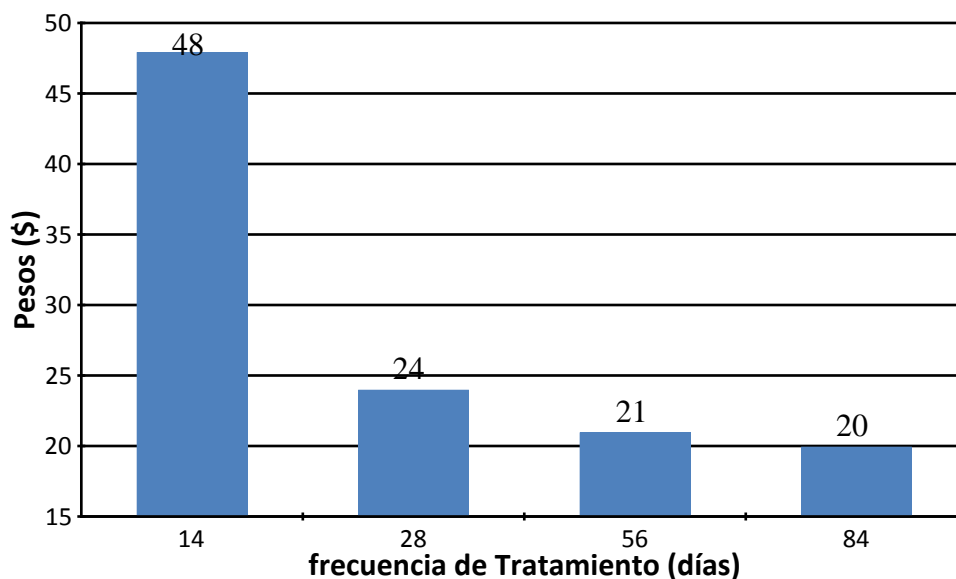


Figura 47: Costo anual agua

El ahorro anual para cada escenario estudiado se muestra a continuación:

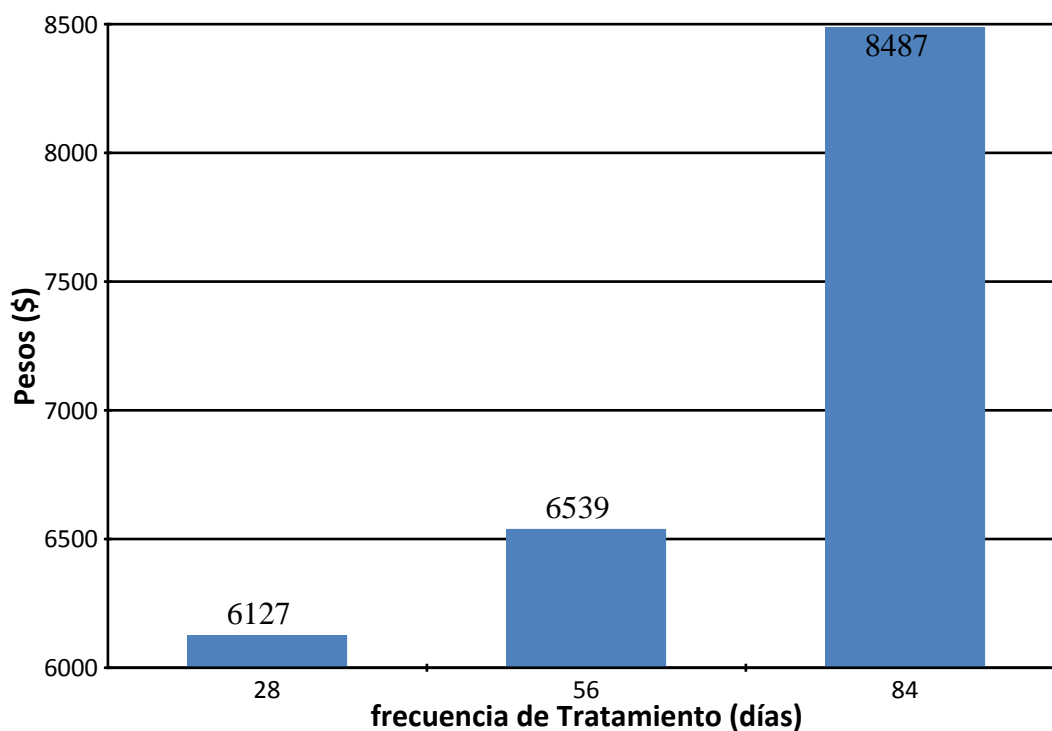


Figura 48: Ahorro anual (agua, insumo y disposición final)

Para los volúmenes producidos en un año significa un ahorro por escape de:



Frecuencia Tratamiento (días)	Ahorro (\$/escape)
28	1,83
56	1,95
84	2,53

Un ahorro de \$ 6127 pesos al año puede parecer insignificante si es evaluado a corto plazo, pero para un periodo de 10 años es relevante.

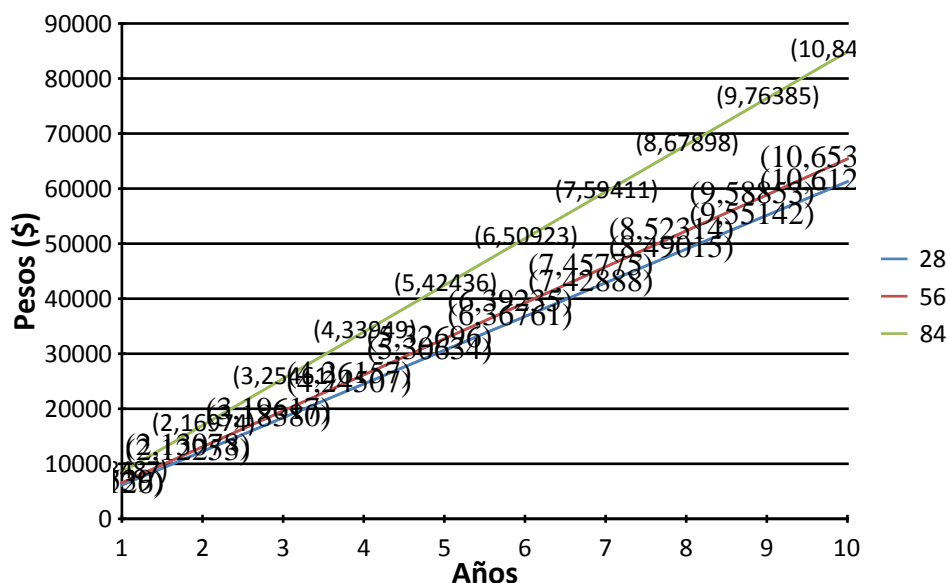


Figura 49: Ahorro acumulado

La misma valoración errónea puede hacerse sobre el recurso agua, que representa un costo de 48 \$/año. Sin embargo hay beneficios directos e indirectos asociados a este recurso.

Beneficios directos:

- Menor cantidad de agua que debe someterse a tratamiento de efluentes.
- Se reduce la posibilidad de volcado de residuos que no cumplan la normativa ambiental, con su correspondiente sanción económica.
- Menor generación de residuos peligrosos (Lodo crómico).

Beneficios indirectos:

- Mejora la relación de la empresa con la comunidad y la autoridad de aplicación ambiental
- Mejora la imagen corporativa de la empresa.

10.3 Modulo de operación Níquel Brillante

NOTA, los cálculos se han estimado para una producción continua de 12 horas diarias los 7 días de la semana.



10.3.1 Reducción de la concentración del electrolito

La concentración de níquel de 65 gr/l es la usada actualmente en el mercado.

10.3.2 Alargamiento de la vida del baño electrolítico

Actualmente el baño de níquel pierde 139 litros/día por causa de la evaporación, por lo tanto el baño pierde temperatura.

	Temperatura baño	65	°c
	Velocidad de corriente de aspiración	0.3	m/s (recomendación IHOBE)
A	Ratio de evaporación	4.63	l/h m ² (obtenido de tabla Anexo 6)
B	Superficie Baño	2.50	m ²
C	Evaporación	11.58	l/h = A x B
	Evaporación diaria	139.00	= C x 12 horas

Recordemos que en el proceso de niquelado el escape es acoplado a un cilindro neumático que le imprime un movimiento mecánico de oscilación horizontal (vaivén) y permanece completamente sumergido en el baño durante 15 minutos.

La aplicación de pequeñas esferas huecas de material plástico sobre la superficie del líquido para conservar la temperatura no debería interferir en el movimiento de los escapes. Reduciendo en un 40% la superficie del baño la evaporación diaria pasa a ser 100 litros por día

	Temperatura baño	65	°c
	Velocidad de corriente de aspiración	0.3	m/s (recomendación IHOBE)
A	Ratio de evaporación	4.63	l/h m ² (obtenido de tabla anexo 6)
B	Superficie Baño	1.80	m ²
C	Evaporación	8.33	l/h = A x B
	Evaporación diaria	99,90	= C x 12 horas

10.3.3 Reducción del criterio de calidad de lavado

De un análisis que se encargó a una empresa especializada en mediciones, se obtuvo que la concentración de Níquel en el lavado estanco n°2 es de 2 mg/l.

El criterio de calidad de lavado empleado es:

$$CL = C_0/C_n$$

C_0 = Concentración del baño de Niquel = 65 g/l Ni



C_n = Concentración en la última etapa del lavado = 0,002 g/l Ni

$$CL = 65 / 0.002 = 32.500$$

Tomando además como referencia el caso de una empresa española de recubrimiento electrolítico con un baño de níquel brillante en su línea de producción. El baño posee una concentración de 65 g/l Ni y produce 12 m²/h. El criterio de lavado empleado es de 10.000 para la cual consume 11,3 l/h de agua. La técnica de lavado es la de lavado estanco.

Actualmente Latina industrial consume los siguientes volúmenes de agua en los lavados estancos n° 1 y 2, para un periodo de 14 días y 2.48 m²/hora.

Función	Volumen (litros)	Caudal (l/h)
Lavado estanco n°1	2682,29	15,97
Lavado estanco n°2	94,08	0,56
Total	2776,37	16,53

Haciendo la comparación que para limpiar 12 m² de superficie (de geometría similar) a una igual concentración de níquel se requiere un caudal de 11,3 l/h, Latina está empleando un 46% más de caudal para limpiar un 80% menos de superficie cromada.

10.3.4 Optimización del escurrido.

La cadencia de operaciones está perfectamente sincronizada, por lo que no existe una etapa limitante de producción y por lo tanto no se puede incrementar el actual tiempo de escurrido sin una importante pérdida de productividad.

10.3.5 Optimización de la técnica de lavado

La técnica de lavado vigente, consiste en sumergir el escape en la cuba de lavado estanco n° 1 y a continuación en la cuba de lavado estanco n°2, cuya finalidad es eliminar todo vestigio de níquel proveniente del lavado estanco n° 1.

Diariamente se extrae del lavado estanco n°1 un volumen del baño para recuperar las pérdidas por evaporación del baño de níquel. Además cada 7 días este baño es renovado completamente para mantener la eficacia del lavado. Este baño es volcado directamente a la red cloacal sin efectuar ningún tipo de tratamiento.

El lavado estanco n°2 solo se repone el nivel perdido por el arrastre.

La técnica de lavado empleada consume en 14 días 2776,37 litros de agua, es decir un caudal de 16,53 l/h.

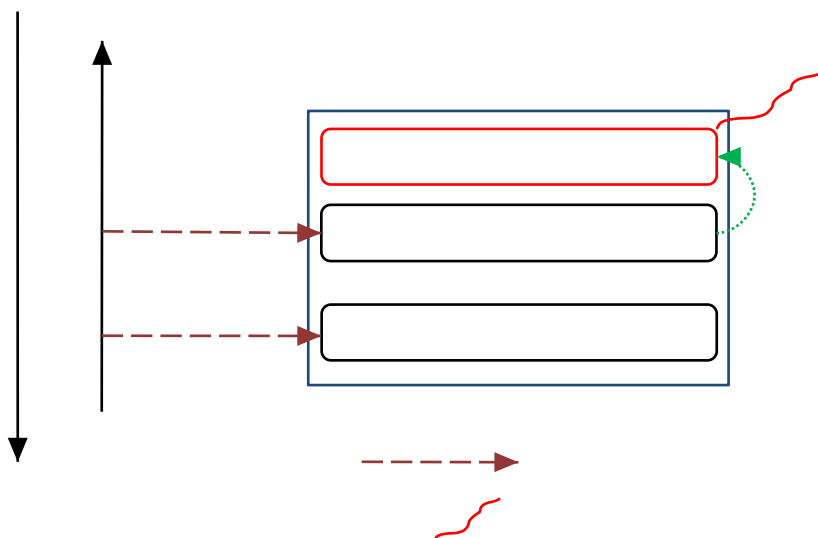


Figura 50 M. Níquel situación actual

La nueva técnica de lavado debe lograr que el caudal sea el mínimo posible. El modo más sencillo de conseguirlo es, en este caso, con 2 enjuagues en cascada de bajo caudal, conectados por medio de cañerías.

Con esta técnica se logra:

- Reducir el caudal de agua.
- Concentrar la totalidad de la carga contaminante en un volumen muy reducido de agua.
- y se reduce también a valores muy bajos el arrastre de la carga contaminante a los lavados posteriores.

El criterio de lavado adoptado es de 10.000 esto significa que en la última etapa de lavado, la concentración de níquel debe ser de 6,50 mg/l. para esto se precisa un caudal de 11,3 l/h. Concentración que cumple los límites de vertido

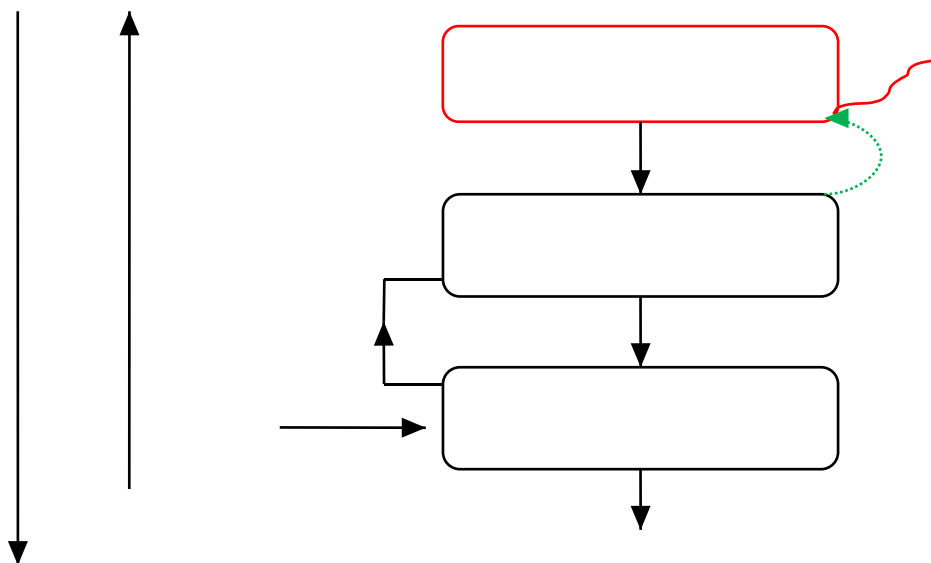
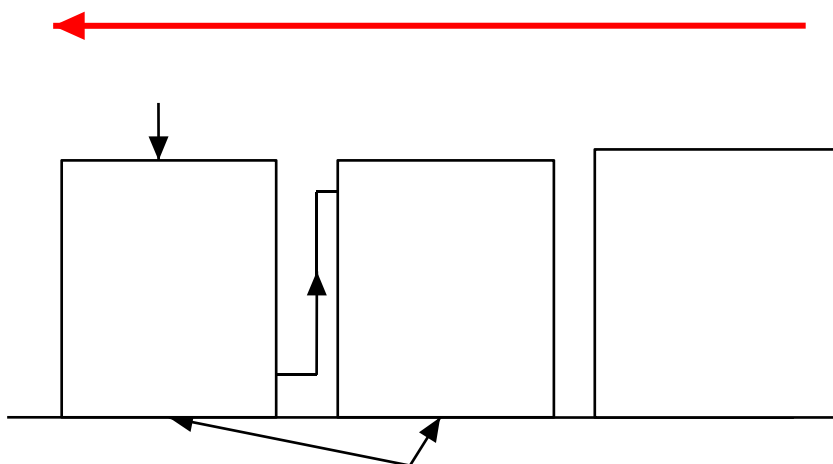


Figura 51: M. Níquel situación Propuesta

La cuba del lavado estanco n°1 tiene una capacidad de 420 litros, diariamente se le renueva 106 litros por las pérdidas de evaporación y arrastres del baño de níquel, es decir un 25%. Por lo que la eficacia del lavado está asegurada con una renovación total cada 14 días.

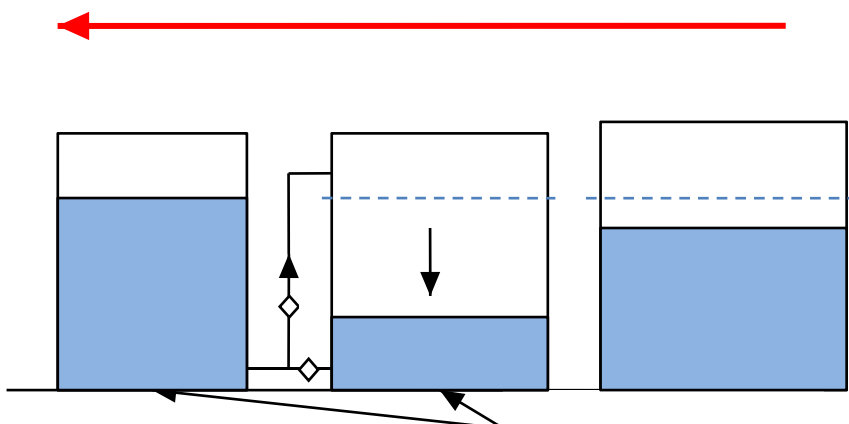


Con esta técnica de lavado se reduce el caudal usado en un 28 % al pasar de 16,53 l/h a 11,90 l/h.

Es necesario mantener balanceado el consumo de agua del lavado en cascada con el volumen que es necesario reponer al baño de níquel.

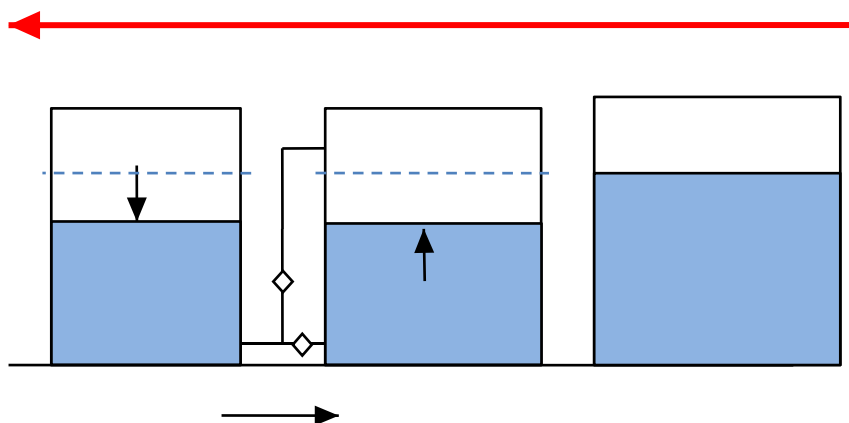
A continuación se presenta el orden en que debe ser realizada la operación para mantener balanceado el consumo de agua.

Partiendo de la situación que es necesario reponer 106 litros del baño de níquel, se extraerán 106 litros de la cuba del lavado en cascada n°5.

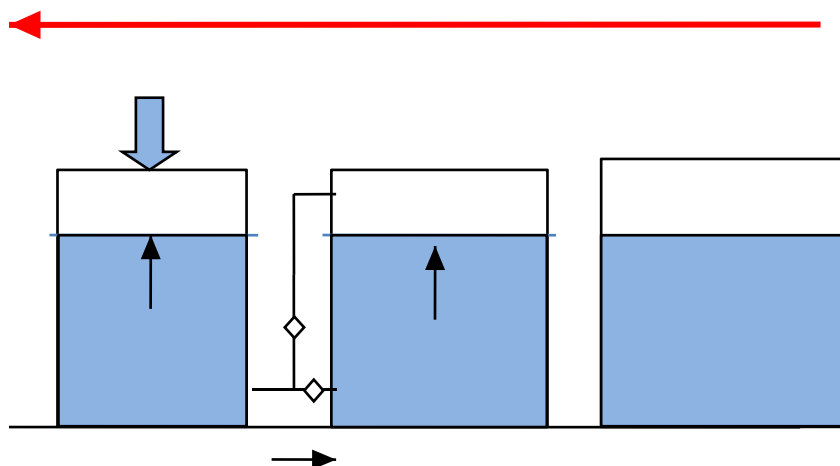


Para poder continuar operando es necesario reponer el nivel de líquido de la cuba de la operación n°9, las cubas están conectadas entre sí por medio de cañerías provistas de dos llaves de paso que serán operadas según la función a cumplir (Enjuague o reposición) siguiendo el siguiente procedimiento:

- 1_Cerrar la llave de paso "A" que comunica las cubas de lavado en la función enjuague.
- 2_Abrir la llave "B" que conecta las cubas de la operación n° 9 y n°10. Hasta que se nivelen los volúmenes.



- 3_Abrir llave paso de agua de red hasta que las cubas alcancen el nivel de operativo. Este nivel esta marcado en cada cuba de lavado.



4_Cerrar llaves de paso "B" y cerrar llave de agua potable.

6_Abrir las llaves de paso "A".

El cumplir este procedimiento permite aumentar la eficacia del lavado de las cubas al renovar casi en su totalidad el líquido de los baños de las operaciones n° 9 y n° 10.

Sin embargo a medida que transcurre el tiempo a pesar de la renovación del agua, se va aumentando la concentración de níquel y de impurezas en las cubas de lavado que son necesarias remover. Un pronóstico pesimista sería realizarlo cada 14 días.

Se extraerá todo el líquido contenido en las cubas de la operación n° 9 y se ajustara el valor de ph de ser necesario antes de ser volcado a la red cloacal.

10.3.6 Devolución del electrolito de Níquel arrastrado

Las dos técnicas más usadas para recuperar el electrolito arrastrado de níquel son:

- ✓ A través de electrolisis y depuración con carbón activado: Las experiencias prácticas determinan que es viable económicamente para concentraciones mayores a 100 g/l Ni, (Concentración utilizada 65 gr/l Ni)

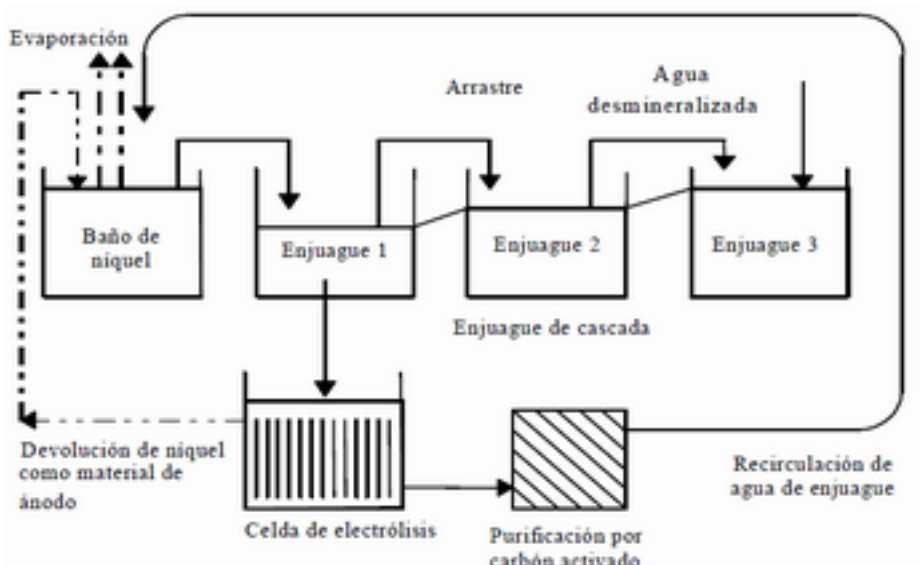


Figura 52: Recuperación electrolítica arrastrado níquel

- ✓ A través de evaporador atmosférico: Los análisis teóricos realizados por otras empresas han demostrado que esta técnica es inviable económicamente porque no se amortiza la inversión y además los gastos anuales de la nueva técnica de trabajo superan los ahorros que se puedan conseguir. La inversión fuerte esta en el propio evaporador y sus elementos auxiliares (depósitos, bombas, conexión y filtro) cuyo valor asciende a 2.5 millones de pesetas, unos 88.000 pesos argentinos.

Tomando en cuenta estas experiencias se repondrán las pérdidas por evaporación con las aguas de lavado en cascada n°5. Sin embargo esta técnica puede introducir productos de degradación no deseados sobre el baño por lo que es recomendable realizar con más frecuencia la limpieza del baño.

10.4 Desengrase electrolítico

Se procederá simplemente a colocar pequeñas esferas huecas de material plástico sobre la superficie del líquido, con la finalidad de reducir la superficie de evaporación en un 20%.

Cuba	Función	Tem p °C	Sup Baño m2	Velocidad aspiración (m/ s)	Ratio Evaporació n L/h m2	Evaporació n L/h
C	Desengrase electrolítico	45	1.35	0.3	1.73	2.34
C	Desengrase electrolítico (80%)	45	1.08	0.3	1.73	1.87



10.5 Tratamiento de efluentes

Se extrae con una bomba el contenido de los lavados en cascada n° 7 y 8 a una cuba auxiliar, ubicada en una zona del patio de la empresa cercano al taller de galvanoplastia.

El operario debe usar en todo momento mediamascaras para gases y vapores 3M y guantes de PVC encima de guantes de latex.

El tratamiento de efluentes se explica a continuación:

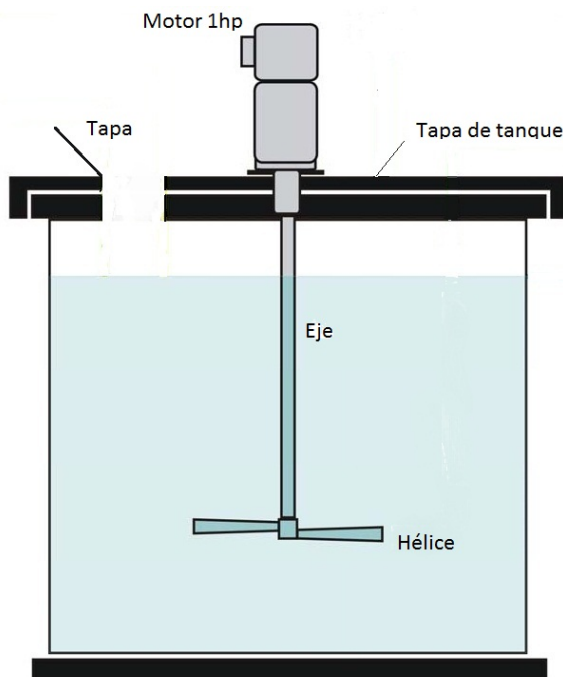
Insumo	Función	Tarea	Tiempo
Agregar 2 litros de ácido sulfúrico	Acondicionar el Ph del medio.	Agitar el baño hasta que el Ph alcance valores menores a 2	2 minutos
Se agrega 6 litros de metabisulfito de sodio	Actúa como agente reductor, produce la reacción química de reducción de cromo VI a III.	El operario debe agitar hasta observar un color verdoso	5 minutos
Se agrega 3 Kg de cal o hidróxido de calcio	Acondicionamiento del medio para llevar a cabo la precipitación y sedimentación de los lodos	Agitar y Detenerse cuando comience la reacción	10 minutos
	Sedimentación de los lodos		12 horas
	Separación física de los lodos del agua	Con una bomba se retira el agua a un tambor de auxiliar y con cuchara el lodo.	1 hora
	Deshidratación de los lodos	Se distribuyen los lodos en bandejas de chapa dispuestas al sol para deshidratarlos durante	12 horas
	Medición del Ph de agua	El ph debe ser superior a 7. En caso contrario se agrega ácido sulfúrico y se agita hasta alcanzar el Ph requerido	
	Volcado de agua a la red cloacal		
	Almacenamiento	Se recoge el lodo deshidratado de las bandejas y se almacena en tambores de 200 litros con rotulo Y17 Lodo crómico. Y se lo transporta al almacén de residuos peligroso.	30 minutos

Este procedimiento presenta las siguientes deficiencias:

- Higiene y seguridad: Las tareas de agitación son realizadas manualmente por el operario, para la cual emplea un palo de madera. Para que se produzca la reacción química el operario debe realizar un esfuerzo físico elevado y durante mucho tiempo. Además la tarea de agitación es realizado con la cuba al descubierto por lo que el operario está sometido a los gases y olores de las reacciones químicas.
- Operativo: Al realizarse la agitación de forma manual, esta no puede ser constante ni uniforme. Por lo tanto la reacción química demora más tiempo en producirse, esto tiene como consecuencia que muchas veces se agregan insumos en demasía. Lo que produce un aumento en el volumen de barros generados.

Ante esta situación se propone la construcción de un agitador mecánico, fabricado con los siguientes elementos:

- Motor trifásico Siemens (1000 rpm) (1hp) (0.75kw).....\$900
 - hélice de chapa o fundida en aluminio\$200
 - Tapa de tanque de chapa acoplada caños soportes del motor.....\$150
 - caño usado como eje\$70
 - Mano de obra.....\$300
- Total \$ 1620





El motor podrá ir acoplado a una tapa de tanque construida con chapa la cual cerrará herméticamente la cuba [] a compuerta transparente por la cual:

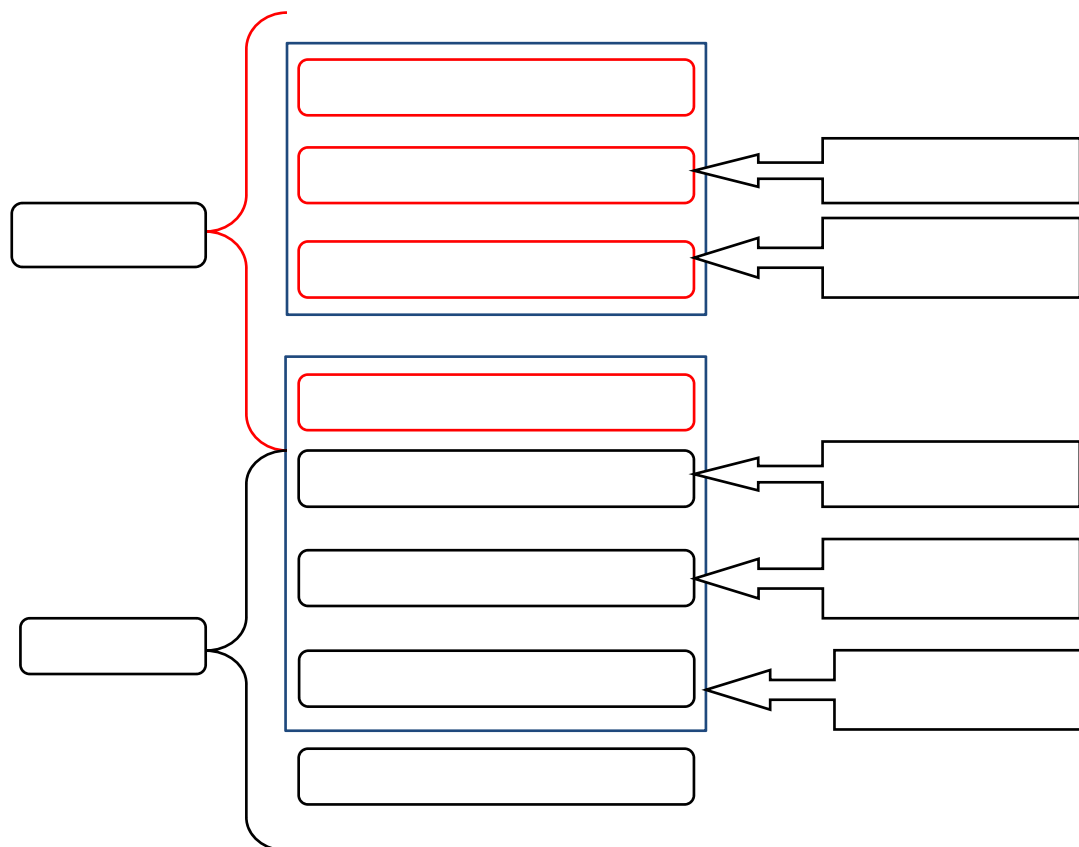
- ✓ se agreguen los []
- ✓ se mida la acido []
- ✓ El operario pue []

Tengamos en cuenta que al aumentar el grado de agitación (rpm), aumenta de forma más o menos lineal (dependiendo de la naturaleza de los reactivos) la velocidad de la [] así como [] de las [] entre las moléculas dando [] de esta [] para [] era un [] cio []

10.6 Línea de Níquel-Cromo decorativo propuesta

A continuación se describe [] el-cromo para las medidas de minimización propuesta []

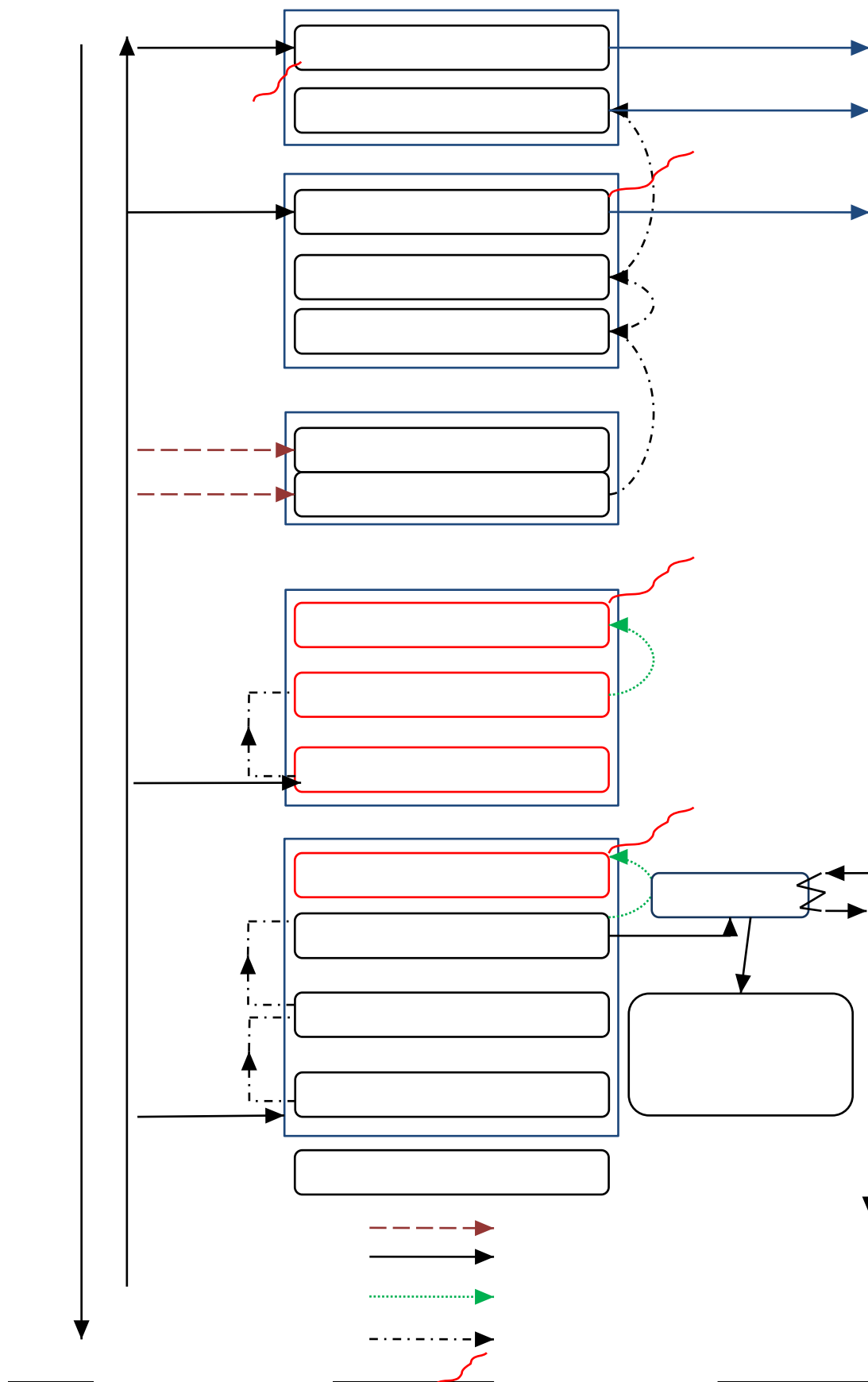
10.6.1 Esquema propuesto de la línea de níquel-cromo decorativo





Flujo de aguas residuales

10.6.2



Estadísticas:
El consumo de agua anterior era de 37.23 L/h. Con las técnicas de minimización propuestas el caudal se reduce en un 20% .

ión Tabla

ERA: El volumen de esta cuba se usa para reponer el nivel de un baño.

ONE: La frecuencia en días en que es vaciada la cuba para renovar el enjuague o baño diario (litros)

Evaporación: 12 horas x Ratio evaporación (L/h)

Arrastre: Arrastre por escape x producción diaria escapes

14 días

Subtotal: 14 días x (Vol diario evaporación + Vol diario arrastre)

Subtotal + Vol cuba que se renuevan cada 7 o 14 días



CAPITULO VI

11 Plan de implementación

Para que la aplicación de las medidas de minimización propuestas tenga éxito los directivos de Latina Industrial deberán fomentar la concientización del cuidado del medio ambiente en toda la organización y en cada uno de sus integrantes.

Como se dijo anteriormente Latina Industrial es una empresa que presenta en su organigrama una estructura simple con una línea media casi inexistente, por lo tanto se trata de una estructura fuertemente centralizada en sus líderes, de modo que carece de departamentos como ser: marketing, calidad, recursos humanos, y medio ambiente.

Debido a su tamaño actual y su consecuente configuración estructural es imposible para la alta gerencia de la empresa crear un departamento de medio ambiente, no obstante se recomienda que los directivos de Latina Industrial designen un responsable en medio ambiente y además es importante que se redacte una política medioambiental.

La política medioambiental de una empresa es una declaración por parte de la dirección de objetivos realizados por la empresa misma, que expone el compromiso adoptado para mejorar su actuación con respecto al medio ambiente. Deberá ser firmada por los directivos de la empresa en señal de compromiso y difundida luego a todo el personal. La redacción de la política creemos es personal de los directivos de Latina Industrial no obstante a continuación se enumeran algunos aspectos que creemos debería contemplar la política para dicha empresa:

- Cumplir como mínimo con todos los requerimientos legales
- Reducir el uso de materias primas, energía, agua, etc.
- Minimizar la producción de desechos, Buscar procesos que no los generen y en caso de que eso no fuera posible tratarlos.

11.1 Responsable de Medioambiente

Será el encargado de llevar a cabo la gestión ambiental de las actividades de la empresa, buscando conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, uso racional de los recursos y protección y conservación del ambiente

Algunas de las tareas más específicas del encargado de medio ambiente en vistas de las medidas de minimización de impactos ambientales propuestas en el proyecto de producción limpia de Latina Industrial serán:

- Capacitar a los operarios en las nuevas técnicas propuestas



- Implementación de prácticas de producción más limpia
- Confeccionar la documentación necesaria y llevar los registros de:
 - ✓ Modulo de cromado
 - ✓ Modulo de níquel
 - ✓ Residuos peligrosos
- Llevar a cabo las modificaciones necesarias al sector de galvanoplastia, pulido y almacenamiento de residuos peligrosos.
- Implementar PML
- Seguimiento, control y mejora de PML

Como se comento anteriormente la empresa Latina Industrial no está registrada en la Secretaria de Medio Ambiente. Los directivos de la empresa planean en corto plazo obtener el certificado de aptitud ambiental por parte de secretaria, para esto deberán presentar un informe ambiental de cumplimiento, que contiene básicamente un plan de gestión ambiental.

Este tipo de informe será confeccionado por personal idóneo externo a la planta, no obstante Secretaria exige a las empresas un responsable dentro de la planta para realizar las tareas de dicho plan de gestión. Esta puede ser otra tarea para el encargado de medio ambiente

11.2 Capacitación del personal de la empresa

Se establece un programa de capacitación ambiental según el siguiente cronograma:

Tema	Contenido
Introducción Gestión Ambiental	Nociones de legislación ambiental; impactos ambientales de la planta; clasificación de residuos; política ambiental de la empresa.
Gestión de Residuos	Tipos de residuos generados en la planta; gestión de residuos industriales; gestión de residuos peligrosos; procedimientos permitidos y prohibidos.
Procedimiento de trabajo en Galvanoplastia	Generación de residuos (normal y accidentes) y gestión apropiada; procedimientos de trabajo; procedimientos permitidos y prohibidos; tratamiento de agua de segundo enjuague.

El contenido de cada una de las capacitaciones puede ser explicado en forma grupal y distribuida individualmente en papel a cada uno de los integrantes de la planta. Al mismo tiempo se deberá confeccionar una planilla de asistencia con las firmas de los participantes

Las capacitaciones se reiteran de manera anual para reforzar los conceptos, incorporar las modificaciones que vayan ocurriendo y capacitar a los nuevos integrantes.

11.3 Modificaciones técnicas



Desde el punto de vista material, técnico y económico las medidas propuestas para el sector de pulido y galvanoplastia son de inmediata realización:

- No requiere la compra de nuevas cubas porque la empresa cuenta con cubas excedentes cuando adquirió el sector de otra empresa.
- No se requiere personal especializado para la interconexión de las cubas de enjuague.
- Se deberá comprar las pequeñas esferas huecas de material plástico.
- De dispone de la materia prima y mano de obra capacitada para la construcción del sistema ciclónico.

Sin embargo la empresa debe realizar modificaciones en la infraestructura del sector de galvanoplastia:

11.3.1 Pileta de contención de líquidos en sala de galvanoplastia

Debido a las características químicas de los fluidos contenidos en las cubas:

- n°6 Decapado y activado
- n° 7 Lavado estanco
- n°9 Lavado cascada (recuperador níquel)
- n° 10 Lavado cascada
- n° 11: Cromo decorativo
- n° 12: Lavado cascada (recuperador Cromo)
- n° 13: Lavado cascada

Se propone implementar un sistema de contención para evitar posibles derrames. El mismo consistirá en la construcción de una pileta utilizando el piso de la sala como contención.

Se considera que el desengrase manual que se realiza en el exterior de la sala de galvanoplastia y el primer enjuague, no son perjudiciales y/o peligrosos para requerir algún tipo de contención y debido a las características constructivas de la sala no será posible incluirlos a la pileta.

La función de pileta de contención será la de recepcionar los líquidos cuya peligrosidad ocasione un pasivo ambiental en el suelo y lograr una disposición final correcta de aquellos líquidos ocasionalmente derramados.

Diseño.

Para el diseño de la pileta de contención se consideraron los siguientes puntos:

- Volumen total de líquido a contener: 4.750L. El detalle de los volúmenes contemplados se encuentran discriminados en la siguiente tabla.

Tabla 15: Denominación y volúmenes de las cubas a ser contenidas en la pileta

N°	Denominación	Volumen baño [L]



4	Lavado cascada n°2	562
5	Lavado cascada n° 3	562
6	Decapado	430
7	Lavado cascada n° 4	444
9	Lavado cascada n°5 (se recircula a la cuba de recubrimiento por níquel)	420
10	Lavado cascada n° 6	320
11	Cromado	700
12	Lavado cascada n° 7 (concentración y recirculación a cuba de cromado)	300
13	Lavado cascada n° 8	300
14	Lavado cascada n° 9	700
Volumen a contener ≈		4.750

- Compatibilidad química entre las soluciones de las distintas cubas: Compatibles.
- Superficie de la sala ocupada por las cubas que se contemplan para la contención: 24 m².
- Altura de las patas de las cubas que resulta limitante para la altura de la pileta de contención: 20cm. Las distintas alturas se citan en la siguiente tabla:

Tabla 16 *Denominación y altura de las patas de cubas incluidas en la pileta de contención*

N°	Denominación	Altura de las patas [cm]
4	Lavado cascada n° 2	48
5	Lavado cascada n° 3	48
6	Decapado	70
7	Lavado cascada n°4	70
9	Lavado cascada n°5 (se recircula a la cuba de recubrimiento por níquel)	40
10	Lavado cascada n° 6	60
11	Cromado	20
12	Lavado cascada n° 7 (concentración y recirculación a cuba de cromado)	50
13	Lavado cascada n° 8	50

En base a estos puntos se propone realizar la pileta de contención de las siguientes características:

Cálculo:

Volumen = Superficie ocupada por las cubas a contener x Altura de las patas limitante
Volumen = 24 m² x 0,20m x 1000L/m³

Volumen Pileta de Contención = 4.800L



Conclusión: el volumen de diseño de la pileta es prácticamente igual al volumen de los líquidos que contienen todas las cubas, resultando un volumen adecuado y sobredimensionado, ya que el volumen de contención debe ser dos veces el volumen de la cuba de mayor volumen. Por razones económicas y de simplicidad se opta por utilizar el piso de la habitación como pileta y no realizar contenciones individuales.

Etapas constructivas:

La ejecución de la pileta de contención consistirá en re-ajustar el piso de la habitación, construir los tabiques divisorios que contengan el volumen requerido y revestir la pileta con pinturas que eviten deteriorar el material de construcción.

Las tareas a realizar consisten en:

- Remover el piso y los revoques de las paredes en existencia.
- Ejecutar la base de la pileta de aproximadamente 26m² con hormigón elaborado H21 de 10cm de espesor y con pendiente hacia el ingreso de la sala donde se colocará una bomba de trasvase en caso de derrames grandes o la utilización de material absorbente en casos de derrames pequeños.
- Ejecución de 12m lineales de tabique, con ladrillos comunes revocados, de 20cm de altura aproximadamente que permiten obtener el volumen deseado.
- Revestir las paredes existentes de la sala con revoque nuevo, de ser necesario, que se utilizarán como tabique de contención en los laterales.
- La totalidad de la pileta será revestida con pintura DUDICK PROTECTO COAT 900 VINIL ESTER o similar, apta para evitar abrasión del material de construcción de la pileta por las soluciones ácidas que contienen Cromo VI en solución y Cromo III decantado (solución acuosa de ácido crómico, H₂CrO₄), y soluciones ácidas de sulfúrico.

En el anexo IV se adjuntan planos de la pileta y ubicación de la misma en la sala.

11.3.1.1 Pasarela de acceso a la sala de galvanoplastia

La pasarela actual de la sala se encuentra ubicada en el medio de la sala, lo que permite la circulación del personal para realizar el tratamiento de superficie a las piezas. El material constructivo de la pasarela resulta inapropiado para el contexto de aplicación, debido a que no permite la correcta limpieza del lugar y no presenta barandas de protección en caso de roturas de las cubas. Por lo que se propone reemplazar la pasarela existente por una pasarela metálica modular o no, que permita la circulación y limpieza y con barandas de protección personal.

Características constructivas:

Las dimensiones de la pasarela serán de aproximadamente 7,5m de largo por 1,5m de ancho. La estructura principal construida con perfiles tipo U y L de hierro y material desplegado. Todos los materiales se encontrarán revestidos con pintura epoxy



amarilla.

Las barandas serán de 80cm de alto ciegas, utilizando chapa negra pintada unidas con caño estructural, ver Plano en el anexo IV.

11.3.1.2 Pileta de contención en el sector de almacenamiento de los residuos peligrosos.

El sector de almacenamiento de residuos peligrosos utilizado en el mismo, pero se realizarán las siguientes modificaciones:

- Ejecución de una contención del sector de almacenamiento, mediante la construcción de tabique laterales. La construcción de la contención permitirá garantizar que dichos residuos queden confinados en el sector evitando derrames mayores en sectores inadecuados.
- Sobre los tabiques que funcionan de contención, se instalará una reja que permitirá lograr una separación física del sector de almacenamiento de residuos peligrosos, del resto de la instalación.
- Colocación de carteles que permitan identificar correctamente el sector de residuos peligrosos. Los cinco tipos residuos peligrosos que se almacenarán en este sector deberán ser almacenados en diferentes tambores y cada uno de ellos deberá estar claramente identificados con la siguiente denominación: Y8, Y12, Y21, Y17 e Y48.

Características constructivas:

El tabique de contención será construido de mampostería, revocado y revestido con pintura DUDICK PROTECTO COAT 900 VINIL ESTER o similar, apta para evitar abrasión del material de construcción de la pileta por los residuos clasificados como Y8, Y12, Y21 e Y48. Se construirá aproximadamente 12 metros lineales de tabique de 20 cm de altura.

Las rejas colocadas sobre el tabique serán construidas en hierro y revestidas con pintura negra. Ver Plano en el anexo IV.

11.4 Implementación de las prácticas de producción más limpia

Una vez cumplidas las etapas anteriores se comienza a trabajar con las técnicas propuestas.

11.5 Seguimiento y control

Se creó un conjunto de documentos, formularios y registros que permite realizar una evaluación de la eficacia de estas medidas.

Estos documentos son posible clasificarlos en:



- Modulo de cromado
- Modulo de níquel
- Residuos peligrosos
- Material particulado

11.5.1 Modulo de cromado

Para llevar a cabo las medidas de minimización propuestas

1. Reducir evaporación del baño de cromado decorativo.
2. Optimizo técnica de lavado (lavado en cascada)
3. Devolución completa del electrolito y reducir frecuencia de tratamiento

Se utilizaran tres formularios:

- Formulario modulo cromado decorativo
- Formulario lavado en cascada
- Formulario tratamiento de efluentes

Que permitirán recopilar la información necesaria para elaborar un registro.

11.5.1.1 Formulario Modulo Cromado decorativo:

Registra la cantidad de insumos consumidos por el baño de cromado y el volumen de agua a la concentración de 250 g/l CrO₃ que fue necesario reponer.

Estará a cargo del operario y del encargado de medio ambiente.

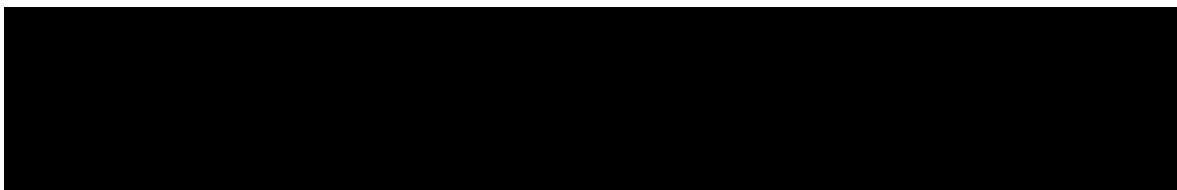


Figura 53: Formulario Modulo cromado decorativo

11.5.1.2 Formulario Lavado en cascada:

Sera llenado por el operario de turno al finalizar la producción del día. La información a recabar es:

- ✓ Producción: *Cantidad de escapes producidas en el día. Para conocer los m² cromados.*
- ✓ Horas: *trabajadas en el día*
- ✓ °Baume: *de cada etapa de lavado.*
- ✓ Volumen
 - A recuperar: *Es el volumen en litros extraído de la operación 12 que va a ser sometido al proceso de evaporación.*
 - Recuperado: *Es el volumen en litros de agua a la concentración de 250 g/l CrO₃ que se obtiene del proceso*



de evaporación y está destinado a reponer el ácido crómico del baño de cromo decorativo.

➤ *A Tratamiento: Es el volumen en litros de agua a la concentración de 250 g/l CrO₃ excedente al haberse llenado la cuba de cromado.*

➤ *Reposición de enjuagues: Es el volumen en litros de agua que se agrega para reponer el nivel de agua de todas las cuba del enjuague en cascada.*

✓ *Observaciones:*

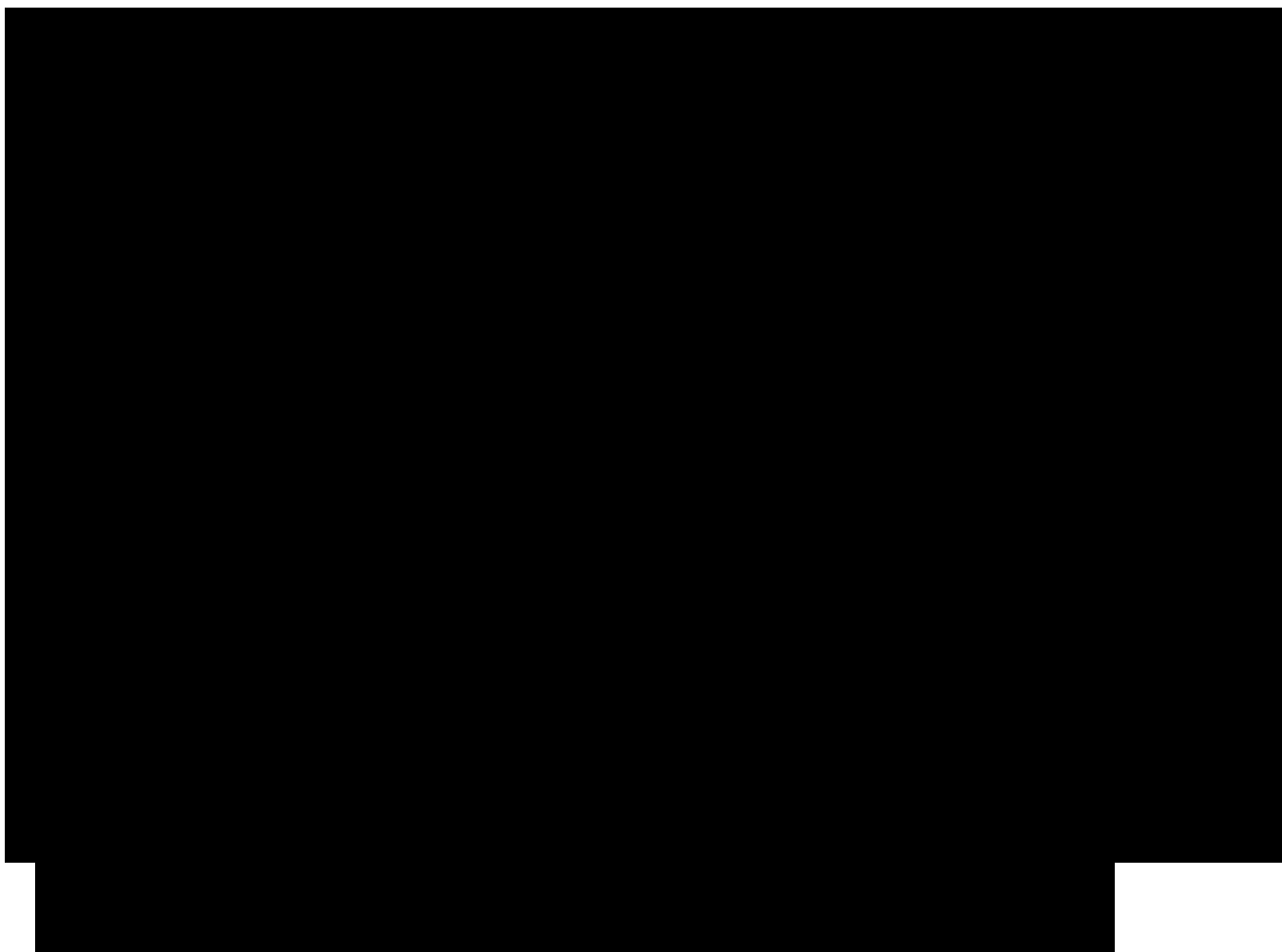


Figura 54: Formulario Tratamiento de efluentes

11.5.1.4 Instructivo de tratamiento de efluentes



Debido a las propuestas referidas a modificaciones técnicas para mejorar la agitación de las reacciones que ocurren en el tratamiento de efluentes se recomienda llevar un registro cronológico de los insumos consumidos por el tratamiento para tener un monitoreo.

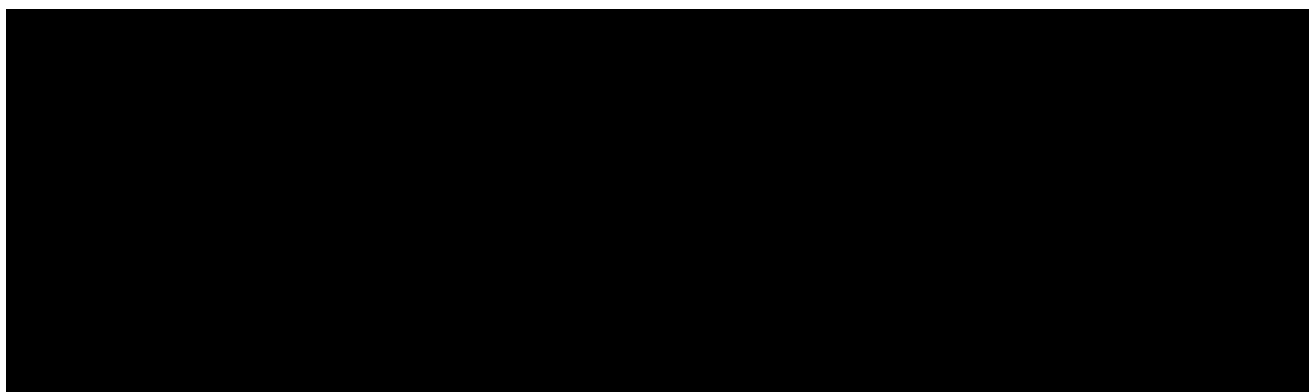
Fecha	Insumos			
	Acido sulfúrico (litros)	Hidróxido de calcio Ca(OH)-(CAL) (Kg)	Metabisulfito de sodio (litros)	Mano de obra (horas)

11.5.1.5 Elaboración del registro del modulo de cromado decorativo

La información de los formularios debe ser reunida en hojas de cálculos, cuyo análisis por medio de gráficos e índices permita conocer:

- Volúmenes de agua consumidos, recuperados y tratados en función de la producción y horas de trabajo.
- Frecuencia con que se realiza la reposición de acido crómico a la cuba de cromado decorativo.
- Control de la calidad del lavado en cascada.
- Control del consumo de agua.

La información de los formularios de lavado en cascada será cargada en la siguiente hoja de cálculo para obtener:



Índice de consumo

Es un índice correctivo que relaciona el volumen de reposición del agua del enjuague con el volumen a recuperar.



Su finalidad es mantener balanceado el consumo de agua que garantiza la eficacia de lavado en cascada y reduce la frecuencia de envío de líquidos al tratamiento de efluentes.

El consumo de agua esta balanceado cuando valor del índice de consumo es cercano al 1.

A continuación analizaremos dos situaciones posibles del I_c :

- a) Si $I_c \gg 1$, causas:
 - i. Perdida agua por filtraciones en el sistema de cañerías o pinchaduras de la cuba.
 - ii. No se está respetando los niveles fijados para los baños.
- b) Si $I_c \ll 1$, causas:
 - i. No se está respetando los niveles fijados para los baños
- c) Soluciones:
 - i. Revisar el estado de las cubas y cañerías en busca de perdidas.
 - ii. Preguntar al operario la razón por la que no respeta los niveles de trabajo fijados para los lavados en cascada y el baño de cromado. Las causas posibles pueden ser:
 - 1. Desconocimiento. Explicarle la importancia de esta medida.
 - 2. Razones operativas que su experiencia a juzgado más conveniente.

Figura 55: Resumen Volumen en litros

Frecuencia de tratamiento de efluentes:

Relaciona las fluctuaciones de la concentración de acido crómico de las operaciones n° 12, 13 y 14 con el número de escapes producidos.



Figura 56: Frecuencia de Tratamientos de efluentes

La concentración de ácido crómico en las operaciones aumenta a medida que el número de escapes producidos es mayor. Las pequeñas disminuciones en la concentración es debido a la extracción de volumen de agua de la operación n°12 (para la reposición del ácido crómico de la cuba de cromado) y el agregado de agua de reposición de los enjuagues.

Cuando la concentración de ácido crómico alcance un valor de 10° baume en la operación n°12, el lavado ha perdido su eficacia por lo que es necesario renovarlos.

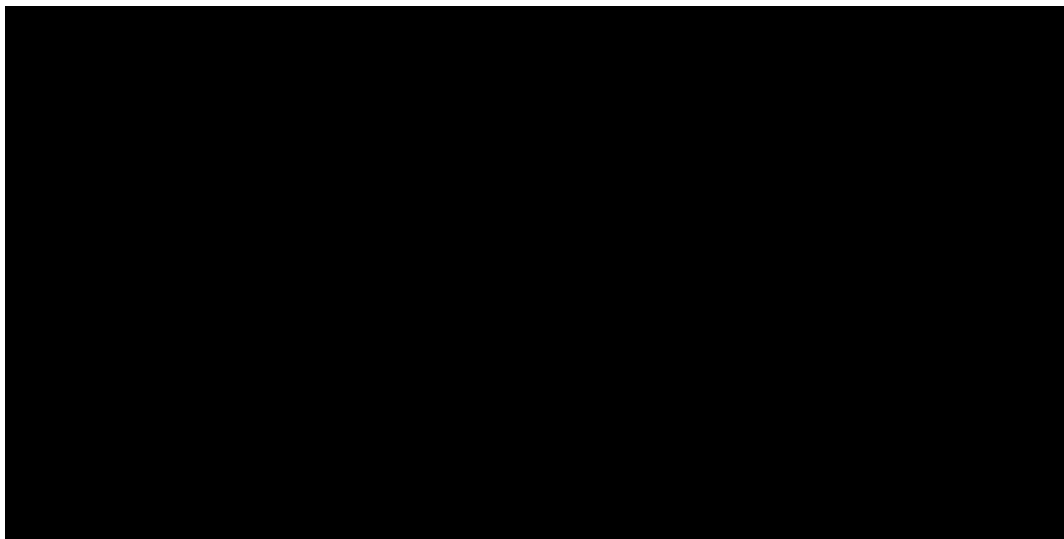
Se obtiene así un registro de la frecuencia con que deben ser renovados los lavados en cascada.

Índices de rendimiento

Cada vez que se realice la renovación de los enjuagues se calculara los siguientes índices.

- $K\text{-ar} = \text{Vol. a recuperar} / \text{Producción total} = 0.5$
- $K\text{-rec} = \text{Vol. recuperado} / \text{Producción total} = 0.26$
- $K\text{-trat} = \text{Vol. a Tratamiento} / \text{Producción total} = 0.04$
- $K\text{-Enj} = \text{Vol. Rep. Enjuague} / \text{Producción total} = 0.5$

Los cuales serán reunidos en la siguiente hoja de cálculo



Esta información llevada a un grafico permite realizar un seguimiento y análisis del rendimiento de las medidas de minimización.

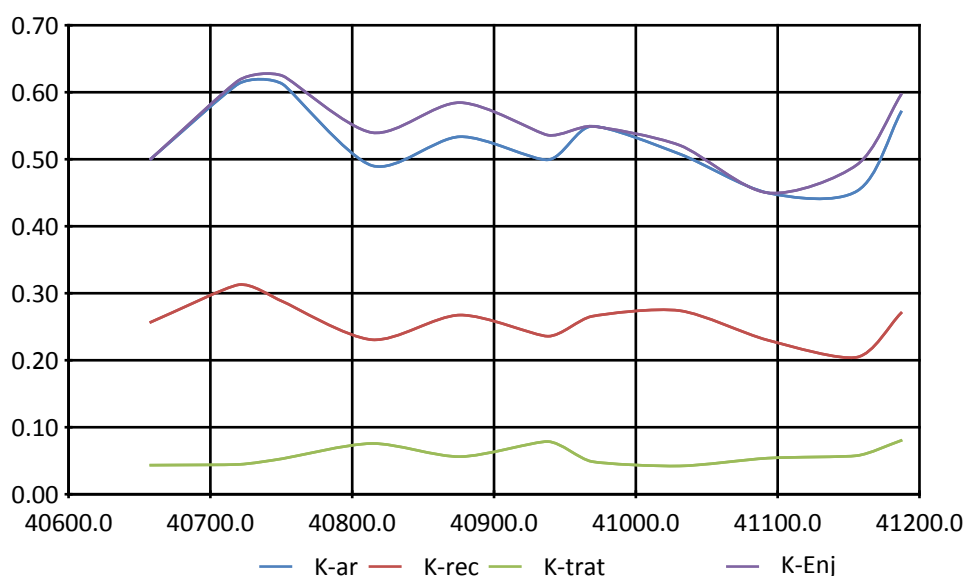


Figura 57: Análisis y seguimiento del rendimiento PML

11.5.2 Modulo de níquel

Para llevar a cabo las medidas de minimización propuestas

1. Reducir evaporación del baño de níquel brillante
2. Optimizo técnica de lavado (lavado en cascada)

Se utilizaran dos formularios:

- Formulario modulo níquel brillante
- Formulario lavado en cascada

Que permitirán recopilar la información necesaria para elaborar un registro.

11.5.2.1 Formulario níquel brillante

Registra la cantidad de insumos consumidos por el baño de níquel

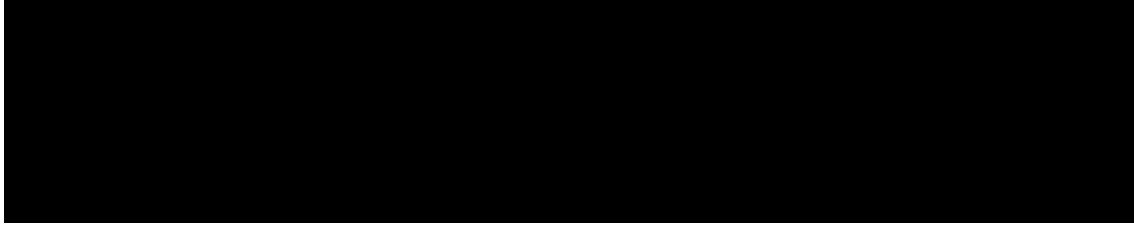


Figura 58: Formulario Modulo de Níquel

11.5.2.2 Formulario lavado en cascada

Sera llenado por el operario de turno al finalizar la producción del día. La información a recabar es:

- ✓ Producción: *Cantidad de escapes producidas en el día. Para conocer los m² cromados.*
- ✓ Horas: *trabajadas en el día*
- ✓ Volumen reposición:
 - A baño de níquel: *Es el volumen en litros de agua que se extrae de la operación 9 para reponer las pérdidas por evaporación del baño de níquel.*
 - Reposición de enjuagues: *Es el volumen en litros de agua que se agrega para reponer el nivel de agua de todos las cuba del enjuague en cascada.*
 - A red cloacal: *es el volumen de agua que se vuelca a la red cloacal para renovar la eficacia del enjuague.*
 - Observaciones:

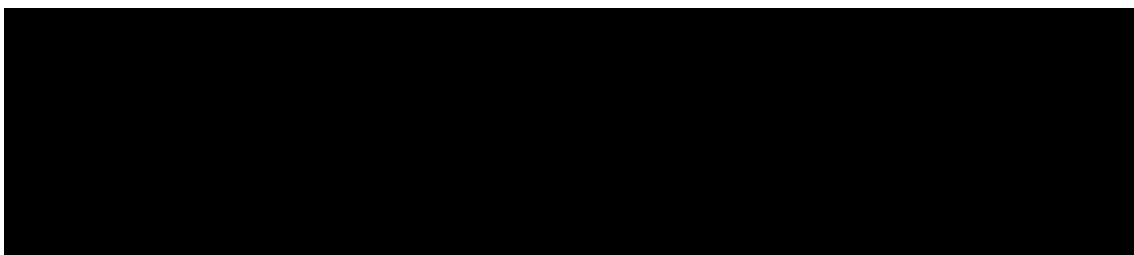


Figura 59: Formulario Lavado en cascada níquel

11.5.2.3 Elaboración del registro del modulo de Níquel brillante

La información de los formularios debe ser reunida en hojas de cálculos, cuyo análisis por medio de gráficos e índices permita conocer:

- Volúmenes de agua y de insumos consumidos en función de la producción y horas de trabajo.
- Control del consumo de agua.



11.5.3 Manejo de los residuos Peligrosos

Se confecciono un procedimiento escrito para:

- La gestión de residuos. PG-01
- Gestión de residuos de galvanoplastia PG-02
- Respuesta de emergencia a derrames de compuestos con cromo. PG03

11.5.3.1 Gestión de residuos PG-01

Objetivo

Lograr un correcto manejo y disposición final de los residuos rutinarios y potenciales que se generan en el establecimiento.

Alcance

El procedimiento aplica a todos los residuos, sólidos y líquidos, así como materiales de descarte generados en la planta y oficinas del establecimiento.

Referencia

El presente procedimiento se basa en la legislación vigente nacional y provincial:

- I) Residuos Peligrosos: Decreto provincial N° 1844/02 “Residuos Peligrosos” Resolución provincial N°0165/05 “Materiales contaminados con residuos peligrosos”, Decreto provincial N° 274/10 “Transporte de residuos peligrosos”, Resolución provincial N° 0127/11 “Aceites minerales usados”, Resolución provincial N° 0050/06 “Manifiesto de residuos peligrosos”.
- II) Residuos asimilables a domiciliarios: Ley Nacional N° 25.916/04 “Gestión de Residuos Domiciliarios”, Resolución provincial N° 0128/04 “Disposición y tratamiento de RSU”.
- III) Residuos Industriales: Ley Nacional N° 25.612/02 “Gestión de Residuos Industriales y actividades de servicio”.

Descripción

a) Responsabilidad

Los residuos generados en cada área son responsabilidad del encargado de dicha área.

b) Clasificación

Los residuos serán clasificados teniendo en cuenta distintos aspectos, según lo indica la legislación vigente: tipo de material, composición, origen, nivel de contaminación y/o peligrosidad para el personal y el medio.

Los residuos generados o potenciales de serlo, por el establecimiento son los siguientes:

	RSU	Asimilables a Residuos Sólidos Urbanos (RSU): Residuos de oficina, vestuarios y baños.
--	-----	---

No
Peligrosos



	IND	Residuos Industriales: Embalajes, recipientes, pallets, bidones, tachos, recortes de chapas y caños, etc.
Peligrosos	Y17	Barros provenientes del tratamiento primario del segundo lavado post-cromado, conteniendo Cromo III y posibilidad de contener Cromo VI.
	Y48	Elementos con restos de pinturas, aceites y grasas de motor (guantes, trapos, filtros de cámara de pintura). Materiales y/o elementos diversos (trapos, tierras, filtros, artículos y/o prendas de vestir de uso industrial, envases contenedores y recipientes en general) contaminados con pinturas, aceites minerales o Cromo VI.

Residuos Líquidos	Peligrosos Y8	Descarte de aceites minerales usados.
	Y12	RESIDUO POTENCIAL Descarte de pinturas por no estar en condiciones de ser usada.
	Y21	RESIDUO POTENCIAL Derrame o descarte por emergencia de cuba de cromado, del primer y segundo enjuague post-cromado: Solución ácida conteniendo Cromo VI en solución y Cromo III decantado (solución acuosa de ácido crómico, H ₂ CrO ₄)

c) Gestión de los residuos

Según la clasificación anterior, los residuos se gestionarán segregados y de acuerdo a su peligrosidad.

c.1) RSU:

Se disponen en cestos con bolsas en el lugar de generación.

Son recolectados diariamente y dispuestos en los canastos ubicados en la vereda municipal respetando los días y horarios de recolección del servicio de higiene urbana municipal.

El destino final es el vertedero municipal.

c.2) Residuos Industriales:

Se disponen en sectores de la planta industrial destinados a tal fin e indicados claramente con carteles visibles. Los sectores de disposición son adecuados al tamaño y cantidad de los residuos y no interfieren con el trabajo rutinario de los operadores.

Son recolectados semanalmente y son llevados mediante transporte propio al vertedero municipal.

c.3) Solución de cuba de niquelado y aguas de enjuague post-niquelado:



Las cubas de niquelado y aguas de enjuague post-niquelado no son desechadas ya que la cuba de niquelado se concentran evaporando agua y el agua es repuesta con las aguas de enjuague.

En situaciones de emergencia o derrames indeseados la solución puede convertirse en un residuo líquido ácido con níquel en solución. En caso que esto ocurra, la cuba presenta una contención que recolectará y enviará a un contenedor el líquido para luego ser recolectado y neutralizado previo a su disposición final con empresa habilitada.

c.4) Solución de cuba de cromado y primer enjuague post-cromado:

La solución acuosa de ácido crómico, H_2CrO_4 , contenida en la cuba es constantemente mantenida mediante el agregado de un producto sólido conteniendo cromo, para mantener la concentración teórica de diseño (250 g Cr VI/L). Esto significa que de manera rutinaria dicha solución no genera un residuo líquido. El agua de primer enjuague se concentra y se re-usa en la cuba de cromado.

En situaciones de emergencia o derrames indeseados la solución puede convertirse en un residuo líquido PELIGROSO por contener Cromo VI. La cuba de cromado presenta una contención que recolectará y enviará a un contenedor el líquido para luego ser recolectado y tratado por una empresa habilitada.

c.5) Agua clarificada del segundo enjuague post-cromado:

El agua del segundo enjuague post-cromado será tratada según el procedimiento "PG 02 Gestión de Residuos de Galvanoplastia".

Si el tratamiento es eficiente, el líquido clarificado no debería contener restos de cromo. Se realizará un análisis cada vez que se realice el tratamiento y se dispondrá según los resultados obtenidos. Ver "PG 02 Gestión de Residuos de Galvanoplastia".

d) Residuos Peligrosos

La planta dispone de un sector de almacenamiento temporario de residuos peligrosos. El sector está claramente identificado y se localiza alejado de las actividades productivas de la planta, en el galpón de servicio.

Los residuos se colocan en tambores azules, tapados y rotulados según el tipo de residuo. Los tambores se encuentran rodeados por cadena de protección que indica no avanzar.

El almacenamiento temporal será como máximo de dos años, pudiendo ser menor según el estado de los residuos y al volumen generado por situaciones de emergencia. La disposición final se realiza mediante una empresa habilitada para realizar el transporte y tratamiento de residuos peligrosos: IDM S.A.

d.1) Registro:

Se lleva un registro de las entregas a la empresa de tratamiento, conservando el manifiesto y certificado de eliminación que es entregado luego de cada entrega.

Los documentos se archivan en la carpeta Gestión de Residuos.

d.2) Y8 Descarte de aceites minerales:



Los aceites usados son dispuestos en recipientes herméticos y cerrados. Se llevan inmediatamente al sector de residuos peligrosos y se colocan dentro del tambor correspondiente (con su envase cerrado).

d.3) Y12 Descarte de pinturas:

Los restos de pinturas que deban ser descartadas por razones diversas (mal estado, sobrante, etc.) serán dispuestos en sus recipientes cerrados. Se llevan inmediatamente al sector de residuos peligrosos y se colocan dentro del tambor correspondiente (con su envase cerrado).

d.4) Y48 Elementos con restos de residuos peligrosos:

Los trapos, guantes, ropa y recipientes sucios con pinturas, aceites minerales y solución de cromo VI son dispuestos inmediatamente son generados en un tambor azul ubicado en el sector de residuos peligrosos, claramente identificado (Y48).

Los filtros del sector de pintura que se utilizan con pintura líquida son reemplazados cuando disminuyen su rendimiento (la frecuencia depende del uso). Inmediatamente son dispuestos en el tambor azul mencionado en el párrafo anterior.

Cualquier otro material que tome contacto con residuos peligrosos en situaciones de emergencia será dispuesto inmediatamente en dicho tambor.

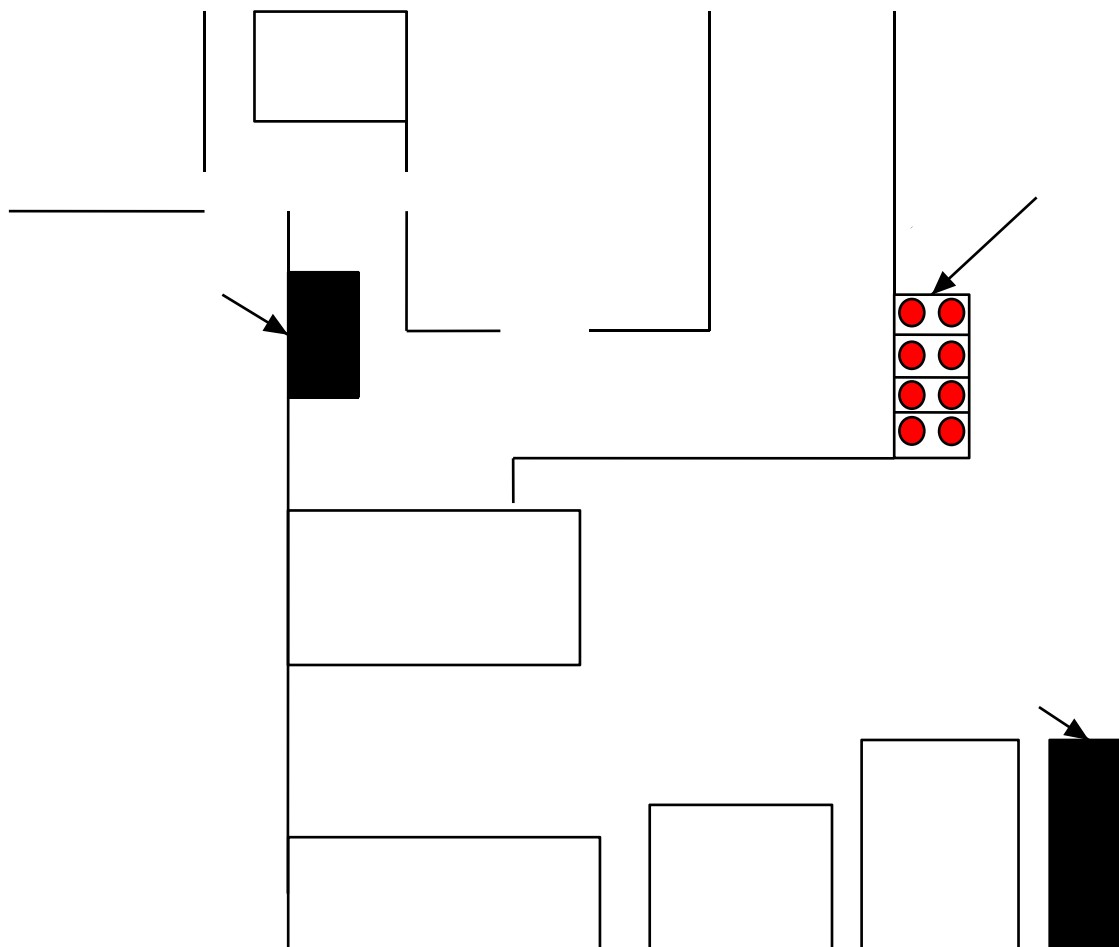
d.5) Y17 Lodos con cromo:

El agua del segundo enjuague post-cromado será tratada según el procedimiento “PG 02 Gestión de Residuos de Galvanoplastia”.

Los lodos generados por dicho tratamiento son dispuestos en un tambor azul claramente rotulado, localizado en el sector de residuos peligrosos. El lodo consiste en hidróxido de cromo III sólido.

Si el tratamiento es eficiente, el lodo no debería contener restos de Cromo VI

En el croquis de planta presentado se indican los sectores destinados a almacenar los diferentes tipos de residuos.



11.5.3.2 Gestión de residuos de galvanoplastia PG-02

Objetivo

Lograr un correcto manejo y disposición final de los residuos generados rutinariamente y en situaciones de emergencia o contingencia en el proceso de galvanizado

Alcance

El procedimiento aplica al sector de cromado, específicamente al tratamiento del residuo líquido resultante del proceso de galvanizado.

Descripción

1-Responsabilidad

Los residuos generados en cada área son responsabilidad del encargado de dicha área.

2-Derrames y salpicaduras

Durante la operación de tratamiento de superficies pueden ocurrir salpicaduras de pequeñas porciones de líquidos (cualquier cuba) o derrames de pequeños o grandes volúmenes de líquidos (de cualquier cuba).

En caso que ocurran dichas salpicaduras o derrames se debe actuar de la siguiente manera



2.1 - Salpicaduras

Si ocurren salpicaduras sobre las paredes exteriores de las cubas, sobre la baranda o sobre la plataforma deben ser inmediatamente secadas con paño de tela o papel. El paño debe ser eliminado como residuo peligroso Y48 (elementos contaminados con residuos peligrosos).

2.2 - Derrames pequeños

Si ocurre un pequeño derrame de líquido el mismo llegará al piso que actúa como cuba de contención, y lo llevará mediante la pendiente hacia el ingreso de la sala.

Allí deberá ser absorbido con material absorbente (arena).

La arena húmeda es recolectada con pala y balde y es ser eliminada como residuo peligroso Y48 (elementos contaminados con residuos peligrosos).

En el mismo sector se encuentra disponible siempre un tacho con arena, un balde para arena, una pala y un balde para recolectar arena contaminada

2.3 - Derrames grandes

Si ocurre un derrame grande, que no puede ser recolectado con arena, se retirará inmediatamente de la sala y avisará al encargado del área indicando que se derramó (si pudo ser identificado). El encargado avisará a la gerencia o mando más alto que se encuentre presente.

El piso de la sala funcionará como cuba de contención y llevará el líquido derramado mediante la pendiente hacia el ingreso de la sala.

El líquido derramado será recolectado por bombeo y será depositado en una cuba para disponerlo como residuo peligroso (Y12 Residuos del tratamiento superficial de metales).

3 Separación de lodos en segundo enjuague post-cromado

3-1) Frecuencia:

Con una frecuencia determinada por las horas de producción, todo el contenido de la cuba de segundo enjuague post-cromado es bombeado hacia una cuba externa para realizar el tratamiento de efluentes de cromo hexavalente.

3-2) Procedimiento

El residuo líquido generado se conducirá por bombeo al tratamiento de efluentes para obtener la eliminación del contaminante de la corriente líquida, mediante el siguiente instructivo:

El tratamiento conduce a la formación de lodos con cromo III los cuales se procederá a su recolección con personal del Sector de Cromado y Niquelado o personal de Limpieza, en tambores x 200 litros aptos, de Color Azul identifico Y17 Lodos con cromo III. Una vez llenos los mismos serán enviados al sector de Almacenamiento de Residuos Peligrosos de la empresa.

Durante la operación de tratamiento de efluentes también personal del Sector Cromado y Niquelado o Limpieza procederá a la recolección de material sólido



contaminado en tambores x 200lts aptos de Color Azul con la identificación Y48. Una vez llenos, los mismos serán enviados al sector de Almacenamiento de Residuos Peligrosos de la empresa.

Se procederá a tomar una muestra del líquido clarificado, en una botella de plástico o vidrio limpia y enjuagada con el mismo líquido. La botella deberá rotularse claramente y taparse con tapa corona inviolable. Inmediatamente se refrigerará a 6°C y será enviada al laboratorio para realizar los siguientes análisis:

- pH
- DQO
- Cromo total
- Cromo III y VI

Los resultados obtenidos del análisis serán evaluados según detalla la tabla:

Analito	Ley N° 11.220 Pcia. Santa Fe Anexo B (Cloacal)	Decreto N° 1844/ 02 Residuo Peligroso	Observaciones
pH, UpH	de 7,5 a 8,5	ácido o alcalino	Si no se encuentra dentro del rango se debe corregir el pH.
DQO, mg/L	375	---	
Cromo total, ug/L	200	---	
Cromo III, ug/L	---	---	
Cromo VI, ug/L	---	Presencia	Si existe cromo VI es residuo peligroso.

- Si el líquido presenta un pH ácido o básico, será neutralizado previo a su descarga.
- Si el líquido cumple con las especificaciones legales aplicables (Anexo B de la Ley N° 11.220 de la provincia Santa Fe), será descargado a cloaca.
- Si no califica para la descarga en cloaca y no presenta contenido peligroso, será dispuesto como residuo industrial mediante un tratador habilitado.
- Si el líquido contiene Cromo VI será dispuesto como residuo peligroso.

11.5.3.3 Respuesta de emergencia a derrames de compuestos con cromo. PG03

Objetivo.

Estructurar y planificar las operaciones a desarrollar ante la ocurrencia de derrames de productos con cromo (sólidos y líquidos), con el fin de preservar la integridad de las personas, equipos e instalaciones, y minimizar los impactos ambientales.

Alcance.

Todo personal operante como de limpieza del sector de cromado de Latina Industrial S.A.

Responsabilidades.



Todo el personal del Sector de Cromado y Niquelado debe estar entrenado en resolver la fuga o derrame de productos con cromo Y_{21} (sólidos y líquidos). El personal de Cromado y Niquelado como de limpieza es responsable de llevar a cabo este procedimiento.

Definiciones y abreviaturas.

Observador: Todo personal operante en la planta que detecte fugas y/o derrames de productos con cromo.

Emergencia: Evento no planeado que puede ocasionar daños a las personas, la propiedad y afectar en mayor o menor medida el medio ambiente.

Accidente: Es un estado de emergencia donde hay personas lesionadas.

Incidente: Es un estado de emergencia donde no existen personas lesionadas.

Productos con cromo: Refiere a las sustancias líquidas y sólidas que contengan compuestos con cromo hexavalente y/o trivalente, que por algún motivo se derramen o caigan en los sectores de almacenamiento de materias primas, de producción como depósito de residuos Y_{21} .

Desarrollo.

a) Consideraciones Generales.

Resulta de suma importancia el accionar preciso y coordinado del personal responsable de resolver la emergencia.

b) Procedimiento.

Lugares Críticos de posibles derrames productos químicos: depósitos de insumos, sector de cromado y niquelado, sector de depósito de residuos Y_{21} .

Plan de Acción: En todos los casos el observador del derrame evaluará la magnitud, el origen del mismo y coordinará las acciones a seguir.

Para la contención en el lugar de origen, se deberán tomar los recaudos necesarios de cada producto en particular (es fundamental que se conozca cada uno de los productos químicos críticos a través de las MSDS y las capacitaciones que recibiere de "Riesgo Químico"). Para ello se ejecutarán las operaciones del control del derrame siguiendo un método de trabajo con los, materiales y equipos apropiados que se detallan en cada caso.

Se evitará en la medida de lo posible la propagación a desagües pluviales, tierra y pisos.

Se deberán disponer recipientes correctamente identificado para depositar cada tipo de material recuperado y luego según corresponda proceder como residuo Y_{21} para su Disposición Final.



En caso de incendio se procederá a extinguir el mismo con los medios que se disponen al alcance y en caso de ser de proporciones se puede determinar la evacuación del personal presente en el lugar o en las proximidades del derrame.

Consideraciones particulares sobre peligros, prevención, primeros auxilios, almacenamiento, envasado y etiquetado se presentan en las correspondientes Hojas de Seguridad de Productos Químicos (MSDS).

Pautas a seguir algunos de los productos:

Trióxido de Cromo: La sustancia se descompone por encima de 250°C en óxido crómico y oxígeno, lo que incrementa el peligro de incendio. La sustancia es un oxidante fuerte. Reacciona violentamente con sustancias combustibles y agentes reductores, originando peligro de incendio y explosión. En solución acuosa, es un ácido fuerte que reacciona con bases y es corrosivo.

Evitar la inhalación de polvo fino y niebla. Ventilación (no si es polvo), extracción localizada o protección respiratoria.

Protección personal: traje de protección Guantes protectores. Traje de protección, guantes, Gafas de protección de seguridad, pantalla facial, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.

Derrames o Fugas: No verterlo al alcantarillado. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Recoger cuidadosamente el residuo, trasladarlo a continuación a un lugar seguro. NO absorber en aserrín u otros absorbentes combustibles. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).



Conclusiones

12 Proyecto Integrador

El objetivo de este proyecto integrador es desarrollar un proyecto de producción más limpia para el sector de galvanoplastia de la empresa. El cual es el sector más comprometido desde los puntos de vista ambiental y legal. Además que otorga una ventaja estratégica a la empresa y que su clausura afectaría su operación y posicionamiento.

Las propuestas de minimización estudiadas:

- Ciclón de partículas
- Implementación de lavados en cascada en los módulos de cromado y níquel
- Metodología de llenado de cubas de enjuague
- Devolución completa del electrolito de cromo arrastrado
- Agitador mecánico

Logran reducir el consumo de recursos, la generación de residuos y mejoran las condiciones de higiene y seguridad de los operarios.

Todas estas medidas de minimización se caracterizan por ser sencillas, practicas, tener baja complejidad técnica y no requerir grandes inversiones. Cumpliéndose así la directriz básica.

Cuanto más cercano al proceso sea la medida de minimización más económica y ambientalmente ventajosa resulta.

Para implementarla es necesario capacitar a los operarios en la nueva metodología de trabajo y en la importancia de respetarlo.

El cumplimiento por parte de los operarios y directivos de estas técnicas de minimización limpia no solo se promueve el cuidado del medio ambiente, con ello va implícita la calidad de vida de los trabajadores y de la sociedad, el respeto a las leyes, genera un desarrollo humano y principios de solidaridad.

Principios básicos de la cultura empresarial de las empresas socialmente responsables.

- Honestidad
- Transparencia
- Y servicio

13 Integrantes de Olmos-Motto

El trabajo final realizado acerca de la introducción del concepto de producción limpia en la empresa Latina Industrial fue altamente positivo.



- Afianzamos la coordinación grupal para la toma de decisiones, adoptamos diferentes criterios y posturas lo que nos llevó a tomar decisiones en conjunto
- Logramos una mayor concientización acerca de la problemática medioambiental que presentan ciertas actividades que se realizan en las empresas, Al adquirir conocimientos sobre los procesos básicos de la galvanoplastia , analizamos los problemas para poder proponer soluciones acordes al contexto legal económico y social
- En el tiempo que duró el proyecto se buscó mucha información, golpeando puertas, obteniendo opiniones de otros profesionales, todo esto fue muy enriquecedor porque asumimos que así será en nuestra vida profesional donde los conocimientos adquiridos nunca serán suficientes ni estará de más una consulta



BIBLIOGRAFIA

- Documento de difusión Opciones de gestión ambiental: sector galvanoplastia Proyecto FDI CORFO “ generación de capacidades nacionales en tecnologías aplicables a residuos industriales líquidos” Año 2000 INTEC CHILE
- Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Recubrimientos electrolíticos: IHOBE Departamento de ordenación del territorio, vivienda y medio ambiente, Gobierno Vasco.
- Diagnóstico de los planes de producción limpia en el sector de la galvanoplastia en argentina: Fundación Tekniker a través de IHOBE
- Ley provincial de Santa Fe del medioambiente y desarrollo sustentable 11.717 y Decreto 101 correspondiente del año 2003.
- Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos. Dr. Claudio Alfredo Zaror. Profesor titular, departamento Ingeniera química, universidad de concepción, Chile. Diciembre 2000.
- Producción más limpia, Concepto y antecedentes. Programa Buenos Aires produce más limpio.
- Guía de producción más limpia para el sector de recubrimientos electrolíticos en Colombia
- Documento de difusión Opciones de gestión ambiental. Sector galvanoplastia. Proyecto FDI CORFO “ Generación de capacidades nacionales en tecnologías aplicables a residuos industriales líquidos
- Producción más limpia en la industria de tratamientos superficiales. Ing Fabio Pennella Bs As septiembre de 2009.
- Pérez, F., Ramírez, D. y Ramírez, J. Diseño óptimo de colectores ciclónicos
- Casal, J. y Martínez-Benet, J. Cálculo y diseño de ciclones. En: ingeniería Química. Madrid, Febrero de 1989.
- Sinnott, R. Chemical engineering, an introduction to chemical engineering design. Pergamon press. Vol 6, USA, 1983

LEGISLACIÓN NACIONAL

- Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.
- Decreto Reglamentario N° 831/93 sobre la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.
- Ley 19.587/72 Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- Decreto 351/79, reglamentario de la ley N° 19.587 sobre medicina, higiene y seguridad en el trabajo.
- Ley N° 24.557/95 de Riesgos del Trabajo

LEGISLACIÓN PROVINCIAL Y MUNICIPAL

- Ley N° 11.717 de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.



- Decreto N° 101/03. Impacto Ambiental
- Decreto N° 1.844/02 (modificatorio del Decreto N° 0592/02)
- Ley N° 11.220: Transformación del sector público de agua potable. Regula acerca de calidad de efluentes cloacales (Anexo B) y calidad de agua para consumo humano (Anexo A).
- Resolución 1089/82 (ex DIPOS): Efluentes Líquidos
- Resolución SMA 201/04. Monitoreo de aire.
- Resolución SMA 267/02, 46/03, 35/04: PCB's.
- Ley N° 1.373 y Decreto 0640/92 (EPE-aparatos sometidos a presión)

PAGINAS WEB

- <http://www.pnuma.org/>
- <http://www.cnpml.org>
- <http://www.cofema.gob.ar>
- <http://reconversion.ambiente.gov.ar>



ANEXO N° I

Distribución de la Planta



LA_01



LA_02



ANEXO N° II

Cursograma analítico del material del proceso de cromado decorativo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES
PROYECTO INTEGRADOR



Cursograma Analítico					Material						
Diagrama n°		1		Resumen							
Objeto		Tubo de escape		Actividad		Actual		Propuesta		Economía	
Actividad		Desengrasar, niquelado y cromado		Operación		37					
Método:		Actual		Transporte		17					
Lugar		S.Galvanoplastia		Espera		1					
Operarios		1		Inspeccion		2					
Compuesto				Almacenamiento		0					
Fecha		dic-10		Distancia							
				Tiempo							
				Costo							
				Total							
Descripción	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (seg)	Simbolo							
				○	⇨	▷	□	▽			
Sacado de Carro, colocado en mesa de ensamble	1	0.5	0.5		x						
Inspeccion estado pulido	1	0	20.00					x			
Colocar contrapeso	1	0	8	x							
Colocar Tapon de goma 1	1	0	8	x							
Colocar Tapon de goma 2	1	0	8	x							
Fijar escape a ganchera transportado a desengrase manual	1	3.8	3.8			x					
Limpiar escape con esponja	1	0	18	x							
Transportado a Enjuague n°1	1	0.8	0.8			x					
Sumergir escape Totalmente	1	0	4	x							
Retirar escape del baño	1	0	1	x							
Trasportado a desengrase electrolitico	1	1.9	1.9			x					
Colgar escape en Barra central	1	0	2	x							
Desengrase electrolitico	1	0	120	x							
Retirar escape de barra central	1	0	2	x							
Transportado a Enjuague n°2	1	1.2	1.2			x					
Sumergir escape Totalmente	1	0	4	x							
Retirar escape del baño	1	0	1	x							
Transportado a Enjuague n°3	1	0.9	0.9			x					
Sumergir escape Totalmente	1	0	4	x							
Retirar escape del baño	1	0	1	x							
Transportado a Enjuague n°4	1	1	1			x					
Sumergir escape Totalmente	1	0	4	x							
Retirar escape del baño	1	0	1	x							
Transportado a Enjuague n°5	1	1.25	1.25			x					
Sumergir escape Totalmente	1	0	4	x							
Retirar escape del baño	1	0	1	x							
Transportador a Niquelado	1	1.2	1.2			x					
Colgar escape en Barra central primer posicion	1	0	3	x							
Niquelado	1	0	900	x							
Retirar escape	1	0	3	x							
Transportado a Enjuague n°6	1	1.6	1.6			x					
Sumergir escape Totalmente	1	0	4	x							
Retirar escape del baño	1	0	1	x							
Transportado a Enjuague n°7	1	0.75	0.75			x					
Sumergir escape Totalmente	1	0	4	x							
Retirar escape del baño	1	0	2	x							
transportado a cromado	1	1.15	1.15			x					
Colgar escape en Barra central	1	0	2	x							
Cromado	1	0	30	x							
Retirar escape de barra central	1	0	2	x							
Transportado a Enjuague n°8	1	1.15	1.15			x					
Sumergir escape Totalmente	1	0	4	x							
Retirar escape del baño	1	0	2	x							
Transportado a Enjuague n°9	1	1	1			x					
Sumergir escape Totalmente	1	0	4	x							
Retirar escape del baño	1	0	2	x							
Transportado a Enjuague n°10	1	1.3	1.3			x					
Sumergir escape Totalmente	1	0	4	x							
Retirar escape del baño	1	0	2	x							
Transportado a barra secado	1	3.5	3.5			x					
Colgar de barra secado	1	0	2	x							
Dejar Secar	1	0	600	x							
descolgar escape	1	0	2	x							
inspeccion estado cromado	1	0	20					x			
transportado hasta carro	1	1	0.5			x					
Depositado provisionalmente	1							x			



LA-05



ANEXO N° III

MARCO NORMATIVO



13.0.1 Legislación nacional

- **Constitución Nacional:** Artículos N° 41, 43 y 124.
- **Ley N° 25.831.** Establece presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que obre en poder del estado.
- **Ley N° 25.688.** Establece los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional.
- **Ley N° 25.675.** Establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.
- **Ley N° 24.557** (Riesgos de Trabajo), Decreto 170/95.
- **Ley N° 24.375.** De adhesión al convenio sobre la protección de la Diversidad Biológica.
- **Ley N° 24.051** (Residuos Peligrosos), Decreto Reglamentario N° 831/93. Trata sobre la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.
- **Ley N° 24.028** (Accidentes y Enfermedades Profesionales), Decreto N° 1792/92.
- **Ley N° 22.428** (Preservación del Recurso Suelo), Decreto Reglamentario N° 681/81. Trata sobre la conservación y recuperación de la capacidad productiva de los suelos.
- **Ley N° 19.587** (Higiene y Seguridad en el Trabajo) y Decretos correspondientes.

13.0.2 Legislación provincial

- Constitución Provincial: Art. N° 16- 28
- Ley N°11.717. De Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Esta Ley tiene por objeto: Establecer dentro de la política de desarrollo integral de la Provincia, los principios rectores para preservar, conservar, mejorar y recuperar el medio ambiente, los recursos naturales y la calidad de vida de la población. Asegurar el derecho irrenunciable de toda persona a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida y la dignidad del ser humano. Garantizar la participación ciudadana como forma de promover el goce de los derechos humanos en forma integral e interdependiente.
- Decreto N° 101/03: Reglamentario de la Ley N° 11.717 que regula acerca de los Estudios de Impacto Ambiental, auditorías ambientales, etc.



- Ley N° 11.730, Decreto N° 1008/2000: Usos del suelo en áreas con riesgo hídrico.
- Ley N° 2.576 Ley Orgánica de Municipalidades: art. N° 5, N° 39, N° 43, 44, 45 y N° 54.
- Ley N° 2.439 Ley Orgánica de Comunas: art. N° 45 Atribuciones de los municipios.
- Ley N° 10.703: Código de faltas.
- Ley N° 11.095 Aprobación del Pacto Federal Ambiental.
- Ley N° 11.574, Decreto 2046/98: Adhesión de la Provincia de Santa Fe al Acta Consultiva del Consejo Federal del Medio Ambiente (COFEMA).
- Ley N° 10.000: De protección de intereses difusos. Acción popular. Artículo 1. Procederá el recurso contencioso-administrativo sumario contra cualquier decisión, acto u omisión de una autoridad administrativa provincial, municipal o comunal o de entidades o personas privadas en ejercicio de funciones públicas, que, violando disposiciones del orden administrativo local, lesionaran intereses simples o difusos de los habitantes de la Provincia en la tutela de la salud pública, en la conservación de la fauna, de la flora y del paisaje, en la protección del medio ambiente, en la preservación del patrimonio histórico, cultural y artístico, en la correcta comercialización de mercaderías a la población y, en general, en la defensa de valores similares de la comunidad.
- Ley N° 10.396 Defensoría del Pueblo.
- Ley N° 10.456 Juicio de Amparo.
- Decreto N° 1.844/02 (modificatorio del Decreto N° 0592/02): Reglamentario de los artículos N° 22 y 23 de la Ley n° 11.717, que regula acerca de Residuos Peligrosos.
- Decreto Ley N° 6.332/67 de Residuos Domiciliarios abandonados en la vía pública.
- Resolución N° 069/98 de la Subsecretaría de Medio Ambiente y Ecología de normas para el manejo y tratamiento de los residuos patológicos.
- Resolución N° 0128/04. Establece las "Normas Técnicas" que rigen el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos.
- Ley N° 11.220: Transformación del sector público de agua potable. Regula acerca de calidad de efluentes cloacales (Anexo B) y calidad de agua para consumo humano (Anexo A). Establece como autoridad de aplicación al ENRESS Ente Regulador de Servicios Sanitarios. Cabe señalar que en territorio municipal, es el Departamento de Obras Sanitarias quien se encarga de garantizar la calidad del agua para consumo humano y de los efluentes según la presente Ley. Esta situación resultará de aplicación para la provisión de servicios internos de agua y cloaca de la Urbanización propuesta.



- Ley N° 6.916: Protege los recursos naturales.
- Ley N° 10.550/91: Establece las multas para infractores en la contaminación de los recursos hídricos.
- Resolución N° 201/04. Previene, controla y corrige situaciones de contaminación del aire.
- Resolución 1089/82 (ex DIPOS): Efluentes Líquidos.
- Resolución SMA 201/04 (art. 10 y 11) y IRAM 4062/01: Ruido al vecindario.

13.0.3 Legislación Municipal de San Jorge

No existen ordenanzas que permitan el control y regulación de los aspectos medioambientales que desarrollan en las diversas actividades de la ciudad como zona de influencia.

Solamente establece la aplicación de las normativas aplicables que emite en este sentido la Secretaría de Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe.

13.0.4 observaciones

La evaluación general de la reglamentación ambiental disponible, permite hacer las siguientes observaciones:

- Gran parte no se orienta hacia la prevención de la contaminación. Su mayor énfasis es el establecimiento de límites de calidad de emisiones al final del proceso, que no incentivan a la innovación tecnológica, ni a la búsqueda de soluciones más eficientes y efectivas, en términos económicos y ambientales.
- Hay limitaciones en su cobertura, ya que no se consideran la totalidad de las fuentes de contaminación ni la totalidad de las categorías de residuos que se generan.
- Escasa, dispersa y en algunos casos poco confiable información acerca de la problemática ambiental del país.
- Vacíos de integralidad que han dificultado, por un lado, la obtención de resultados significativos en términos de mejoramiento ambiental global o de contribución al cumplimiento de metas y objetivos de calidad ambiental, y por el otro, las decisiones de inversión y planificación ambiental de los sectores productivos
- Mayor esfuerzo en la formulación de la normatividad ambiental y menor énfasis en determinar la capacidad institucional requerida, que garantice efectividad en su aplicación.



ANEXO N° IV

PLANOS



LA-06



LA-07



ANEXO N° V

FOTOGRAFICO

Fotografía n°1



Vista del sector de galvanoplastia desde la puerta de ingreso, se observa el extractor de aire a corriente colgado del marco de la puerta, a la derecha en la primera cuba hay gancheros colgados y al fondo se encuentra la cuba del níquel con su correspondiente campana.

Fotografía n°2



En esta fotografía aparece:

- *La primer cuba a la derecha de la fotografía es el lavado en cascada n°1*
- *La siguiente es la del desengrase electrolítico*

Fotografía n°3



Un escape es sometido al proceso de niquelado.

Fotografía n°4



A la izquierda tenemos las cubas correspondientes a los enjuagues recuperadores de níquel y cromo y la cuba del cromado respectivamente.



ANEXO N° VI

DATOS TECNICOS



Tabla 17 *Ratios de evaporación específica (l/h por m² de superficie de baño) en función de la temperatura del baño y la velocidad de aspiración. Cuando no existe aspiración se considera V=0.3 m/s*

Temperatura	Velocidad de la corriente de aspiración				
	0.3 m/s	0.5 m/s	1 m/s	2 m/s	3 m/s
20°C	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9
50°C	2.0	2.2	2.5	3.2	3.8
70°C	5.5	5.9	6.8	8.6	10.4
90°C	15.0	16.0	18.5	23.4	28.4

Tabla 18 *Expresión de diferentes criterios de calidad de lavado como concentración de los principales baños o electrolitos. Se resalta en negrita los rangos que por experiencia práctica se consideran ajustados para garantizar la eficacia de lavado*

Tipo de baño	Compuesto	Criterio de calidad de lavado				
		Concentración baño (g/l)	1000	5000	10000	50000
Decapado (cinc)	HCL	170 g/l	170 mg/l	34 mg/l	17 mg/l	3.4 mg/l
Cincado ácido	Zn ²⁺	35 g/l	35 mg/l	7 mg/l	3.5 mg/l	0.7 mg/l
Cincado alcalino exento	Zn ²⁺	10 g/l	10 mg/l	2 mg/l	1 mg/l	0.2 mg/l
Cincado cianurado	Zn ²⁺	15 g/l	15 mg/l	3 mg/l	1.5 mg/l	0.3 mg/l
	CN ⁻	25 g/l	25 mg/l	5 mg/l	2.5 mg/l	0.5 mg/l
Cobreado cianurado	CU ²⁺	50 g/l	50 mg/l	10 mg/l	5 mg/l	1 mg/l
	CN ⁻	75 g/l	75 mg/l	15 mg/l	7.5 mg/l	1.5 mg/l
Niquelado Brillante	Ni	65 g/l	65 mg/l	13 mg/l	6,5 mg/l	1.3 mg/l
Cromado decorativo	Cr ₃ O ₂ ⁻	250 g/l	250 mg/l	50 mg/l	25 mg/l	5 mg/l



Detalles Cuba

