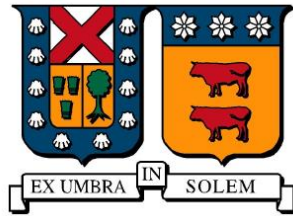


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
SANTIAGO - CHILE



PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
INDUSTRIALES SÓLIDOS Y LÍQUIDOS EN
TALLER METALMECÁNICO
UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA
MARÍA CAMPUS SAN JOAQUÍN

MARTÍN ALONSO GUTIÉRREZ DURÁN

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL
MECÁNICA MENCIÓN PRODUCCIÓN

Profesora Guía: Dr. Ing. Sheila Lascano Farak
Profesor Co referente: Ing. Luis Guzmán Bonnet

Mayo - 2017

Agradecimientos

La vida gira en torno a ciclos y procesos finitos los cuales describen periodos oscilantes de buenos y malos momentos, en los que uno al vivirlos, no siempre se percata de lo significativo que puede llegar a ser para el crecimiento y superación personal. Sin embargo, los vive, los disfruta o los sufre, pero lo importante es que los siente. De eso se trata esto, de percatarse que cada instante cuenta, que no se debe dejar pasar la oportunidad para superarse, física o intelectualmente y de que siempre será mejor hacer las cosas, que arrepentirse por no hacerlas. Mi familia, el fútbol y mis amigos llenan mi vida de felicidad, amor y paz, provocando un constante estado de serenidad y plenitud en mí día a día. Todo lo que soy es gracias a ellos. Para los que me conocen, saben que soy una persona categorizada como centrada y que tiendo a dar todo por quienes estimo y siento cercanos. Sé que lo aprecian y me reconforta saberlo.

Quiero dedicar estos seis años de estudio, sacrificio y superación a mis padres, son mi ejemplo a seguir. A la Carito por su amor incondicional y por ser la mejor compañera de vida. A mis hermanos, Nacho y Gabi, porque son lo más importante que tengo y tendré, los amo pase lo que pase. Al Seba por su amistad única y al Sebita, Karla y Facu por llegar a nuestra familia. También a mi tata guatón que me cuida y protege siempre.

Hoy cierro una etapa, no crucial, ni tampoco insignificante, un etapa de vida, de esas que te dejan enseñanzas, conocimientos, pero por sobre todo personas a quién valorar por el resto de los días. Agradezco a mis amigos por los partidos, las cervezas, los ratos de estudio, las sacadas de vuelta y los infinitos buenos momentos que me hicieron pasar. Una mención especial para el Jorge y el Carlos, mis provincianos favoritos. A Juan Andrés, Feña, Edu y Nani por su aguante y buenos deseos. Agradecer al Aldito por la paciencia y la buena onda siempre. A mis amigos del Niupi por esos campeonatos ganados y los One Love, Mati, Keko y Huaso por todos los jueves de retiro espiritual. A Climazul por el aguante. A la Naranja Mecánica por las copas y las alegrías, siempre de menos a más, si bien en un comienzo nos destacamos por llegar a semis o golear a los profes, fuimos capaces de madurar como equipo y lograr títulos, ser una escuadra sólida, aplicada y eficaz reconocida incluso en otros campus de la Universidad. Gracias cabros!

Para terminar, agradecer a todos aquellos que contribuyeron en la redacción de esta memoria, a la profesora Sheila por su paciencia y tutela en este proceso, al profe Luis por su cariño y confianza, al profe Max por su simpatía y sinceridad, a los profes de taller por su apoyo vital en el estudio realizado en el taller. Finalmente dar las gracias Maritza Sanguinetti, Ariel Barrera, José Delis, Don Pedro Ruiz y Rodrigo Montecino por su gran aporte en la confección de este escrito.

“La imaginación es más importante que el conocimiento” A. E.

Dedicatoria

A mis padres Elita y Paco,

A mi Carito,

A mis hermanos Ignacio y Gabriela, a la Lola y el Teo, por siempre jUntos.

Resumen

En la actualidad los niveles de competitividad y estándares de calidad en la industria manufacturera han hecho que las empresas se aboquen a asuntos que en antaño se dejaban de lado, tal es el caso de la gestión de residuos. Conceptos como sostenibilidad y sustentabilidad han tomado fuerza en el plan estratégico de las compañías, siendo necesario el control y manejo de los desechos generados durante sus múltiples procesos productivos. El taller metalmecánico del campus Santiago San Joaquín cuenta con procesos de mecanizado, corte y soldadura. Estos procesos generan residuos que debido a la creciente demanda han generado la necesidad de contar con un mecanismo para controlar y disponer los residuos de forma responsable y comprometida con el medio ambiente. Asimismo, el campus Santiago tiene el compromiso de campus sustentable y el taller quiere posicionarse como punto de referencia.

Por todo lo anterior, el objetivo de este trabajo de título es diseñar e implementar un plan de gestión integral de residuos en el taller metalmecánico para ser utilizado como instrumento de planificación y control de los desechos producidos, el cual sea escalable a otros talleres y que aporte al programa de campus sustentable.

La primera parte de la investigación consiste en un diagnóstico inicial general de la gestión de residuos llevada a cabo en el taller, considerando aquellas acciones y procedimientos relacionados con el manejo de residuos. De esta evaluación se determina que existen falencias en los temas relacionados con la gestión de residuos, principalmente ante la inexistencia de una política ambiental institucional y ausencia de procedimientos estructurados para el manejo de residuos en los talleres y laboratorios del campus. A continuación se presenta un análisis de los residuos generados en el taller, identificándolos, cuantificándolos y finalmente clasificándolos según la norma vigente aplicada. De esta forma y basándose en el modelo de gestión aplicado en Chile se estructura un programa de manejo de residuos orientado en tres ejes principales: la recolección selectiva, el almacenamiento normalizado y la disposición final con gestores autorizados para el transporte, tratamiento y valorización y/o eliminación de residuos.

La propuesta e implementación de un Plan de Gestión de Residuos es un proceso gradual y arduo en el cual se deben considerar distintas variables relacionadas con el manejo de desechos, priorizando los aspectos legales y estableciendo un nexo con la política ambiental de la institución o empresa involucrada. El manejo responsable de los residuos industriales sólidos generados tiene como retribuciones el cuidado del entorno en que se desarrollan las actividades del campus y una concientización ambiental respecto al proceso que implica el eliminar desechos mediante métodos que ponen en riesgo el medio ambiente.

Abstract

Nowadays, the levels of competitiveness and standards of quality in the manufacture industry have made these companies care about issues that in the past were not considered important, this is the case of waste management. Concepts like sustainability have gained force in the strategic plan of organizations, considering necessary to control and manage waste generation during many productive processes. The metal-mechanic plant on campus, San Joaquín, Santiago, performs mechanizing, cutting and welding processes. These processes produce waste and due to an increasing demand it has become necessary to introduce an operating mechanism to control and dispose waste in a responsible and committed way to protect the environment. In the same way, on campus, San Joaquín, there is a commitment as a sustainable campus and the metal-mechanic plant wants to position as a reference point on this issue.

All things considered, the objective of this thesis is to design and implement an overall waste management plan in the metal-mechanic plant, to be used as an instrument of controlling and planning waste production, which could be install in other plants and contribute to the sustainable campus program.

The first part of the investigation consists of an initial general diagnosis of waste management presented in the plant, considering actions and procedures regarding this issue. From the results, it is determined the inexistence of an institutional environmental policy and structured procedures for waste management in the plants and laboratories on campus. After this, there is an analysis of the waste generated in the plant, identifying, quantifying and finally classifying the information according to the current regulation. From this way, and based on the management model in Chile, it is structured a waste management program oriented in these three main focuses: selective collection, regulated storage and final disposition, with authorized agents, for transport, treatment, and valuation and or elimination of waste production.

The proposal and implementation of a waste management plan is a gradual and difficult process, in which there must be considered different variables, prioritizing legal aspects and establishing nexus with the environmental policy of the organization involved. The responsible management of industrial solid waste has in return care for the surrounding where campus activities take place and environmental awareness regarding the process of eliminating waste throughout methods that put the environment at risk.

Índice de Contenidos

Agradecimientos	2
Dedicatoria	3
Resumen	4
Abstract	5
Índice de Contenidos	6
Índice de Apéndices	8
Índice de Figuras	9
Índice de Tablas	16
Introducción	19
1 OBJETIVOS	21
1.1 Objetivo General:	21
1.2 Objetivos Específicos:	21
2 Marco Teórico	22
2.1 Residuos	22
2.1.1 Definiciones y clasificación	22
2.2 Modelos para Gestión de residuos.....	25
2.2.1 Modelo de Gestión integral de RISES y RILES aplicado en España.....	25
2.2.2 Modelo de Gestión integral de RISES y RILES aplicado en Chile	30
2.2.3 Modelo de Gestión integral de RISES y RILES aplicado en Estados Unidos.	42
2.3 Herramientas de gestión	44
2.3.1 Ciclo de la Calidad	44
2.3.2 Metodología 5S	44
2.3.3 Pilares de proyectos de mejora	46
2.3.4 Análisis FODA.....	49
2.3.5 Sistemas de Gestión Ambiental.....	50
2.4 Métodos de cuantificación de Residuos en Soldadura	56
2.4.1 Método 1: Peso por metro de Soldadura	56
2.4.2 Método 2: El consumo de Soldadura	59
3 Desarrollo Investigación	63
3.1 Taller metalmecánico Campus San Joaquín.....	63
3.1.1 Reseña histórica.....	63
3.1.2 Layout	64
3.1.3 Áreas de operaciones.....	65

3.2	Diagnóstico inicial.....	67
3.2.1	Política Ambiental.....	68
3.2.2	Seguridad en los procesos	70
3.2.3	Normativa Vigente	78
3.2.4	Concientización del Personal y Alumnos.....	79
3.2.5	Conclusiones diagnóstico inicial	85
4	Análisis de Gestión de Residuos	88
4.1	Argumentación modelo seleccionado	88
4.2	Residuos en los procesos.....	89
4.2.1	Diagramas de Procesos y Diagramas SIPOC	90
4.2.2	Listado de Residuos por Procesos y clasificación según D.S. 148.....	93
4.2.3	Métodos de cuantificación de Residuos por Procesos.....	101
4.2.4	Resumen cuantificación de Residuos	107
4.3	Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales Relevantes	108
5	Manual de Gestión Integral de Residuos.....	112
5.1	Recolección Selectiva	112
5.1.1	Procedimiento para la recolección selectiva de residuos sólidos industriales.....	113
5.1.2	Procedimiento para la recolección selectiva de aceites y emulsionados refrigerantes	115
5.1.3	Procedimiento para la recolección selectiva de residuos sólidos asimilables a domiciliarios.....	116
5.2	Almacenamiento.....	116
5.2.1	Etiquetado.....	117
5.2.2	Condiciones de almacenamiento de residuos	120
5.2.3	Cuantificación de Residuos	128
5.3	Disposición.....	129
5.3.1	Reducir	129
5.3.2	Reusar.....	130
5.3.3	Reciclaje	130
5.3.4	Disposición Final.....	130
5.4	Reestructuración Pañol Taller Metalmecánico.....	131
5.4.1	Propuesta	131
5.4.2	Aplicación 5S	132
5.5	Resumen costos del proyecto	133
6	Conclusiones	136

7	Apéndices.....	138
8	Bibliografías.....	239

Índice de Apéndices

Apéndice 1: listados para la identificación de residuos no peligrosos y peligrosos según d.s. n°148/2004 minsal.	138
Apéndice 2: formato informe apl utilizado durante las auditorias de certificación en campus san joaquín.....	153
Apéndice 3: entrevistas autoridades del campus san joaquín respecto a la política ambiental de la institución.....	156
Apéndice 4: cuestionario taller de concientización ambiental	164
Apéndice 5: piezas obtenidas en el programa inventor para la cuantificación de residuos en el taller metalmecánico.....	165
Apéndice 6: tablas representativas de la cuantificación teórica realizada durante la investigación.	185
Apéndice 7: aspectos e impactos ambientales en las diferentes zonas de operaciones en el taller metalmecánico.....	192
Apéndice 8: programa de manejo de residuos taller metalmecánico campus san joaquín.....	200
Apéndice 9: propuesta de reestructuración pañol taller metalmecánico campus san joaquín mediante aplicación de metodología 5s.	236

Índice de Figuras

Figura 1: clasificación de residuos industriales según origen.	23
Figura 2: clasificación de residuos industriales por riesgo.....	23
Figura 3: relación entre toneladas de residuos generados durante la extracción y fabricación con respecto a la generada durante el consumo.	26
Figura 4: esquema de decisión sobre los subproductos.....	27
Figura 5: etapas de un plan de minimización	30
Figura 6: generación y valorización de distintos tipos de residuos, 2009.....	33
Figura 7: metodología para la certificación de un reciclador base según la ley en chile.	34
Figura 8: metodología de la estrategia jerarquizada de la política de gestión integral de residuos sólidos en chile.	37
Figura 9: representación de economía circular durante la vida útil de un residuo.	38
Figura 10: cuadro comparativo de selección de productos que abarca la ley 20.920 rep.	39
Figura 11: esquema general representativo de la responsabilidad extendida del productor durante la vida útil de los residuos.....	40
Figura 12: ocho pasos del ciclo de la calidad phva.	44
Figura 13: cinco pasos de la herramienta 5s.....	45
Figura 14: matriz de costo-beneficio y las opciones de decisión que representa la implementación de esta en un proyecto de mejora.	47
Figura 15: cinco pasos de la herramienta 6Σ.....	48
Figura 16: metodología del análisis foda basado en el pensamiento estratégico.	49
Figura 17: procedimiento para la determinación de aspectos e impactos ambientales significativos.	51
Figura 18: control de operaciones para gestionar aspectos e impactos ambientales.	52
Figura 19: imagen referencial a los tamaños de soldadura para A1, área del metal de soldadura de la sección y A2, área del refuerzo, para los casos (a) junta a tope de soldadura y (b) junta de soldadura en ángulo.....	59
Figura 20: consumo de electrodos revestidos en el smaw y de alambres con núcleo sólido/metálico en el gmaw de juntas a tope.	61
Figura 21: consumo de electrodos revestidos en el smaw, hilos tubulares en el fcaw, alambres con núcleo sólido/metálico en el gmaw, y alambres sólidos en el saw de las juntas de filete.	62
Figura 22: organigrama departamento de ingeniería mecánica (dimec) u.t.f.s.m.	63
Figura 23: layout taller metalmecánico campus san joaquín.....	65
Figura 24: imagen referencial de la entrada del taller metalmecánico.....	71
Figura 25: contenedor de escobas para operaciones de limpieza en el taller metalmecánico.	80

Figura 26: imagen representativa de la segregación llevada a cabo actualmente en el taller metalmecánico.....	81
Figura 27: almacenamiento de la chatarra almacenada durante dos semestres académicos en el taller metalmecánico.....	81
Figura 28: contenedores de basura disponibles actualmente en el taller metalmecánico.....	82
Figura 29: condiciones de almacenamiento de aceites lubricantes dispuestos como insumos y de aceites utilizados.	82
Figura 30: condiciones de almacenamiento de insumos para operaciones de torneado.....	82
Figura 31: imagen referencial de los estantes del pañol del taller metalmecánico.....	83
Figura 32: sacos con residuos desechados del taller metalmecánico y dispuestos para la eliminación a través de la basura municipal.	84
Figura 33: ejemplo de reutilización de limas y tubos de ensayos del laboratorio de resistencia de materiales dictado en el campus san joaquin.....	84
Figura 34: ejemplo de reutilización de estructuras metálicas para contenedor de equipos de soldadura.	85
Figura 35: criterios de evaluación para estimar el nivel de cumplimiento de la gestión de residuos en la etapa de diagnóstico.	86
Figura 36: diagrama de procesos relacionados con la generación de residuos en el pañol del taller metalmecánico.....	90
Figura 37: diagrama sipoc pañol taller metalmecánico.....	90
Figura 38: diagrama de procesos relacionados con la generación de residuos en las distintas áreas de mecanizado del taller metalmecánico.....	91
Figura 39: diagrama sipoc para procesos de mecanizado en taller metalmecánico.	91
Figura 40: diagrama de procesos relacionados con la generación de residuos en el área de soldadura del taller metalmecánico.....	92
Figura 41: diagrama sipoc para procesos de soldadura en el taller metalmecánico.	92
Figura 42: diagrama de procesos relacionados con la generación de residuos durante las operaciones de mantenimiento de equipos en el taller metalmecánico.	93
Figura 43: diagrama sipoc para las operaciones de mantenimiento de equipos en el taller metalmecánico.....	93
Figura 44: gráfico de tortas representativo de los porcentajes de residuos peligrosos y residuos no peligrosos generados en el taller metalmecánico.	100
Figura 45: gráfico de tortas representativo de los porcentajes de según origen producidos en el taller metalmecánico.....	100

Figura 46: gráfico de tortas representativo de los porcentajes de residuos generados por cada área productiva del taller metalmecánico.....	101
Figura 47: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “manilla” antes de ser mecanizada.	102
Figura 48: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “manilla” después de ser mecanizada.	102
Figura 49: imagen referencial del tocho utilizado para mecanizar la rueda dentada en fresado.	103
Figura 50: imagen referencial obtenida del programa inventor de la rueda dentada recta de aluminio con diámetro exterior 96 [mm] generada con la función “generadora de ruedas dentadas” ...	104
Figura 51: imagen referencial obtenida del programa inventor de la rueda dentada helicoidal de aluminio con diámetro exterior 96 [mm] generada con la función “generadora de ruedas dentadas”	104
Figura 52: gráfico representativo de la cantidad de material en kilogramos que se genera durante el año académico en el taller metalmecánico.	107
Figura 53: distribución porcentual de los diferentes tipos de virutas generadas en los procesos de mecanizado y soldadura.	108
Figura 54: imagen referencial de una brocha para limpieza.....	114
Figura 55: imagen referencial de los instrumentos de limpieza disponibles en el taller.	114
Figura 56: imagen referencial de una aspiradora industrial para aplicaciones de aseo en el taller.	115
Figura 57: imagen referencial de tambores y bidones disponibles para operaciones de mantenimiento.	115
Figura 58: filtro de lubricación de la rectificadora ubicada en el taller.....	116
Figura 59: ficha de rotulado para residuos peligrosos con características de líquido inflamable. ..	118
Figura 60: rotulado para contenedores de metales dispuesto en el taller metalmecánico.	118
Figura 61: imagen referencial de uno de los contenedores del taller con el rotulado de metales. ..	119
Figura 62: categorización por colores de los contenedores de residuos según la nch 3322.....	119
Figura 63: layout modificado del taller metalmecánico del campus san joaquín.....	121
Figura 64: imagen referencial del rotulado para el almacenamiento de aceites utilizados en el taller metalmecánico.....	123
Figura 65: etiquetado de área de almacenamiento de líquidos inflamables según nch 1411.	124
Figura 66: etiquetado según nch 2190 para gases almacenados en el taller metalmecánico.....	124
Figura 67: etiquetado según nch 2190 para líquidos inflamables almacenados en el taller metalmecánico.....	124
Figura 68: etiquetado según nch 2190 para sustancias corrosivas almacenadas en el taller metalmecánico.....	124

Figura 69: afiche informativo de residuos industriales sólidos generados en el taller metalmecánico.	126
Figura 70: afiche informativo de residuos sólidos asimilables a domiciliarios generados en el taller metalmecánico.	127
Figura 71: imagen referencial de la balanza industrial cotizada en el proyecto.	129
Figura 72: priorización de actividades para la valorización de los residuos.	129
Figura 73: imagen referencial de las operaciones de limpieza y clasificación llevadas a cabo en el taller.	132
Figura 74: imagen referencial del acopio de herramientas en el taller, comparando el antes y después de la aplicación 5s.	133
Figura 75: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “husillo 1” antes de ser mecanizada.	165
Figura 76: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “husillo 1” después de ser mecanizada.	165
Figura 77: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “pieza n°25” antes de ser mecanizada.	166
Figura 78: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “pieza n°25” después de ser mecanizada.	166
Figura 79: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “punto de marcar” antes de ser mecanizada.	167
Figura 80: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “punto de marcar” después de ser mecanizada.	167
Figura 81: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “perno plomada” antes de ser mecanizada.	168
Figura 82: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “perno plomada” después de ser mecanizada.	168
Figura 83: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “plomada” antes de ser mecanizada.	169
Figura 84: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “plomada” después de ser mecanizada.	169
Figura 85: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “prisma” antes de ser mecanizada.	170
Figura 86: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “prisma” después de ser mecanizada.	170

Figura 87: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “caja n°2” antes de ser mecanizada.	171
Figura 88: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “caja n°2” después de ser mecanizada.....	171
Figura 89: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “caja n°6” antes de ser mecanizada.	172
Figura 90: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “caja n°6” antes de ser mecanizada.	172
Figura 91: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “espiga” antes de ser mecanizada.....	173
Figura 92: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “espiga” después de ser mecanizada.	173
Figura 93: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “husillo n°2” antes de ser mecanizada.	174
Figura 94: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “husillo n°2” después de ser mecanizada.	174
Figura 95: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “manilla” antes de ser mecanizada.	175
Figura 96: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “manilla” después de ser mecanizada.	175
Figura 97: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “mordaza” antes de ser mecanizada.	176
Figura 98: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “mordaza” después de ser mecanizada.	176
Figura 99: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “nervio” antes de ser mecanizada.....	177
Figura 100: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “nervio” después de ser mecanizada.	177
Figura 101: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “pieza n°1” antes de ser mecanizada.	178
Figura 102: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “pieza n°1” después de ser mecanizada.	178
Figura 103: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “pieza n°13” antes de ser mecanizada.	179

Figura 104: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “pieza n°13” después de ser mecanizada.	179
Figura 105: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “pilar” antes de ser mecanizada.	180
Figura 106: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “pilar” después de ser mecanizada.	180
Figura 107: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “placa rotula inferior” antes de ser mecanizada.	181
Figura 108: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “placa rotula inferior” después de ser mecanizada.	181
Figura 109: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “placa rotula superior” antes de ser mecanizada.	182
Figura 110: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “placa rotula superior” después de ser mecanizada.	182
Figura 111: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “rotula” antes de ser mecanizada.	183
Figura 112: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “rotula” después de ser mecanizada.	183
Figura 113: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “tuerca” antes de ser mecanizada.	184
Figura 114: visualización de las características físicas a través del programa inventor de la pieza “tuerca” después de ser mecanizada.	184
Figura 115: imagen referencial de una brocha para limpieza.	208
Figura 116: imagen referencial de los instrumentos de limpieza disponibles en el taller.	208
Figura 117: imagen referencial de una aspiradora industrial para aplicaciones de aseo en el taller.	209
Figura 118: imagen referencial de tambores y bidones disponibles para operaciones de mantenimiento.	209
Figura 119: filtro de lubricación de la rectificadora ubicada en el taller.	210
Figura 120: imagen representativa del código cretib extraída dela nch 2190.	212
Figura 121: ficha de rotulado para residuos peligrosos con características de líquido inflamable.	213
Figura 122: ficha de rotulado para residuos peligrosos con características de corrosivo.	214
Figura 123: rotulado para contenedores de metales dispuesto en el taller metalmecánico.	215
Figura 124: rotulado para contenedores de componentes electrónicos dispuesto en el taller metalmecánico.	215

Figura 125: rotulado para contenedores de cartones dispuesto en el taller metalmecánico.	216
Figura 126: rotulado para contenedores de plásticos blandos dispuesto en el taller metalmecánico.	216
Figura 127: rotulado para contenedores de plásticos duros dispuesto en el taller metalmecánico..	217
Figura 128: rotulado para contenedores de papeles dispuesto en el taller metalmecánico.	217
Figura 129: rotulado para contenedores de envases de aceites y grasas dispuesto en el taller metalmecánico.....	218
Figura 130: rotulado para contenedores de basura doméstica dispuesto en el taller metalmecánico.	218
Figura 131: rotulado para contenedores de envases de aceites y grasas dispuesto en el taller metalmecánico.....	219
Figura 132: rotulado para contenedores de acopio de aceites dispuesto en el taller metalmecánico.	219
Figura 133: rotulado para contenedores de vidrios dispuesto en el taller metalmecánico.	220
Figura 134: rotulado para contenedores de baterías dispuesto en el taller metalmecánico.....	220
Figura 135: categorización por colores de los contenedores de residuos según la nch 3322.....	221
Figura 136: imagen referencial del rotulado para el almacenamiento de aceites utilizados en el taller metalmecánico.....	222
Figura 137: etiquetado de área de almacenamiento de líquidos inflamables según nch 1411.	223
Figura 138: etiquetado según nch 2190 para gases almacenados en el taller metalmecánico.....	224
Figura 139: etiquetado según nch 2190 para líquidos inflamables almacenados en el taller metalmecánico.....	224
Figura 140: etiquetado según nch 2190 para sólidos inflamables almacenados en el taller metalmecánico.....	224
Figura 141: etiquetado según nch 2190 para sustancias tóxicas almacenados en el taller metalmecánico.....	224
Figura 142: etiquetado según nch 2190 para sustancias tóxicas almacenados en el taller metalmecánico.....	225
Figura 143: layout modificado del taller metalmecánico del campus san joaquín.....	227
Figura 144: imagen referencial de la balanza industrial cotizada en el proyecto.....	228

Índice de Tablas

Tabla 1: características de peligrosidad de los residuos.....	24
Tabla 2: contribución de los sectores industriales a la generación de residuos peligrosos.	28
Tabla 3: tabla de incompatibilidad de almacenamiento de residuos.	29
Tabla 4: principales elementos que constituyen la gestión integral de residuos en Chile.....	31
Tabla 5: principales involucrados en la gestión del sinader.	41
Tabla 6: criterios de evaluación de impactos ambientales y sus alternativas con sus respectivos valores de magnitud.	54
Tabla 7: valores del coeficiente c para el cálculo de peso del metal de aportación según la preparación de las piezas a soldar.	57
Tabla 8: diámetro de los electrodos, tensiones e intensidades de la corriente eléctrica para soldadura eléctrica por arco con electrodos recubiertos. (bustinduy y ors.)	58
Tabla 9: n° de alumnos por semestre según ramo que se dicta en el taller metalmecánico del campus san joaquín..	64
Tabla 10: descripción de áreas de operaciones y su respectivo encargado.	66
Tabla 11: criterios de evaluación para estimar el nivel de cumplimiento de la gestión de residuos.	68
Tabla 12: equipos de protección personal utilizados en el taller metalmecánico.....	71
Tabla 13: análisis foda efectuado por área de operación para la evaluación de la gestión de residuos desarrollada en el taller metalmecánico.	72
Tabla 14: normativas asociadas a la gestión ambiental en el taller metalmecánico.....	79
Tabla 15: detalle de las ventas de chatarra efectuadas por el departamento de mecánica entre los años 2012 y 2016.....	83
Tabla 16: criterios de evaluación para estimar el nivel de cumplimiento de la gestión de residuos en la etapa de diagnóstico.	86
Tabla 17: matriz de criterios absolutos para determinar el modelo de gestión de residuos acorde a las necesidades del taller metalmecánico.....	89
Tabla 18: clasificación de residuos según criterios de categorización del decreto supremo d.s. 148.	94
Tabla 19: materiales operados en fresado con sus respectivas densidades.	103
Tabla 20: matriz de criterios absolutos para determinar el método de cuantificación de residuos en soldadura.	105
Tabla 21: características físicas de los materiales utilizados para las diversas técnicas de soldadura practicadas en el taller metalmecánico.....	105
Tabla 22: características físicas de los electrodos utilizados en las operaciones de soldadura en el taller metalmecánico.	106

Tabla 23: resumen de los cálculos obtenidos con respecto al peso por cada metro de cordón de soldadura en gramos según el tipo de electrodo utilizado.....	106
Tabla 24: resumen de los cálculos obtenidos según el método de peso por soldadura.	107
Tabla 25: relación entre la probabilidad de ocurrencia de una situación específica y la severidad de su impacto ambiental.....	110
Tabla 26: escala de ponderación de impacto ambiental en base al cálculo de la magnitud de impacto.	110
Tabla 27: detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo industrial sólido no peligroso generado.	122
Tabla 28: detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo industrial sólido peligroso generado.	125
Tabla 29: detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo sólido asimilable a domiciliario generado.	128
Tabla 30: detalle de costos en pesos chilenos de accesorios de limpieza cotizados de forma particular.	134
Tabla 31: detalle de costos en pesos chilenos de productos relacionados a los procedimientos de almacenamiento de residuos en el taller.....	134
Tabla 32: detalle de costos en pesos chilenos de adquisición de balanza industrial para cuantificación de residuos en el taller.....	134
Tabla 33: detalle de costos en pesos chilenos asociados a los procedimientos de disposición de residuos en el taller.....	135
Tabla 34: resumen de kilogramos de residuos producidos semestralmente en el ramo dibujo y taller para ingeniería en aviación comercial.	185
Tabla 35: resumen de kilogramos de residuos producidos semestralmente en el ramo laboratorio de procesos industriales para ingeniería civil industrial.....	186
Tabla 36: resumen de kilogramos de residuos producidos semestralmente en el ramo dibujo y taller para ingeniería civil química.	187
Tabla 37: resumen de kilogramos de residuos producidos semestralmente en el ramo taller i para ingeniería civil mecánica.....	188
Tabla 38: resumen de kilogramos de residuos producidos semestralmente en el ramo taller ii para ingeniería civil mecánica.....	190
Tabla 39: aspectos e impactos ambientales determinados para las operaciones desarrolladas en el pañol.....	192
Tabla 40: aspectos e impactos ambientales determinados para las operaciones desarrolladas en las áreas de mecanizado.....	194

Tabla 41: aspectos e impactos ambientales determinados para las operaciones desarrolladas en el área de soldadura.	196
Tabla 42: aspectos e impactos ambientales determinados para las operaciones desarrolladas en el mantenimiento de equipos.....	198
Tabla 43: detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo industrial sólido no peligroso generado.	222
Tabla 44: detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo industrial sólido peligroso generado.	225
Tabla 45: detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo sólido asimilable a domiciliario generado.	226
Tabla 46: ficha de registro anual para la cuantificación y disposición de residuos.....	229
Tabla 47: ficha de registro mensual para la cuantificación residuos industriales no peligrosos.	230
Tabla 48: ficha de registro mensual para la cuantificación residuos industriales no peligrosos.	230
Tabla 49: ficha de registro mensual para la cuantificación residuos asimilables a domiciliarios. ..	231
Tabla 50: detalle de destinatarios y frecuencia de retiro de los residuos desde el taller.	233
Tabla 51: detalle de destinatario de residuos peligrosos y frecuencia de retiro de los residuos desde el taller.....	234
Tabla 52: detalle de destinatario de residuos asimilables a domiciliarios y frecuencia de retiro de los residuos desde el taller.	234
Tabla 53: detalle de contactos internos de la universidad para el retiro de los residuos desde el taller..	235

Introducción

Durante las últimas décadas las tareas de mecanizado de piezas ha adquirido una vital importancia para la industria manufacturera alrededor del mundo, ya que ha posibilitado el crecimiento del mercado y la diversificación de actividades relativas al desarrollo de productos. Sin embargo, las altas tasas de producción de desechos y el agotamiento de recursos no renovables, para este caso metales o aleaciones relacionadas, ha hecho que las empresas orienten sus procesos a la producción de productos en masa y a su vez, al reaprovechamiento de desechos.

Debido a los altos niveles de producción de residuos y desechos peligroso es que surge la necesidad de almacenar, tratar y disponer de éstos, siendo necesario caracterizarlos y clasificarlos, con el objetivo de identificar su nivel de toxicidad, reactividad, corrosividad e inflamabilidad, entre otros atributos propios de los residuos peligrosos, esto con el fin de evaluar los efectos que tendrán sobre la salud y en el ambiente en general.

El Departamento de Ingeniería Mecánica de la UTFSM cuenta con un taller metalmecánico, el cual es un espacio de trabajo práctico en el cual se llevan a cabo experiencias de manufactura con máquinas herramienta y equipos de soldadura. Debido a sus actividades académicas, las cuales consisten en mecanizado de piezas en general y soldadura, este laboratorio genera una cantidad de desechos sólidos no peligrosos y peligrosos.

Actualmente, el taller no cuenta con un plan de gestión de residuos, tampoco posee un sistema de control sobre los desechos, ni un método de clasificación y etiquetado de éstos, menos aun con un método de acopio. Dado que el taller metalmecánico quiere ser un referente en temas de sustentabilidad y gestión de residuos, se hace necesario buscar alguna alternativa para eliminar o reciclar los residuos generados.

Asimismo, la falta de manejo, control y disposición de los residuos y desechos que se generan en el taller del campus, constituye un problema para la Universidad, ya que no permite alinearse con el compromiso medio ambiental adquirido por esta casa de estudios y poder dar cumplimiento a la legislación medio ambiental vigente en el país.

El hilo conductor del trabajo de titulación se encuentra ligado a la investigación en torno a los planes de gestión integral de residuos sólidos y líquidos a nivel industrial enfocados en su las tareas de recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos generados en las operaciones administrativas, de mecanizado y soldadura que se desempeñan actualmente y la propuesta de un modelo de gestión de residuos acorde a los requerimientos y expectativas del lugar de trabajo. Para esto, se enfatizará en encontrar información relacionada con maestranzas o talleres metalmecánicos

en donde se opere con un procedimiento que gestione los residuos y que se encuentre bajo las normativas legales medio ambientales.

Para encontrar mayor información se trabajará en la búsqueda de fuentes bibliográficas que abarquen el tema, ya sean textos de estudio, revistas o manuales. Además se solicitará información a expertos en el tema, con el fin de clarificar dudas y obtener información útil para establecer un marco teórico fiable.

Luego de establecer el marco teórico de la memoria, se procederá a trabajar en los diferentes métodos de gestión de residuos y desechos aplicados en las industrias, estudiándolos y comparándolos a fin de establecer si es necesario, la optimización o diseñar uno nuevo. Para realizar este análisis, es necesario previamente clarificar y estipular las normas relacionadas a la gestión de residuos, clasificando de forma correcta los residuos y evaluando si son o no peligrosos.

A continuación, se llevará a cabo un diagnóstico del taller metalmecánico del Campus San Joaquín, basado en el alineamiento de tres aspectos fundamentales, como lo son: los requisitos y normas que se tienen al generar residuos industriales; la política ambiental de la Universidad, basada en el Plan Estratégico, y finalmente, el tratamiento y disposición que se les da a los residuos actualmente en el taller.

De esta manera, se analizará la factibilidad de implementar un plan que gestione los residuos desde el punto de vista técnico/económico en el taller metalmecánico, dimensionando los equipos y procesos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Finalmente se tomará una decisión con respecto a la importancia que tendría para la industria metalmecánica invertir en un proyecto de este tipo, determinando un manual de procedimientos para la clasificación, acumulación y disposición de residuos en un taller o maestranza, el cual cumpla con la legislación vigente y este orientado al cuidado de la salud de sus trabajadores y el ambiente.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo General:

"Diseñar e implementar un plan de gestión integral de residuos para ser utilizado como instrumento de planificación y control de los desechos producidos en el taller metalmecánico del campus San Joaquín de la Universidad Técnica Federico Santa María"

1.2 Objetivos Específicos:

- Evaluar la gestión de residuos y desechos que se lleva a cabo actualmente en el taller, tomando en cuenta los trabajos realizados y el marco legal asociado, con respecto al almacenamiento y tratamiento de los residuos sólidos y líquidos.
- Determinar las opciones de carácter técnico/operacional para gestionar la clasificación, almacenamiento y disposición de los residuos generados en el taller.
- Analizar la factibilidad desde los puntos de vista económico y operacional de las opciones determinadas para el proyecto de gestión integral.
- Formular e implementar un plan de gestión integral de residuos industriales sólidos y líquidos que realice una minimización y control de estos en el taller metalmecánico.

2 Marco Teórico

En esta sección, se definen aspectos relevantes relacionados a la gestión de residuos en un taller metalmecánico, es decir, los residuos industriales, considerando los tipos que se producen durante los trabajos efectuados en el taller, las normativas y los aspectos ambientales que conllevan la generación de residuos en este rubro, el reciclaje y las herramientas de la ingeniería que aportan en la gestión.

2.1 Residuos

Para llevar a cabo la formulación de un plan integral de residuos aplicable a la industria metalmecánica es importante antes, definir y clasificar los residuos producidos.

2.1.1 Definiciones y clasificación

Según las definiciones establecidas en el Reglamento Sanitario sobre manejo de residuos peligrosos D.S. N°148/2004 MINSAL [1], se definen distintos tipos de residuos, los cuales se describen a continuación:

- Residuo: “Sustancia, elemento u objeto que el generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar”. [1]
- Residuos Sólidos Domiciliarios: “Residuos generados en los hogares”. [2]
- Residuo Sólidos Municipales: “Residuos generados en los hogares y sus asimilables, como los residuos generados en vías públicas, el comercio, oficinas, edificios e instituciones tales como escuelas entre otros. Estos residuos son considerados residuos no peligrosos”. [2]

Además se define en el reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, D.S. N°594/2000 MINSAL [3]:

- Residuo Industrial: “Todo aquel residuo sólido o líquido, o combinaciones de éstos, provenientes de los procesos industriales y que por sus características físicas, químicas o microbiológicas no pueden asimilarse a los residuos domésticos”. [3]

Los Residuos clasificados según origen se identifican en base al diagrama de la figura 1, el cual los diferencia basado en la forma en qué se generan.

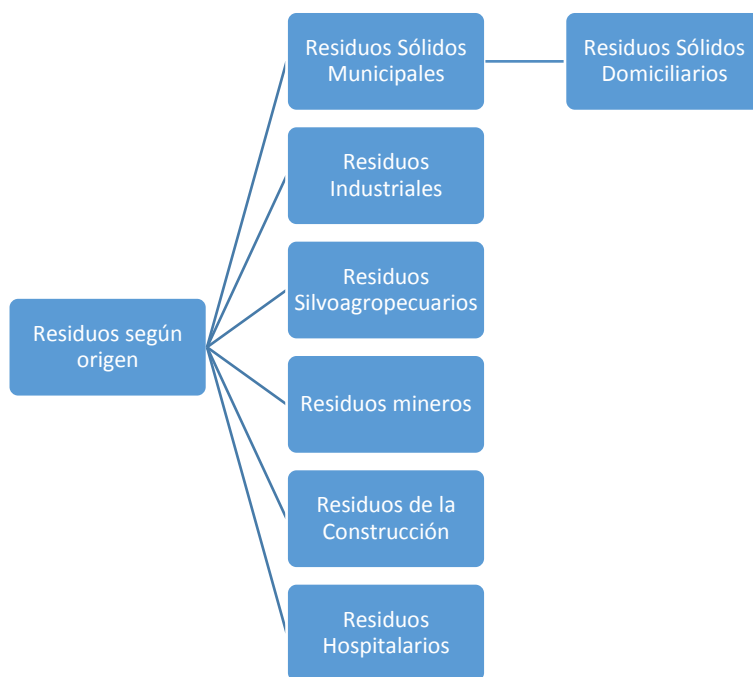


Figura 1: Clasificación de residuos industriales según origen.

Fuente: Elaboración propia basado en la presentación de la Ley General de Residuos para Taller de lodos de piscicultura, Coyhaique, año 2011. [4]

Dentro de los residuos industriales se identifican tres tipos de clasificación por riesgo: Residuos Inertes, Residuos Peligrosos y Residuos No Peligrosos, esto se puede verificar en la figura 2 presentada a continuación.

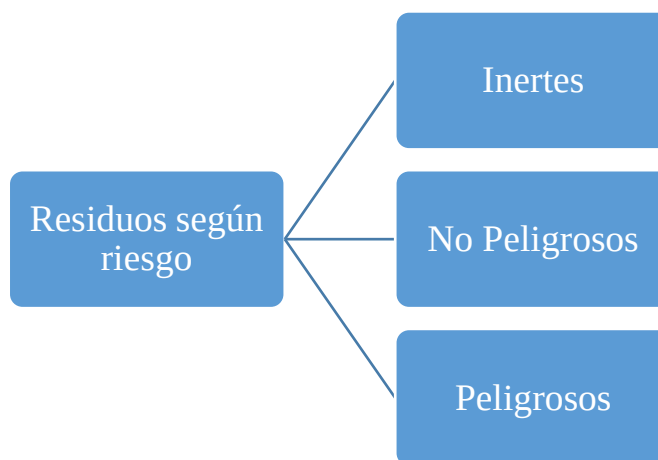


Figura 2: Clasificación de residuos industriales por riesgo.

Fuente: Elaboración propia basado en la presentación de la Ley General de Residuos para Taller de lodos de piscicultura, Coyhaique, año 2011. [4]

- Residuo peligroso: “Residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar algunas de las características señaladas en el artículo 11”. [1]

En base al artículo 11, se describen las características en un residuo para que sea clasificado como residuo peligroso y se presenta en la tabla 1 los pictogramas para la identificación de cada una según el:

- a) Toxicidad aguda: Un residuo que es letal en bajas dosis en seres humanos.
- b) Toxicidad crónica: Residuo que presenta efectos tóxicos acumulativos, carcinógenos, mutagénicos o teratogénicos en seres humanos.
- c) Toxicidad extrínseca: Un residuo tendrá esta característica cuando su eliminación puede dar origen a una o más sustancias tóxicas agudas o crónicas en concentraciones que pongan en riesgo la salud de la población.
- d) Inflamabilidad: Residuos de fácil combustión que ofrecen riesgo de incendio en su manipulación.
- e) Reactividad: Residuos potencialmente dañinos con reacciones súbitas, tales como explosiones.
- f) Corrosividad: Residuos altamente ácidos o alcalinos, un residuo se considera corrosivo si su pH es menor o igual a 2 o mayor o igual a 12,5. [1]

Tabla 1: Características de peligrosidad de los residuos. Fuente: Elaboración Propia

Característica de peligrosidad	Pictograma
Toxicidad aguda	
Toxicidad crónica	
Toxicidad extrínseca	
Inflamabilidad	
Reactividad	
Corrosividad	

- Residuo No Peligroso: “residuo o mezcla de residuos que no presentan ninguna característica de peligrosidad y genera o puede generar alguna reacción física, química y/o biológica”. [1]

En el apéndice N°12 se adjuntan ambas listas del artículo 19 de la D.S. N°148/2004 MINSAL [1], clasificando según: Lista A: Residuos Peligroso y Lista B: Residuos No Peligrosos.

- Residuos Asimilables a Domiciliarios: “*Son aquellos residuos que, aunque se producen en la industria, tienen una composición similar a la de los residuos domésticos*”. [2]
- Residuos Inertes: “*Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas. Además no son solubles, ni combustibles, ni reaccionan de ninguna manera, sin embargo no son biodegradables*”. [2]

2.2 Modelos para Gestión de residuos

En base a las normas vigentes de residuos que establecen los países y las organizaciones mundiales de la salud y medio ambiente, es que las empresas deben desarrollar modelos para la gestión de los residuos, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos, es por esto que para analizar desde una mirada holística todas las políticas aplicadas en la actualidad, es que se presentarán los modelos aplicados en España, Chile y Estados Unidos con el fin de aproximarse a la realidad de los tratamientos efectuados a los residuos, analizando diferentes normas regulatorias y comparando las realidades de cada uno de estos respecto a la gestión de residuos. Los países seleccionados para el estudio de los modelos de gestión aplicados, fueron elegidos en base a los avances respecto de las políticas ambientales que poseen y la alta calidad que poseen sus procesos en temas relativos al reciclaje y reutilización de residuos, con el fin de relacionarlos y contrastarlos respecto al modelo a nivel nacional, verificando fortalezas y debilidades de este.

2.2.1 Modelo de Gestión integral de RISES y RILES aplicado en España

El análisis de los modelo de gestión integral de Residuos Sólidos Industriales y Residuos Líquidos Industriales, es un estudio enfocado en verificar las acciones, procedimientos normalizados y organizaciones que gestionan la recolección, almacenamiento, tratamientos y disposición de los residuos en la industria, desde su generación hasta su eliminación.

La investigación del modelo aplicado en España es basada en el texto "Gestión de residuos industriales" [5] escrito por el Fondo Social Europeo, el cual tiene por objetivo establecer una guía para la intervención de los trabajadores en los aspectos relacionados con el manejo de residuos.

El desarrollo del estudio de tratamientos de residuos nace a partir del modelo de producción lineal que no cierra los ciclos productivos, como sí lo hace la naturaleza, en la que no hay residuos, ya que todos los materiales se reutilizan y forman parte de nuevos procesos. Este tipo de sistema productivo genera más residuos en cada una de sus fases que la cantidad de bienes. Una relación que reafirma esto es que por cada tonelada de residuos que se genera en el momento del consumo de cualquier producto, se han producido 20 toneladas de residuos en el proceso de extracción de las materias

primas necesarias para su producción y 5 toneladas durante el proceso de fabricación. Esto se ve representado en la figura 3, mediante un diagrama de proceso.

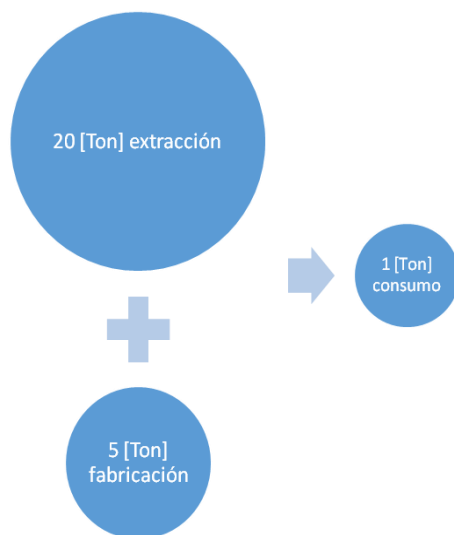


Figura 3: Relación entre toneladas de residuos generados durante la extracción y fabricación con respecto a la generada durante el consumo.

Fuente: *Elaboración propia basado en el texto Gestión de residuos industriales escrito por el Fondo Social de Europa. [5]*

En base a esto es que el Fondo Social de Europa establece que los residuos y su minimización son una oportunidad para las empresas para mejorar el funcionamiento de sus procesos productivos, reducir su toxicidad y los costes de generación de los residuos. Otro punto importante que ataca es el orientar el desarrollo industrial hacia la producción limpia, aumentando la eficiencia en el uso de recursos naturales, fomentando la prevención en la generación de residuos y priorizando la reutilización y reciclaje [5]. La figura 4 refleja la comunicación interpretativa mediante un diagrama de flujo de los residuos y subproductos.

En torno al marco de los residuos es que se puede orientar a este en torno a dos conceptos:

a) Subproducto: Considera a los residuos como subproductos los cuales se utilizarán directamente sin tener que sufrir ninguna operación de tratamiento. En base a la relación entre residuos y subproductos es que la Comisión Europea al Consejo y al Parlamento Europeo se propone el siguiente esquema de decisión sobre los subproductos:

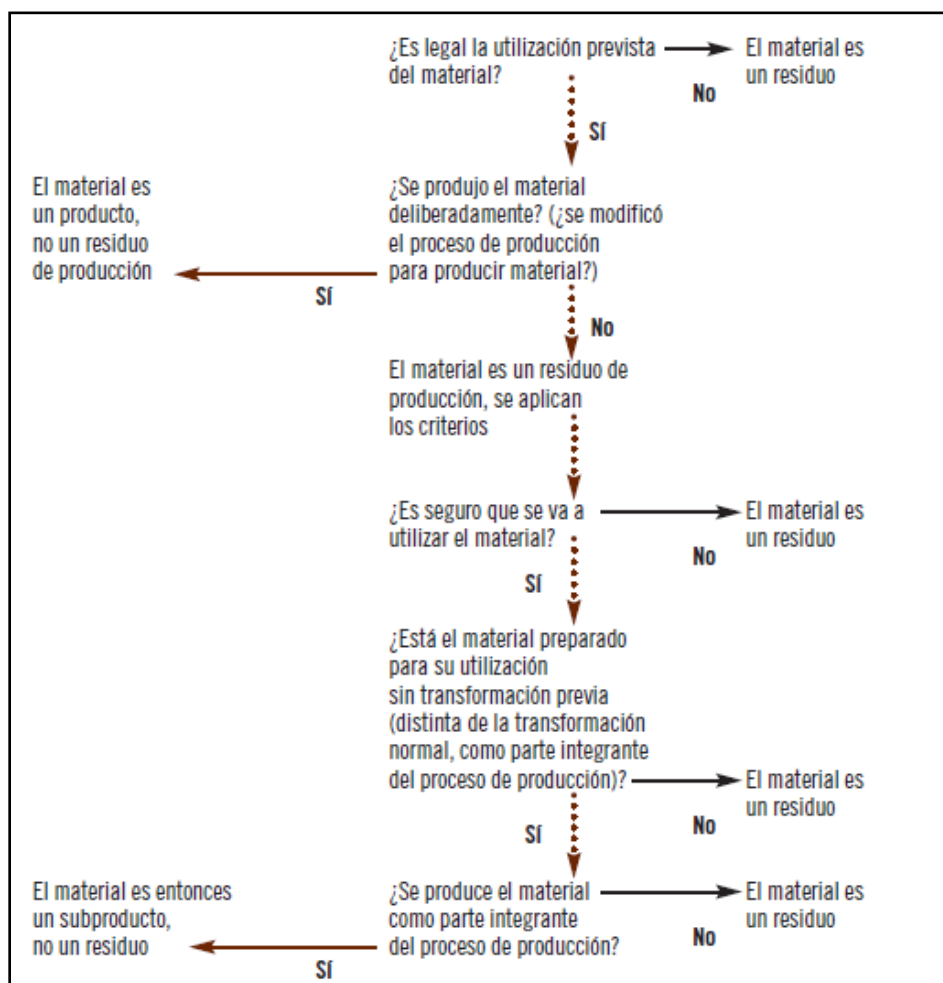


Figura 4: Esquema de decisión sobre los subproductos.

Fuente: Comunicación interpretativa sobre residuos y subproductos. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo COM (2007). [5]

b) Fin de la condición de residuo: Establece que un residuo deja de serlo propiamente tal cuando se ha sometido a una operación de valorización o reciclado, o bien el uso de esta no generará impactos adversos globales para el medio ambiente o la salud.

Para la identificación de un residuo peligroso se disponen de tres instrumentos aprobados por el Fondo Social de Europa y que pueden facilitar el reconocimiento de este tipo de residuo:

- Lista Europea de Residuos [6]
- Las frases de riesgo de las fichas de datos de seguridad de los productos y materiales que se han utilizado en el proceso productivo.
- Caracterización analítica del residuo en laboratorio.

Por otro lado, dentro del marco legal de residuos llevado a cabo en el viejo continente se encuentran las obligaciones de los productores de residuos, los cuales están obligados a mantener en condiciones

adecuadas de higiene y seguridad los residuos mientras estén en su poder, además de entregarlos a un gestor autorizado si el tratamiento de residuos es por un externo y también orientar el tratamiento de residuos con el fin de reciclar o valorizar estos siempre tratando de evitar su eliminación en el vertedero.

La tabla 2 otorga información respecto a la gestión de los productores con respecto a los residuos peligrosos, es importante mencionar que cerca del 85% de los residuos peligrosos se generan en los siguientes sectores industriales:

Tabla 2: Contribución de los sectores industriales a la generación de Residuos Peligrosos.

Industria	Porcentaje de aporte (%)
Industria Química	32,6
Fabricación de automóviles	11,2
Fabricación de Productos Metálicos	10,2
Alimentación	8,1
Industria Papelera	7,6
Industria Cuero, Curtidos	7,1
Productos y Transporte de Metales	4,1
Fabricación Materiales Eléctricos	3,4
Total	84,3
Fuente: Elaboración propia basado en el texto Gestión de residuos industriales escrito por el Fondo Social de Europa. [5]	

En base a la generación de residuos peligrosos es que se encuentran los siguientes pasos para la correcta disposición de los residuos:

Segregación adecuada.

1. Los residuos peligrosos se deben separar adecuadamente y nunca se deben mezclar, ya que esto dificulta su posterior gestión. Los residuos se separan por tipos, materiales y características de peligrosidad.

Envasado

2. Los envases están diseñados para evitar cualquier tipo de pérdida de contenido y contruidos con materiales resistentes e impermeables.

Almacenamiento

3. Para llevar a cabo el almacenamiento de residuos peligrosos se deben disponer de zonas de almacenamiento, con un plazo máximo de 6 meses, siempre tratando de reducir el tiempo mínimo de almacenaje.

Con respecto a las condiciones de seguridad e higiene en su almacenamiento se deben añadir medidas antiincendios, protección y señalización de esta zona.

En la tabla 3, extraída de la. *Guía de control y gestión de residuos peligrosos* [4], es posible verificar la incompatibilidad en el almacenaje de residuos peligrosos.

Tabla 3: Tabla de incompatibilidad de almacenamiento de residuos.

	 Inflamable	 Explosivo	 Tóxico	 Comburente	 Nocivo	 Irritante	 Corrosivo
	-	+	-	-	-	-	-
	-	-	+	-	+	+	+
	-	-	-	+	•	•	•
	+	-	+	•	+	+	+
	+	-	+	•	+	+	+
	+	-	+	•	+	+	+
+ Se pueden almacenar conjuntamente. • Solamente podrán almacenarse juntas si se adoptan ciertas medidas específicas de prevención. - No deben almacenarse juntas.							
Fuente: Basado en el texto Guía de control y gestión de residuos peligrosos, Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS) [7].							

Etiquetado

- Los envases deben ser etiquetados de forma clara, legible e indeleble, además de contener etiquetas con información sobre sus características y los pictogramas de peligro correspondientes.

Sistema de identificación de Residuos Peligrosos

- El sistema de identificación de residuos debe estar conectado con las leyes y normas correspondientes a cada país, respetando los procesos de clasificación, caracterización y etiquetado de los residuos peligrosos.

Una vez que se han clasificado los residuos y almacenados bajo las condiciones ideales, se debe aplicar un plan de minimización o la respectiva derivación a un manejador de residuos certificado. El objetivo de un plan de minimización es señalar cuáles son los procesos donde se generan los residuos

y plantear medidas para su reducción. Esto obliga a identificar las diferencias del proceso productivo, ya sean técnicas u organizativas, y mejorar el comportamiento ambiental de las instalaciones industriales. Las etapas de minimización del plan se representan en la figura 5 adjunta a continuación:



Figura 5: Etapas de un plan de minimización

Fuente: Elaboración propia.

Luego de aplicar las medidas de minimización, debemos priorizar la reutilización y el reciclado externos antes de reutilizar otras formas de valorización o eliminación de residuos.

2.2.2 Modelo de Gestión integral de RISES y RILES aplicado en Chile

En Chile actualmente se posee una línea de acción sobre la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, la cual es regulada y ejecutada por el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Salud, estableciendo las líneas de acción principales en torno a este tema, abarcando desde la actualización constante de la Política de Gestión Integral de los Residuos Sólidos y Reglamento de Residuos Peligrosos (D.S. N°148/2004 MINSAL), pasando por la inclusión de los Recicladores Base, apelando a la Ley General de los Residuos y la Responsabilidad Extendida al Productor, estableciéndose un Sistema Nacional de Declaración de Residuos Sólidos e integración y sistematización de la información respecto al reciclaje. [8]

Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos

La Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos se encuentra orientada a la implementación de un modelo que permita alinear a los actores que participan en la generación de residuos con el compromiso de preservar el medio ambiente y de producir responsablemente, estableciendo un concepto clave como lo es la Responsabilidad Extendida del Productor (Ley N°20.920/2016 MMA). [9]

La Gestión Integral de Residuos está constituido por tres elementos fundamentales, como lo son los actores que participan del proceso, el manejo de los residuos que va desde su recolección hasta su eliminación y finalmente las instalaciones de manejo. El siguiente recuadro representado a través de la tabla 4 muestra un detalle de esta información.

Tabla 4: Principales elementos que constituyen la Gestión Integral de Residuos en Chile.

Actores	Manejo	Instalaciones de manejo
- Productor - Reciclador - Gestor	- Recolección selectiva - Recolección - Centro de acopio - Transporte - Almacenamiento - Pretratamiento - Tratamiento - Reuso o reutilización - Reciclaje - Valorización energética - Eliminación	- Construcción - Emplazamiento - Operación - Cierre
Fuente: Presentación de la Ley General de Residuos para Taller de lodos de piscicultura, Coyhaique, año 2011. [4].		

En el año 2015, el consejo de Ministros para la sustentabilidad adoptó el proyecto de ley para la gestión de residuos y responsabilidad extendida del productor, estableciendo los requerimientos para una gestión sustentable de los residuos, incentivando la prevención en la generación de residuos y fomentando su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, la cual proteja la salud humana y el medio ambiente. [10]

El marco normativo en Chile asociado a residuos sólidos, data desde el año 1968 con la regularización del Código Sanitario (D.F.L. N°725/1968 MINSAL) [11], instrumento que rige todo lo relacionado a la salud de los habitantes, además de la higiene y seguridad ambiental.

Entre las fechas más importantes del marco normativo desde 1968 a la actualidad se encuentran:

- Año 1994: comienza a regir la Ley N°19.300/1993 MMA [17] sobre Bases Generales del Medio Ambiente, la que normaliza el desarrollo del actuar del sector público y privado de acuerdo al derecho de toda persona por vivir en un medio ambiente libre de contaminación.
- Año 2000: comienza a regir el D.S. N°594/2000 MINSAL [3] sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- Año 2005: entra en vigencia el D.S.148/2004 MINSAL [1], que establece el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.
- Año 2007: comienza a regir el D.S. N°45/2007 MINSEGPRES, el cual establece la norma de emisión para la incineración y co-incineración.
- Año 2008: entra en vigencia el D.S. N°189/2005 MINSAL que regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.
- Año 2010: se da curso a dos reglamentos, el D.S. N°4/2009 MINSEGPRES para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) y el D.S. N°6 sobre el manejo de residuos generados en establecimientos de atención de salud.
- Año 2016: Se promulga la Ley N°20.920/2016 MMA [9] que establece el marco para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento del Reciclaje.

La Política de gestión utilizada por el gobierno contempla operaciones de valorización y eliminación de los residuos. La primera contempla una alternativa de manejo de residuos, que si se desarrolla teniendo presente el concepto de sustentabilidad, facilita los siguientes aspectos:

- ✓ Disminución de residuos cuyo destino es la disposición final
- ✓ Evita utilización de nuevas materias primas
- ✓ Disminuye la energía necesaria para su transformación
- ✓ Reduce las emisiones de gases contaminantes
- ✓ Evita la utilización en los procesos industriales y de los vertidos que se generan

Las actividades de valorización pueden ser algunas de las siguientes:

1. Reciclaje
2. Compostaje
3. Incineración con recuperación de energía
4. Otras operaciones de valorización (lombicultura)

Por otro lado, la eliminación de los residuos consiste en la disposición final de residuos, la cual representa el 60% de la totalidad de los residuos recolectados.

Hoy en día existen a lo largo del país 72 instalaciones de eliminación y/o valorización de residuos, siendo la Región Metropolitana la que posee la mayor cantidad de centros de este tipo, debido principalmente a las altas tasas de generación de residuos que posee.

Al igual que las actividades de valorización, las tareas de eliminación se representan por las siguientes:

1. Rellenos Sanitarios y Vertederos
2. Basurales
3. Incineración sin recuperación de energía

Finalmente se debe hacer mención que en la actualidad se estima que la tasa de valorización de residuos generados en Chile es aún incipiente, del orden del 10% (CONAMA, 2010). Sin embargo el desarrollo de mercados para la valorización de residuos tales como el papel, cartón, vidrio, plástico y metales, ha experimentado un crecimiento importante en los últimos años. La figura 6 muestra los porcentajes de valorización que posee cada tipo de residuo, siendo el más altamente valorizado los metales ferrosos, seguido de los aceites minerales y sintéticos, luego el papel y finalmente el cartón. Dentro de los metales no ferrosos, el aluminio cuenta con una valorización del 40% en comparación con los metales ferrosos que representan el doble de estos. En el caso de Chile, los residuos domésticos como papel, cartón, latas de aluminio y plástico son mayormente recolectados por los recicladores base.

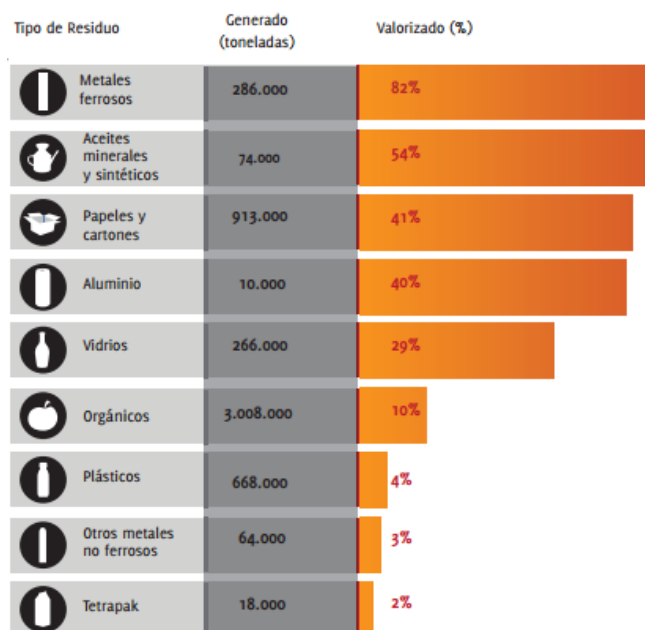


Figura 6: Generación y valorización de distintos tipos de residuos, 2009 [12].

Recicladores de Base

Los recicladores de base son aquellas personas que recogen materiales de valor en las calles de zonas residenciales y comerciales, separándolas y clasificándoles, mejorando así su valor monetario, para luego venderlos a través de intermediarios o en forma directa a las empresas de producción. Estos personajes contribuyen principalmente con la disposición de chatarra, papel y cartón.

En la imagen de la figura 7, se muestra el cómo se debe certificar un trabajador del rubro, para dejar de ser considerado un reciclador y ser registrado como un reciclador base:



Figura 7: Metodología para la certificación de un reciclador base según la ley en Chile.

Fuente: Sitio Web Chile Recicla [13]

En el presente año, el consejo de Ministros aprobó los primeros reglamentos para la implementación de la Ley de Reciclaje, enfocado en cumplir con los estándares de la OCDE en materia de gestión de residuos, disminuyendo la generación de estos y aumentando las tasas de reciclaje. [14]

Producción Limpia

La producción limpia en Chile se basa en una estrategia de gestión productiva y ambiental que permite incrementar la eficiencia y la productividad de las empresas, además de reducir costos al tiempo que minimiza los riesgos para la población y el medio ambiente.

La organización a cargo de este programa es el Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL), organismo dependiente de CORFO y del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

La principal herramienta utilizada por esta organización para implementar los programas propuestos es el Acuerdo de Producción Limpia (APL). Este acuerdo es una iniciativa creada que motiva el compromiso de promover la sustentabilidad en el plan estratégico de las 22 instituciones más importantes de educación superior del país y en empresas suscritas al CPL, además de promover conocimientos respecto de la sustentabilidad y sostenibilidad a los futuros profesionales.

Este APL que tiene como objetivo general:

“Implementar en las Instituciones de Educación Superior la estrategia de producción limpia, mediante la incorporación de materias de sustentabilidad, para de esta manera aumentar el desarrollo de ciencias, metodologías, capacidades, incorporando una visión sistémica y sustentable de su actividad educativa”[15]

Las instituciones de Educación superior suscritas al acuerdo deben cumplir las metas y acciones que se declaran a continuación:

- ✓ Meta N°1: El 100% de las instituciones de educación superior adheridas al acuerdo, expresan el compromiso por la sustentabilidad y lo evidencian en sus lineamientos básicos.
- ✓ Meta N°2: Identificar y promover la presencia de las materias de sustentabilidad en el curriculum académico del 100% de las instituciones de educación superior adheridas.
- ✓ Meta N°3: El 100% de las instituciones de educación superior, implementarán un programa de extensión en materias de sustentabilidad y/o producción limpia con impacto directo en la comunidad.
- ✓ Meta N°4: Identificar y promover la presencia de las materias de sustentabilidad en la investigación académica desarrollada por todas las instituciones de educación superior adheridas.
- ✓ Meta N°5: Capacitar al 20% de los estudiantes y al 10% de los funcionarios y profesores de jornada completa, en materias de sustentabilidad con énfasis en los compromisos del APL.
- ✓ Meta N°6: El 100% de las instituciones de educación superior adheridas medirán su huella carbono corporativa.
- ✓ Meta N°7: Reducir en un 5% el consumo de energía en [kWh] equivalente por m2 en el total de las instalaciones adheridas.
- ✓ Meta N°8: Reducción en un 5% el valor de indicador de consumo de agua por persona en cada una de las instalaciones adheridas.

- ✓ Meta N°9: Implementar sistemas de minimización, clasificación en origen y reciclaje de residuos sólidos en el 100% de las instalaciones.
- ✓ Meta N°10: Identificar los peligros e implementar medidas preventivas en el 100% de las instalaciones adheridas del campus para minimizar los riesgos laborales.
- ✓ Meta N°11: Cuantificar y caracterizar residuos líquidos asimilables a riles generados por las instalaciones adheridas. [16]

Cada una de estas conlleva una acción recomendada y un indicador de desempeño con el fin de orientar a las instituciones en su puesta en marcha, además de presentar formatos de registro y control de residuos para el manejo efectivo de estos.

Ley N° 19.300. Bases Generales del Medio Ambiente

Esta ley establece los parámetros fundamentales para el desarrollo de proyectos que respeten el medio ambiente y la biodiversidad. Para esto crea el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), instrumento de gestión el cual será aplicado a los proyectos de inversión y/o actividades productivas, con el fin de esclarecer los impactos que tendrá sobre el medio ambiente. Con esta ley se busca evitar daños ecológicos y establecer responsabilidades cuando se produzca un perjuicio al medio ambiente.

Entre los aspectos más importantes de la ley, se encuentran las disposiciones generales, más específicamente el artículo 1° que establece:

“El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental se regularán por las disposiciones de esta ley, sin perjuicio de lo que otras normas legales establezcan sobre la materia.”[17]

Con referencia a esto, es importante mencionar que esta reglamentación es aplicable tanto para las personas naturales, como industrias que afecten arrojando contaminantes al medio ambiente.

Por otro lado, realiza hincapié en la importancia de la educación e investigación en torno a los temas de desarrollo ambiental, especificándolo en los artículos 6° y 7° respectivamente del título: *“De los instrumentos de Gestión Ambiental”*. [17]

Es así como la Ley N° 19.300 determina tanto los parámetros básicos de cuidado del medio ambiente, como los específicos para proyectos que afecten directa o indirectamente los aspectos medio ambientales que nos rodean.

Ley N° 20.920. Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje

La ley general de Residuos en nuestro país tiene como objetivo organizar y gestionar los residuos a través de una estrategia jerarquizada, promoviendo la prevención de su generación y, si su prevención no es posible, fomentar una serie de pasos privilegiando siempre lo mejor para la salud y el medio ambiente:

- Prevención: acciones destinadas a evitar o reducir la generación de residuos, disminuir la presencia de sustancias peligrosas o contaminantes en ellos, y minimizar los impactos significativos sobre el medio ambiente o la salud de las personas que éstos generen.
- Reutilización: acción consistente en el uso de un material o producto previamente utilizado como insumo en el proceso productivo que le dio origen.
- Reciclaje: acciones de valorización mediante las cuales los residuos son transformados en nuevos productos, excluyendo la valorización energética.
- Valorización Energética: empleo de un residuo como combustible en un proceso productivo.
- Eliminación: acciones que tienen por objeto disponer en forma definitiva de residuos en lugares autorizados para ello en conformidad a la normativa vigente.

El diagrama visualizado en la figura 8 muestra una representación piramidal de las relaciones en la jerarquización propuesta como modelo por el gobierno:

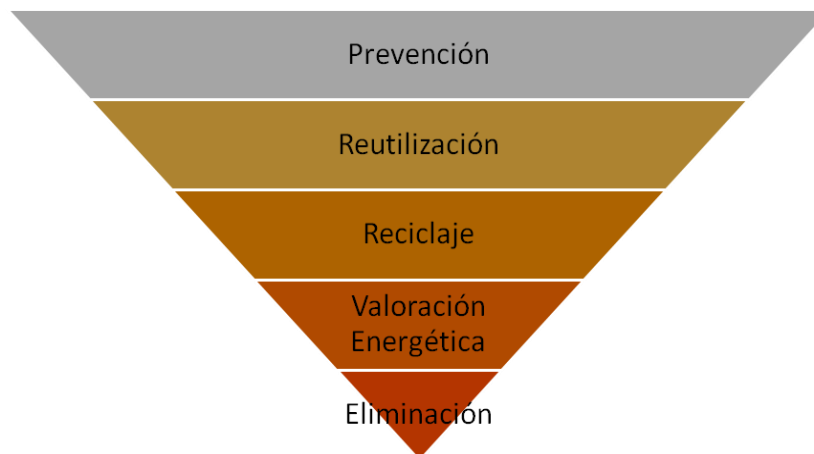


Figura 8: Metodología de la estrategia jerarquizada de la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos en Chile. [12]

Esta ley establece entre sus argumentos principales que “Un residuo es un recurso” [9], apelando a que los desechos generados deben tener un ciclo responsable, considerándolo una potencial materia prima para desarrollar otros productos. Es así como se establece que los residuos se encuentran en una economía circular, tal como se muestra en la figura 9:



Figura 9: Representación de economía circular durante la vida útil de un residuo [18].

Además de este modelo económico conceptualizado por la Ley 20.920 se encuentran los once principios de esta, que establecen el marco en que se desarrolla la ley:

- a) El que contamina paga.
- b) Gradualismo.
- c) Inclusión.
- d) Jerarquía en el manejo de residuos.
- e) Libre competencia.
- f) Participativo.
- g) Precautorio.
- h) Preventivo.
- i) Responsabilidad del generador de un residuo.
- j) Transparencia
- k) Trazabilidad

El alineamiento de estos principios conlleva al desarrollo del concepto de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), lo cual es un instrumento económico de gestión de residuos y que obliga a los productores a organizar y financiar la gestión de los residuos derivados de los productos que colocan en el mercado. [18]

La dinámica de la ley entonces, abarca tres temáticas principalmente:

- Crea la Responsabilidad Extendida del Productor (REP)
- Reconoce legislación sanitaria existente en materia de gestión de residuos.
- Establece nuevas competencias al Ministerio para la gestión de residuos

- a) Ecodiseño;
- b) Certificación, rotulación y etiquetado;
- c) Sistema de depósito y reembolso;
- d) Mecanismos de separación en origen y recolección selectiva;
- e) Mecanismos para manejo ambientalmente racional de residuos;
- f) Mecanismos para prevenir la generación de residuos.

Los principales productos que se regulan en Chile en base a esta ley son:

- a) Aceites Lubricantes.
- b) Aparatos eléctricos y electrónicos.
- c) Baterías.
- d) Envases y embalajes.
- e) Neumáticos.
- f) Pilas.

El cuadro comparativo de la figura 10 refleja la razón por la cual se regulan estos productos, basado en cinco argumentos relevantes como son: Consumo masivo, Volumen significativo, Residuo peligroso, Factible de valorizar y Regulación comparada.

REP: Por qué estos productos					
Producto prioritario	Consumo Masivo	Volumen Significativo	Residuo Peligroso	Factible de Valorizar	Regulación Comparada
Aceites lubricantes	✓	✓	✓	✓	✓
Aparatos eléctricos y electrónicos	✓	✓	✓	✓	✓
Envases y embalajes	✓	✓	✗	✓	✓
Pilas	✓	✗	✓	✗	✓
baterías	✓	✓	✓	✓	✓
Neumáticos	✓	✓	✗	✓	✓

Figura 10: Cuadro comparativo de selección de productos que abarca la Ley 20.920 REP [18].

A modo de síntesis, el esquema en la figura 11 representa el proceso total que involucra esta normalización que conlleva la generación de residuos por parte de los productores.

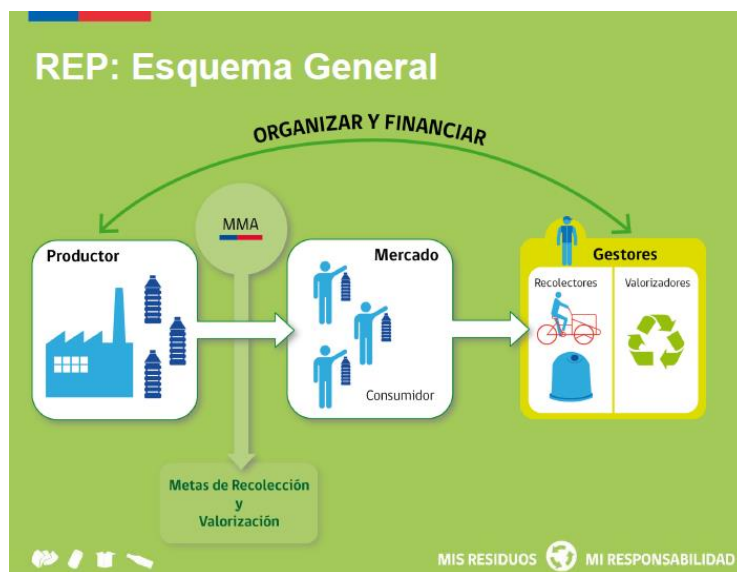


Figura 11: Esquema General representativo de la Responsabilidad Extendida del Productor durante la vida útil de los residuos [18].

Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER)

El SINADER es un sistema de declaración vía portal web, que permitirá a los generadores y destinatarios de residuos (Industrias y Municipios) declarar estos anualmente o en periodos de acuerdo a las obligaciones que impone el reglamento del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) según los artículos 26, 27 y 28 de este. [19]

El sistema de declaración cuenta con cuatro tipos de formularios de declaración:

- 1.- Residuos Industriales No Peligrosos.
- 2.- Lodos de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (D.S. N°4/2009 MINSEGPRES)
- 3.- Destinatarios de Residuos No Peligrosos
- 4.- Residuos Domiciliarios (Municipales)

La categorización de residuos está fundamentada en la Lista Europea de Residuos (LER), la cual establece las siguientes categorías para segregar la generación de residuos de forma ordenada:

- Minería
- Agricultura
- Madera
- Textil
- Petróleo
- Inorgánicos
- Orgánicos

- Pinturas
- Fotografía
- Térmicos
- Hidrometalurgia
- Mecánico
- Aceites
- Solventes
- Envases
- Construcción
- Médicos
- Tratamiento
- Municipales
- Otros

Los participantes del SINADER se pueden apreciar en la tabla 5 según las categorías de: Generados, Gestores u Organismos públicos.

Tabla 5: Principales involucrados en la gestión del SINADER.

Generadores	Gestores	Organismo Públicos
- Municipalidades - Establecimientos Industriales - Empresas Mineras - Empresas Sanitarias - Establecimientos de Salud - Personas Naturales - Embarcaciones	- Rellenos Sanitarios - Vertederos - Recicladoras - Recuperadoras - Predios Agrícolas	- MINSAL - SERNAGEOMIN - SISS - MMA - SAG
Fuente: Elaboración propia basado en Presentación de capacitación del Sistema Nacional e Declaración de Residuos (SINADER) del Departamento de Información Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, Junio 2016. [19]		

Existen dos tipos de formularios en la plataforma, aquellos que se encuentran relacionados con la Generación de residuos y por otro lado los que abarcan el Transporte y Destino que poseen estos residuos generados.

- Declaración de Gestión de Residuos Municipales.
- Declaración de Gestión de Residuos Industriales No Peligrosos.
- Declaración de Residuos Peligrosos (SIDREP).

- Declaración de Gestión de Residuos Masivos Mineros.
- Declaración de Gestión de Residuos Hospitalarios.
- Declaración de Gestión de Residuos de Embarcaciones.

2.2.3 Modelo de Gestión integral de RISES y RILES aplicado en Estados Unidos.

Estados Unidos está en busca de utilizar mejor sus recursos, generar menos desperdicios y aumentar el reciclaje desde hace más de 50 años, con la promulgación de su primera ley nacional de Residuos Sólidos, a diferencia de nuestro país, la cual solo data desde el año 2013.

En el año 1965 se fijaron las normas nacionales regulares para el desecho de residuos sólidos. La ley de 1976 de Estados Unidos para conservación y reclamación de recursos permitió dar un gran paso adelante al cambiar el enfoque basado en los desechos descartados por las tuberías finales a uno basado en la prevención de la contaminación, que involucra a las autoridades gubernamentales de todos los niveles.

Así los estados, ciudades y pueblos están regidos por el concepto de “Gestión Integrada de Residuos” que esta referenciada a todas las políticas para el manejo de desechos. [20] Esto quiere decir:

- Reducción de fuentes para evitar la creación de desechos y favorecer la reutilización.
- Reciclar y hacer abono para promover la recuperación en lugar del desecho.
- Llenado de terrenos y combustión, que permite una mejor capacidad para disponer de los desechos.

Muchas ciudades aplican políticas obligatorias de reciclaje para administrar mejor los desechos generados por poblaciones urbanas densas. Las tasas de recolección del vidrio, metal y papel son alta en ciudades como Phoenix, Nueva York, Seattle y San Francisco. Además se sabe que la tasa nacional de reciclado es casi del 35 por ciento de toda la basura generada.

A nivel industrial, las medidas gubernamentales han provocado que las empresas reutilicen con mayor frecuencia los residuos como materias primas. Es el caso de Ford y General Motors, principales fabricantes de automóviles, los cuales se encuentran realizando grandes avances para minimizar los desechos generados al momento de fabricar sus vehículos.

Caso análogo ocurre en la Industria de las bebidas, donde los productores han descubierto que se pueden producir los envases con 25 por ciento menos de plástico que el que se utilizaba hace décadas, resultando en la reducción de 114 millones de kilogramos de plástico al año en el depósito de basuras.

Sin embargo, cuando los costos del reciclaje se vuelven muy altos, es necesario buscar alternativas para la valorización energética. Las principales utilizadas a nivel nacional son:

- Incineración con recuperación de energía: Esta forma de valorización es utilizada para generar electricidad y reducir los envíos de residuos a vertederos. En EE.UU. existen 84 instalaciones de valorización energética. El principal motivo del bajo desarrollo de esta tecnología son los altos costes de construcción y puesta en marcha. Otro punto relevante es la contaminación, debido a la generación de dioxinas, mercurio, plomo y otras toxinas, que se emiten o terminan en las cenizas resultantes de la incineración.
- Vertederos: Esta es la solución más económica, y por tanto la más común para la gestión de residuos en EE.UU. Los costes varían a lo largo del país, pero la media se sitúa en algo más de 48 dólares por tonelada.
- Digestión: Este método está enfocado en aquellas comunidades que producen grandes cantidades de residuos orgánicos, donde la digestión anaeróbica ofrece una solución ambiental. Este sistema permite obtener metano que puede ser utilizado para hacer funcionar un generador.

La legislación de normas relacionadas a los aspectos ambientales es regulada por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), la cual se encuentra autorizada por el Congreso de los EE.UU.

Los reglamentos son codificados una vez al año en el Código de Reglamentos Federales de EE.UU. En particular, El Título 40 del Código de Reglamentos Federales es la que fundamenta la Protección del Medio Ambiente y que aborda la Misión de la EPA de proteger la salud humana y el medio ambiente.

En tanto, El Registro Federal es la publicación diaria para normas finales, normas propuestas y notificaciones de las agencias y organizaciones federales, así como órdenes ejecutivas y otros documentos presidenciales.

Con respecto a la gestión integral de desechos, en la página de la EPA se propone que: *“Básicamente todo lo que hacemos genera algún tipo de desecho. Las viviendas crean basura ordinaria, mientras que los procesos industriales y de manufactura crean residuos sólidos y peligrosos.”* [20]. Para esto, la EPA reglamenta la generación de residuos bajo la Ley de Conservación de Recursos.

La Agencia de Protección del Medio Ambiente hace hincapié en dos aspectos relevantes para la gestión de Residuos. Por un lado se encuentra la Política de Orientación y Leyes para los Residuos Peligrosos y por otro la Política de Reciclaje.

Con referencia al primer punto, la EPA cuenta con un programa denominado “Superfund”, que se centra en hacer una diferencia visible y duradera en las comunidades, asegurando que las personas puedan vivir y trabajar en lugares acordes a las necesidades humanas. Para esto promueve la

participación de la comunidad, entrega herramientas de limpieza, define los contaminantes según su peligrosidad y establece parámetros para determinar los niveles de contaminación de ciertos medios.

En relación al segundo aspecto, define una guía respecto a cómo reducir los desechos y reciclar, basándose en consejos prácticos que se pueden llevar a cabo tanto en domicilios como empresas.

2.3 Herramientas de gestión

Para el desarrollo de un plan de gestión es vital utilizar herramientas que permitan en primera instancia reconocer las falencias presentes en el caso a estudiar y luego facilitar soluciones a corto, mediano y largo plazo, buscando siempre lograr la sustentabilidad y la mejora continua de los procesos. Es así como a continuación se presenta un resumen de los instrumentos de gestión a utilizar en el presente trabajo.

2.3.1 Ciclo de la Calidad

Es una herramienta de metodología bien estructurada que se utiliza para llegar a las causas de fondo de los problemas realmente importante, y no quedarse en solo atacar efectos y síntomas. El ciclo de la calidad está compuesto por cuatro etapas: Planeas, Hacer, Verificar y Actuar. Estas son realizadas mediante ocho actividades, representadas en la figura 12 y son:

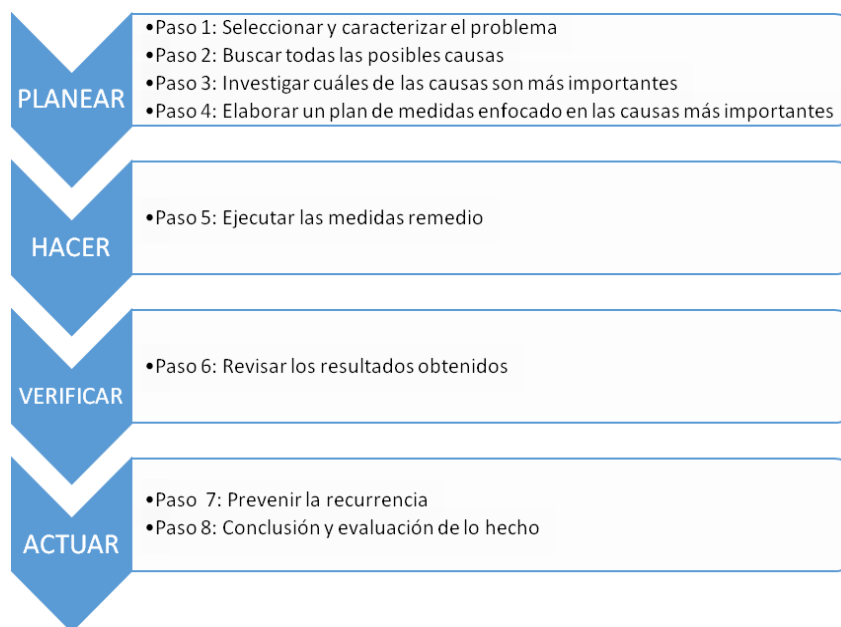


Figura 12: Ocho pasos del ciclo de la calidad PHVA.

Fuente: *Elaboración propia basado en el texto "Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma". [21]*

2.3.2 Metodología 5S

La herramienta 5S es una metodología japonesa de LEAN que se usa una visión de cinco pasos estructurados para diseñar, alcanzar y mantener un alto nivel de orden, aseo y organización del

lugar de trabajo. Las cinco eses representan palabras en japones (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke), que traducidas al español quieren decir: Organizar, Ordenar, Limpiar, Mantener la limpieza (Estandarizar) y sostener la Disciplina (Compromiso) [22]. La figura 13 esquematiza la metodología y representa el ciclo en que se desarrolla, frente al concepto de mejoramiento continuo.

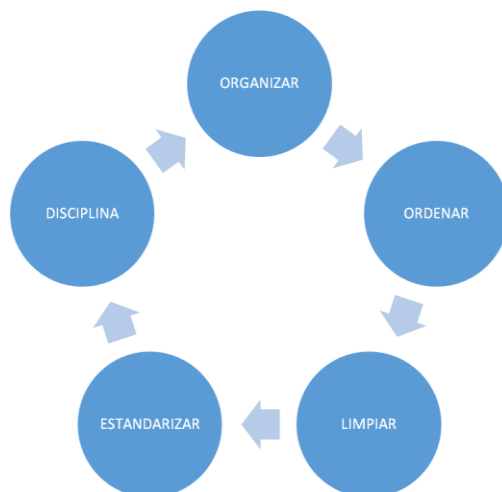


Figura 13: Cinco pasos de la herramienta 5S

Las S proporcionan un vehículo de mejora continua con el que se pueden sentir identificados todos los empleados. Estas no sólo son una buena lista de comprobación para las operaciones enjutas, sino que también proporcionan un sencillo medio con el que ayudar en el cambio cultural que es necesario a menudo para lograr unas operaciones ajustadas. A continuación se explican las 5 S:

- Clasificar: este procedimiento se basa en conservar lo que sea necesario y apartar todo lo que esta demás en el área de trabajo. Hay que identificar los artículos que no tienen valor y sacarlos. Esto permitirá ganar espacio y normalmente mejorar el flujo de trabajo.
- Simplificar: la base de la segunda s es enfocarse en ordenar y utilizar herramientas de análisis de métodos para mejorar el flujo de trabajo y reducir los movimientos inútiles. Un proceso que contribuye en este paso es etiquetar y visualizar el orden alcanzado.
- Limpiar: limpiar diariamente, suprimiendo todo tipo de suciedad, contaminación y desorden en la zona de trabajo.
- Estandarizar: eliminar las variaciones del proceso desarrollando procedimientos operativos estandarizados y listas de comprobación; los buenos estándares hacen que lo anormal se haga evidente.
- Mantener disciplina: Se debe revisar periódicamente para recordar los esfuerzos y para motivar de forma que se mantengan los progresos. Se recomienda utilizar métodos visuales siempre que sea posible para comunicar y mantener los progresos. [22]

2.3.3 Pilares de proyectos de mejora

Un proyecto de mejora consiste en un plan aplicado a un proceso, que busca eliminar los defectos y mejorar, tanto su eficiencia como efectividad. Los pilares de este son tres: la facilitación, el nivel seis sigma y la gestión del cambio. En los siguientes puntos se explicarán estos tres conceptos y como se alinean para conseguir resultados positivos.

Facilitación

La facilitación consiste en simplificar el proceso desarrollo del proyecto de mejora, mediante la utilización de herramientas que permitan:

- Desarrollar y usar procesos, métodos y herramientas para alcanzar objetivos.
- Alcanzar los resultados esperados en forma consistente.
- Manejar conflictos y la comunicación entre los miembros y crear un ambiente positivo.
- Contribuir a los miembros del equipo a incrementar su capacidad para ser auto gestores.

Para la búsqueda de las causas raíces y posibles soluciones, se utilizan mecanismo de análisis conocidas como herramientas de procesos, las cuales contribuyen a generar y recolectar ideas; organizar estas y finalmente evaluar y decidir. [23]

Un ejemplo de estas herramientas es la matriz de costo/beneficio, representada en la figura 14. Un análisis de este tipo es una secuencia de pasos que un proyecto necesita para contrastar sus costos y beneficios de una decisión particular de gestión, sistema o producto. La gestión compara todas las alternativas que tiene el proyecto como una forma de eliminar el sesgo en la elección entre varias opciones. Para elaborar esta matriz existen cinco pasos:

- 1.- Primero se definen los objetivos del proyecto, con el fin de dejar en claro la meta del proyecto que se está llevando a cabo.
- 2.- Desarrollar más de una alternativa para el proyecto. Se deben reunir los costos asociados a cada una de las alternativas y los medios para desarrollar estas.
- 3.- Luego se deben calcular los beneficios monetarios de cada una de estas, para poder compararlos con los costos asociados a la implementación de cada opción.
- 4.- A continuación se deben representar los costos y beneficios en forma de matriz. En el “eje X”, se grafica los costos y en el “Eje Y” los beneficios. Además se debe calcular el punto medio tanto para los costos como para los beneficios, para poder clasificarlos.
- 5.- Analizar los resultados obtenidos, en base al siguiente diagrama, el cual permite verificar las opciones que implican la gráfica llevada a cabo.

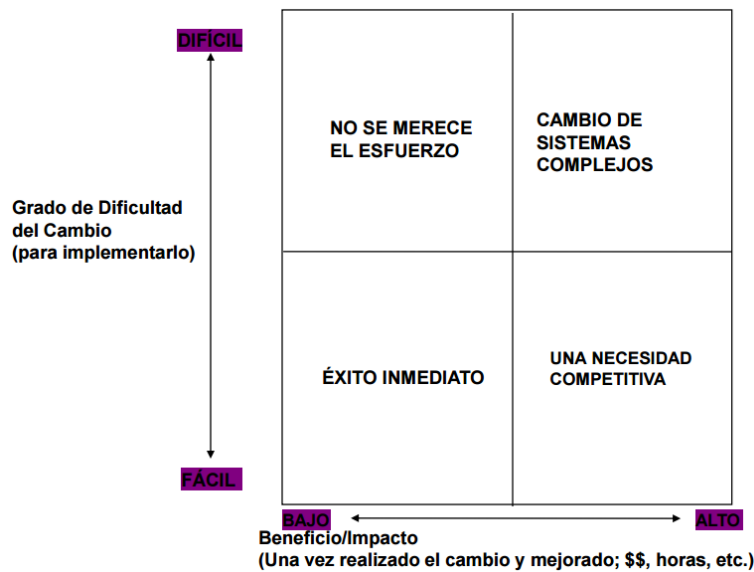


Figura 14: Matriz de Costo-Beneficio y las opciones de decisión que representa la implementación de esta en un proyecto de mejora.

Fuente: Taller 2 6S Lean Parte I, MEC281 Fundamentos del Mejoramiento Continuo, Agosto 2015. [23]

Otra herramienta es la conocida como matriz de decisiones. Una matriz de decisión es un gráfico que permite a un equipo o un individuo identificar y analizar la tasa de la fuerza de las relaciones entre conjunto de información.

Esta se utiliza frecuentemente durante las actividades de planificación de la calidad para seleccionar un producto o servicio, características y objetivos y desarrollar los procesos, descartando alternativas.

Esta herramienta está compuesta por los siguientes elementos:

- Estrategias: alternativas que se manejan y de las cuales se seleccionará una.
- Estados de la naturaleza: variable no controladas, representan las situaciones o los sucesos en los que no se puede influir y que condiciona la decisión final.
- Probabilidades: posibilidades de que se produzca cada estado de la naturaleza.
- Resultados: Son los desenlaces esperados en cada una de las estrategias.

Para la aplicación de esta técnica existen diferentes criterios, ante situaciones de incertidumbres. Estos son:

- Criterio pesimista: También denomina de Wal, fundamenta su base lógica en que una vez elegida la estrategia, se le presentaría la situación más desfavorable. En este caso se podría elegir el valor máximo entre los mínimos (criterio máximo/mínimo), es decir, se seleccionaría la estrategia que proporcionara el valor máximo entre los mínimos existentes de todas las opciones; o el valor mínimo entre los máximos (criterio mínimo/máximo).

- Criterio de Laplace: En este caso al no conocerse las posibilidades de cada uno de los estados de la naturaleza, se asigna a cada uno la misma probabilidad. A continuación se calcula el valor monetario esperado de cada estrategia, y se elige la que ofrezca un valor más alto.
- Criterio de Hurwicz: Este criterio considera sólo los valores máximos y mínimos de cada estrategia, ya que se suma el mejor resultado de cada estrategia ponderando con el coeficiente de optimismo (α), con el peor resultado de cada estrategia ponderado con el coeficiente de pesimismo ($1 - \alpha$). El coeficiente de optimismo es subjetivo en la medida en que lo decide la persona a cargo de tomar las decisiones.
- Criterio de Savage: Lo utilizarían las personas que tienen miedo a equivocarse, por ello se crea una nueva matriz de desenlaces en términos de coste por oportunidad. [24]

Seis Sigma

Esta herramienta es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación, encontrando y eliminando las causas raíces de los errores, defectos y retrasos del proceso. La estrategia 6σ se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico.

La realización de un proyecto 6σ se divide en cinco etapas, las cuales se muestran en la figura 15 a continuación:

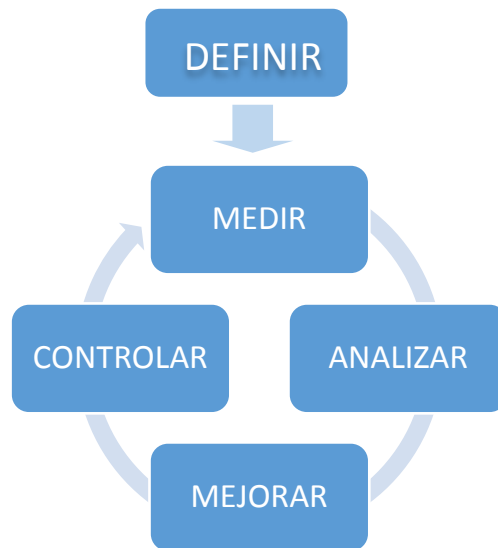


Figura 15: Cinco pasos de la herramienta 6σ .

Fuente: *Elaboración propia basado en el texto "Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma". [21]*

Además de los cinco pasos del ciclo DMACM se encuentran otros dos pasos fundamentales para la implementación de esta técnica de gestión, que son la facilitación y la gestión del cambio. Ambas, entregan las herramientas necesarias para conectar a los trabajadores con el proyecto, dando a conocer

de forma clara y concisa lo que significa para la empresa llevar a cabo la realización del modelo basado en 6σ .

Para una aplicación más efectiva del modelo planteado es que se utiliza la siguiente secuencia de pasos del ciclo DMAIC, el cual distribuye las tareas de forma secuencial con el fin de entregando avances del proyecto.

Mejoramiento Continuo

El último pilar fundamental en cualquier proceso de cambio es la ideología del mejoramiento continuo, concepto que establece la constante necesidad de mejorar y renovar los procesos o tareas que se desarrollan con el objetivo de no quedar obsoletos y/o volver a cometer los mismos errores, disminuyendo la efectividad y la eficiencia de los procesos.

2.3.4 Análisis FODA

El análisis FODA nace del pensamiento estratégico y es una herramienta utilizada para identificar el entorno que envuelve a la planificación y la administración de recursos. Este análisis, cuyas siglas significan reconocer las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, ya sea de un proyecto, proceso o servicio, es la base para llevar a cabo, no solo un análisis externo, sino que también interno del caso de estudio. El diagrama de la figura 16 representa la metodología de estudio de esta herramienta:

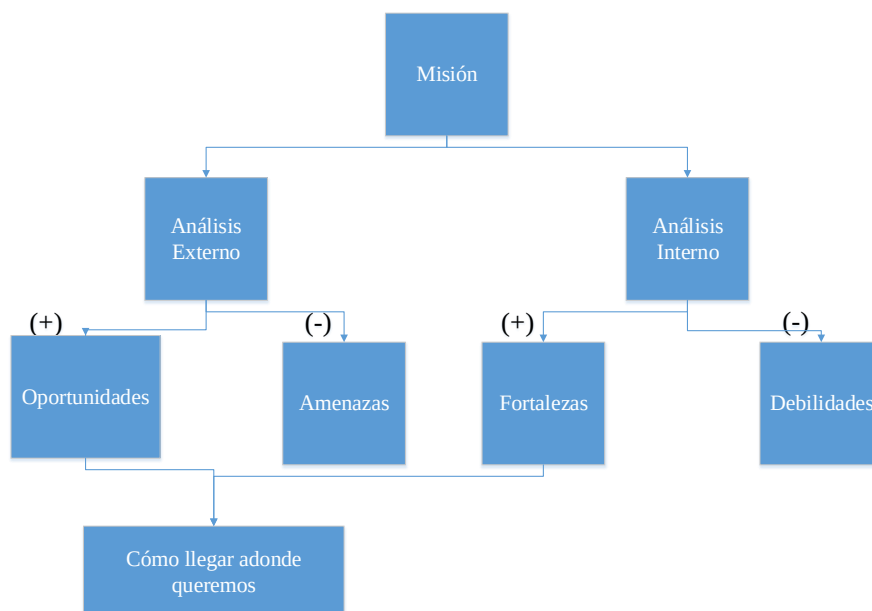


Figura 16: Metodología del análisis FODA basado en el pensamiento estratégico [25].

Este procedimiento es utilizado en las organizaciones, aplicándose en la administración estratégica y que por ende se inserta muy bien en el tema de control de gestión, ya que, como es fácil de advertir, éste se basa en la generación y uso de información efectiva. [25]

Las herramientas de gestión son utilizadas regularmente dentro de la organización como mecanismos que facilitan las actividades relacionadas con los sistemas de gestión y los procesos que implican estos. El siguiente apartado analizará a los sistemas de gestión ambiental y las normas relacionadas a la aplicación de estos en la industria.

2.3.5 Sistemas de Gestión Ambiental

En la actualidad existen principalmente dos procedimientos que permiten la implementación de un sistema de gestión medioambiental a nivel industrial, como lo son el conjunto de normas ISO 14.000, que permite tanto la validación interna como externa y el Reglamento Europeo 761/2001 EMAS. Ambas herramientas permiten certificar a las empresas respecto de los asuntos medioambientales y realizar una mejor gestión de sus desechos.

ISO 14000

La serie de norma ISO 14000 se origina a partir de dos congresos sudamericanos de temas ambientales: la ronda de Uruguay en las negociaciones del GATT y la cumbre de Río en 1992.

La creación de esta serie de normas representó la creación de una herramienta de gran utilidad y necesaria, antes los importantes cambios de la época. Así lo establece Ricardo Fernández García en su libro “Sistemas de gestión de la calidad, ambiente y prevención de riesgos laborales”:

“Después de la gran aceptación de la serie de normas ISO 9000, y el aumento de estándares medioambientales en el mundo, la ISO valoró la necesidad de una norma internacional de gestión medioambiental, creando un grupo consultivo en 1991 para considerar si tales estándares servirían para:

- *Promover un acercamiento a la gestión medioambiental, tal y como ocurrió con la gestión de calidad.*
- *Impulsar que las organizaciones midan su comportamiento medioambiental.*
- *Facilitar el comercio, eliminando barreras.” [26]*

Las normas principales de esta ISO son:

- ISO 14001:2015. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- ISO 14004:2015. Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo. [27]

Metodología de Identificación de Aspectos e Impactos ambientales

La norma ISO 14000 define como fundamental establecer los aspectos e impactos ambientales asociados a los procesos que se desarrollan dentro de la empresa que quiere normalizar su sistema de gestión ambiental, mediante la implementación de esta norma ISO.

Para ello define estos dos conceptos como

- Aspectos Ambientales: “Elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente.” [27].
- Impactos Ambientales: “Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.” [27].

La identificación de los aspectos ambientales es un proceso continuo, que determina impactos potenciales pasados, presentes o futuros, positivos o negativos, de las actividades de la organización sobre el medio ambiente.

Es posible a su vez, identificar impactos sobre la salud y la seguridad de las personas, aspectos asociados a la evaluación de riesgos.

Esta propiedad de la norma permite no solo identificar posibles consecuencias generados a partir de la mala gestión de residuos, si no que a su vez entrega las herramientas para dar soluciones y medir regularmente los avances que se tienen respecto al cuidado del medio ambiente, salud y seguridad de las personas.

La figura 17 da a conocer el procedimiento propuesto por la norma para identificar las variables comentadas:

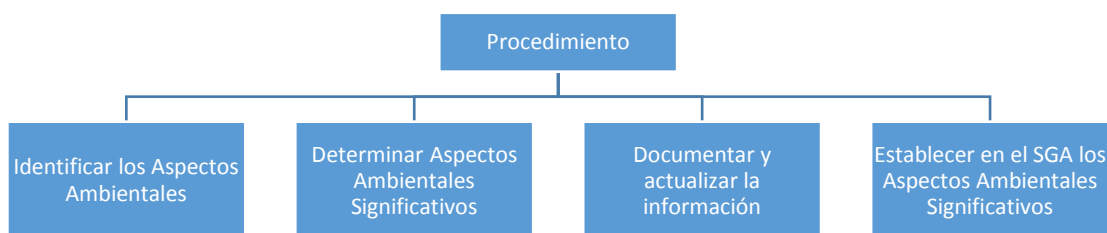


Figura 17: Procedimiento para la determinación de Aspectos e Impactos Ambientales Significativos [28].

El primer paso es identificar los Aspectos Ambientales, para ello la norma establece los siguientes pasos:

- 1.- Elaborar el diagrama de flujo del proceso.
- 2.- Identificar las entradas y salidas del proceso.
- 3.- Identificar los elementos que se requieren para el proceso.

- 4.- Elaborar el listado de aspectos ambientales.
- 5.- Para cada aspecto identificar los impactos e incluirlos en el listado.
- 6.- Priorizar los aspectos e impactos. [28]

Luego para el control operacional es preciso una serie de operaciones, tal cual muestra la figura 18, con el motivo de normalizar y parametrizar los Impactos Ambientales significativos mediante la contemplación de criterios de operación, requisitos legales y posibles emergencias.

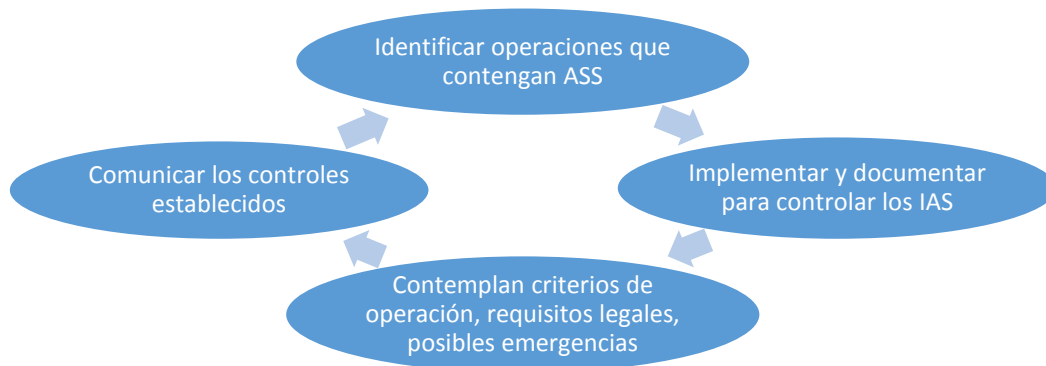


Figura 18: Control de Operaciones para gestionar Aspectos e Impactos Ambientales [28].

El tercer paso es Documentar y actualizar esta información a través de un manual de gestión ambiental, que refleje los procedimientos y acciones que se llevan a cabo para mitigar y controlar los Impactos Ambientales Significativos.

Finalmente, es necesario aplicar estos cambios y registrarlos en el Sistema de Gestión Ambiental que utilice el establecimiento, con el fin de normalizar los procesos y lograr resultados positivos para lograr ser certificados bajo la Norma ISO 14000.

Matriz de Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales

Para un mejor control de estas variables, es necesario efectuar una matriz que permita manejar y mitigar mediante acciones concretas los impactos ambientales. El responsable de efectuar esta será el encargado del sistema de gestión ambiental del recinto, que previamente deberá establecer los diagramas de procesos y diagramas SIPOC, con las entradas de recursos, insumos o materias primas y las salidas como productos, consumos, residuos o emisiones, determinando los aspectos ambientales y de qué forma pueden generar el impacto ambiental. [29]

Ya establecidos estos parámetros, se procede a definir una serie de condiciones que permitirán al encargado evaluar, cualitativamente y cuantitativamente los impactos ambientales asociados a cada actividad de los procesos seleccionados.

a. Estado de la situación Operacional

La matriz de aspectos ambientales debe considerar el estado de las situaciones operacionales para los aspectos e impactos ambientales:

- ✓ Normal
- ✓ Anormal
- ✓ -Emergencia

Una vez establecidos los procesos y situaciones operacionales, se pueden definir los parámetros de evaluación de impactos ambientales asociados a cada aspecto ambiental.

b. Clasificación del medio en el cual se presenta el impacto

Los impactos ambientales serán clasificados según el medio afectado. A continuación se describen las alternativas, con su denominación correspondiente:

- ✓ Aire (AI)
- ✓ Suelo (SU)
- ✓ Agua (AG)
- ✓ Recursos Naturales (RN)
- ✓ Fauna y Flora (FF)
- ✓ Seres Humanos (HH)

c. Clasificación del Tiempo Ocurrencia del Impacto y Responsabilidad

El tiempo de Ocurrencia relaciona el impacto con su ocurrencia en un periodo de tiempo, la siguiente lista da a conocer las opciones, con su denominación correspondiente:

- ✓ Pasado (P)
- ✓ Actual (A)
- ✓ Futuro (F)

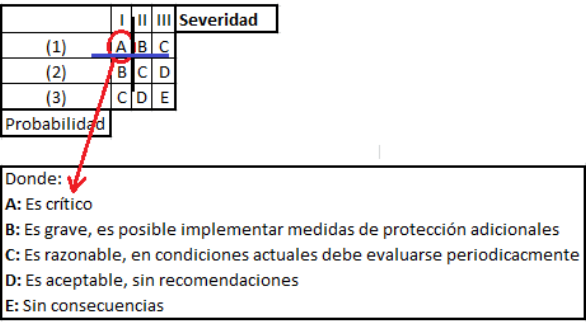
La responsabilidad hace referencia al control o influencia del establecimiento sobre el impacto:

- ✓ Directa (D)
- ✓ Indirecta (I)

d. Evaluación Cuantitativa de los Impactos Identificados

Para la evaluación cuantitativa de los aspectos ambientales existen los criterios de Probabilidad (P), Severidad (S), Evaluación del Riesgo (ER), Marco Regulatorio Aplicable (R), Percepción Pública (PP) y Control (C). La siguiente tabla resume la descripción y el valor asignado a esta para cada una de las opciones existentes por criterio. La tabla 6 muestra un resumen con los criterios de evaluación y sus respectivas magnitudes para efectuar la valorización.

Tabla 6: Criterios de evaluación de impactos ambientales y sus alternativas con sus respectivos valores de magnitud.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Probabilidad (P)	Probable (1): Impactos del aspecto, que ocurren en forma permanente	5
	Poco Probable (2): Impactos del aspecto, que ocurren más de una vez al año, y menos de una vez al mes.	3
	Improbable (3): Impacto del aspecto, de difícil ocurrencia	1
Severidad (S)	Alta (I): Daños múltiples e irreversibles de gran magnitud, con efectos de largo plazo, y que requiere de acciones de reparación o mitigación.	5
	Media (II): Alteración significativa, cambio notorio con respecto a la condición original reversible, asumiendo que puede ser asimilada por el entorno o puede ser controlada por el área responsable.	3
	Baja (III): Alteración no implica cambios perceptibles en el medio ambiente.	1
Evaluación de Riesgos (ER)	 Donde: - A: Es crítico - B: Es grave, es posible implementar medidas de protección adicionales - C: Es razonable, en condiciones actuales debe evaluarse periódicamente - D: Es aceptable, sin recomendaciones - E: Sin consecuencias	
Marco Regulatorio ®	Existe: El impacto posible se encuentra cubierto por la legislación aplicable o compromisos corporativos con las autoridades, no cumpliéndose la legislación, o cumpliéndose parcialmente.	5
	Existe y se cumple: Existe legislación, y/o compromisos corporativos, y se tiene evidencia de su cumplimiento.	3
	No existe: El impacto o sus posibles consecuencias, no tienen asignadas legislaciones aplicables o compromisos con Partes Interesadas.	1

Percepción Pública (PP)	Alta: Existen publicaciones de prensa relacionadas a impactos ambientales causados por la actividad u operación. Participan de grupos comunitarios u organismos no gubernamentales, o la autoridad ha requerido formalmente la regularización del aspecto, o existen evidencia de denuncias o quejas de los trabajadores respecto a posibles impactos causados por el aspecto.	5
	Media: Existe alguna constancia de preocupación por parte de autoridades, de la comunidad y/o trabajadores, respecto al posible impacto asociado al aspecto ambiental.	3
	Baja: No existen denuncias, ni quejas de los trabajadores. Tampoco ningún medio de comunicación o autoridad fiscalizadora ha hecho mención alguna del aspecto ambiental.	1
Control ©	No controlado: Aspecto ambiental, con situación fuera de Control, sin procedimientos, y sin mantenimiento.	5
	Parcialmente controlado: Aspecto ambiental controlado parcialmente, existencia de situaciones anteriores fuera de Control, sin procedimientos asociados.	3
	Controlado: Aspecto ambiental controlado, sin antecedentes propios o externos, con personal entrenado, con procedimientos, y buen sistema de mantenimiento.	1
Situación Operacional (O)	Emergencia: Situación que no ha sido planificada, incidente, accidente, emergencia difícilmente controlable, y que tiene asociados aspectos ambientales.	5
	Anormal: Situación que ha sido planificada y que es poco frecuente (mantenciones, paradas o puestas en marcha de equipos, cambios de turno, etc.)	3
	Normal: Situación inherente al proceso, que sido planificada y es frecuente	1
MAGNITUD DEL RIESGO AMBIENTAL: $I = (P + S + ER + R + PP + C + O) (1)$		
Fuente: Plan de Identificación de Aspectos y Evaluación de Impactos Ambientales Transversales, SK Industrial S.A, año 2009. [29]		

Reglamento Europeo 761/2001 de Ecogestión y Ecoauditoría. (EMAS)

Este reglamento nace de la publicación de la Unión Europea en el año 1993 del primer reglamento para la ecogestión y ecoauditoría, el cual fue validado en el año 2001.

El EMAS permite a las empresas del sector industrial formar parte de un sistema comunitario de gestión de forma voluntaria y que tiene por objetivo lograr un alto nivel de protección al medio ambiente en el contexto de un desarrollo sostenible. Además su orientación se basa en promover la mejora continua de los resultados de las empresas industriales hacia el medio ambiente, siempre respetando las normativas nacionales y comunitarias que forman parte del modelo.

El análisis relacionado a la gestión de residuos y los aspectos medioambientales involucrados, debe ser complementado con un estudio técnico que abarque los procesos relevantes en la industria que se desea evaluar. Es por ello, que el siguiente apartado da a conocer una evaluación técnica de las operaciones que se efectúan en el rubro metalmecánico. [30]

2.4 Métodos de cuantificación de Residuos en Soldadura

Para un estudio técnico completo se deben evaluar diferentes métodos que permitan obtener la cuantificación de residuos generados durante las operaciones de Soldadura. Para esto, son comparados dos métodos, los cuales se describen a continuación.

2.4.1 Método 1: Peso por metro de Soldadura

Lo primero por hacer es calcular el peso por metro de cordón de soldadura del metal de aportación por medio de la fórmula (2):

$$M = C \cdot e^2 \quad (2)$$

Donde:

- M es el Peso por metro de soldadura [gr]
- C es el coeficiente que depende de la forma del cordón. $\left[\frac{gr}{mm^2}\right]$
- e es el espesor [mm]

El valor de C se obtiene de la tabla 7, donde se representan estos valores según la técnica de soldadura utilizada:

Tabla 7: Valores del coeficiente C para el cálculo de peso del metal de aportación según la preparación de las piezas a soldar.

Valores de C		α = ángulo de achallanado					Cordón		
Preparación		50°	60°	70°	80°	90°	Cóncavo	Plano	Convexo
1								10	
2		4.3	5.4	6.6	7.8	9.4			
3		2	2.6	3.2	3.8	4.5			
4							2.5	4	5
5		2.3	2.9	3.5	4.2	5			
Fuente: Tesis Doctoral, “Diseño y validación de una máquina capaz de realizar el análisis dinámico de una motocicleta”. [23]									

La obtención del coeficiente C depende de la configuración de las piezas a soldar, y a su vez, del ángulo de achallanado para las configuraciones 2, 3 y 5; o del tipo de cordón a utilizar, ya sea cóncavo, plano o convexo, para las configuraciones en que el ángulo no es variable. Además, en el caso de la soldadura de piezas que están en ángulo recto, el valor del espesor e es el valor del espesor de la propia soldadura. Sin embargo, el espesor está definido en función de los esfuerzos que deberá soportar la soldadura o del espesor de las piezas a soldar. De esta forma, una vez obtenido el coeficiente C para la configuración deseada y definido el espesor e , se tiene el peso por metro de cordón de soldadura del metal de aportación. [32]

A continuación, es necesario definir el peso del metal aportado por un metro de cordón de soldadura mediante la ecuación 3:

$$m = \frac{\pi \cdot D^2}{4000} \cdot l \cdot d \cdot \rho \quad (3)$$

Donde:

- m es el Peso de metal aportado por cada un metro de cordón de soldadura [gr].
- D es el diámetro de la varilla [cm].
- ρ es la densidad del electrodo [$\frac{gr}{cm^3}$].
- l es la longitud de la varilla [cm].
- γ es el Rendimiento gravimétrico [$\frac{1}{cm}$].

El diámetro D de la varilla o electrodo se obtiene de la tabla 8 en función del espesor e de la plancha, además de obtener la tensión e intensidad de soldadura. La longitud l de cada electrodo puede variar, siendo la más común de 300 [mm]. Por su parte, la densidad d del electrodo será la del tipo de material a soldar, siendo la densidad del acero en caso de soldar piezas de acero o la del aluminio para piezas de aluminio, dado que el material de aportación es el mismo de las piezas a soldar. Como último factor, se encuentra el rendimiento gravimétrico, simbolizado en la ecuación 4 y que expresa la relación, valorizada en porcentaje, entre el peso del material depositado y el peso neto del metal de aportación consumido.

$$\text{Rendimiento gravimétrico en \% } (\gamma) = \frac{\text{Peso del metal depositado}}{\text{Peso del alma fundida}} \cdot 100 \quad (4) [31]$$

Tabla 8: Diámetro de los electrodos, tensiones e intensidades de la corriente eléctrica para soldadura eléctrica por arco con electrodos recubiertos. (Bustinduy y Ors.)

Espesor de plancha [mm]	Diámetro de electrodos [mm]	Tensión de soldadura [V]	Intensidad de soldadura [A]
0,75	1	13 a 15	18 a 22
1	1	13 a 16	24 a 30
1,5	1,5	16 a 18	33 a 40
1,5	2	16 a 18	36 a 45
2	2	16 a 18	50 a 60
3	3	16 a 18	80 a 120
4 a 5	4	17 a 19	120 a 180
6 a 7	4 a 5	17 a 19	150 a 200
8 a 10	5	18 a 20	160 a 200
11 a 15	5	18 a 20	180 a 220
16 a 20	5	19 a 22	200 a 230
Más de 20	5 a 6	20 a 25	200 a 260
<i>Fuente: Tesis Doctoral, “Diseño y validación de una máquina capaz de realizar el análisis dinámica de una motocicleta”. [31]</i>			

De esta forma, la ecuación 5 permite obtener el número de electrodos a utilizar por metro de soldadura, realizando el cociente entre el peso por metro de soldadura y el Peso de metal aportado por cada un metro de cordón de soldadura:

$$n = \frac{M}{m} \quad (5)$$

Siendo n el número de electrodos a utilizar por metro de soldadura y obteniendo de esta forma un primer método de cuantificación de residuos en soldadura.

2.4.2 Método 2: El consumo de Soldadura

Para obtener una estimación del consumo de insumos de soldadura para soldar juntas a tope de acero ferrítico y juntas de filete se utilizan los diagramas de insumos de soldadura por unidad de longitud de soldadura $\left[\frac{Kg}{m}\right]$. [32]

Lo primero es calcular el consumo de insumos de soldadura C que se mide en $[Kg]$ y que tiene por ecuación:

$$C = \left[(A_1 + A_2) \cdot L \cdot \frac{G}{E} \right] \cdot \frac{1}{10} [Kg] \quad (6)$$

Donde:

- C es el consumo de insumos de soldadura $[Kg]$.
- A_1 es el Área del metal de soldadura de la sección A_1 $[mm^2]$
- A_2 es el Área del refuerzo de la sección A_2 $[mm^2]$

Para una mejor apreciación de las áreas mencionadas, se adjunta la figura 19, donde se reflejan las posiciones mencionadas, representando en la figura (a) una soldadura de tipo Junta a tope, mientras que en la figura (b) una junta en ángulo de 45° :

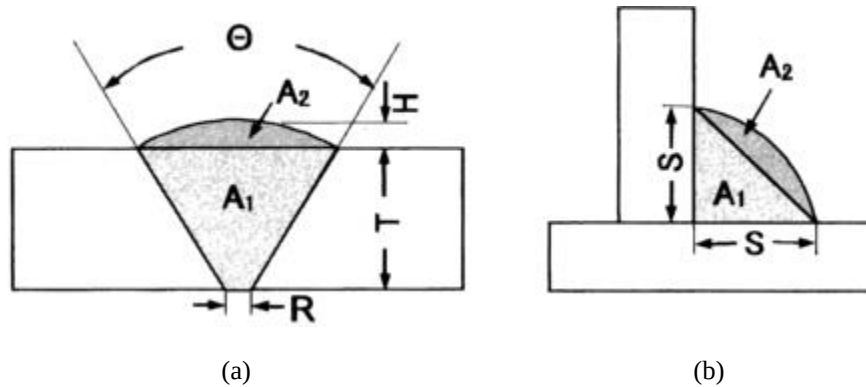


Figura 19: Imagen referencial a los tamaños de soldadura para A_1 , Área del metal de soldadura de la sección y A_2 , Área del refuerzo, para los casos (a) Junta a tope de soldadura y (b) Junta de soldadura en ángulo.

Fuente: El ABC de la soldadura por arco, sitio web Kobelco [33].

A continuación se describen las variables presentes en la figura anterior para ambos casos:

- L es la Longitud de soldadura en $[m]$
- G es la Gravedad específica del metal de soldadura $(7.85 \left[\frac{gr}{cm^3}\right])$.

- E es la Eficiencia de deposición de SMAW: 55%; Alambres con núcleo sólido/metálico de GMAW: 95%; Hilos tubulares de FCAW: 90%; Alambres sólidos de SAW: 100%.
- T es el espesor de la plancha en $[mm]$.
- R es el ancho de la ranura inferior de la plancha en $[mm]$.
- θ es el ángulo que circunscribe el ancho del cordón en $[^\circ]$.
- S es la longitud del lado del triángulo que forma el cordón en la junta soldada en ángulo y que se mide en $[mm]$.
- H es la altura del área de refuerzo, se mide en $[mm]$ y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H = \frac{2}{46.8} \cdot T + 0.86 [mm] \quad (7)$$

Una vez definidas las variables se procede a identificarlas en las tablas, para un mayor entendimiento, se adjuntan ejemplos con variables predeterminadas, esquematizadas en las figuras 20 y 21 agregadas a continuación:

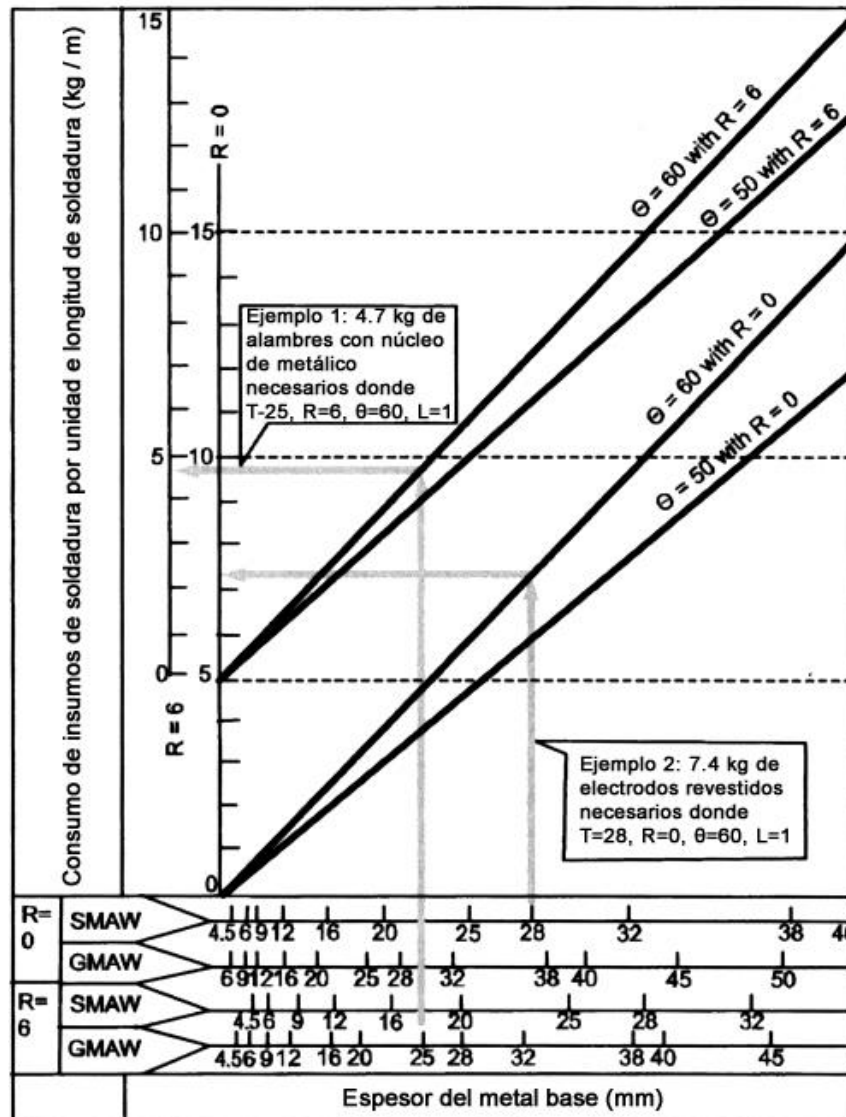


Figura 20: Consumo de electrodos revestidos en el SMAW y de alambres con núcleo sólido/metálico en el GMAW de juntas a tope.

Fuente: El ABC de la soldadura por arco, sitio web Kobelco [33].

Además se presenta el diagrama que define el Consumo de insumos de soldadura por cada 10 metros de longitud de soldadura, dependiendo de la posición y la técnica utilizada.

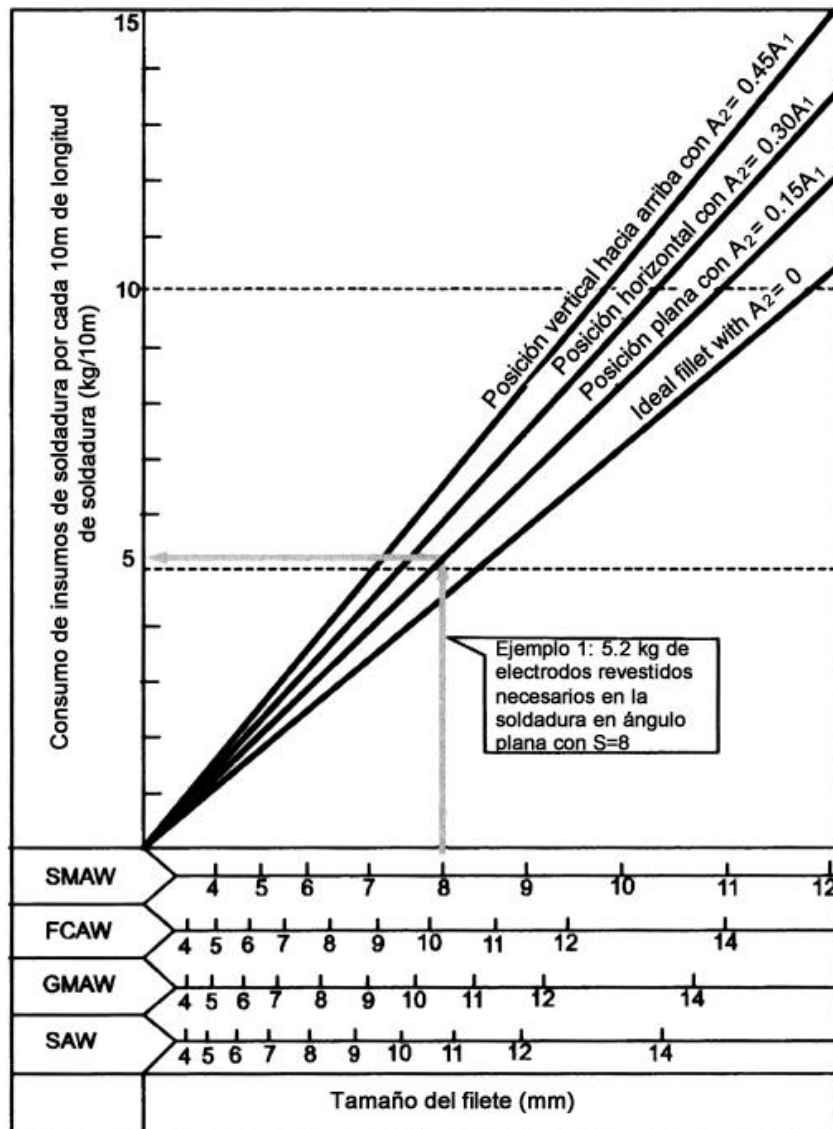


Figura 21: Consumo de electrodos revestidos en el SMAW, hilos tubulares en el FCAW, alambres con núcleo sólido/metálico en el GMAW, y alambres sólidos en el SAW de las juntas de filete.

Fuente: El ABC de la soldadura por arco, sitio web Kobelco [33].

semestre. Además de las carreras Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Civil Química e Ingeniería en Aviación Comercial, todas con 10 sesiones semestrales. El siguiente cuadro de la tabla 9 resume la cantidad de alumnos con que cuenta el taller semestralmente:

Tabla 9: N° de alumnos por semestre según ramo que se dicta en el taller metalmecánico del Campus San Joaquín.

Primer Semestre	Segundo Semestre
90 Mecánicos – Taller I	30 Mecánicos – Taller II
40 Químicos – Dibujo y Taller	40 Aviadores comerciales – Dibujo y Taller
120 Industriales - LPI	120 Industriales - LPI

3.1.2 Layout

El taller metalmecánico está emplazado en una superficie de 338 [m²] en el sector Norponiente del campus y cuenta con dos pisos, ubicando los centros de mecanizado, bancos, lavatorio, pañol y zona de soldadura en el primer piso, mientras que en el segundo se ubican las oficinas y camarines.

La figura 23 muestra el Layout del Taller, identificando las zonas de mecanizado, soldadura y pañol como las más relevantes:

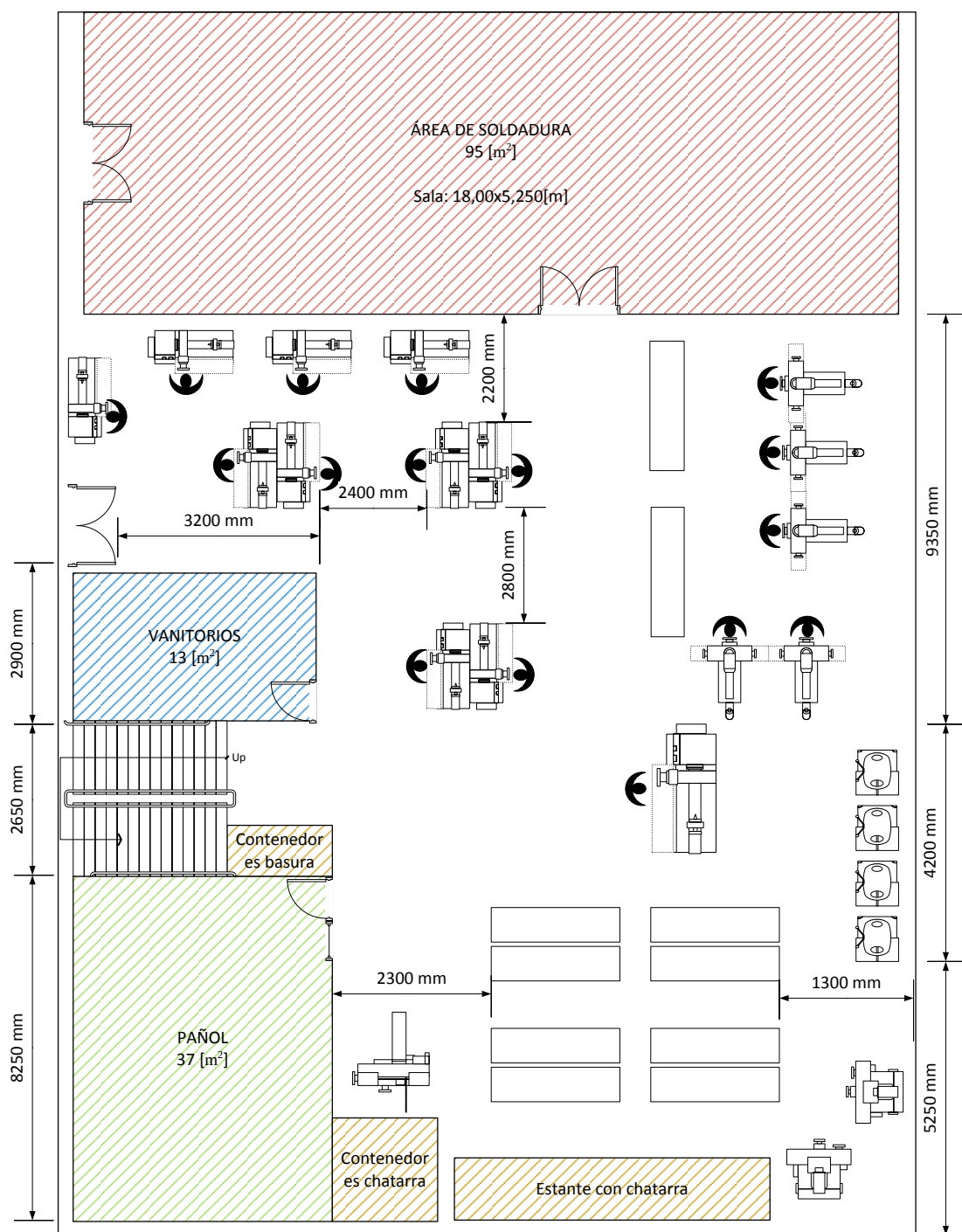


Figura 23: Layout Taller Metalmecánico Campus San Joaquín

3.1.3 Áreas de operaciones

Tal cual se puede visualizar en la figura 23, el taller posee diferentes zonas de trabajo, donde se realizan procesos de mecanizado, corte y soldadura. En la tabla 10 se da a conocer la descripción de cada una de éstas y su encargado respectivo:

Tabla 10: Descripción de áreas de operaciones y su respectivo encargado.

Área de operación	Descripción	Encargado
Oficinas	Este lugar se caracteriza por ser el área administrativa del taller y por albergar a los profesores y apoyos académicos durante los tiempos en que no se encuentran en las zonas de operaciones.	Luis Guzmán
Pañol	En esta área del taller se realiza la recepción de insumos, herramientas y materias primas por parte de los proveedores y el despacho de materiales a zonas de operaciones según los requerimientos de los trabajos a desarrollar. Además es donde se almacenan los líquidos refrigerantes para las operaciones de mecanizado y los aceites lubricantes para las operaciones de mantenimiento. También se almacenan los estanques de gas vacíos utilizados en las operaciones de soldadura.	Manuel Vicencio
Banco	Área de operación donde se realizan trabajos con arranque de viruta mediante limas o bien operaciones que requieran sujeción de piezas mediante prensas multiusos.	Manuel Vicencio
Esmerilado	Sector de trabajo donde se realiza ajuste de herramientas o piezas frotando suavemente estas sobre una superficie abrasiva.	Manuel Vicencio
Rectificado	Zona de operación donde se desarrollan tareas de rectificado, ya sea cilíndrico o de superficie.	Jaime Núñez
Torno	Esta zona se caracteriza por llevar a cabo operaciones con arranque de viruta originando una gran variedad de cuerpos de revolución.	Jaime Núñez
Sierra	En esta zona se realizan trabajos de arranque de viruta mediante una sierra la cual realiza un corte perpendicular a la pieza trabajada. Se utiliza principalmente para preparar las materias primas para las otras zonas de operaciones.	Exequiel Catalán
Soldadura	Zona de operación donde se lleva a cabo trabajos de uniones de piezas mediante aplicación de calor y/o presión el cual puede ser con o sin aporte de metal. Además se almacenan los estanques de gas cargados especialmente destinados para las operaciones de soldadura.	Exequiel Catalán

Área de operación	Descripción	Encargado
Taladrado	Sector donde se opera con taladros los cuales realizan el arranque de material gracias a un mecanismo manual y aporte de refrigerante.	Exequiel Catalán
Fresa	Esta área de operación se caracteriza por utilizar fresas para el dimensionamiento de piezas gracias al arranque de viruta por parte de las máquinas herramientas que disponen de un cabezal para llevar a cabo los trabajos.	Claudio Aravena
Servicios de mantenimiento de equipos	Los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos son llevados a cabo por cada encargado en su respectiva área de operación. Sin embargo una vez al año se realiza la visita de un mantenedor externo que verifica el funcionamiento de las maquinas herramientas.	Luis Guzmán
Servicios de mantenimiento de infraestructura	El mantenimiento de la infraestructura, ya sea luminarias, guardapolvos, bisagras, entre otros, es realizado por el área de infraestructura de la Universidad. Son principalmente operaciones realizadas en altura.	Rodrigo Montecino
Servicios de aseo	El servicio de aseo realiza funciones de limpieza de los lavatorios, pasillos y oficinas del taller.	Rodrigo Montecino

3.2 Diagnóstico inicial

Para efectuar este diagnóstico es necesario establecer ciertos parámetros y una escala de medición que permita evaluar el cumplimiento de estos y así poder evaluar el proyecto una vez implementadas las mejoras.

Los criterios de evaluación definidos hacen referencia a un análisis holístico de la gestión de residuos realizada actualmente, donde cada uno hace énfasis en los siguientes aspectos:

- **Seguridad en Procesos de Gestión de Residuos:** se enfoca en analizar los aspectos relevantes en la seguridad durante las operaciones llevadas a cabo en el taller metalmecánico y que se relacionan con la gestión de residuos.
- **Coherencia entre gestión de residuos y política ambiental de la Institución:** este criterio hace énfasis en evaluar los alineamientos existentes entre la política ambiental de la Universidad y la gestión de residuos efectuada.

- **Cumplimiento de normativa vigente y programas complementarios:** establece una evaluación del cumplimiento de requisitos legales implicados en el tema.
- **Concientización de personal y alumnos respecto a temas de impacto ambiental:** parametriza el nivel de concientización y divulgación que existe en la institución respecto a temas relacionados con el medio ambiente y la gestión de los residuos generados.
- **Existencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos:** evalúa la existencia o no de procedimientos relacionados con la gestión de residuos en el establecimiento.
- **Existencia de Plan de gestión de residuos:** valora la existencia de un plan de gestión de residuos que abarque procedimientos, gestores autorizados y responsabilidad respecto al tema.

A continuación se muestra la tabla 11, donde se ubican los criterios de evaluación de la gestión de residuos efectuada en el taller y su respectiva escala, la que se encuentra parametrizada de la siguiente forma:

- ✓ 1 = cumplimiento nulo
- ✓ 2 = cumplimiento mediocre
- ✓ 3 = cumplimiento regular
- ✓ 4 = cumplimiento satisfactorio
- ✓ 5 = cumplimiento total.

Tabla 11: Criterios de evaluación para estimar el nivel de cumplimiento de la gestión de residuos.

Criterio de evaluación	Escala
Seguridad en procesos de gestión de residuos	1-5
Coherencia entre gestión de residuos y política ambiental de la Institución	1-5
Cumplimiento de normativa vigente y programas complementarios	1-5
Concientización de personal y alumnos respecto a temas de impacto ambiental	1-5
Existencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos	1-5
Existencia de Plan de gestión de residuos	1-5

3.2.1 Política Ambiental

Para llevar a cabo un diagnóstico inicial se debe comenzar por reconocer la Política de Seguridad y Medio Ambiente que posee el taller actualmente, la cual debe estar alineada con la política de impacto ambiental de la Universidad.

En la actualidad el campus San Joaquín basa su política de gestión de residuos bajo un programa denominado "Campus Sustentable", acuerdo firmado en el Centro Cultural Palacio La

Moneda el año 2012 por el director general del Campus Santiago, que en esa fecha era Don Carlos Castro, y que tiene por objetivo medidas amigables con el medioambiente y la comunidad en las instituciones de la educación superior. Este plan de gestión está a cargo de Don Rodrigo Montecino, encargado del Mantenimiento de Infraestructura del Campus San Joaquín y quien en conjunto con Verónica Miranda y Omar Evans trabajan en base al modelo de Asociación de Producción Limpia (APL) y el cual es establecido como requerimiento por parte del Consejo Nacional de Producción Limpia para formar parte del acuerdo mencionado con anterioridad.

Actualmente el modelo presenta falencias, principalmente con respecto al compromiso de los departamentos de la Universidad y el apoyo que prestan al equipo encargado para efectuar las tareas de recolección de residuos, segregación, tratamientos y disposición final.

Además los espacios destinados para la disposición de residuos sólidos y líquidos industriales no están definidos de forma clara en la Universidad, no así los domiciliarios, los cuales cuentan con una sala de basura. Sin embargo, esta no se encuentra clasificada y se despacha tres veces por semana a través de un camión de basura de la municipalidad de San Joaquín.

Entre los valores que tiene la Universidad, se establece un compromiso con la sociedad y las comunidades que rodean las instalaciones: *“Queremos una Universidad siempre mirando al futuro y apelando a la excelencia en cada una de las actividades referidas a su quehacer, estableciendo un compromiso de desarrollar docencia, investigación y extensión con altos niveles de calidad. Contribuyendo con la sociedad a través de un trabajo de excelencia en la formación de profesionales y creación de nuevo conocimiento; abordando los problemas del desarrollo sustentable, y asumiendo protagonismo en el terreno social, cultural y económico.”*[34]

Con respecto a la evaluación de la gestión de residuos por parte del Consejo Nacional de Producción Limpia, ente regulador del APL y órgano fiscalizador respectivo, es en base a auditorios llevadas a cabo semestralmente, en donde se evalúa el cumplimiento de las metas del proyecto "Campus Sustentable".

Las once metas son evaluadas durante las auditorias mediante el Informe APL, el cual contempla los campos de: Meta, Criterio de verificación, Evidencia encontrada, Brecha, Nivel de cumplimiento (Hay evidencia y cumple totalmente; Existen prácticas pero no evidenciadas en documentos; No hay evidencia). En el Apéndice N°2 se puede apreciar un extracto de este informe y su evaluación respectiva. [16]

En vista y consideración de lo expuesto, se determinó que en el marco del plan estratégico de la Universidad no se contempla una política de impacto ambiental documentada. Sin embargo, en base a un cuestionario desarrollado en conjunto con la profesora guía y otros docentes del

departamento de Mecánica, se efectuaron entrevistas a las autoridades del campus, quienes tienen gran incidencia en el tema, como lo son Carolyn Palma, directora del Campus San Joaquín y Rodrigo Montecino, jefe de Mantenimiento de Infraestructura y actualmente a cargo del programa APL. Estas entrevistas se encuentran transcritas en el Apéndice N°3 del presente documento.

A modo de síntesis de ambas entrevistas se debe mencionar que las autoridades de la Universidad se encuentran consientes de dos aspectos fundamentales, por una parte, la necesidad de poseer un campus sustentables y una comunidad concientizada respecto del impacto ambiental que generan los residuos generados, y por otra la necesidad de documentar dentro del plan estratégico de la Universidad, la política de impacto ambiental, la cual actualmente se encuentra a nivel de propuesta y está a la espera de ser confirmada por las autoridades. Esta última se basa en el modelo de “Política de Sustentabilidad Universitaria” de la Universidad de Chile, la cual se encuentra implementada en diversas instituciones a nivel nacional y que cumple con las normativas del programa APL.

3.2.2 Seguridad en los procesos

El segundo punto en que se orienta el diagnóstico es evaluar la seguridad durante las operaciones de producción y mantenimiento en el pañol. Para esto se consideran todas las políticas de seguridad adoptadas en el taller, que van desde el uso de Equipos de Protección Personal hasta la implementación de las normas de seguridad impuestas por la Asociación Chilena de Seguridad. Por otro lado, se lleva a cabo un Análisis FODA con el fin de evaluar las condiciones de seguridad operacional bajo el contexto de las operaciones de mecanizado y mantenimiento en conjunto con los apoyos académicos.

Políticas de Seguridad adoptadas en el taller metalmecánico

El taller cuenta con una política de seguridad basada en las normas establecidas por la Asociación Chilena de Seguridad y que se fundamentan en el cuidado de la salud y seguridad de los trabajadores. Es por lo mismo, que el taller prioriza en el uso de equipos de protección personal al momento de llevar a cabo las operaciones y existen procedimientos de evacuación en caso de accidentes mayores. La tabla 12 detalla los EPP's con que cuenta el personal que forma parte del taller.

Tabla 12: Equipos de protección personal utilizados en el taller metalmecánico.

Equipo de Protección Personal	Uso
Zapatos de Seguridad	Obligatorio
Overol/Delantal	Obligatorio
Lentes protectores	Obligatorio
Mascarilla	Exclusivo Soldadura y Afilado
Guantes de cuero	Exclusivo Soldadura
Delantal de cuero	Exclusivo Soldadura
Chaqueta de cuero	Exclusivo Soldadura
Máscara con filtro UV	Exclusivo Soldadura

Otro punto relevante entre las políticas adoptadas en el recinto, es la implementación de señalita adecuada, la cual permite que el personal se adecue a las normas establecidas en cada área, privilegiando el respeto por la seguridad. En la imagen de la figura 24 se puede apreciar un ejemplo de señalita adoptada en el área de soldadura.



Figura 24: Imagen referencial de la entrada del taller metalmecánico.

Finalmente, cabe resaltar que actualmente existen procedimientos de evacuación en caso de incendios o terremotos lo cual se encuentra regulado por el mismo personal del taller.

3.2.2.1 Análisis FODA

El objetivo del presente análisis FODA es diagnosticar y evaluar las condiciones de seguridad durante la gestión de residuos en el taller metalmecánico con el fin de establecer el estado en que se encuentra este proceso y los requerimientos necesarios. Este análisis fue realizado con la ayuda de los apoyos académicos en cada área respectiva de los procesos involucrados en el recinto y se resume en la tabla 13:

Tabla 13: Análisis FODA efectuado por área de operación para la evaluación de la gestión de residuos desarrollada en el taller metalmecánico.

Área de Análisis FODA Operación		
Fresado	Fortalezas	- El área se encuentra delimitada y diferenciada de otros procesos. - Los equipos presentan una separación de al menos 50 [cm]. - Los equipos presentan un pequeño estanque donde almacena el refrigerante.
	Debilidades	- Los equipos no presentan barreras de protección para controlar la viruta arrancada. - Equipos presentan riesgo de atrapamiento durante operaciones de limpieza. - Zonas de difícil acceso para operaciones de limpieza.
	Oportunidades	- Normativa vigente y Acuerdo de producción Limpia implementados en la USM. - Materias primas conocidas por operadores de equipos. - Proveedor de insertos se hace responsable de su reciclaje (Sandvik). - Actualmente las operaciones se realizan en ausencia de líquido refrigerante.
	Amenazas	- Ausencia de plan de gestión de residuos en taller metalmecánico. - Inexistencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos. - Falta de clasificación en zona de almacenaje de residuos. - Falta de experiencia y concientización de operadores de máquinas con respecto a aspectos de impacto ambiental (estudiantes). - Carencia de gestor de viruta para su disposición final. - Cambios en procesos productivos debido a nuevo plan de estudios en malla curricular.
Torneado	Fortalezas	- El área se encuentra delimitada y diferenciada de otros procesos. - Los equipos presentan una separación de al menos 50 [cm]. - Los equipos presentan un pequeño estanque donde almacena el refrigerante y una bandeja donde acumulan la viruta arrancada durante el proceso.

Área de Análisis FODA Operación		
	Debilidades	- Los equipos no presentan barreras de protección para controlar la viruta arrancada. - Equipos presentan riesgo de atrapamiento durante operaciones de limpieza. - Zonas de difícil acceso para operaciones de limpieza.
	Oportunidades	- Normativa vigente y Acuerdo de producción Limpia implementados en la USM. - Materias primas conocidas por operadores de equipos. - Proveedor de insertos se hace responsable de su reciclaje (Sandvik). - Actualmente las operaciones se realizan en ausencia de líquido refrigerante.
	Amenazas	- Ausencia de plan de gestión de residuos en taller metalmecánico. - Inexistencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos. - Falta de clasificación en zona de almacenaje de residuos. - Falta de experiencia y concientización de operadores de máquinas con respecto a aspectos de impacto ambiental (estudiantes). - Carencia de gestor de viruta para su disposición final. - Cambios en procesos productivos debido a nuevo plan de estudios en malla curricular.
Oficinas	Fortalezas	- Zona aislada de áreas de operaciones. - Vista con perspectiva general de áreas de operaciones.
	Debilidades	- Espacio reducido para desempeñar actividades. - Carencia de distintos dispensadores para almacenaje de residuos. - Falta de ventilación.
	Oportunidades	- Profesores y apoyos académicos conscientes del impacto ambiental debido a la generación de residuos.
	Amenazas	- Personal de aseo poco capacitado para recolección de residuos. - Ausencia de plan de gestión de residuos en taller metalmecánico. - Inexistencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos.

Área de Análisis FODA Operación		
		- Cambios en procesos productivos debido a nuevo plan de estudios en malla curricular.
Pañol	Fortalezas	- Almacenamiento de insumos de procesos de mecanizados. - Zona aislada de áreas de operaciones.
	Debilidades	- Poco orden en la organización de insumos por área de operación. - Nulo control de flujo de existencias. - Almacenaje cruzado de insumos y residuos de los procesos. - Nulo monitoreo de condiciones ambientales ideales para almacenamiento de residuos. - Inexistencia de responsable de Pañol.
	Oportunidades	- Materias primas conocidas por operadores de equipos. - Proveedores conocidos por organización.
	Amenazas	- Ausencia de plan de gestión de residuos en taller metalmecánico. - Inexistencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos. - Cambios en procesos productivos debido a nuevo plan de estudios en malla curricular.
Esmerilado	Fortalezas	- El área se encuentra delimitada y diferenciada de otros procesos. - Los equipos presentan una separación de al menos 50 [cm]. - Los equipos presentan un pequeño estanque donde almacena la viruta. - Los equipos presentan barreras de protección para controlar la viruta arrancada.
	Debilidades	- Equipos presentan riesgo de atrapamiento durante operaciones de limpieza. - Zonas de difícil acceso para operaciones de limpieza.
	Oportunidades	- Normativa vigente y Acuerdo de producción Limpia implementados en la USM. - Materias primas conocidas por operadores de equipos. - Actualmente las operaciones se realizan en ausencia de líquido refrigerante.
	Amenazas	- Ausencia de plan de gestión de residuos en taller metalmecánico.

Área de Análisis FODA Operación		
		- Inexistencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos. - Falta de clasificación en zona de almacenaje de residuos. - Falta de experiencia y concientización de operadores de máquinas con respecto a aspectos de impacto ambiental (estudiantes). - Carencia de gestor de viruta para su disposición final. - Cambios en procesos productivos debido a nuevo plan de estudios en malla curricular.
Rectificado	Fortalezas	- Equipo presenta estanque de almacenamiento para uso de refrigerante. - Placa base posee imán que atrae a la viruta y la separa del refrigerante.
	Debilidades	- Equipos presentan riesgo de atrapamiento durante operaciones de limpieza. - Zonas de difícil acceso para operaciones de limpieza.
	Oportunidades	- Normativa vigente y Acuerdo de producción Limpia implementados en la USM. - Materias primas conocidas por operadores de equipos.
	Amenazas	- Ausencia de plan de gestión de residuos en taller metalmecánico. - Inexistencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos. - Falta de clasificación en zona de almacenaje de residuos. - Falta de experiencia y concientización de operadores de máquinas con respecto a aspectos de impacto ambiental (estudiantes). - Carencia de gestor de viruta para su disposición final. - Inexistencia de estanque de almacenamiento para refrigerante y lubricantes utilizados. - Cambios en procesos productivos debido a nuevo plan de estudios en malla curricular.
Sierra	Fortalezas	- El área se encuentra delimitada y diferenciada de otros procesos.
	Debilidades	- Los equipos no presentan barreras de protección para controlar la viruta arrancada.

Área de Análisis FODA Operación		
		- Equipos presentan riesgo de atrapamiento durante operaciones de limpieza. - Zonas de difícil acceso para operaciones de limpieza.
	Oportunidades	- Normativa vigente y Acuerdo de producción Limpia implementados en la USM. - Materias primas conocidas por operadores de equipos. - Actualmente las operaciones se realizan en ausencia de líquido refrigerante.
	Amenazas	- Ausencia de plan de gestión de residuos en taller metalmecánico. - Inexistencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos. - Falta de clasificación en zona de almacenaje de residuos. - Falta de experiencia y concientización de operadores de máquinas con respecto a aspectos de impacto ambiental (estudiantes). - Carencia de gestor de viruta para su disposición final. - Cambios en procesos productivos debido a nuevo plan de estudios en malla curricular.
Soldadura	Fortalezas	- El área se encuentra delimitada y diferenciada de otros procesos. - Puestos de trabajo se encuentran diferenciados por módulos. - Ductos de ventilación se encuentran operativos durante las operaciones de soldado. - Estanques con gases se encuentran almacenados en una sala a parte del área de operaciones.
	Debilidades	- Diversidad de tipos de residuos durante los procesos de soldadura. - Ductos de ventilación no son limpiados regularmente.
	Oportunidades	- Normativa vigente y Acuerdo de producción Limpia implementados en la USM. - Materias primas conocidas por operadores de equipos.
	Amenazas	- Ausencia de plan de gestión de residuos en taller metalmecánico. - Inexistencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos. - Falta de clasificación en zona de almacenaje de residuos.

Área de Análisis FODA Operación		
		- Falta de experiencia y concientización de operadores de máquinas con respecto a aspectos de impacto ambiental (estudiantes). - Cambios en procesos productivos debido a nuevo plan de estudios en malla curricular
Servicios de mantenimiento de equipos	Fortalezas	- Mantenimiento preventivo es realizado por apoyos académicos encargado de cada área.
	Debilidades	- Mantenimiento correctivo de herramientas de corte es realizado por un especialista externo. - Acumulación de lubricantes usados y paños contaminados.
	Oportunidades	- Normativa vigente y Acuerdo de producción Limpia implementados en la USM. - Materias primas conocidas por operadores de equipos. - Los equipos son utilizados con una baja frecuencia durante el año académico.
	Amenazas	- Ausencia de plan de gestión de residuos en taller metalmecánico. - Inexistencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos. - Falta de clasificación en zona de almacenaje de residuos.
Servicios de mantenimiento de infraestructura	Fortalezas	- Mantenimiento de infraestructura es realizado por personal capacitado y que forma parte de la Universidad.
	Debilidades	- Zonas de difícil acceso para desarrollar mantenimiento de infraestructura. Principalmente zonas de altura.
	Oportunidades	- Normativa vigente y Acuerdo de producción Limpia implementados en la USM.
	Amenazas	- Ausencia de plan de gestión de residuos en taller metalmecánico. - Inexistencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos. - Falta de clasificación en zona de almacenaje de residuos.
Servicios de aseo	Fortalezas	- Los servicios de aseo son realizados por personal externo contratado por la Universidad.
	Debilidades	- Personal de aseo no desarrolla tareas de clasificación de residuos.

Área de Análisis FODA		
Operación		
	Oportunidades	- Normativa vigente y Acuerdo de producción Limpia implementados en la USM.
	Amenazas	- Ausencia de plan de gestión de residuos en taller metalmecánico. - Inexistencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos. - Falta de clasificación en zona de almacenaje de residuos.

3.2.3 Normativa Vigente

Dentro de los requerimientos establecidos para poder llevar a cabo un plan de gestión integral de residuos se identifican dos aspectos particulares: Por un lado se encuentra el Acuerdo de producción limpia (APL), y por otro lado las leyes y el marco legal referente a la generación de residuos en el rubro de la metalmecánica.

Cumplimiento Acuerdo de producción limpia (APL)

El Acuerdo de producción limpia establece principios básicos y especificaciones que las instituciones de educación superior suscritas al plan deben cumplir con el fin de ser considerados establecimientos sustentables en las operaciones del campus y que utilicen este acuerdo como un instrumento de gestión de residuos.

Tal como se estudió en el marco teórico, el acuerdo establece once metas las cuales son evaluadas a través de una auditoría realizada semestralmente a la Universidad. Con respecto al cumplimiento y normalización de estas en el taller, se debe mencionar que no existe registro alguno de la caracterización de los desechos generados, ni menos la magnitud de estos.

Cumplimiento Normas Asociadas a la Gestión de Residuos

Las normas asociadas a la gestión de residuos durante las actividades desarrolladas en el taller metalmecánico son diversas, ya que cuenta con distintos procesos productivos. El siguiente cuadro resume de la tabla 14 busca sintetizar la información respecto a la consideración de las normas y leyes relacionadas en las áreas de producción y servicios que desarrolla el taller.

Tabla 14: Normativas asociadas a la gestión ambiental en el taller metalmecánico.

Normativa Legal	Área relacionada
Ley 19.300	Todas
Ley 20.920	Todas
D.S. 148	Todas
D.S 594	Todas
nCh 382	Todas
nCh 1411	Todas
ANZI Z.49	Soldadura

Además, durante el taller de concientización realizado en Diciembre, donde participaron los apoyos académicos del taller, se llevó a cabo un cuestionario con el fin de evaluar los conocimientos relacionados con la gestión de residuos, donde la totalidad de los entrevistados respondieron que no conocen las normativas asociadas al tema.

Con respecto a esto, es necesario mencionar que se requiere prestar atención respecto a este tema, ya que es fundamental para el funcionamiento del plan que las personas que participan se encuentren consientes de las normas y posibles sanciones y/o riesgos a los cuales se pueden llegar a ver afectados si no se informan respecto al tema.

3.2.4 Concientización del Personal y Alumnos

En el contexto de un diagnóstico inicial respecto a la gestión de residuos se hace fundamental reconocer el nivel de concientización que poseen el personal y alumnos que forman parte del taller metalmecánico. Es por ello que en base a la encuesta llevada a cabo durante la presentación del taller, se evaluó el nivel de conocimientos respecto al tema de gestión de residuos.

En el Apéndice N°4 se puede verificar la estructura de esta encuesta en la que se reconocen elementos como el conocimiento respecto de la política ambiental de la Universidad, el marco regulatorio que influye en las operaciones del taller y una evaluación relacionada con el nivel de gestión de residuos alcanzado en el recinto.

Respecto a esta, es apreciable un pobre cumplimiento de este ítem, ya que no existe una cultura ambiental tanto en el personal como en el alumnado, por lo cual se está al debe en los aspectos relacionados con la concientización ambiental y el conocimiento de las políticas relacionadas con el tema.

Plan Actual de Gestión de Residuos

En la actualidad no existe un plan de Gestión de Residuos estructurado y aprobado por el departamento de Mecánica, sin embargo existen procedimientos para la disposición final de algunos de estos, como es el caso de la chatarra o la viruta.

Los procedimientos se dividen en tres etapas: recolección, almacenamiento y disposición. Estos son efectuados por alumnos y apoyos académicos dejando entre ver grandes falencias, principalmente en lo que respecta a la segregación de residuos.

Recolección

La recolección de residuos proveniente de los múltiples procesos desarrollados en el taller es casi siempre realizada una vez finalizada las operaciones mediante la utilización de escobas y palas dispuestas por el taller, tal como se refleja en la figura 25:



Figura 25: Contenedor de escobas para operaciones de limpieza en el taller metalmecánico.

El principal problema asociado a este proceso es la nula segregación que se lleva a cabo. Esto perjudica a la diferenciación de los residuos y no permite almacenar, ni menos disponer como corresponde los desechos generados. En la siguiente imagen de la figura 26 se puede apreciar lo analizado.



Figura 26: Imagen representativa de la segregación llevada a cabo actualmente en el taller metalmecánico.

Almacenamiento

En relación al almacenamiento, el taller dispone de zonas de almacenaje como se puede apreciar en la figura 23 “Layout Taler Metalmecánico Campus San Joaquín”. En estas se almacenan principalmente la chatarra mediante dos tambores de 220 [L] de capacidad, tal como muestra la figura 27.



Figura 27: Almacenamiento de la Chatarra almacenada durante dos semestres académicos en el taller metalmecánico.

Por otro lado, la figura 28 representa como los residuos generados en los demás procesos, tales como papel, viruta, cartón, entre otros son almacenan en tambores de 150 [L].



Figura 28: Contenedores de basura disponibles actualmente en el taller metalmecánico.

Con respecto a los aceites utilizados, estos se almacenan en el interior del pañol junto a los aceites nuevos, en tambores con tapa de 19 [L]. Esto es representado en la figura 29.



Figura 29: Condiciones de almacenamiento de aceites lubricantes dispuestos como insumos y de aceites utilizados.

Otro punto relevante, es que no se posee un método de diferenciación entre cajas de insumos o cajas de desechos, como se refleja en la figura 30:



Figura 30: Condiciones de almacenamiento de insumos para operaciones de torneado.

Lo mismo sucede en la Figura 31, donde no se diferencia el estado de los materiales para su clasificación.



Figura 31: Imagen referencial de los estantes del pañol del taller metalmecánico.

En síntesis, las condiciones de almacenamiento no se encuentran regularizadas bajo la normativa nacional, ni tampoco presentan procedimientos estandarizados para la regularización de los residuos y su disposición.

Disposición

Con respecto a la disposición de los residuos se encuentra procedimentada solo para la chatarra, ya que el departamento de ingeniería Mecánica vende anualmente lo acumulado durante los dos semestres académicos a una maestranza de la comuna de San Joaquín, quienes se hacen responsable de su disposición final. Es importante mencionar que ellos no se encuentran presentes en el Listado de Destinatarios de Residuos No Peligrosos [35]. La tabla 15 refleja las ventas de chatarra que ha realizado el departamento durante los últimos cinco años, exceptuando el año 2014, del cual no se tiene registro.

Tabla 15: Detalle de las ventas de chatarra efectuadas por el Departamento de Mecánica entre los años 2012 y 2016.

Año	Cantidad de Chatarra (Kg)	Precio por Kilogramos (\$/kg)	Monto Total (\$)
2012	1.139	30	102.510
2013	1.130	90	101.700
2015	1.460	60	87.600
2016	1.810	40	72.400

Por otro lado, los residuos generados que se almacenan en los tambores azules, son dispuestos en sacos, verificable la figura 32, que se entregan a personal de la basura municipal, quienes disponen de estos para su eliminación.



Figura 32: Sacos con residuos desechados del taller metalmecánico y dispuestos para la eliminación a través de la basura municipal.

Si bien residuos como electrodos, aceites y otros no se poseen una disposición final apropiada, ya que se almacenan en el taller, sin ningún procedimiento, ni gestor autorizado para su disposición, existen otros a los cuales los mismos apoyos académicos han buscado una reutilización, con el fin de alargar su vida útil, tal como se muestra en las figuras 33 y 34 a continuación.



Figura 33: Ejemplo de reutilización de limas y tubos de ensayos del laboratorio de Resistencia de Materiales dictado en el campus San Joaquín.



Figura 34: Ejemplo de reutilización de estructuras metálicas para contenedor de equipos de Soldadura.

Finalmente, es necesario comentar que durante la visita a Casa Central con motivos de investigación de los procedimientos de gestión de residuos realizados en la Universidad, se verificó que existen procedimientos para el almacenamiento y retiro de estos residuos, que sin embargo solo son aplicados por los departamentos de Química y Química Ambiental (IQA) de los tres campus. Para esta verificación, se contó con el acompañamiento de la profesora Maritza Sanguinetti, encargada del Laboratorio de Química en Casa Central y responsable de la gestión de Residuos Peligrosos en Casa Central, Campus San Joaquín y Campus Vitacura. Asimismo, se encontró que la empresa gestora responsable realiza los retiros anualmente en el mes de Enero, con el fin de facilitar las tareas ante la ausencia de alumnos en esta época. Estos gestores, a diferencia de lo que ocurre con quienes disponen del traslado de la chatarra, si se encuentran en el Listado de Destinatarios de Residuos Peligrosos [36].

3.2.5 Conclusiones diagnóstico inicial

El diagnóstico inicial llevado a cabo consideró una descripción de las operaciones efectuadas en el taller metalmecánico, lo que fue complementado con los diagramas de procesos de las diferentes actividades realizadas y una clasificación de los residuos generados en base a la normativa vigente. Esto permitió diferenciar los procesos desarrollados en el taller e identificar los tipos de residuos generados y durante qué operaciones estos son producidos.

Además, se estableció la relación entre la política ambiental y el plan estratégico de la Universidad, de donde se definió que la institución no posee una política clara respecto al tema, por lo cual se realizaron entrevistas a las autoridades a cargo de la gestión de residuos, esto para tener una noción de los argumentos de la Universidad respecto a los temas relacionados con el impacto ambiental.

Finalmente, en conjunto con los apoyos académicos del taller se desarrolló un análisis FODA, que tenía por objetivo diagnosticar y evaluar la gestión de residuos desarrollada actualmente en el taller

metalmecánico, este determinó que existen dos falencias principalmente, por un lado respecto a la gestión de los residuos una vez que se encuentran almacenados y por otro considerando la nula segregación efectuada durante los procesos de acopio de desechos. La tabla 16 establece las magnitudes para los criterios de evaluación en el diagnóstico.

Tabla 16: Criterios de evaluación para estimar el nivel de cumplimiento de la gestión de residuos en la etapa de diagnóstico.

Criterio de evaluación	Escala
Seguridad en procesos de gestión de residuos	4
Coherencia entre gestión de residuos y política ambiental de la Institución	1
Cumplimiento de normativa vigente y programas complementarios	3
Concientización de personal y alumnos respecto a temas de impacto ambiental	2
Existencia de procedimientos estructurados para la gestión de residuos	1
Existencia de Plan de gestión de residuos	1

La gráfica de la figura 35 representa los resultados obtenidos en base a la evaluación realizada durante el diagnóstico inicial.

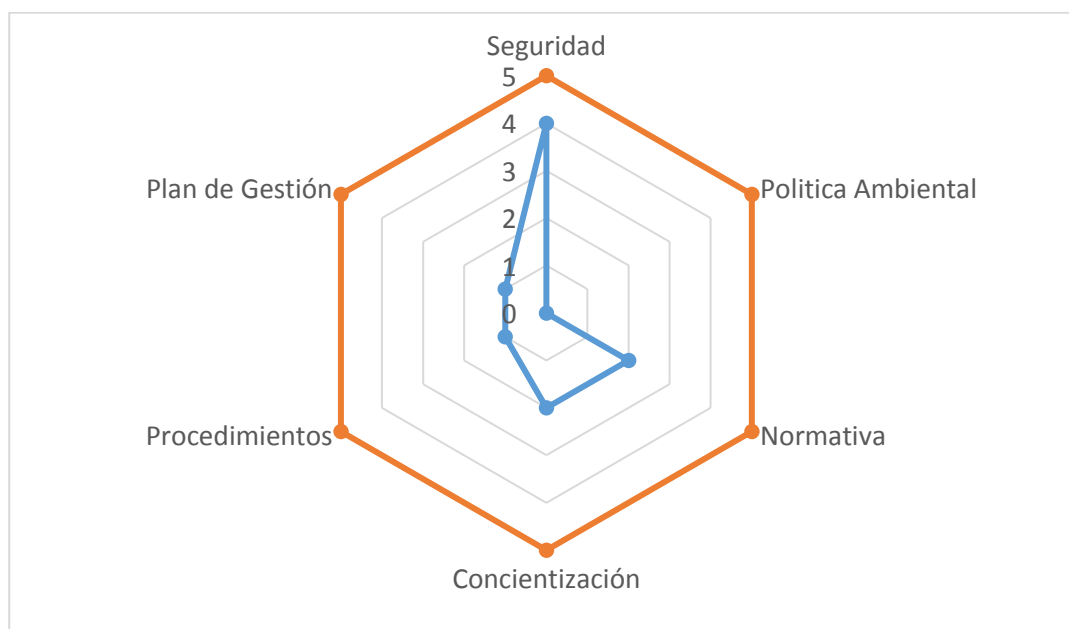


Figura 35: Criterios de evaluación para estimar el nivel de cumplimiento de la gestión de residuos en la etapa de diagnóstico.

A modo de conclusión se pueden mencionar los siguientes puntos:

- Se requiere definir un manual de gestión de residuos que considere los procedimientos y normas relacionados con los desechos generados en el taller, con el propósito de disponer de estos de forma responsable y amigable con el medioambiente.
- Existen problemas en la diferenciación de insumos y residuos, basados en el desorden y falta de limpieza en zonas claves del taller, por lo que es necesario reordenar el pañol, estableciendo las condiciones de almacenamiento de los insumos y herramientas adecuadas para el establecimiento.
- La Universidad debe establecer una política ambiental a nivel institucional, con el fin de alinear y normalizar los procedimientos llevados a cabo, basándose en un solo modelo de gestión ambiental y que forme parte de plan estratégico institucional.
- Ante la poca participación y cultural medioambiental que existe en la Universidad es necesario promocionar y concientizar al personal y alumnos, con el motivo de proveer información relevante respecto al tema de generación de residuos y la responsabilidad que conlleva esto.
- La seguridad en las operaciones cumple con los estándares propuestos por la ACHS, ya que prioriza la utilización de Equipos de Protección Personal y procedimientos de seguridad, protegiendo la salud de los operadores.
- El taller solo cuenta con el registro anual de la chatarra generada, ya que es el único residuo que posee un gestor establecido. Con respecto al resto de los desechos no se posee registro de la magnitud en que se genera, debido a la inexistencia de un método de cuantificación.

4 Análisis de Gestión de Residuos

El plan de gestión de residuos aplicado en el taller metalmecánico abarcará tres etapas importantes y se fundamentarán en dar solución a los problemas identificados durante el diagnóstico inicial, basado en la metodología del ciclo Deming, que consiste en planificar, hacer, verificar y actuar (PHVA).

Primero se debe seleccionar el modelo de gestión a utilizar, argumentándolo mediante una matriz de decisión, para luego definir los residuos en procesos, clasificándolos y estableciendo los requerimientos para su gestión integral, con el fin de diseñar un manual de gestión de residuos enfocado en el taller metalmecánico.

Segundo, se reestructurará el pañol y las zonas de almacenamiento de residuos basado en la metodología 5S, con el propósito de establecer una estructura acorde a las necesidades del establecimiento y que permita hacer más eficiente los procesos de búsqueda de herramientas e insumos, así como la gestión de los desechos.

Finalmente, se buscará difundir el proyecto desarrollado mediante afiches y charlas de concientización, con el propósito de motivar a los estudiantes, apoyos académicos y profesores a conocer el plan y formar parte de este, cultivando una conciencia medioambiental responsable.

4.1 Argumentación modelo seleccionado

Para llevar a cabo el plan y estructurarlo de acuerdo a las necesidades del taller, se debe seleccionar el modelo correcto, basado en ciertos aspectos relevantes, como lo son; alineamiento con los requerimientos del taller, adecuación a las políticas del establecimiento, cumplimiento de normativas relevantes en el sector productivo y disposición de herramientas facilitadoras para la gestión de residuos.

En base al estudio llevado a cabo en el capítulo cuatro “Estado del Arte”, se analizaron tres modelos de gestión para residuos:

- Modelo para gestión de residuos aplicado en España
- Modelo para gestión de residuos aplicado en Chile
- Modelo para gestión de residuos aplicado en Estados Unidos

De estos tres modelos se conocen los funcionamientos, normativas y alcances con que cuentan al momento de aplicarse la gestión de residuos. Es por esto, que para determinar la alternativa más acorde a las necesidades del plan a estructurar, es necesario llevar a cabo una matriz de criterios absolutos, priorizando los aspectos relevantes comentados anteriormente.

Tabla 17: Matriz de criterios absolutos para determinar el modelo de gestión de residuos acorde a las necesidades del taller metalmecánico.

Criterio	Modelo G. R. aplicado en España	Modelo G. R. aplicado en Chile	Modelo G. R. aplicado en EE.UU.
Alineamiento con los requerimientos del taller	√	√	√
Adecuación a las políticas del establecimiento	X	√	X
Cumplimiento de normativas relevantes en el sector productivo	X	√	X
Disposición de herramientas facilitadoras para la gestión de residuos	√	√	√

La matriz de decisión absoluta de la tabla 17 muestra que el modelo que más se acomoda a los requerimientos del taller es el aplicado en Chile. Es por esto que desde este punto en adelante se priorizará la utilización de la normativa vigente en el territorio nacional y los métodos de gestión utilizados por las diferentes instituciones pertenecientes al rubro.

Además de definir la metodología a utilizar, es factible definir qué sistema de gestión se utilizará para evaluar los procesos e implementar cambios en el recinto.

Tal como se estudió en el apartado 3.4 Marco Teórico, existen principalmente dos normas internacionales relacionadas con los Sistemas de Gestión Ambiental, por un lado la norma ISO 14.001 y por otro el EMAS. Si bien ambos proporcionan herramientas útiles al momento de evaluar los aspectos e impactos ambientales, las operaciones desarrolladas en el taller no logran dar cabida a la implementación de un sistema de gestión ambiental que aplique una de estas dos normas. Sin embargo se llevarán a cabo tareas y actividades reconocidas en la Norma ISO 14.001/2015, que buscarán dejar encaminado el proyecto de implementación de un sistema de gestión a futuro.

4.2 Residuos en los procesos

Para concretar un correcto manual de gestión de residuos, es clave primero identificar los procesos que conllevan la generación de desechos, reconocer y clasificar los residuos según la normativa vigente y finalmente cuantificar estos según el método que más se acomode a las necesidades del proyecto.

4.2.1 Diagramas de Procesos y Diagramas SIPOC

Para llevar a cabo una identificación de los residuos en los procesos productivos es importante realizar los diagramas de procesos en los diferentes pasos durante las operaciones en que se generan residuos industriales. Además es relevante generar los diagramas SIPOC, para conocer las materias primas, insumos y energía relacionados con las entradas, así como los productos, residuos y contaminantes generados en las salidas de los procesos.

Diagramas de procesos y SIPOC en operaciones del Pañol

El proceso en el Pañol considera aquellas operaciones que van desde la solicitud de materias primas y/o insumos, hasta el despacho de estos a las diferentes áreas de operación. En la figura 36 se aprecia el diagrama de flujo de este proceso con su respectiva generación de residuos y el almacenamiento de estos.

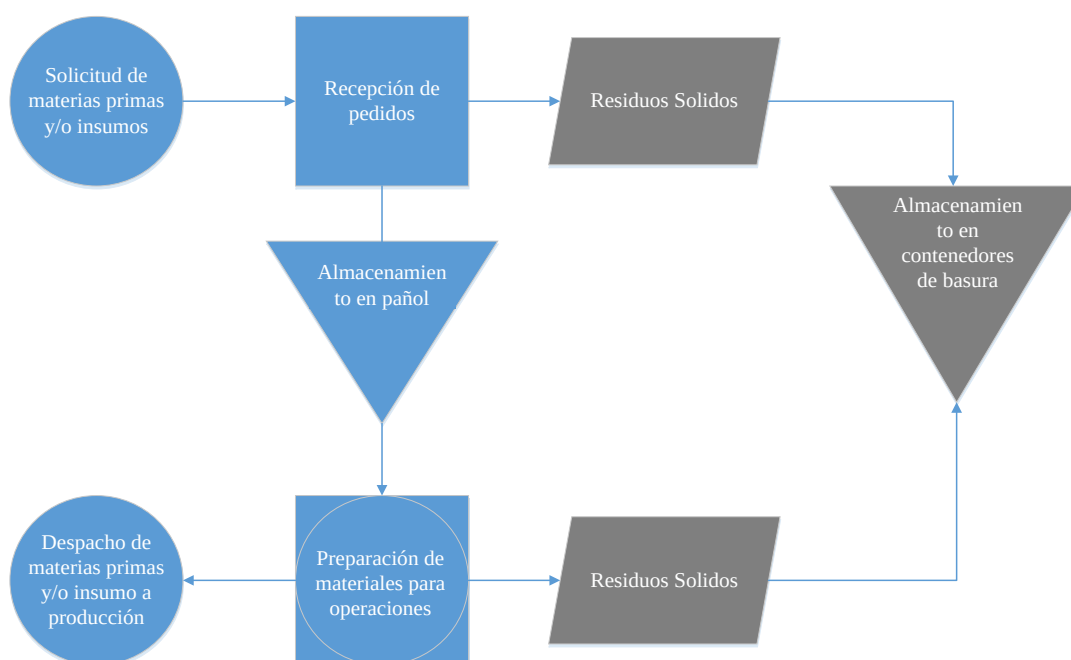


Figura 36: Diagrama de procesos relacionados con la generación de residuos en el Pañol del Taller Metalmecánico.

A continuación la figura 37 da a conocer el diagrama SIPOC focalizado a los procesos desarrollados en el pañol.

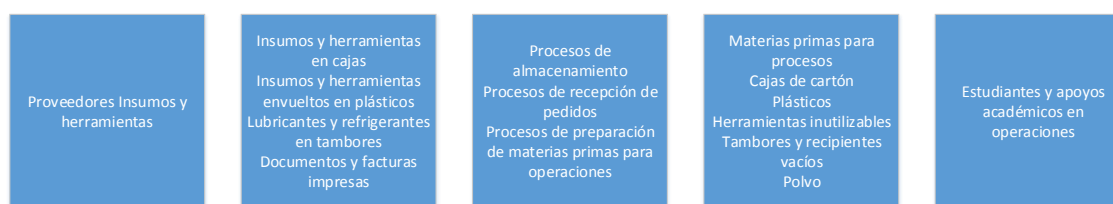


Figura 37: Diagrama SIPOC pañol taller metalmecánico.

Diagramas de procesos y SIPOC en operaciones de Mecanizado

Con respecto a los procesos de mecanizado, la figura 38 refleja el diagrama de flujo con las diferentes actividades desarrolladas durante el mecanizado de piezas metálicas en el taller metalmecánico. La generación de residuos se origina durante la preparación de materiales y el dimensionamiento de piezas para luego mecanizarlas, además de los desechos generados durante la operación misma.

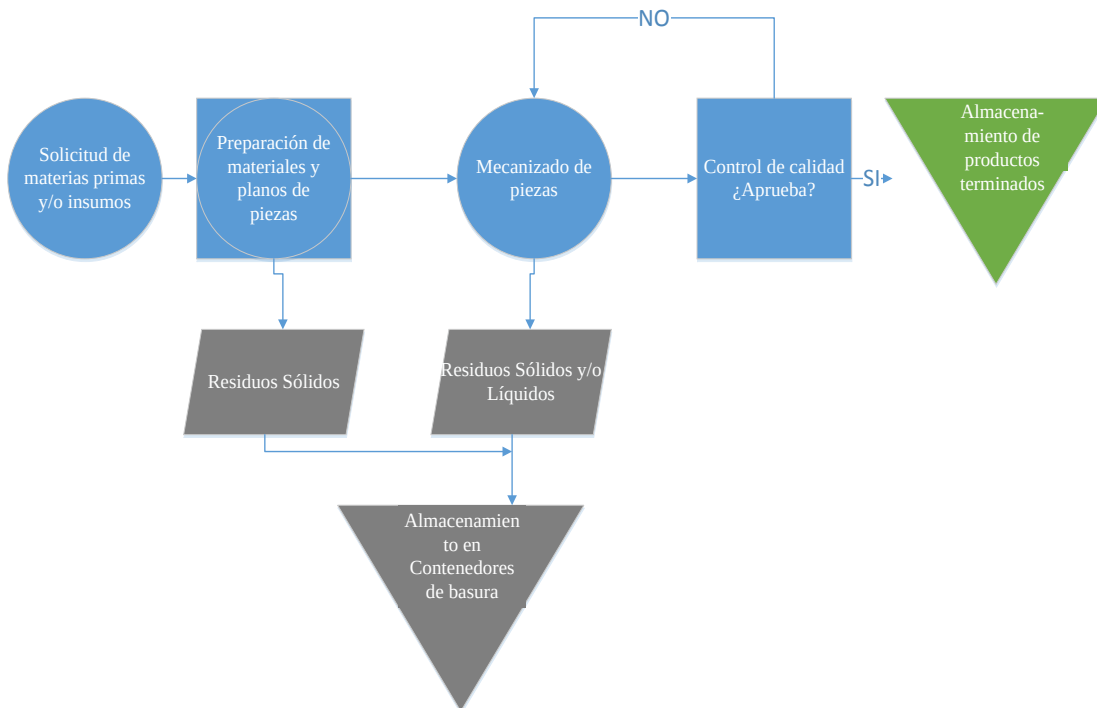


Figura 38: Diagrama de procesos relacionados con la generación de residuos en las distintas áreas de mecanizado del Taller Metalmecánico.

Análogo al caso anterior, se presenta el diagrama de la figura 39 con las entradas y salidas generalizado para todos los procesos de mecanizado:

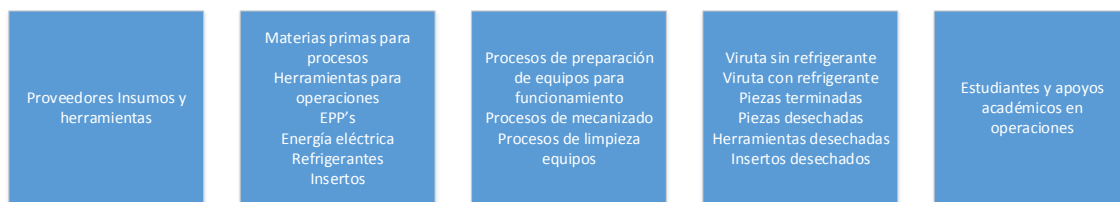


Figura 39: Diagrama SIPOC para procesos de mecanizado en taller metalmecánico.

Diagramas de procesos y SIPOC en operaciones de Soldadura

En relación a las operaciones de Soldadura, es posible apreciar en la figura 40 que durante la preparación de los materiales y el montaje de los equipos se generan residuos del tipo sólido, mientras que en las operaciones de soldadura se generan residuos de los tipos sólidos y gaseosos, estos últimos son evacuados mediante el sistema de extracción que posee el área de Soldadura.

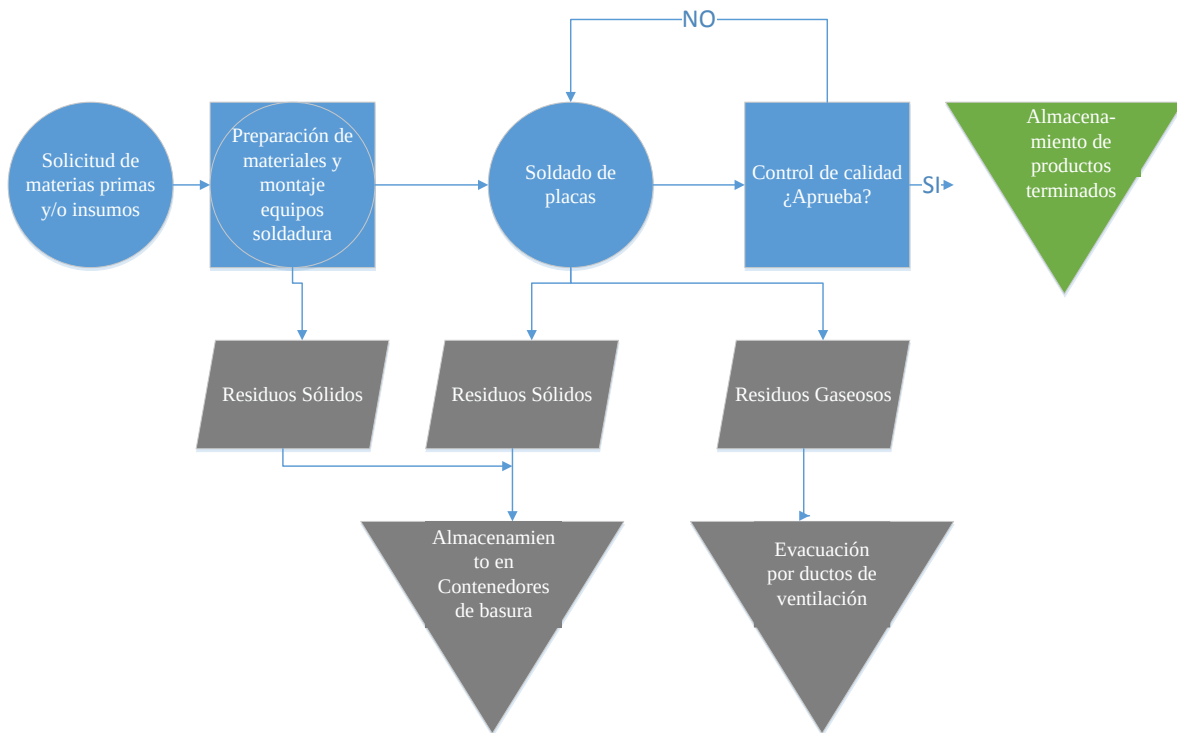


Figura 40: Diagrama de procesos relacionados con la generación de residuos en el área de Soldadura del Taller Metalmecánico.

En cuanto a los procesos en soldadura, se denota el siguiente diagrama SIPOC de la figura 41, considerando todos los residuos generados en esta área:

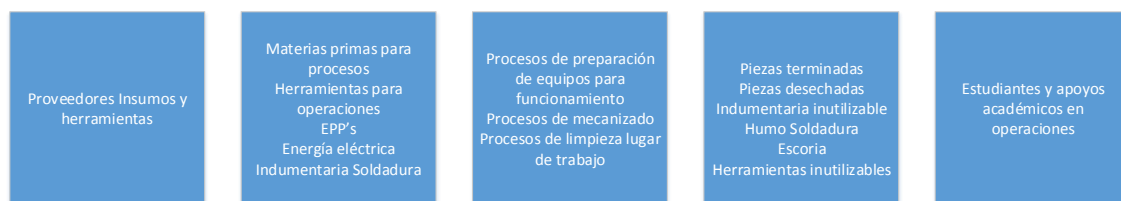


Figura 41: Diagrama SIPOC para procesos de Soldadura en el taller metalmecánico.

Diagramas de procesos y SIPOC en operaciones de Mantenimiento

Los procesos de mantenimiento y lubricación son realizados tal como se muestra en la figura 42, donde se refleja que los residuos generados son sólidos y/o líquidos, los que son almacenados en contenedores y tambores respectivamente.

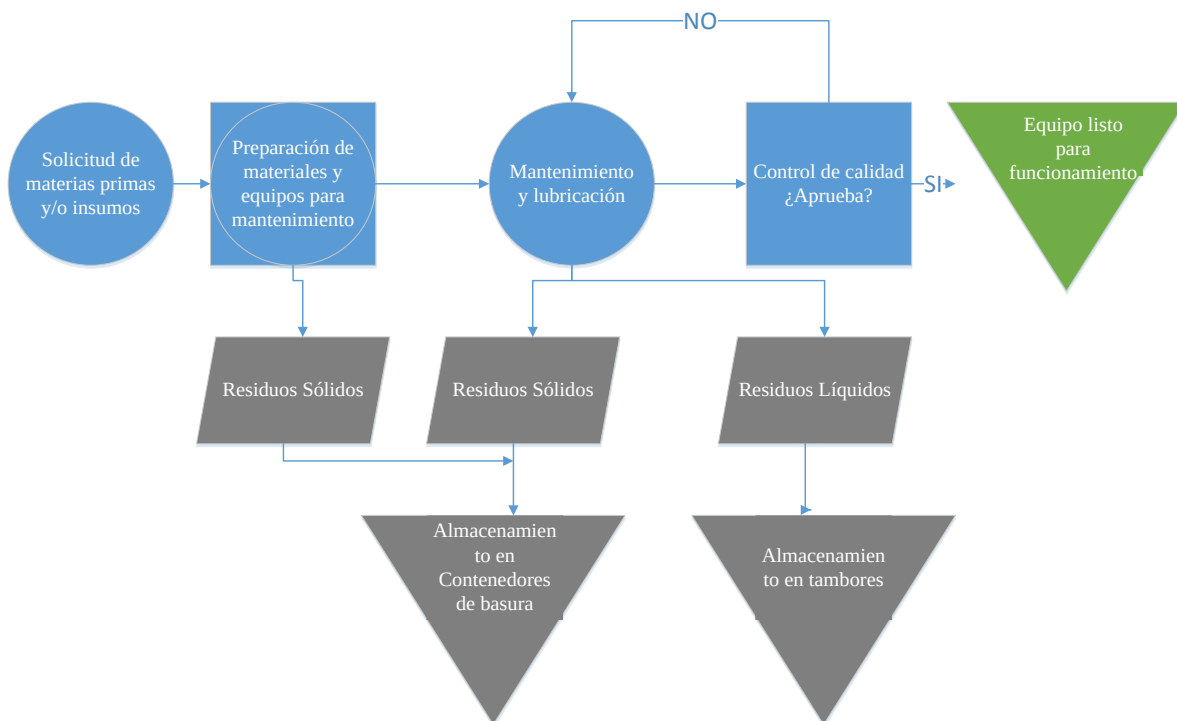


Figura 42: Diagrama de procesos relacionados con la generación de residuos durante las operaciones de Mantenimiento de equipos en el Taller Metalmecánico.

Finalmente se presenta el diagrama SIPOC de la figura 43 para las operaciones de mantenimiento de equipos en el taller:

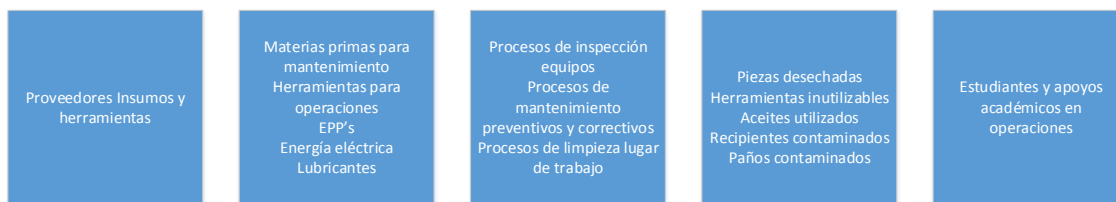


Figura 43: Diagrama SIPOC para las operaciones de mantenimiento de equipos en el taller metalmecánico.

4.2.2 Listado de Residuos por Procesos y clasificación según D.S. 148

Una vez generados los diagramas de procesos es vital reconocer los tipos de residuos generados. Para esto se utiliza la clasificación del D.S. N°148/2004 MINSAL del Reglamento Sanitario sobre manejo de Residuos Peligrosos, de acuerdo a los Artículos N° 18, N° 88, N° 89 y N° 90, determinando los tipos de desechos generados a nivel industrial. A continuación la tabla 18 da conocer el detalle con los nombres de los residuos generados, si es de tipo peligroso o no peligroso, la categoría según el acuerdo de producción limpia, el código de la lista en que se encuentra y el área productiva en que se genera.

Tabla 18: Clasificación de residuos según criterios de categorización del decreto supremo D.S. 148.

Nombre del Residuo	Tipo de Residuo (P - NP)	Clasificación (RSD-RISES-RESPEL)	Categoría	DS148	Área productiva de generación
Cartón	NP	RD	Cartones	B3020	Pañol
Papel	NP	RD	Papeles	B3020	Pañol
					Oficinas
Cartridge Impresoras	P	RESPEL	Envases vacíos de productos químicos	I.12	Oficinas
Plástico Etileno	NP	RD	Plásticos	B3010	Pañol
Poliestireno expandido (Plumavit)	NP	RD	Plásticos	B3010	Pañol
Viruta acero SAE 1020	NP	RISES	Metálicos	B1010	Torneado
					Fresado
					Taladrado
Viruta acero SAE 1045	NP	RISES	Metálicos	B1010	Torneado
					Fresado
					Taladrado
Viruta Ertacetel	NP	RISES	Plásticos	B3010	Torneado
					Fresado

Nombre del Residuo	Tipo de Residuo (P - NP)	Clasificación (RSD-RISES-RESPEL)	Categoría	DS148	Área productiva de generación
Viruta Poliamida Technyl	NP	RISES	Plásticos	B3010	Torneado
					Fresado
Viruta aluminio 2011	NP	RISES	Metálicos	B1010	Torneado
					Fresado
Lija desechada (elemento abrasivo granular: carburo de silicio)	NP	RISES	Metálicos	B2040	Torneado
					Fresado
					Esmerilado
					Serrado
Insertos desechados	NP	RISES	Metálicos	B1010	Torneado
					Fresado
Polvo de insertos afilados	P	RESPEL	Otros Peligrosos	I.17	Afilado
Polvo de herramientas de HSS afilados	P	RESPEL	Otros Peligrosos	I.17	Afilado
Viruta fierro fundido	NP	RISES	Metálicos	B1010	Fresado
					Serrado

Nombre del Residuo	Tipo de Residuo (P - NP)	Clasificación (RSD-RISES-RESPEL)	Categoría	DS148	Área productiva de generación
					Limado
					Taladrado
Aserrín	NP	RD	Otros	B3050	Serrado
					Taladrado
Viruta PVC	NP	RISES	Plásticos	B3010	Serrado
Viruta húmeda acero SAE 1020	P	RESPEL	Otros Peligrosos	Art. 12	Torneado
					Fresado
					Rectificado
					Taladrado
Viruta húmeda acero SAE 1045	P	RESPEL	Otros Peligrosos	Art. 12	Torneado
					Fresado
					Rectificado
					Taladrado
Taladrina (Emulsionado de Solvac 1535)	P	RESPEL	Otros Peligrosos	I.9	Torneado
					Fresado

Nombre del Residuo	Tipo de Residuo (P - NP)	Clasificación (RSD-RISES-RESPEL)	Categoría	DS148	Área productiva de generación
					Rectificado
					Taladrado
Envases de Taladrina	P	RESPEL	Envases vacíos de productos químicos.	I.12	Torneado
					Fresado
					Rectificado
					Taladrado
Paños con Taladrina	P	RESPEL	Otros Peligrosos	Art. 12	Torneado
					Fresado
					Rectificado
					Taladrado
Partículas de muelas Carborundo (Carburo de Silicio)	NP	RISES	Metálicos	B2040	Rectificado
Partículas de muelas Óxido de aluminio	NP	RISES	Metálicos	B2040	Rectificado
Partículas de muelas Diamante	NP	RISES	Metálicos	B2040	Rectificado

Nombre del Residuo	Tipo de Residuo (P - NP)	Clasificación (RSD-RISES-RESPEL)	Categoría	DS148	Área productiva de generación
Lima (acero templado)	NP	RISES	Metálicos	B1010	Limado
Escoria soldadura	NP	RISES	Metálicos	B1100	Soldadura
Planchas de acero SAE 1020 Soldadas	NP	RISES	Metálicos	B1010	Soldadura
Piezas de fierro fundido	NP	RISES	Metálicos	B1010	Soldadura
Restos de electrodos 7018	NP	RISES	Otros	B1070	Soldadura
Restos de electrodos 6011	NP	RISES	Otros	B1070	Soldadura
Máscara sin filtro UV	NP	RD	Plásticos	B3090	Soldadura
Guantes de cuero gastados	NP	RD	Otros	B3090	Soldadura
Cotona de cuero gastada	NP	RD	Otros	B3090	Soldadura
Polainas de cuero gastadas	NP	RD	Otros	B3090	Soldadura
Lentes gastados	NP	RD	Otros	B3010	Soldadura

Nombre del Residuo	Tipo de Residuo (P - NP)	Clasificación (RSD-RISES-RESPEL)	Categoría	DS148	Área productiva de generación
Lubricante desechado MOBILMET 426	P	RESPEL	Otros Peligrosos	I.8	Servicios de Mantenimiento de Equipos
Paños con lubricantes	P	RESPEL	Otros Peligrosos	Art. 12	Servicios de Mantenimiento de Equipos
Tubos fluorescentes	P	RESPEL	Residuos Dispositivos de Iluminación (tubos fluorescentes y ampolletas de bajo consumo)	A2010	Servicios de Mantenimiento de Infraestructura
Papel Higiénico lavatorios	NP	RD	Papeles	B3020	Servicios de Aseo
Polvo canaletas y ductos de ventilación	NP	RD	Otros	B1100	Servicios de Mantenimiento de Infraestructura
Residuos Domiciliarios	NP	RD	Otros	-	Oficinas
Recipientes de grasa de lubricación	P	RESPEL	Envases vacíos de productos químicos	I.12	Servicios de Mantenimiento de Equipos
Aceiteras desechadas	P	RESPEL	Envases vacíos de productos químicos	I.13	Servicios de Mantenimiento de Equipos
Envases de aerosoles para lubricación	P	RESPEL	Envases vacíos de productos químicos	I.14	Servicios de Mantenimiento de Equipos

Según este listado, es posible apreciar y organizar los residuos según tres aspectos claves: tipo de manejo de residuos (Peligroso y No Peligroso), según origen de los residuos (RESPEL, RD Y RISES) y por último el área productiva en que se producen.

Para el primer punto el gráfico de la figura 44 muestra que existe un dominio de los residuos No Peligrosos por sobre los Peligrosos, según la categorización que depende del tipo de manejo de residuos.

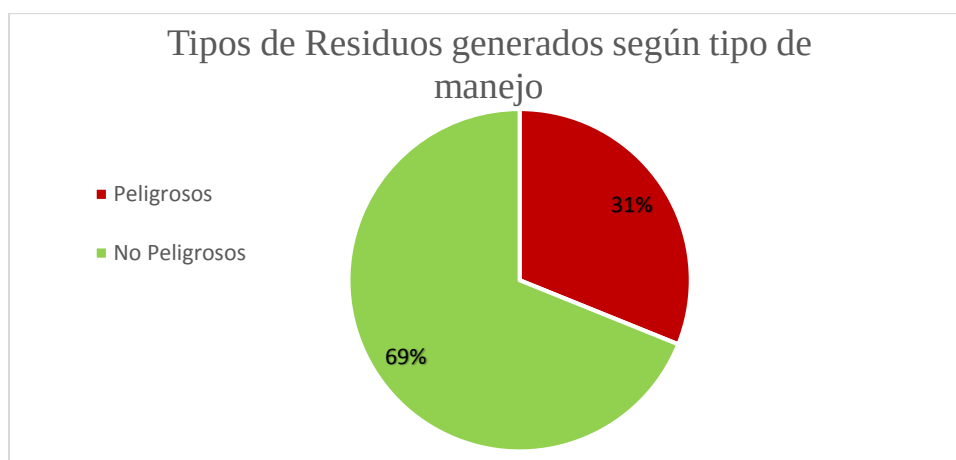


Figura 44: Gráfico de tortas representativo de los porcentajes de Residuos Peligrosos y Residuos No Peligrosos generados en el taller metalmecánico.

Además el gráfico de la figura 45 muestra los tipos de residuos generados según la clasificación de residuos peligrosos (RESPEL), residuos asimilables a domiciliarios (RD) y residuos industriales sólidos (RISES), que son las tres categorías según origen que se manejan en el taller metalmecánico actualmente.

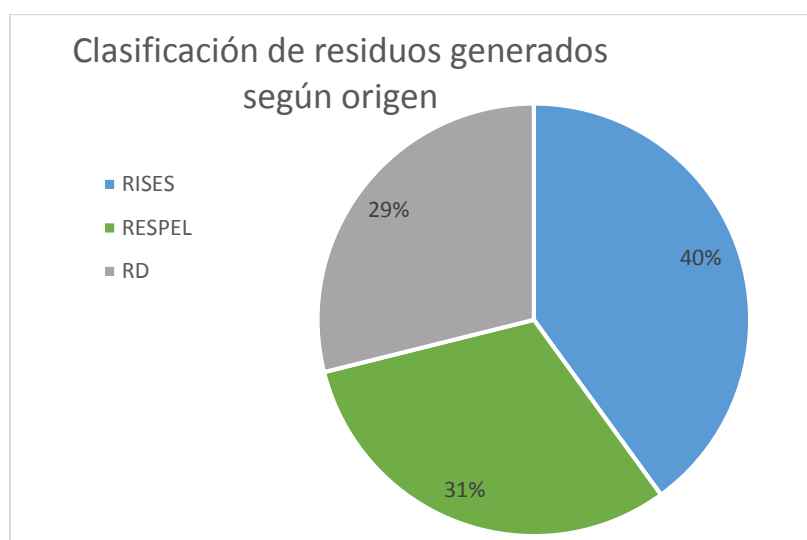


Figura 45: Gráfico de tortas representativo de los porcentajes de según origen producidos en el taller metalmecánico.

Por otro lado, el gráfico de la figura 46 refleja la distribución de los residuos en las diversas áreas productivas del taller, donde preponderan las zonas de fresado, torneado y soldadura como las máximas productoras de residuos.

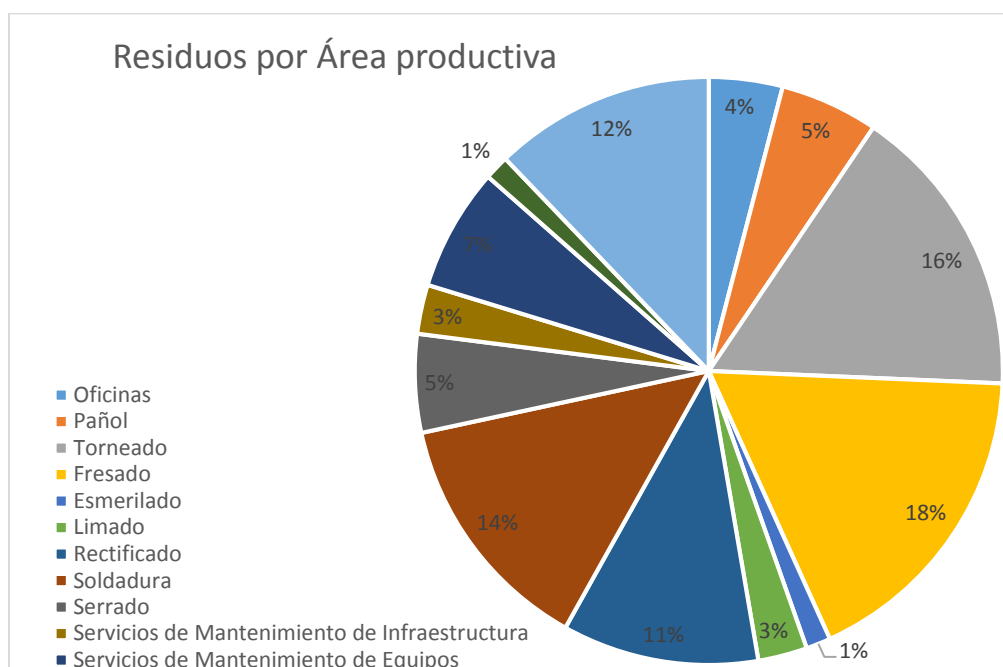


Figura 46: Gráfico de tortas representativo de los porcentajes de residuos generados por cada área productiva del taller metalmecánico.

4.2.3 Métodos de cuantificación de Residuos por Procesos

Ante la ausencia de métodos de cuantificación de residuos, se llevó a cabo un estudio de la magnitud con que se generan los desechos anualmente, basado en los procesos productivos claves, identificados en la figura 46 y que muestra la distribución porcentual más alta de los residuos generados en las diferentes áreas productivas, estos son: Fresado, Torneado y Soldadura.

Procesos con arranque de viruta

Para comenzar, se cuantificaron los residuos generados en el área de Fresado y Torneado, específicamente en lo que respecta al arranque de viruta. Para esto se utilizó la herramienta “Propiedades” del programa INVENTOR, donde una vez dibujada la pieza en 3D, se le asigna el material correspondiente y se determina la masa de la estructura. Para determinar la tasa de generación de residuos, se calculó la diferencia de masa entre la pieza final y la pieza en bruto, representada en la ecuación 8, lo cual arroja el valor de la cantidad de viruta generada al mecanizar la pieza:

$$Tasa\ Generación\ de\ Residuos = Masa\ Bruta - Masa\ Pieza\ Terminada [Kg] \quad (8)$$

Las figuras 47 y 48 muestran ejemplos de cómo fue calculada la masa de ambas estructuras en el programa INVENTOR:

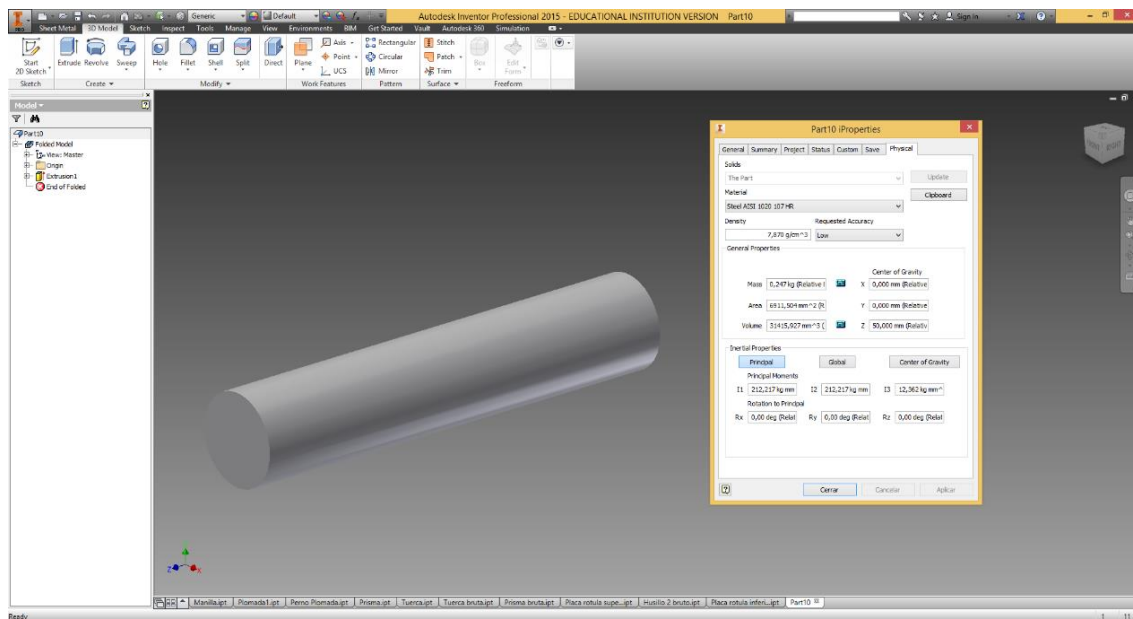


Figura 47: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Manilla” antes de ser mecanizada.

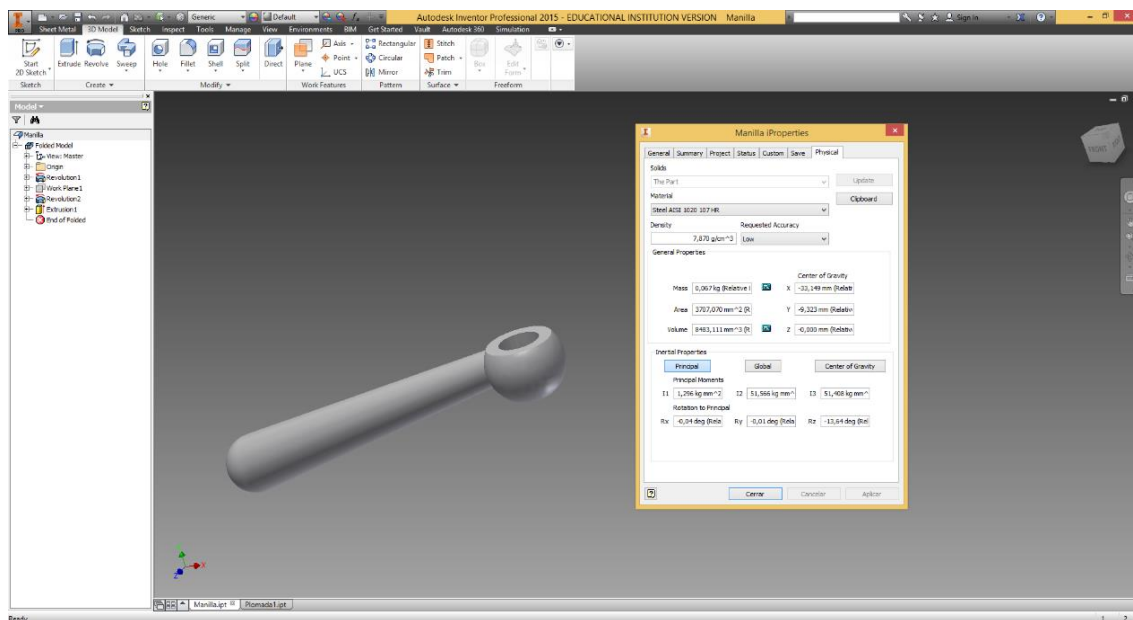


Figura 48: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Manilla” después de ser mecanizada.

La totalidad de las piezas realizadas en el programa se encuentra en el apartado N°5 del Apéndice del presente documento.

Una vez calculada la Tasa de Generación de viruta, se procedió a multiplicar por el total de piezas que se realizan semestralmente (ecuación 9), para lo cual se consideró que las operaciones de Fresado y Torneado son efectuadas en parejas, para favorecer la seguridad de los estudiantes y administrar de mejor forma los recursos con que cuenta el taller.

Para el caso en particular de las ruedas dentadas fue necesario utilizar la herramienta “Generadora de Ruedas Dentadas” del programa INVENTOR, la cual mediante la asignación de variables, crea una rueda dentada acorde a las necesidades del usuario. El taller desarrolla ruedas dentadas recta o helicoidales que pueden ser construidos a partir de tres materiales, estos son aluminio, plástico technyl y plástico ertacetal. La tabla 19 da a conocer las densidades de estos materiales.

Material	Densidad ($\frac{gr}{cm^3}$)
Aluminio	2,70
Ertacetal	1,41
Technyl	1,14

Fuente: Elaboración propia basado en catálogo de Plastigen. [37]

The screenshot displays the Autodesk Inventor Professional 2015 interface. The main workspace shows a 3D model of a cylinder. The right-hand side of the screen features the 'Part Properties' dialog box, which is open to the 'General' tab. The dialog box contains the following information:

- General Tab:**
 - Solids:** The Part name is 'The Part'.
 - Material:** Aluminum 6061.
 - Density:** 2,700 g/cm³.
 - Requested Accuracy:** 1mm.
- General Properties:**
 - Mass:** 0,963 kg (Relative).
 - Area:** 30258,815 mm².
 - Volume:** 356722,065 mm³.
- Inertial Properties:**
 - Principal:** Selected.
 - Global:** Unselected.
 - Center of Gravity:** Unselected.
 - Principal Moments:**
 - I1: 776,774 kg mm
 - I2: 776,774 kg mm
 - I3: 1242,771 kg mm
 - Rotation to Principal:**
 - Rx: 0,00 deg (Relative)
 - Ry: 0,00 deg (Relative)
 - Rz: 0,00 deg (Relative)

The bottom status bar shows the following file names: Piece 1.bru-ipt, Piece 1 post-tale-ipt, Cage (piece 2).ipt, Piece 13 post-lm-ipt, Cage (piece 2).bru-ipt, Pilar post-lm-ipt, Part8, Piece 13 post-lm-ipt, Part8, Piece 13 post-lm-ipt, Part8.

103

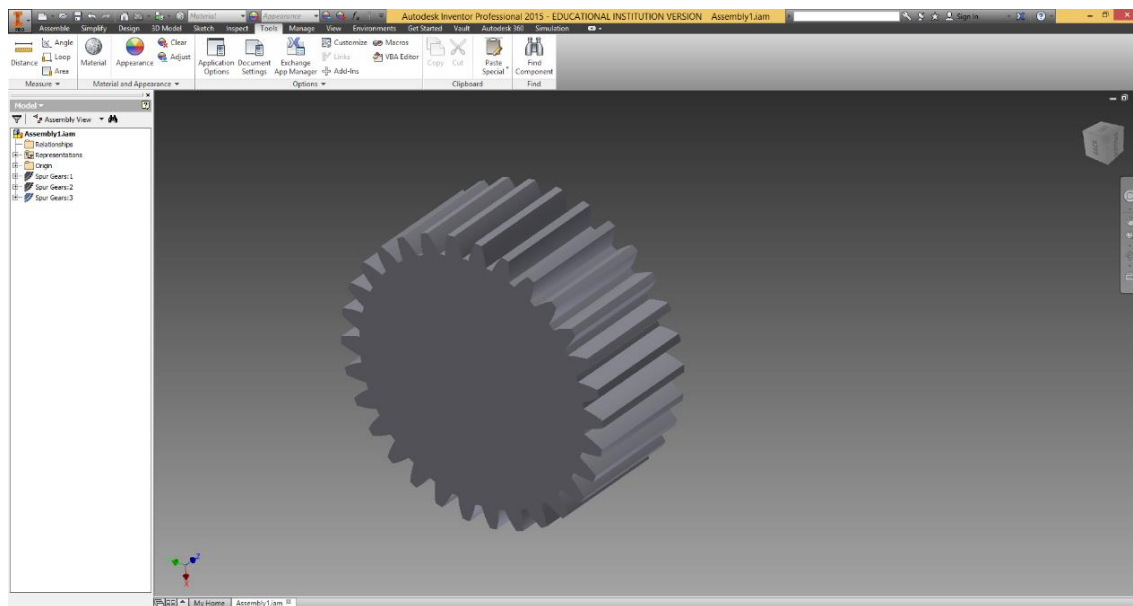


Figura 50: Imagen referencial obtenida del programa INVENTOR de la rueda dentada recta de aluminio con diámetro exterior 96 [mm] generada con la función “generadora de ruedas dentadas”

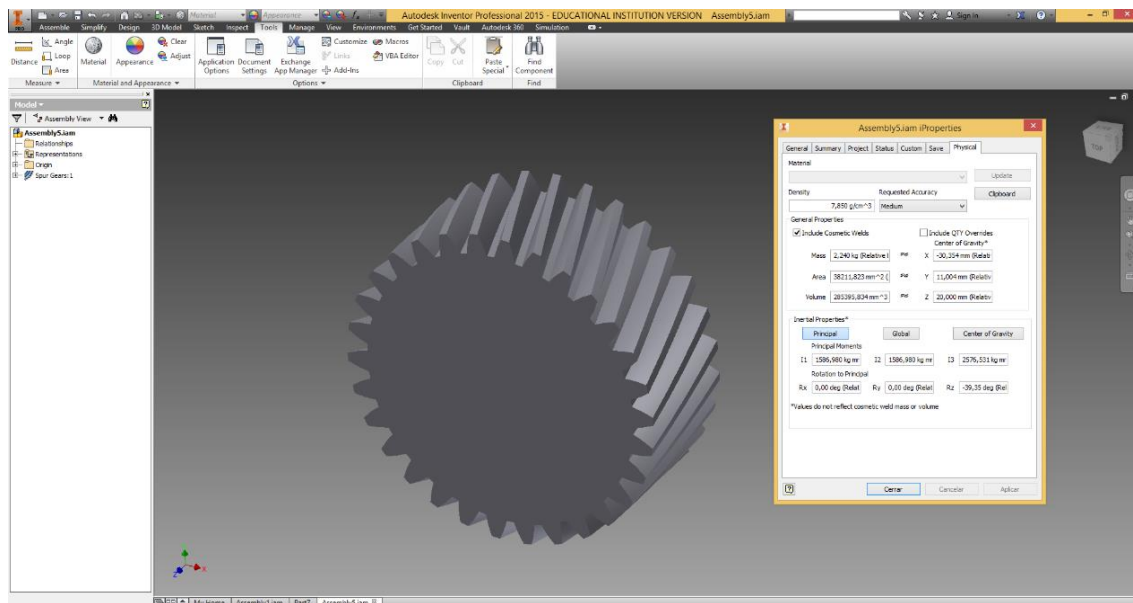


Figura 51: Imagen referencial obtenida del programa INVENTOR de la rueda dentada helicoidal de aluminio con diámetro exterior 96 [mm] generada con la función “generadora de ruedas dentadas”

Soldadura

Por otro lado, la tercera área que presentó mayor porcentaje de generación de residuos fue la zona de Soldadura. Para determinar el método apropiado para cuantificar los residuos generados fue necesario realizar una matriz de decisión, esquematizada en la tabla 20, respecto a los modelos estudiados en el Arte Previo, con el fin de encontrar el más acorde a los requerimientos del problema.

Tabla 20: Matriz de criterios absolutos para determinar el método de cuantificación de residuos en soldadura.

Criterio	Método cuantitativo	Método gráfico
Confiabilidad de los resultados obtenidos	√	√
Adecuación del modelo a las necesidades del problema	√	√
Conocimiento de variables relacionadas al modelo	√	X

Esta matriz determinó que el modelo que más se aproxima a la problemática estudiada es el modelo n°1, que determina la cantidad de material de aporte por metro de soldadura.

En base a este se debe determinar primero, el Peso por metro (M) de la soldadura, lo cual depende del tipo de cordón que se está realizando en la operación. En la tabla 7, se aprecian las distintas formas y valores de la variable C que depende de la forma del cordón. Para calcular entonces M , se procede de la siguiente forma:

$$M = C * e^2 [gr] \quad (2)$$

Las Placas y Pretinas utilizadas varían dependiendo del tipo de técnica de Soldadura que se ocupa. En el caso del taller existen tres tipos: soldadura al arco manual, soldadura TIG y soldadura MIG/MAG. La tabla 21 da a conocer las características físicas de las placas utilizadas.

Tabla 21: Características físicas de los materiales utilizados para las diversas técnicas de soldadura practicadas en el taller metalmecánico.

Técnica de Soldadura	Tipo de Material	Dimensiones			N° de piezas utilizadas	Material
		Largo	Ancho	Alto		
Arco Manual	Cordón	142	100	5	5	SAE 1020
	Unión	151	30	5	6	SAE 1020
MIG/MAG	Cordón	142	100	5	5	SAE 1020
	Unión	151	30	5	6	SAE 1020
TIG	Cordón	100	50	2	4	SAE 1020
	Unión Tipo 1	100	40	1	6	SAE 1020
	Unión Tipo 2	150	32	3	4	SAE 1020
	Unión Tipo 3	100	40	2	4	SAE 1020

Conociendo los espesores de las placas y el tipo de unión a utilizar, se calcula el valor del Peso por metro, tal como se da a conocer con la placa de 142x100x5 [mm] y cordón Plano, que según la tabla del punto 2.5.1 el valor de C asignado es de magnitud 9,4.

$$M = 9,4 * 5^2 [gr] \quad (2)$$

$$M = 235 \text{ [gr]}$$

Una vez calculado esto para todos los tipos de cordones practicados, se procede a determinar el Peso de metal aportado por cada un metro de cordón de soldadura (m), variable la cual tiene la siguiente ecuación:

$$m = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \rho \cdot l \cdot \gamma}{4000} \text{ [gr]} (3)$$

El taller maneja tres tipos de soldadura de marca INDURA, estas son representadas en la tabla 22:

Tabla 22: Características físicas de los electrodos utilizados en las operaciones de soldadura en el taller metalmecánico.

Tipo de Electrodo	Diámetro [mm]	Largo [mm]	Densidad $\left[\frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}\right]$
6011	4,2	350	7,80
Punto Azul	4,8	350	7,80
7018	4,8	350	7,80
Fuente: Elaboración propia basado en Manual Indura de Electrodos. [38]			

Si calculamos la variable m en el caso que el electrodo seleccionado sea el 6011, tendremos:

$$m = \frac{\pi \cdot 4,2^2 \cdot 7,8 \cdot 350 \cdot 0,8}{4000} \text{ [gr]}$$

$$m = 30,25 \text{ [gr]}$$

Por este valor se entiende que por cada metro de cordón de soldadura del electrodo 6011, se depositan 30.25 [gr] en la plancha soldada. A continuación se dan a conocer los cálculos para el resto de los electrodos, representados en la tabla 23.

Tabla 23: Resumen de los cálculos obtenidos con respecto al peso por cada metro de cordón de soldadura en gramos según el tipo de electrodo utilizado.

Tipo de Electrodo	Peso por cada metro de cordón de soldadura [gr]
6011	30,25
Punto Azul	39,52
7018	39,52

Finalmente, se calcula la cantidad de masa aportada en las planchas para cada técnica utilizada en el taller, considerando n° de cordones y dimensiones de las planchas.

Tabla 24: Resumen de los cálculos obtenidos según el método de peso por soldadura.

Técnica de Soldadura	Tipo de Electrodo	Tipo de Material	Masa Inicial por pieza (Kg)	Nº de cordones por pieza	Masa Final por pieza (Kg)
Arco Manual	6011	Cordón	0,5588	11	0,7950
		Unión	0,2009	2	0,2557
MIG/MAG	7018	Cordón	0,5588	11	0,8674
		Unión	0,2009	2	0,2725
TIG	7018	Cordón	0,0787	2	0,1103
		Unión Tipo 1	0,0355	3	0,1066
		Unión Tipo 2	0,1421	2	0,1896
		Unión Tipo 3	0,0870	2	0,1186

4.2.4 Resumen cuantificación de Residuos

Mediante los dos métodos analizados en el punto anterior, se evaluaron todas las piezas que son mecanizadas y soldadas en el taller durante el año académico en los ramos de:

- Dibujo y Taller para Ingeniería Civil Química y Aviación Comercial con 40 alumnos por semestre aproximadamente.
- Laboratorio de Procesos Industriales para Ingeniería Civil Industrial con 120 alumnos por semestre aproximadamente.
- Taller I para Ingeniería Civil Mecánica con 90 alumnos por semestre aproximadamente.
- Taller II para Ingeniería Civil Mecánica con 30 alumnos por semestre aproximadamente.

Las tablas con los detalles de la cantidad de Kilogramos (Kg) generados en cada uno de los ramos dictados por el taller se encuentran adjuntas en el apéndice n°6. Para una mejor apreciación de los resultados de la cuantificación se presentan los siguientes gráficos que sintetizan la información obtenida en las tablas anteriores:

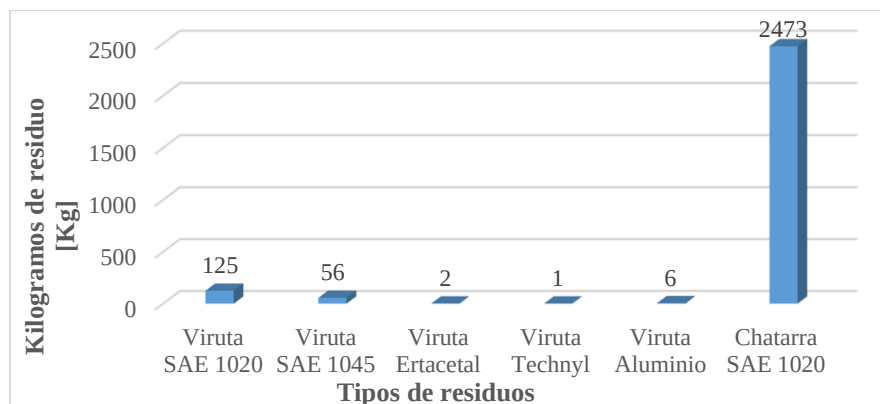


Figura 52: Gráfico representativo de la cantidad de material en kilogramos que se genera durante el año académico en el taller metalmecánico.

El gráfico de la figura 52 refleja la gran diferencia que existe en la generación de chatarra comparada con la de viruta, desde el punto de vista de kilogramos de residuos. Los procesos de mecanizado generan menos kilogramos de desechos, pero no por esto un menor volumen.

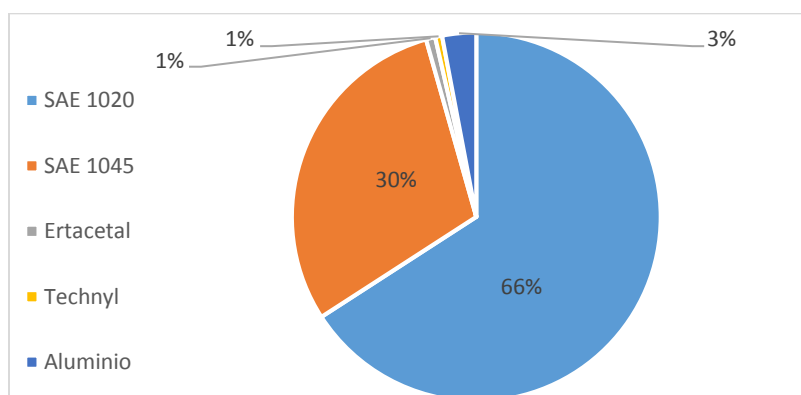


Figura 53: Distribución porcentual de los diferentes tipos de virutas generadas en los procesos de mecanizado y soldadura.

Mientras que el esquema de la figura 53 muestra el predominio de las virutas de aceros SAE 1020 y SAE 1045 por sobre los otros materiales de mecanizado, los cuales son operados solo en el ramo de Taller II, durante las experiencias de fresado.

4.3 Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales Relevantes

Durante la práctica profesional realizada en el año 2016 en el área de Mantenimiento de la planta Agroindustrial El Paico de Ariztia, se reconocieron elementos fundamentales en el desarrollo, implementación y validación del sistema de gestión ambiental ISO 14000. Uno de estos es la identificación de los Aspectos e Impactos Ambientales, herramienta aportada por la norma para gestionar de forma responsable los residuos.

Para lograr esto, es importante establecer previamente los diagramas de flujos y diagramas SIPOC de cada uno de los procesos efectuados en el taller. A continuación el responsable del Sistema de gestión ambiental debe estructurar la matriz de Aspectos e Impactos Ambientales, para lo cual primero debe establecer los criterios más relevantes en el caso de estudio según los establecidos en el punto 3.4.1 del Marco Teórico y evaluar bajo los procesos en base a estos. Luego ponderar los criterios por cada proceso, mediante la Magnitud del Riesgo Ambiental o también denominado Nivel de Intensidad (I), para finalmente determinar las acciones a realizar, gracias al nivel de Significancia que implica el Impacto ambiental asociado.

Los procesos que se analizarán serán los siguientes:

- Actividades desarrolladas en el Pañol.
- Trabajos efectuados durante las operaciones de Mecanizado.

- Procesos llevados a cabo durante las operaciones de Soldadura.
- Operaciones efectuadas durante tareas de Mantenimiento de Equipos.

El glosario de los criterios utilizados para el caso de estudio y sus variables serán los siguientes:

➤ Requerimientos Legales (RL):

- ✓ Existe RL y se cumple (1)
- ✓ Existe RL y no se cumple (2)

➤ Tiempo de Ocurrencia (TO):

- ✓ Presente (PT)
- ✓ Pasado (PS)
- ✓ Futuro (FT)

➤ Responsabilidad (R):

- ✓ Directa (D)
- ✓ Indirecta (I)

➤ Tipo de Impacto (TI):

- ✓ Positivo
- ✓ Negativo

➤ Amplitud geográfica (AG):

- ✓ Taller (T)
- ✓ Vecinal (V)
- ✓ Comuna (C)

➤ Situación Operacional (SO):

- ✓ Normal
- ✓ Anormal
- ✓ Emergencia

➤ Probabilidad (P):

- ✓ Improbable (1)
- ✓ Remoto, 1 vez en 3 años (2)
- ✓ Ocasional, 1 o más veces por año (3)
- ✓ Probable, 1 o más veces en 1 mes (4)

➤ Severidad (S):

- ✓ Despreciable (1), que no genera impacto ambiental o su impacto es imperceptible
- ✓ Cambio notorio perceptible (2), es evidenciable puede o no generar contaminación
- ✓ Alteración significativa (3), existe contaminación evidente
- ✓ Daños múltiples irreversibles (4), contaminación grave no recuperable

- Percepción Pública (PP):
- ✓ Baja, no hay denuncias (1)
- ✓ Media, preocupación constante (2)
- ✓ Alta, denuncias públicas (3)

La relación entre estas variables se calcula en base a la siguiente ecuación 10 que mide la Magnitud de Impacto:

$$MI = (P \cdot S \cdot RL) + PP \quad (10)$$

Si el factor del Requisito legal es nulo, la ecuación 11 se calcula como:

$$MI^* = P \cdot S + PP \quad (11)$$

Existen relaciones claves entre estos criterios que contribuyen a la especificación de los resultados. Tal es el caso de la Severidad (S) con la Probabilidad (P). La tabla 25 representa la caracterización mediante la asignación de colores específicos para la relación entre estas variables.

Tabla 25: Relación entre la Probabilidad de ocurrencia de una situación específica y la severidad de su impacto ambiental.

Relación Probabilidad - Severidad				
	Severidad			
Probabilidad	4 = Crítica	3 = Grave	2 = Moderada	1 = Despreciable
4 = Probable				
3 = Ocasional				
2 = Remoto				
1 = Improbable				
Fuente: Plan de Identificación de Aspectos y Evaluación de Impactos Ambientales Transversales. [22]				

Finalmente es necesario establecer la escala de ponderación de los impactos ambientales, representada por la tabla 26, con el propósito de establecer los límites normalizados para evaluar la situación de los impactos presentes en el taller y tomar acciones correctivas o preventivas.

Tabla 26: Escala de ponderación de Impacto Ambiental en base al cálculo de la Magnitud de Impacto.

Escala Ponderación Impacto	
1 a 7	IAB
8 a 11	IAM
Mayor a 12	IAA
Fuente: Plan de Identificación de Aspectos y Evaluación de Impactos Ambientales Transversales. [22]	

En el apéndice n°7 se encuentran las matrices para los procesos mencionados con anterioridad, con sus índices de Impacto Ambiental correspondiente para cada actividad.

La matriz referente a las operaciones desarrolladas en el pañol (tabla n°39), adjuntada en el punto n°7 del apéndice, muestra que los residuos generan Impactos Ambientales Buenos o Moderados, dejando entre ver que existe un cumplimiento medio de las regulaciones legales implicadas en el tema.

Caso análogo al anterior es el de la evaluación de aspectos e impactos ambientales desarrollados en los procesos de mecanizado con arranque de viruta, asignada como la tabla n°40 del apéndice n°7. En este se generan residuos industriales peligrosos y no peligrosos, así como residuos asimilables a domiciliarios, donde el cumplimiento legal nuevamente es moderado con respecto a lo esperado.

En la situación de la Soldadura y sus procesos reflejada en la Tabla n°41 del mismo apéndice que los casos anteriores, se muestra una matriz con índices de impactos moderados y buenos, demostrando que los residuos se encuentran bajo control, sin embargo falta desarrollan aspectos legales para lograr un cumplimiento pleno.

Finalmente y haciendo referencia a la matriz de trabajos de mantenimiento de equipos, adjuntada en el apéndice n°7; tabla n°42, se encuentran con una distribución pareja entre índices de impactos buenos y moderados, dejando entre ver, que existe un déficit en el cumplimiento legal, considerando que las tareas de mantenimiento de equipos no son desarrolladas con frecuencia, a diferencia de lo que ocurre con los procesos de mecanizado y soldadura.

5 Manual de Gestión Integral de Residuos

Una vez reconocidos los residuos generados en los diferentes procesos desarrollados en el taller y clasificados según la normativa legal, sumado a la identificación de los aspectos e impactos ambientales, es posible proporcionar un plan de gestión integral de residuos, enfocado en otorgar soluciones en los tres ámbitos fundamentales de la Gestión de Residuos, basados en el modelo de gestión seleccionado, que son: la recolección selectiva, el almacenamiento y la disposición final. La unificación de estos tres aspectos, sumado al cumplimiento de la normativa vigente y la preocupación constante por el mejoramiento continuo de los procesos, proporcionará al plan la solides y validación necesaria para ser implementado en cualquier laboratorio del campus San Joaquín.

El Plan de Gestión Integral de Residuos se encuentra adjunto en el apéndice 8 del presente documento y es denominado “*Programa de Manejo de Residuos en Taller Metalmecánico del Campus San Joaquín*”. Este considera cuatro apartados, los cuales tienen por objetivo establecer los antecedentes necesarios para asegurar el correcto manejo y disposición de los residuos sólidos y líquidos, en todas sus etapas, desde su uso hasta su disposición para el retiro desde el establecimiento. La política de este programa es generar el mínimo de residuos sólidos y enviarlos a depósitos en lugares que reúnan las condiciones adecuadas para no alterar el ambiente circundante. Los apartados del documento son:

- A. Identificación de Residuos generados en el taller metalmecánico.
- B. Procedimientos estructurados para la Recolección Selectiva de Residuos en el taller metalmecánico.
- C. Procedimientos estructurados para el Almacenamiento de Residuos en el taller metalmecánico.
- D. Procedimientos estructurados para la Disposición de Residuos en el taller metalmecánico.

A continuación se señalará una breve descripción de los procedimientos de gestión de residuos estructurados en el plan. Para un mayor detalle, consultar el apéndice 8, donde se encuentra en extenso el programa de manejo propuesto.

5.1 **Recolección Selectiva**

Para que el plan de gestión de residuos sea eficiente y eficaz, lo primero es enfocarse en la recolección selectiva de los desechos, basado en los conceptos de segregación y limpieza, con el fin de facilitar los procesos de almacenamiento y posterior disposición de residuos.

Tal como se analizó en el diagnóstico inicial de la situación del TMM, la recolección de residuos se realiza mediante el uso de brochas, escobas y palas para el caso de los residuos generados durante las operaciones de mecanizado, ya sea con máquina herramienta o de forma manual. A su vez, en la zona

de soldadura se utilizan los mismos elementos, pero sumado al trabajo efectuado por los ductos de aspiración, los cuales permiten mantener una zona confiable y segura para los operarios. Además, el taller cuenta con una máquina aspiradora industrial, la cual es utilizada durante las operaciones de limpieza que efectúa el personal de aseo de la Universidad.

Los implementos de seguridad a utilizar en cada caso, corresponderán a los tipos de residuos que sean manipulados, según lo establecido en el D.S. N°594/2000 MINSAL [3], Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, cuando corresponda.

Basado en estos antecedentes y sumado al análisis de residuos llevado a cabo en el presente documento, se pueden referenciar los siguientes procedimientos estructurados de recolección selectiva de residuos, enfocados en los distintos tipos de desechos generados en el taller metalmecánico:

- Procedimiento R-TMM-01 para recolección selectiva de residuos sólidos industriales.
- Procedimiento R-TMM-02 para recolección selectiva de aceites y emulsionados refrigerantes.
- Procedimiento R-TMM-03 para recolección selectiva de residuos sólidos asimilables a domiciliarios.

Los procedimientos se encuentran en el apéndice n°8 y describen con detalle las tareas que se deben cumplir para segregar y depositar de forma correcta los residuos en los contenedores dispuestos en el establecimiento.

5.1.1 Procedimiento para la recolección selectiva de residuos sólidos industriales

Para realizar este procedimiento se utilizarán elementos de aseo y limpieza que contribuyen a un proceso de acopio más efectivo de aquellos residuos sólidos que se generan durante las operaciones de mecanizado o soldadura.

Los implementos de seguridad a utilizar en cada caso, corresponderán a los tipos de residuos que sean manipulados, según lo establecido en el DS 594 del Ministerio de Salud, Reglamentos sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales en los Lugares de Trabajo.

Una vez finalizadas las tareas de mecanizado y soldadura, se procederá a llevar cabo la siguiente secuencia, con el motivo de regularizar la manera con que se reúnen los desechos:

1.- Eliminar los residuos de las piezas mecanizadas o soldadas con la ayuda de brochas y saca escorias respectivamente sobre el puesto de trabajo.

2.- Limpiar con brochas los equipos o puestos de trabajos, arrojando los residuos sólidos al suelo, alrededor del lugar de trabajo para una posterior congregación de estos. La figura 54 da a conocer un ejemplo de brocha utilizada para la operación.



Figura 54: Imagen referencial de una brocha para limpieza.

3.- Con la ayuda de escobas y palas, almacenadas según la figura 55, recopilar los residuos presentes alrededor de los equipos de trabajo, disponiéndolos para su almacenaje según clasificación. En el caso de la viruta generada en el torno y recopiladas en las bandejas de estos, se debe sacar la bandeja del equipo y vaciarla en el contenedor especial dispuesto para la viruta.



Figura 55: Imagen referencial de los instrumentos de limpieza disponibles en el taller.

En el caso que los residuos sean materiales particulados de un tamaño menor a 1 [mm], como es el caso del polvo de acero generado en operaciones como esmerilado y limado, se utilizará una aspiradora industrial (figura 56) que permitirá recolectar los residuos generados en estas operaciones. Una vez finalizada esta operación, se debe introducir lo recolectado inmediatamente en los contenedores dispuestos en el taller, esto con el fin de prevenir la mezcla de residuos. La bolsa será limpiada con una frecuencia de una o dos semanas, esto dependiendo del uso que se le asigne.



Figura 56: Imagen referencial de una aspiradora industrial para aplicaciones de aseo en el taller.

5.1.2 Procedimiento para la recolección selectiva de aceites y emulsionados refrigerantes

El procedimiento acorde a la recolección de aceites y emulsionados refrigerantes estará fundamentado en prevenir el derrame de estos durante las operaciones y en facilitar la disposición de estos para un correcto almacenaje.

Los implementos de seguridad a utilizar en cada caso, corresponderán a los tipos de residuos que sean manipulados, según lo establecido en el DS 594 del Ministerio de Salud, Reglamentos sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales en los Lugares de Trabajo.

Los pasos necesarios para facilitar este proceso son los siguientes:

1.- Para las operaciones, los aceites almacenados en tambores de 18 [L] provenientes de fabricante serán extraídos de estos y almacenados en tambores especiales de 15 [L], los cuales facilitan la manipulación. Un ejemplo de esta operación es representada en la figura 57.



Figura 57: Imagen referencial de tambores y bidones disponibles para operaciones de mantenimiento.

2.- Para el retiro de los aceites desde las máquinas herramientas

3.- Una vez retirados los aceites y emulsionados, es importante limpiar los filtros (figura 58) para un mejor funcionamiento de los sistema de lubricación internos.



Figura 58: Filtro de lubricación de la rectificadora ubicada en el taller.

4.- Con respecto a los recipientes utilizados para la refrigeración en operaciones de mecanizado, deben ser vaciados totalmente, para luego ser dispuestos en contenedores especiales.

5.- Finalmente, los aceites desechados deben ser vaciados en los tambores especiales dispuestos para su almacenamiento en el pañol.

5.1.3 Procedimiento para la recolección selectiva de residuos sólidos asimilables a domiciliarios

Para aquellos residuos no industriales y asimilables a domiciliarios, se utilizarán métodos de acopios normales, que pueden ser manuales o con la ayuda de instrumentos de limpieza, tales como escobas, palas, brochas o mediante uso de una aspiradora industrial, esto para facilitar la recolección de residuos y que no se almacenen en los puestos de trabajo. Para esto se dispondrán de zonas de almacenamiento de residuos marcadas y señalizadas en el taller.

5.2 Almacenamiento

El siguiente proceso vital de un plan de gestión de residuos, luego de la recolección selectiva, es el almacenamiento de residuos, medio a través del cual se asegura la preservación y correcta disposición de los desechos.

Análogamente a las tareas de recolección selectiva, las condiciones de almacenamiento fueron evaluadas durante el diagnóstico, reflejando que existe una baja capacidad de segregación en el taller e inexistencia de contenedores diferenciados por colores para un correcto acopio de residuos.

La investigación llevada a cabo, reflejó que los contenedores deben tener un espesor adecuado y estar contruidos con materiales que sean resistentes al residuo almacenado y a prueba de filtraciones, además de estar rotulados bajo las normas nCh N°1411 y N°2190 según las características de

peligrosidad del residuo contenido y etiquetado señalando el tipo de residuo que acopia, respectivamente.

Los contenedores solo podrán ser movidos manualmente si su peso total incluido del contenido, no excede los 20 [Kg], en caso contrario, deberá ser manipulado con la ayuda de equipamiento mecánico.

Para un correcto almacenaje de residuos se establecen los siguientes procedimientos de almacenamiento, los cuales se encuentran adjuntos en el apéndice n°9.

- A-TMM-01 Procedimiento para etiquetado de contenedores.
- A-TMM-02 Procedimiento para almacenamiento de residuos sólidos industriales No Peligrosos.
- A-TMM-03 Procedimiento para almacenamiento de residuos sólidos industriales Peligrosos.
- A-TMM-04 Procedimiento para almacenamiento de residuos sólidos asimilables a domiciliarios.
- A-TMM-05 Procedimiento para cuantificación de residuos en el taller metalmecánico.

5.2.1 Etiquetado

El procedimiento establecido para el control de los etiquetados es el A-TMM-01 y determina que todos los contenedores deben tener su etiqueta correspondiente, con el motivo de segregar de forma eficiente los residuos generados, diferenciando el nivel de peligrosidad de estos.

Por un lado se encuentran los contenedores de residuos peligrosos, los cuales deben estar claramente identificados y etiquetados, desde su almacenamiento hasta su eliminación, indicando de forma claramente visible:

- ✓ El tipo de residuo que contiene
- ✓ Las características de peligrosidad del residuo de acuerdo a la NCh 2190 of. 2003.
- ✓ El proceso en que se originó el residuo
- ✓ El código de residuo peligroso
- ✓ La fecha de ingreso y ubicación en el sitio de almacenamiento
- ✓ Datos del generador de los residuos

Estas características se reflejan en el formato utilizado por la Universidad y facilitado por la empresa responsable del retiro de los residuos peligrosos, apreciable en la figura 59.

RESIDUOS PELIGROSOS	
RESIDUO: _____	
HALOGENADO: _____ NO HALOGENADO: _____	
PROCEDENCIA: _____	
LISTA A: _____ COD. RP: _____	
FECHAS DE ALMACENAMIENTO: INICIO: _____ TERMINO: _____	
PESO BRUTO: _____ KG	
NUMERO DE ENVASES: _____ UN	
ORDEN DE TRABAJO: _____	
GUIA DE DESPACHO: _____	
DESTINO: _____	
SERVICIOS TECNICOS URBANOS LTDA. Transporte autorizado SEREMI www.stultda.cl - ventas@stultda.cl Cerro Los Cóndores 9701-3 Quilicura 224 268 648 - 07 4005694	

Figura 59: Ficha de rotulado para residuos peligrosos con características de Líquido Inflamable.

El rotulado de los contenedores debe ser resistente a la acción del tiempo, de tal modo que permanezca sin deteriorarse o sin cambio sustancial entre el periodo de almacenamiento, transporte y manipulación para el transporte hasta disposición final.

Por otro lado se encuentran los contenedores de los residuos categorizados como no peligrosos, ya sean de carácter industrial o asimilable a domiciliarios. La figura 60 presenta un ejemplo del etiquetado a utilizar.

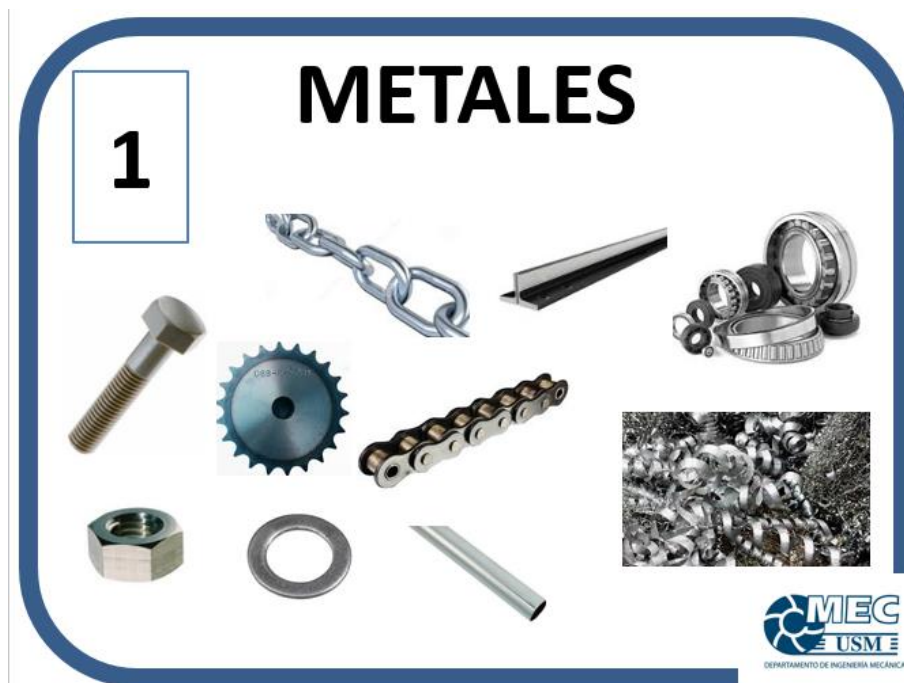


Figura 60: Rotulado para contenedores de metales dispuesto en el taller metalmecánico.

El resto de los etiquetados se encuentran adjuntos en el apéndice 8, apartado C.7.

En la siguiente imagen (figura 61) se advierte la disposición del rotulado anterior en uno de los contenedores disponibles en el taller para el almacenamiento de metales.



Figura 61: Imagen referencial de uno de los contenedores del taller con el rotulado de metales.

Además de los etiquetados, los contenedores se diferenciarán por colores, según la NCh 3322 que estandariza los colores y elementos visuales con el fin de facilitar la separación de los diferentes residuos. Esto se visualiza en la figura 62.



Figura 62: Categorización por colores de los contenedores de residuos según la nCh 3322.

El rotulado de los contenedores debe ser resistente a la acción del tiempo, de tal modo que permanezca sin deteriorarse o sin cambio sustancial entre el periodo de almacenamiento, transporte y manipulación para el transporte hasta disposición final.

5.2.2 Condiciones de almacenamiento de residuos

Todos los residuos deben ser segregados, ya que de esta manera se reduce en gran parte la cantidad de desechos a manejar como peligrosos, debido a que la mezcla entre los residuos que presentan peligrosidad y los que no debe tratarse como peligroso, en su totalidad.

Los sitios para el acopio de residuos fueron designados en base a las condiciones de almacenamiento establecidas en el Código Sanitario D.S. N°594/2000 MINSAL, y se pueden apreciar en el Layout modificado en la figura 63, donde se destaca el aislamiento de los residuos peligrosos respecto a los otros residuos, además de la parcelación de los contenedores de residuos domiciliarios hacia el exterior del taller, en el pasillo del edificio B del campus San Joaquín.

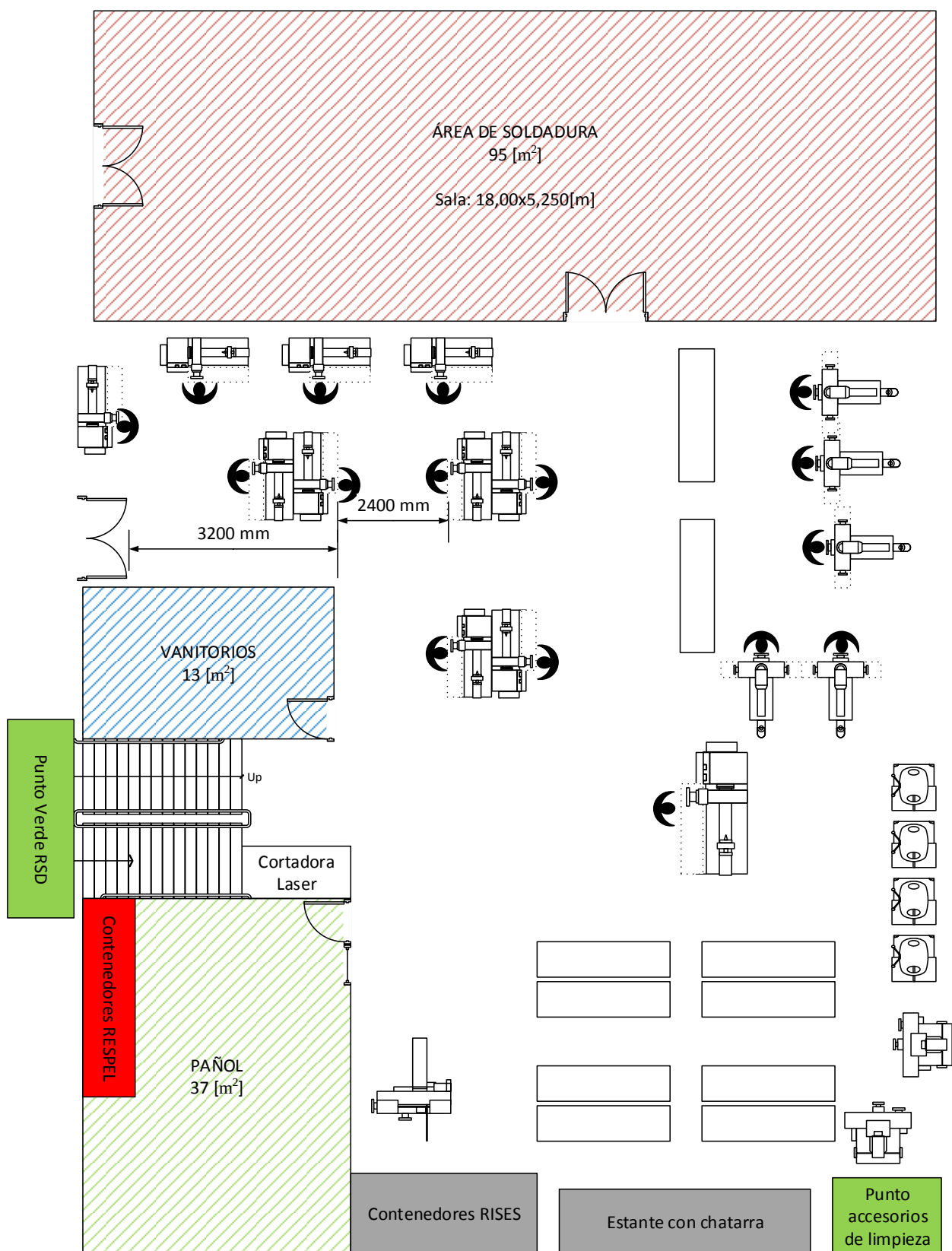


Figura 63: Layout modificado del Taller Metalmecánico del Campus San Joaquín.

Para establecer las condiciones de almacenamiento de residuos, se categorizaron en tres aspectos los residuos generados en el taller: residuos industriales sólidos, residuos industriales líquidos y residuos sólidos asimilables a domiciliarios. Cada uno de estos cuenta con su procedimiento, los cuales se adjuntan a continuación.

A-TMM-02: Procedimiento para almacenamiento de residuos sólidos industriales No Peligrosos.

Los residuos deben ser recolectados en contenedores apropiados a sus características físico-químicas y considerando el volumen generado. Deben estar diseñados para resistir los esfuerzos producidos durante su manipulación, así como durante la carga y descarga y el traslado de los residuos, garantizando en todo momento que no serán derramados.

La tabla 27 muestra la cantidad de contenedores, la capacidad respectiva para los residuos sólidos industriales generados en el taller metalmecánico, el color del depósito y finalmente el estado del contenedor, si es reutilizado o adquirido recientemente.

Tabla 27: Detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo industrial sólido No Peligroso generado.

Tipo de Residuo	Capacidad Contenedor [L]	Nº de Contenedores	Color	Estado
Chatarra	200	2	Gris	Reutilizado
Viruta Seca, colas electrodos y escoria de soldadura	240	1	Gris	Nuevo
Viruta Plásticos duros	120	1	Verde	Nuevo
Basura doméstica (Epp's, herramientas de goma, etc)	120	1	Gris oscuro	Nuevo
Insertos de Tungsteno	6	1	Transparente	Nuevo

Los residuos industriales sólidos serán almacenados en el interior del taller metalmecánico, en la zona definida en el anexo de este procedimiento con color amarillo.

Los contenedores serán inspeccionados semanalmente para asegurar que se conserven en buenas condiciones. Si muestran algún grado de deterioro deberán ser reemplazados.

A-TMM-03: Procedimiento para almacenamiento de residuos sólidos industriales No Peligrosos.

Para los residuos industriales líquidos se dispondrán de tambores rotulados con las etiquetas adjuntas en el procedimiento A-TMM-01, de la forma que se aprecia en la imagen de la figura 64.

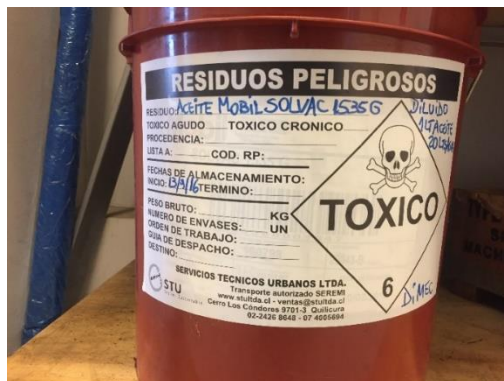


Figura 64: Imagen referencial del rotulado para el almacenamiento de aceites utilizados en el taller metalmecánico.

Las condiciones de almacenamiento, según el D.S. N°43/2016 MINSAL, de aquellos residuos peligrosos líquidos que presenten la característica de Inflamabilidad, deberán ser las siguientes:

- ✓ Los tambores se deben encontrar sobre una plataforma o estante metálico no absorbente, o bien sobre el piso.
- ✓ Poseer un sistema de control de derrames que para el caso del taller se utilizará zeolita.
- ✓ Sistema manual de extinción de incendios, a base de extintores.
- ✓ El almacenamiento de estos residuos inflamables será exclusivo y separado de los otros residuos, manteniendo al menos 1,2 metros de distancia.
- ✓ El almacenamiento debe ser en un lugar con buena ventilación y a temperatura ambiente, el cual no permita riesgos de inflamación de los residuos almacenados.
- ✓ Los cilindros llenos de gases envasados estarán separados de los vacíos, en posición vertical y sujeta mediante cadenas a la pared, con un sistema que evite su volcamiento.
- ✓ Los envases que contengan o hayan contenido líquidos inflamables deberán estar en estantes de material no absorbente, liso y lavable, cerrados o con barras antivuelco, con control de derrames y ventilación para evitar la acumulación de gases en su interior.

Otro punto relevante en el manejo de los residuos peligrosos son las señales de seguridad para la identificación de riesgos de materiales. A continuación se presenta la señalita (figura 65) que se utilizará para los líquidos inflamables almacenados en el taller.



Figura 65: Etiquetado de área de almacenamiento de líquidos inflamables según NCh 1411.

También se agregan al procedimiento las señaléticas con las clases de residuos peligrosos que se generan en el taller:

- Clase 2: Gases (figura 66)



Figura 66: Etiquetado según nCh 2190 para gases almacenados en el taller metalmecánico.

- Clase 3: Líquidos Inflamables (figura 67)



Figura 67: Etiquetado según nCh 2190 para líquidos inflamables almacenados en el taller metalmecánico.

- Clase 8: Sustancias Corrosivas (figura 68)



Figura 68: Etiquetado según nCh 2190 para sustancias corrosivas almacenadas en el taller metalmecánico.

Para minimizar la generación de envases de residuos peligrosos, es preferible usar contenedores de gran tamaño cuando la cantidad de residuos es elevada.

Tabla 28: Detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo industrial sólido Peligroso generado.

Tipo de Residuo	Capacidad Contenedor [L]	N° de Contenedores	Color	Estado
Baterías	35	1	Rojo	Nuevo
Envases Aceites, Grasas y Emulsionados	120	1	Rojo	Reutilizado
Paños contaminados	35	1	Rojo	Nuevo
Pinturas, solventes y residuos sólidos “corrosivos”	120	1	Rojo	Reutilizado
Aceites	20	2	Rojo	Reutilizado
Emulsionado (Mezcla de Aceite y Agua)	20	1	Rojo	Reutilizado
Componentes electrónicos	120	1	Burdeo	Nuevo
Ampolletas y tubos fluorescentes	50	1	Rojo	Reutilizado
Cartridge impresora	10	1	Rojo	Reutilizado
Viruta con hidrocarburos	120	1	Rojo	Nuevo

La tabla 28 da a conocer el número de contenedores, los cuales deben ser inspeccionados periódicamente para asegurar que se conserven en buenas condiciones y que no presenten peligro de filtraciones o rupturas. Los que muestren señales de deterioro, deben ser reemplazados inmediatamente.

Finalmente, el proyecto se promocionará entre los estudiantes y funcionarios mediante afiches que se dispondrán en las zonas de almacenamiento de residuos. Por un parte se ubicará en el interior del taller metalmecánico, una infografía con el detalle de lo que son los residuos industriales y como se gestionan. La figura 69 da a conocer el modelo propuesto:

RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES (RISES)



QUÉ SON?

DESECHOS SÓLIDOS O SEMISÓLIDOS RESULTANTES DE CUALQUIER PROCESO INDUSTRIAL QUE NO SON REUTILIZADOS, RECUPERADOS O RECICLADOS EN EL MISMO ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL.

SE GENERAN A PARTIR DE RESIDUOS FINALES DE LOS PROCESOS PRODUCTOS RECHAZADOS, EMBALAJES O FIN DE LA VIDA ÚTIL.

PELIGROSOS

PRESENTA RIESGO PARA LA SALUD PÚBLICA Y/O EFECTOS ADVERSOS AL MEDIO AMBIENTE.



GENERADOS EN TALLER:

- ⇒ PINTURAS, SOLVENTES Y RESIDUOS
- ⇒ SÓLIDOS "CORROSIVOS"
- ⇒ PAÑOS CONTAMINADOS
- ⇒ ACEITES
- ⇒ ENVASES ACEITES, GRASAS Y EMULSIONADOS
- ⇒ VIRUTA CONTAMINADA CON HIDROCARBUROS
- ⇒ CARTRIDGE IMPRESORAS
- ⇒ TUBOS FLUORESCENTES
- ⇒ COMPONENTES ELECTRÓNICOS
- ⇒ INSERTOS DE TUNGSTENO

NO PELIGROSOS

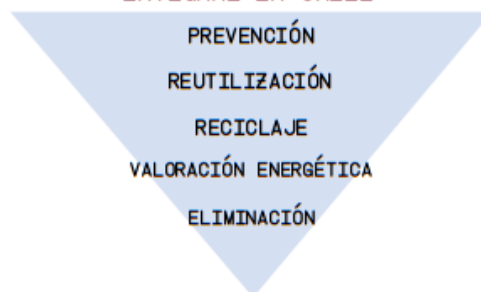
NO PRESENTAN NINGUNA CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD Y PUEDE GENERAR ALGUNA REACCIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y/O BIOLÓGICA

GENERADOS EN TALLER:

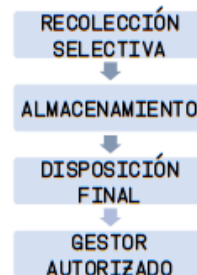
- ⇒ VIRUTA SECA ACERO,
- COLAS DE
- ELECTRODOS, ESCORIA
- SOLDADURA
- ⇒ CHATARRA
- ⇒ VIRUTA PLÁSTICOS
- DUROS
- ⇒ EQUIPOS DE
- PROTECCIÓN PERSONAL
- DESECHADOS

PROCESO PARA GESTIONAR RESIDUOS

POLÍTICA DE GESTIÓN
INTEGRAL EN CHILE



GESTIÓN INTEGRAL APLICADO
EN EL TALLER METALMECÁNICO



REALIZADO POR: MARTÍN GUTIÉRREZ DURÁN
REVISADO POR: DR. ING. SHEILA LASCANO FARAK
MAYO 2017

Figura 69: Afiche informativo de Residuos Industriales Sólidos generados en el taller metalmecánico.

Por otro lado, el afiche de la figura 70 informará respecto al manejo de los residuos asimilables a domiciliarios y cómo la Ley 3R contribuye a la disminución en la generación de los residuos.

TODO JUNTO ES BASURA SEPARADO ES UN RECURSO



RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS (RSD)

Basura generada en viviendas, locales comerciales y de expendio de alimentos, hoteles, colegios, etc.

CONOCE Y APLICA LA LEY 3R



REDUCE

Compra sólo lo necesario, elige productos duraderos y con menos empaques.



REUTILIZA

Encuentra nuevo uso a lo que botas para alargar la vida de los residuos.



RECICLA

Separa los residuos para transformarlos en materiales nuevamente útiles.

RESIDUOS RECICLABLES



VIDRIO



ORGÁNICO



PAPEL



METAL



PLÁSTICO

PARA QUÉ?

Ahorro de energía; disminución de los recursos utilizados; menor contaminación y desperdicio de agua; mejor aprovechamiento de los suelos y mejor la calidad del aire.



Figura 70: Afiche informativo de Residuos Sólidos Asimilables a domiciliarios generados en el taller metalmecánico.

A-TMM-04: Procedimiento para almacenamiento de residuos sólidos asimilables a domiciliarios.

El procedimiento para el almacenamiento de residuos sólidos asimilables a domiciliarios contempla el uso de contenedores apropiados a sus características físico-químicas y considerando el volumen generado. Deben estar diseñados para resistir los esfuerzos producidos durante su manipulación, así como durante la carga y descarga y el traslado de los residuos, garantizando en todo momento que no serán derramados.

La tabla 29 muestra la cantidad de contenedores, la capacidad respectiva para los residuos sólidos asimilables a domiciliarios generados en el taller metalmecánico, el color del depósito y finalmente el estado del contenedor, si es reutilizado o adquirido recientemente.

Tabla 29: Detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo sólido asimilable a domiciliario generado.

Tipo de Residuo	Capacidad Contenedor [L]	N° de Contenedores	Color	Estado
Papeles	120	1	Azul	Reutilizado
Cartones	120	1	Azul	Reutilizado
Vidrios	120	1	Verde	Reutilizado
Plásticos	120	1	Amarillo	Reutilizado
Desechos orgánicos	35	1	Café	Nuevo

Análogo al procedimiento A-TMM-02, los contenedores serán inspeccionados semanalmente para asegurar que se conserven en buenas condiciones. Si muestran algún grado de deterioro deberán ser reemplazados.

Los contenedores de papeles, cartones, vidrios y plásticos serán ubicados en un punto verde en el exterior del taller metalmecánico, con el fin de disminuir la aglomeración de residuos en el este.

5.2.3 Cuantificación de Residuos

El procedimiento que implica la cuantificación de residuos en el taller estará determinado por el A-TMM-05: Procedimiento para la cuantificación de residuos en el taller metalmecánico y se basará en medir a través de una balanza industrial (figura 71) adquirida por el departamento de Mecánica la cantidad de residuos generados mensualmente, llevando un registro de esto a través de la planilla adjunta en el apéndice n°10.



Figura 71: Imagen referencial de la balanza industrial cotizada en el proyecto.

5.3 **Disposición**

En el manejo de los residuos sólidos se recomienda aplicar la siguiente prioridad: reducir, reusar, reciclar, tratar y disponer (ver figura 72).



Figura 72: Priorización de actividades para la valorización de los residuos.

Este orden hace referencia a que desde el punto de vista ambiental, la mejor alternativa es prevenir, evitando la generación de residuos. Si no es posible evitar su generación, se debe buscar su re-uso, tal cual se visualizó en el diagnóstico inicial, con la aplicación de reutilización de desechos en el área de Soldadura. Si esto no se logra, se debe buscar su valorización mediante reciclaje o valorización energética. Otro proceso que se puede abordar es el tratamiento, con el objetivo de reducir la cantidad y/o peligrosidad antes de su envío y por último la disposición final adecuada en sitios autorizados.

Entre las alternativas de minimización que se pueden desarrollar están las siguientes:

5.3.1 **Reducir**

Los procedimientos que se llevarán a cabo en el taller para evitar la generación de residuos en grandes cantidades serán los siguientes:

- ✓ Capacitar al personal mediante charlas de concientización e instructivo de buenas prácticas operacionales (incluyendo concepto de segregación), en relación a lo que se refiere a aspectos ambientales asociados a operaciones de mecanizado, soldadura o mantenimiento.

- ✓ Control de inventarios y Activos Fijos: para evitar que las materias primas caduquen y que se transformen en residuos. Implementación 5s en pañol del taller metalmecánico.
- ✓ Optimizar las operaciones de segregación e identificación del residuo, mediante el rotulado de contenedores y especificando las zonas de almacenamiento de residuos.
- ✓ Inspección de Equipos y Maquinarias mediante listas de chequeo de los equipos y las operaciones para detectar fallas, necesidades de recambio y/o mantenimiento de equipos y así no generar residuos peligrosos.

5.3.2 Reusar

La reutilización es un concepto que se aplica actualmente en el taller, y que se basa en la recuperación de residuos para ser utilizados. Si corresponden a residuos no peligrosos no existe restricción para su reutilización, en tanto si son residuos peligrosos solo pueden ser reutilizados con residuos o productos que posean sus mismas características de peligrosidad.

Otro punto relevante en la reutilización, es el proyecto de donaciones de equipos, herramientas y equipos de protección personal a colegios industriales de bajos recursos, con el fin de aprovechar aquellos materiales que no se utilizan en el taller y que se encuentran como activos en el pañol.

5.3.3 Reciclaje

El reciclaje llevado a cabo en el taller, estará fundamentado en recuperar los residuos mediante la entrega de estos a empresas autorizadas para su valorización posterior, a continuación se da a conocer los residuos reciclados, el gestor responsable, la frecuencia de los retiros y el tipo de valorización.

El argumento principal para seleccionar a los gestores autorizados propuestos en este plan es que actualmente trabajan con la Universidad y/o el Departamento de Mecánica, por lo cual existe una certeza de las operaciones que realizan, cumpliendo con los requerimientos necesarios para un retiro completo de los residuos desde el taller metalmecánico.

El contacto de las empresas responsables se encuentra adjunto en los procedimientos D-TMM, realizados para la disposición final de los residuos y será de responsabilidad del Departamento de Mecánica coordinar con los responsables de cada tipo de residuos con anticipación el retiro desde el taller.

5.3.4 Disposición Final

La disposición final de los residuos sólidos se debe realizar en lugares que cuenten con las respectivas autorizaciones sanitarias.

En el caso de los Residuos Peligrosos se debe realizar en rellenos de seguridad o a través de empresas certificadas como gestores autorizados de RESPEL. En cuanto a los residuos no peligrosos, también se deben disponer en lugares autorizados. Al igual que en el caso anterior, será responsabilidad del Departamento de Mecánica

En caso de que algún gestor autorizado no pueda seguir realizando los retiros desde el campus, se buscará en el listado de empresas autorizadas para la disposición final de diversos tipos de residuos, la cual se encuentra disponible en la página web www.asrm.cl, para el retiro en la RM.

5.4 Reestructuración Pañol Taller Metalmecánico

De forma paralela al trabajo desarrollado en el programa de manejo de residuos, se trabajó en la propuesta para la reestructuración del pañol en el taller, enfocado en organizar insumos, herramientas y accesorios, para facilitar las tareas efectuadas en esta área.

La argumentación de esta propuesta es que durante las actividades de diagnóstico se determinó que no existen condiciones ideales para el almacenamiento de los insumos, ya que estos se tienden a confundir con residuos debido a que no se encuentra un lugar designado para el acopio de estos.

5.4.1 Propuesta

La propuesta tiene por objetivo reestructurar y reordenar el pañol ubicado en el taller metalmecánico del Campus San Joaquín aplicando la herramienta 5s, con el propósito de implementar un modelo de inventario acorde a las necesidades del establecimiento y facilitar las tareas desarrolladas en esta área.

Esta considera cinco procedimientos, los que abarcan desde la identificación de los bienes servibles e inservibles hasta los procedimientos de reabastecimiento de materias primas. A continuación se da a conocer el detalle de estas actividades:

- P-TMM-1 Procedimiento de identificación, clasificación y ubicación de los bienes servibles mediante aplicación de metodología 5s.
- P-TMM-2 Procedimiento de identificación, clasificación y ubicación de los bienes inservibles, obsoletos e innecesarios para darlos de baja mediante aplicación de metodología 5s.
- P-TMM-3 Procedimiento para el control de bienes que ingresan y salen del pañol para operaciones de producción.
- P-TMM-4 Procedimiento para el control de personal que ingresan y salen del pañol.
- P-TMM-5 Procedimiento para reabastecimiento de materias primas en las diferentes áreas de producción.

Para un mayor detalle de estos procedimientos se debe consultar el apéndice 9, donde se encuentra en extenso la propuesta enviada a las autoridades del Departamento para su aprobación.

5.4.2 **Aplicación 5S**

Durante el periodo de trabajo de título se lograron implementar algunas acciones relacionadas con la metodología 5S en el taller metalmecánico y se dejaron propuestas otras, las cuales demostraron y demostrarán, respectivamente, una mejoría en el funcionamiento del pañol, principalmente debido al orden y limpieza logrados. A continuación se dan a conocer algunos de los cambios verificados.

Clasificación

Para comenzar con la aplicación de esta metodología, es necesario clasificar entre lo necesario y lo no necesario, retirando aquellos elementos que son inútiles y almacenando de forma correcta aquellos que son útiles para las actividades del taller. Por lo mismo, se efectuó en conjunto con Don Manuel Vicencio una limpieza y segregación en base a la utilidad de los elementos en el pañol. La figura 73, particularmente, en la imagen (a) se aprecia a Don Manuel en operaciones de limpieza, mientras que en la figura (b) se visualiza parte de los residuos extraídos del pañol, segregados según tipo de residuo asimilable a domiciliario.



Figura 73: Imagen referencial de las operaciones de limpieza y clasificación llevadas a cabo en el taller.

Además este paso de la 5S lleva a cabo mediante la designación de áreas específicas en el pañol para el almacenamiento de insumos y accesorios de cada área operativas del taller en particular, separando

los estantes de acopio y registrando cada elemento en una planilla Excel, creando un archivo con el inventario de herramientas y accesorios por cada área.

Orden

La reestructuración del pañol contempla el orden de las herramientas e insumos para una facilitación en las tareas desarrolladas. Para esto se propone la adquisición de cajas de plásticos contenedoras (ver figura 74), para el acopio de los elementos presentes en el pañol, con el fin de asegurar su preservación en condiciones en óptimas una vez que se requiera darles uso.



Figura 74: Imagen referencial del acopio de herramientas en el taller, comparando el antes y después de la aplicación 5S.

Limpieza

La limpieza es fundamental para mantener en condiciones óptimas el lugar de trabajo. Es de suma importancia darle énfasis en el aseo profundo, con el fin de prevenir el deterioro de insumos, herramientas y accesorios almacenados en el pañol.

5.5 Resumen costos del proyecto

Una vez determinado los planes de acción es relevante resumir los costos implicados en el proyecto, con el fin de dimensionar los gastos necesarios para llevar a cabo la implementación de los cambios.

Para comenzar se resumirán los costos asociados a los procesos de recolección de residuos, es decir el valor de escobas, palas, paños de aseo y brochas nuevos y que cumplan con las tareas de limpieza en el taller (Ver tabla 30).

Tabla 30: Detalle de Costos en Pesos Chilenos de accesorios de limpieza cotizados de forma particular.

Producto	Cantidad	Costo por Unidad (\$) (Sin IVA)	Distribuidor
Escobas multiuso	8	990	Homecenter
Palas de plástico	4	2990	Homecenter
Palas metálicas	4	6990	Homecenter
Brochas	10	2390	Homecenter
Paños multiuso	15	500	Easy

La tabla 31 muestra el detalle del costo de los contenedores necesarios y que representan el valor más bajo obtenido, en base a una serie de cotizaciones solicitadas a empresas especialistas en el rubro.

Tabla 31: Detalle de Costos en Pesos Chilenos de productos relacionados a los procedimientos de Almacenamiento de Residuos en el taller.

Producto	Capacidad [L]	Cantidad	Costo por Unidad (\$)	Distribuidor
Contenedor Gris Claro	240	1	39.000	Saveline
Contenedor Gris Oscuro	240	1	39.000	Saveline
Contenedor Rojo	120	1	29.400	Saveline
Contenedor Burdeo	120	1	29.400	Saveline
Tambor Rojo	50	2	17.500	Saveline
Caja Transparente	6	4	990	Homecenter

Otro proceso implicado en el almacenamiento es la cuantificación de residuos, para lo cual será necesario adquirir una balanza digital industrial, a continuación, en la tabla 32, se muestra el valor cotizado en el mercado:

Tabla 32: Detalle de Costos en Pesos Chilenos de adquisición de Balanza Industrial para cuantificación de Residuos en el taller.

Producto	Capacidad [Kg]	Cantidad	Costo por Unidad (\$)	Distribuidor
Balanza Industrial	300	1	281.725	PCE Instruments
Flete	-	1	7.000	PCE Instruments

Los costos asociados a la disposición de los residuos consideran principalmente el retiro de estos basado en la cantidad generada y la frecuencia con que deben ser evacuados del taller (Ver tabla 33).

Tabla 33: Detalle de Costos en Pesos Chilenos asociados a los procedimientos de disposición de Residuos en el taller.

Tipo de Residuo	Gestor Autorizado	Frecuencia de Retiro	Costo Retiro
Chatarra y Viruta	Maestranza Sinsay	Semestralmente	A definir
Insertos	Sandvick	Anualmente	Gratis
Aceites	STU	Anualmente	A definir
Baterías	STU	Anualmente	A definir
Papeles	Fundación Casa la Paz	Mensualmente	Gratis
Cartones	Fundación Casa la Paz	Mensualmente	Gratis
Vidrios	Fundación Casa la Paz	Mensualmente	Gratis
Plásticos	Fundación Casa la Paz	Mensualmente	Gratis
Tubos fluorescentes	STU	Anualmente	A definir
Paños contaminados	STU	Anualmente	A definir
Envases de productos químicos vacíos	STU	Anualmente	A definir
Basura asimilable a domiciliaria	Municipalidad	Mensualmente	A definir

6 Conclusiones

En el contexto del presente trabajo de titulación se establecieron las siguientes conclusiones que representan el aprendizaje y cumplimiento de los objetivos propuestos al comienzo de este proceso.

- ✓ Se evaluó mediante un diagnóstico inicial la gestión de residuos realizada en el taller metalmecánico, detectando la existencia oportunidades de mejora en las tareas de manejo de residuos, las cuales fueron analizadas en conjunto con los apoyos académicos y profesores a cargo del taller en una reunión de concientización ambiental desarrollada durante Diciembre del año pasado.
- ✓ Se determinaron las opciones de carácter técnico/operacional para gestionar la clasificación almacenamiento y disposición de los residuos generados en el taller y se analizó la factibilidad desde los puntos de vista económico y operacional de las opciones para el proyecto de gestión integral propuesto.
- ✓ La caracterización permitió conocer el potencial de recuperación, aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos generados en la Universidad, hoy clasificados o manejados como residuos sólidos ordinarios. Por medio del proceso de investigación, se estableció que no se generan Residuos Industriales Líquidos, en ninguna de sus formas, determinando que existen, según la clasificación por origen, Residuos Industriales Sólidos, de carácter No Peligrosos o Peligrosos y Residuos Asimilables a Domiciliarios.
- ✓ Se diseñó para el taller metalmecánico del Campus San Joaquín de la Universidad Técnica Federico Santa María un plan de gestión integral de residuos y logrando implementar el plan en las tareas de corto plazo y dejando un instructivo para las tareas a mediano y largo plazo. El manejo responsable de los residuos industriales sólidos generados tiene como retribuciones el cuidado del entorno en que se desarrollan las actividades del campus y una concientización ambiental respecto al proceso que implica el eliminar desechos mediante métodos que ponen en riesgo el medio ambiente. Es por esto que a través del programa de manejo de residuos propuesto en la presente memoria, se establece el contacto con gestores autorizados, quienes se encuentran certificados para el transporte, manejo y disposición final de aquellos residuos, ya sean de carácter peligrosos, no peligrosos o inertes.
- ✓ Del desarrollo de este trabajo se puede concluir que la propuesta e implementación de un Plan de Gestión de Residuos es un proceso gradual y arduo en el cual se deben considerar distintas variables relacionadas con el manejo de desechos, priorizando los aspectos legales y estableciendo un nexo con la política ambiental de la institución o empresa involucrada. Además el aprovechamiento de los residuos debe partir de la base de involucrar la comunidad en

programas de separación en la fuente de los residuos sólidos. Este tipo de programas deberán ser graduales, pues un principio las personas sólo separarán de los residuos el material reciclable, y poco a poco irán involucrando en sus hábitos una separación más específica.

- ✓ Para el éxito del programa se hizo estrictamente necesario garantizar a la comunidad la recolección selectiva del material separado; de modo que la comunidad sienta que sus esfuerzos no son vanos, sino que contribuye al bienestar común, a la mejora de su calidad de vida y a la conservación del medio ambiente.
- ✓ La implementación de las actividades propuestas en los programas generarán resultados que son fundamentales en la reducción de los residuos sólidos producidos, minimización de costos operativos y fortalecimiento de la cultura del reciclaje en la Universidad. La puesta en marcha y seguimiento de los programas propuestos se llevará a cabo en un plazo máximo de un año, bajo el control del comité ambiental propuesto en el plan.
- ✓ Es importante trabajar con las organizaciones de recicladores; pues son éstas quienes mejor conocen las potencialidades de los residuos, cómo utilizarlos y el mercado que poseen. Además es primordial que se les continúe colaborando para mejorar su calidad de vida y la de sus familias.

Entre las recomendaciones propuestas son detalladas en los siguientes apartados y hacen hincapié en el mejoramiento de los procesos realizados en el taller y mejoras en las políticas a nivel de departamento e Institución.

- Es necesario generar una política ambiental a nivel de departamento que otorgue una directriz respecto a los asuntos ambientales y la gestión de los residuos que se lleva a cabo en los laboratorios y talleres. Análogamente, es importante que la institución defina una política ambiental dentro de la Estrategia Institucional, la cual que sea aplicable a todas las unidades académicas y administrativas de la Universidad Técnica Federico Santa María en cualquiera de sus campus.
- A nivel de funcionamiento del Taller Metalmecánico es de relevancia gestionar un plan de producción, el cual abarque la administración de insumos y herramientas, además de los procesos relacionados con la distribución de tareas tanto a nivel académico como externo.

7 Apéndices

Apéndice 1: Listados para la identificación de residuos no peligrosos y peligrosos según D.S. N°148/2004 MINSAL.

Los listados de residuos para la aplicación del artículo 19 son los siguientes:

LISTA A

RESIDUOS PELIGROSOS

A1 RESIDUOS METÁLICOS O QUE CONTENGAN METALES

➤ A1010 Residuos metálicos y residuos que contengan aleaciones de cualquiera de las siguientes sustancias.

- Antimonio
- Arsénico
- Berilio
- Cadmio
- Plomo
- Mercurio
- Selenio
- Telurio
- Talio

Excluidos los residuos que figuran específicamente en la Lista B del presente Artículo.

➤ A1020 Residuos que tengan como constituyentes o contaminantes, excluidos los residuos metálicos en forma masiva, cualquiera de las siguientes sustancias:

- Antimonio; compuestos de antimonio
- Berilio; compuestos de berilio
- Cadmio; compuestos de cadmio
- Plomo; compuestos de plomo
- Selenio; compuestos de selenio
- Telurio; compuestos de telurio

➤ A1030 Residuos que tengan como constituyentes o contaminantes cualquiera de las sustancias siguientes:

- Arsénico; compuestos de arsénico
- Mercurio; compuestos de mercurio
- Talio; compuestos de talio

- A1040 Residuos que tengan como constituyentes cualquiera de las siguientes sustancias:
 - Carbonilos metálicos
 - Compuestos de cromo hexavalente
- A1050 Lodos galvánicos
- A1060 Baños residuales del decapaje de metales
- A1070 Residuos de lixiviación del procesamiento del zinc, polvos y lodos como jarosita, hematites, etc.
- A1080 Residuos de zinc no incluidos en la Lista B del presente Artículo, que contengan plomo y cadmio en concentraciones tales que hagan que el residuo presente alguna característica de peligrosidad.
- A1090 Cenizas de la incineración o quema de cables de cobre recubiertos con aislantes.
- A1100 Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre
- A1110 Soluciones electrolíticas usadas de las operaciones de electro refinación y electro obtención del cobre
- A1120 Lodos residuales de los sistemas de depuración electrolítica en las operaciones de electro refinación y electro obtención del cobre, excluidos los barros anódicos
- A1129 Barros anódicos cuyo contenido de plata sea inferior a 17% y su contenido de oro sea inferior a 0,18%
- A1130 Soluciones de ácidos para grabar usadas que contengan cobre disuelto
- A1140 Residuos de catalizadores de cloruro cúprico y de cianuro de cobre
- A1150 Cenizas de metales preciosos procedentes de la incineración de circuitos impresos no incluidos en la Lista B del presente Artículo, que presentan alguna característica de peligrosidad
- A1160 Baterías de plomo desechadas, enteras o trituradas.
- A1170 Baterías desechadas sin seleccionar, excluidas mezclas de baterías sólo de la Lista B del presente Artículo. Baterías desechas no incluidas en la Lista B del presente Artículo que contengan constituyentes de la Lista II del artículo 18 en concentraciones tales que hagan que el residuo presente alguna característica de peligrosidad
- A1180 Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o chatarras de éstos que contengan componentes como baterías incluidas en la presente Lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitores de PCB, o contaminados con constituyentes de la Lista II del artículo 18 (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en concentraciones tales que hagan que el residuo presente alguna característica de peligrosidad (véase la entrada correspondiente B1110 en la Lista B del presente Artículo)

A2 RESIDUOS QUE CONTENGAN PRINCIPALMENTE CONSTITUYENTES INORGÁNICOS, QUE PUEDAN CONTENER METALES O MATERIA ORGÁNICA

- A2010 Residuos de vidrio de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados.
- A2020 Residuos de compuestos inorgánicos de flúor en forma de líquidos o lodos, pero excluidos los residuos de ese tipo especificados en la Lista B del presente Artículo.
- A2030 Residuos de catalizadores, excluidos los residuos de este tipo especificados en la Lista B del presente Artículo.
- A2040 Yeso residual procedente de procesos de la industria química, si contiene constituyentes de la Lista II de Residuos Peligrosos en concentraciones que hagan que el residuo presente alguna característica de peligrosidad (véase la entrada correspondiente B2080, en la Lista B del presente Artículo).
- A2050 Residuos de asbesto (polvo y fibras).
- A2060 Cenizas volátiles de centrales eléctricas de carbón que contengan constituyentes de la Lista II de Residuos Peligrosos en concentraciones que hagan que el residuo presente alguna característica de peligrosidad (véase la entrada correspondiente B2050 en la Lista B del presente Artículo)

A3 RESIDUOS QUE CONTENGAN PRINCIPALMENTE CONSTITUYENTES ORGÁNICOS, QUE PUEDAN CONTENER METALES Y MATERIALES INORGÁNICOS

- A3010 Residuos resultantes de la producción o el procesamiento de coque de petróleo y asfalto
- A3020 Aceites minerales desechados no aptos para el uso al que estaban destinados
- A3030 Residuos que contengan, consistan o estén contaminados por lodos de compuestos antidetonantes plomados
- A3040 Residuos de fluidos térmicos (transferencia de calor)
- A3050 Residuos resultantes de la producción, formulación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas/adhesivos excluidos aquellos residuos especificados en la Lista B del presente Artículo (véase el apartado correspondiente B4020 en la Lista B del presente Artículo)
- A3060 Nitrocelulosa residual
- A3070 Residuos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquidos o de lodos
- A3080 Residuos de éteres excepto aquellos especificados en la Lista B del presente Artículo

- A3090 Residuos de cuero en forma de polvo, cenizas, lodos y harinas que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente B3100 en la Lista B del presente Artículo)
- A3100 Recortes y otros residuos del cuero o de cuero regenerado que no sirvan para la fabricación de artículos de cuero, que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente B3090 en la Lista B del presente Artículo)
- A3110 Residuos del curtido de pieles que contengan compuestos de cromo hexavalente o 48 biocidas (véase el apartado correspondiente B3110 en la Lista B del presente Artículo)
- A3120 Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento
- A3130 Residuos de compuestos orgánicos de fósforo
- A3140 Residuos de solventes orgánicos no halogenados pero con exclusión de los residuos especificados en la Lista B del presente Artículo
- A3150 Residuos de solventes orgánicos halogenados
- A3160 Residuos de destilación no acuosos halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de solventes orgánicos
- A3170 Residuos resultantes de la producción de hidrocarburos halogenados alifáticos (tales como clorometano, dicloroetano, cloruro de vinilo, cloruro de alilo y epicloridrina)
- A3180 Residuos, sustancias y artículos que contienen, consisten o están contaminados con bifenilo policlorado (PCB), terfenilo policlorado (PCT), naftaleno policlorado (PCN) o bifenilo polibromado (PBB), o cualquier otro compuesto polibromado análogo, con una concentración de igual o superior a 50 mg/kg
- A3190 Residuos alquitranados (con exclusión de los cementos asfálticos) resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico de materiales orgánicos

A4 RESIDUOS QUE PUEDEN CONTENER CONSTITUYENTES INORGÁNICOS U ORGÁNICOS

- A4010 Residuos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos farmacéuticos, pero con exclusión de los residuos especificados en la Lista B del presente Artículo
- A4020 Residuos clínicos y afines; es decir residuos resultantes de prácticas médicas, de enfermería, dentales, veterinarias o actividades similares, y residuos generados en hospitales u otras instalaciones durante actividades de investigación o el tratamiento de pacientes, o de proyectos de investigación
- A4030 Residuos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos, con inclusión de residuos de plaguicidas y herbicidas que no respondan a las especificaciones, caducados, o no aptos para el uso previsto originalmente

- A4040 Residuos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera
- A4050 Residuos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:
 - Cianuros inorgánicos, con excepción de residuos que contienen metales preciosos, en forma sólida, con trazas de cianuros inorgánicos
 - Cianuros orgánicos
 - A4060 Residuos de mezclas y emulsiones de aceite y agua o de hidrocarburos y agua
 - A4070 Residuos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los residuos especificados en la Lista B del presente Artículo (véase el apartado B4010 de la Lista B del presente Artículo)
 - A4080 Residuos de carácter explosivo (pero con exclusión de los residuos especificados en la Lista B del presente Artículo)
 - A4090 Residuos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado B2120 de la Lista B del presente Artículo
 - A4100 Residuos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los residuos especificados en la Lista B del presente Artículo
 - A4110 Residuos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:
 - Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados
 - Cualquier sustancia del grupo de las dibenzodioxinas policloradas
 - A4120 Residuos que contienen, consisten o están contaminados con peróxidos
 - A4130 Envases y contenedores de residuos que contienen sustancias incluidas en la Lista II del artículo 18, en concentraciones suficientes como para mostrar características de peligrosidad
 - A4140 Residuos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados correspondientes a las categorías de la Lista II del artículo 18 y que muestran características de peligrosidad
 - A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
 - A4160 Carbono activado consumido no incluido en la Lista B del presente Artículo (véase el correspondiente apartado B2060 de la Lista B del presente Artículo)

Lista B

Residuos No Peligrosos

B1 RESIDUOS DE METALES Y RESIDUOS QUE CONTENGAN METALES

- B1010 Residuos de metales y de aleaciones de metales, en forma metálica y no dispersable:
 - Metales preciosos (oro, plata, el grupo del platino, pero no el mercurio)
 - Chatarra de hierro y acero
 - Chatarra de cobre
 - Chatarra de níquel
 - Chatarra de aluminio
 - Chatarra de zinc
 - Chatarra de estaño
 - Chatarra de tungsteno
 - Chatarra de molibdeno
 - Chatarra de tántalo
 - Chatarra de magnesio
 - Chatarra de cobalto
 - Chatarra de bismuto
 - Chatarra de titanio
 - Chatarra de zirconio
 - Chatarra de manganeso
 - Chatarra de germanio
 - Chatarra de vanadio*
 - Chatarra de hafnio, indio, niobio, renio y galio
 - Chatarra de torio
 - Chatarra de tierras raras
- B1020 Chatarra de metal limpia, no contaminada, incluidas las aleaciones, en forma acabada en bruto (láminas, chapas, vigas, barras, etc), de:
 - Residuos de antimonio
 - Chatarra de berilio
 - Chatarra de cadmio
 - Chatarra de plomo (pero con exclusión de los baterías de plomo)
 - Chatarra de selenio
 - Chatarra de telurio
- B1030 Metales refractarios que contengan residuos

- B1040 Chatarra resultante de la generación de energía eléctrica, no contaminada con aceite lubricante, PCB o PCT en una cantidad que la haga peligrosa
- B1050 Fracción pesada de la chatarra de mezcla de metales no ferrosos que no contenga sustancias de la Lista II del artículo 18 en una concentración suficiente como para mostrar características de peligrosidad
- B1060 Residuos de selenio y telurio en forma metálica elemental, incluido el polvo de estos elementos
- B1070 Residuos de cobre y de aleaciones de cobre en forma dispersable, a menos que contengan constituyentes de la Lista II del artículo 18 en una cantidad tal que les confiera alguna de las características de peligrosidad
- B1080 Ceniza y residuos de zinc, incluidos los residuos de aleaciones de zinc en forma dispersable, a menos que contengan constituyentes de la Lista II del artículo 18 en una concentración tal que les confiera alguna de las características de peligrosidad
- B1090 Baterías de desecho que se ajusten a una especificación, con exclusión de los fabricados con plomo, cadmio o mercurio
- B1100 Residuos que contienen metales resultantes de la fusión, fundición y refinación de metales:
 - Peltre de zinc duro
 - Escorias que contengan zinc:
 - Escorias de la superficie de planchas de zinc para galvanización (>90% Zn)
 - Escorias del fondo de planchas de zinc para galvanización (>92% Zn)
 - Escorias de zinc de la fundición en coquilla (>85% Zn)
 - Escorias de planchas de zinc de galvanización por inmersión en caliente (carga) (>92% Zn)
 - Espumados de zinc
 - Espumados de aluminio (o espumas) con exclusión de la escoria de sal
 - Escorias de la elaboración del cobre destinado a una elaboración o refinación posteriores, que no contengan arsénico, plomo o cadmio en cantidad tal que les confiera características de peligrosidad
 - Residuos de revestimientos refractarios, con inclusión de crisoles, derivados de la fundición del cobre
 - Escorias de la elaboración de metales preciosos destinados a una refinación posterior
 - Escorias de estaño que contengan tántalo, con menos del 0,5% de estaño
- B1110 Montajes eléctricos y electrónicos:
 - Montajes electrónicos que consistan sólo en metales o aleaciones
 - Residuos o chatarra de montajes eléctricos o electrónicos(13) (incluidos los circuitos impresos) que no contengan componentes tales como baterías incluidas en la Lista A del presente Artículo,

interruptores de mercurio, vidrio procedente de tubos de rayos catódicos u otros vidrios activados ni condensadores de PCB, o no estén contaminados con sustancias de la Lista II del artículo 18 (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) o de los que esos componentes se hayan extraído hasta el punto de que no muestren ninguna característica de peligrosidad (véase el apartado A1180 de la Lista A del presente Artículo)

- Montajes eléctricos o electrónicos (incluidos los circuitos impresos, componentes electrónicos y cables) destinados a una reutilización directa, y no al reciclado o a la eliminación final

- B1120 Catalizadores agotados, con exclusión de líquidos utilizados como catalizadores, que contengan alguno de los siguientes elementos:

- Metales de transición, con exclusión de catalizadores de desecho (catalizadores agotados, catalizadores líquidos usados u otros catalizadores) de la lista A:

- escandio
- vanadio
- manganeso
- cobalto
- cobre
- itrio
- niobio
- hafnio
- tungsteno
- titanio
- cromo
- hierro
- níquel
- zinc
- circonio
- molibdeno
- tántalo
- renio
- Lantánidos (metales del grupo de las tierras raras):
- lantano
- praseodimio
- samario
- gadolinio
- disprosio

- terbio
- iterbio
- cerio
- neodimio
- europio
- terbio
- holmio
- tulio
- lutecio
- B1130 Catalizadores agotados limpios que contengan metales preciosos
- B1140 Residuos que contengan metales preciosos en forma sólida, con trazas de cianuros inorgánicos
- B1150 Residuos de metales preciosos y sus aleaciones (oro, plata, el grupo de platino, pero no el mercurio) en forma dispersable, no líquida, con un embalaje y etiquetado adecuados
- B1160 Cenizas de metales preciosos resultantes de la incineración de circuitos impresos (véase el correspondiente apartado de la lista A A1150)
- B1170 Cenizas de metales preciosos resultantes de la incineración de películas fotográficas
- B1180 Residuos de películas fotográficas que contengan haluros de plata y plata metálica
- B1190 Residuos de papel para fotografía que contengan haluros de plata y plata metálica
- B1200 Escoria granulada resultante de la fabricación de hierro y acero
- B1210 Escoria resultante de la fabricación de hierro y acero, con inclusión de escorias que sean una fuente de TiO₂ y vanadio
- B1220 Escoria de la producción del zinc, químicamente estabilizada, con un elevado contenido de hierro (más de 20%) y elaborado de conformidad con especificaciones industriales (por ejemplo, DIN 4301) sobre todo con fines de construcción
- B1230 Escamas de laminado resultantes de la fabricación de hierro y acero
- B1240 Escamas de laminado del óxido de cobre

B2 RESIDUOS QUE CONTENGAN PRINCIPALMENTE CONSTITUYENTES INORGÁNICOS, QUE A SU VEZ PUEDAN CONTENER METALES Y MATERIALES ORGÁNICOS

- B2010 Residuos resultantes de actividades mineras, en forma no dispersable:
 - Residuos de grafito natural
 - Residuos de pizarra, estén o no recortados en forma basta o simplemente cortados mediante aserrado o de otra manera
 - Residuos de mica

- Residuos de leucita, nefelina y sienita nefelínica
- Residuos de feldespatos
- Desecho de espato flúor
- Residuos de sílice en forma sólida, con exclusión de los utilizados en operaciones de fundición
 - B2020 Residuos de vidrios en forma no dispersable:
- Desperdicios de vidrios rotos y otros residuos y chatarra de vidrios, con excepción del vidrio de los tubos rayos catódicos y otros vidrios activados
 - B2030 Residuos de cerámica en forma no dispersable:
- Residuos y escorias de cerametal (compuestos metalocerámicos)
- Fibras de base cerámica no especificadas o incluidas en otro lugar B2040 Otros desperdicios que contengan principalmente constituyentes inorgánicos:
- Sulfato de calcio parcialmente refinado resultante de la desulfurización del gas de combustión
- Residuos de tablas o planchas de yeso resultantes de la demolición de edificios
- Escorias de la producción de cobre, químicamente estabilizadas, con un elevado contenido de hierro (más de 20%) y elaboradas de conformidad con especificaciones industriales (por ejemplo DIN 4301 y DIN 8201) principalmente con fines de construcción y de abrasión
- Azufre en forma sólida
- Piedra caliza resultante de la producción de cianamida de calcio (con un Ph inferior a 9)
- Cloruros de sodio, potasio, calcio
- Carborundo (carburo de silicio)
- Hormigón en cascotes
- Chatarra de vidrio que contengan litio-tántalo y litio-niobio
 - B2050 Cenizas volantes de centrales eléctricas a carbón, no incluidas en la Lista A del presente Artículo (véase el apartado A2060 de la Lista A del presente Artículo)
 - B2060 Carbón activado consumido resultante del tratamiento del agua potable y de procesos de la industria alimentaria y de la producción de vitaminas (véase el apartado correspondiente A4160 de la Lista A del presente artículo)
 - B2070 Lodo de fluoruro de calcio
 - B2080 Residuos de yeso resultante de procesos de la industria química no incluidos en la Lista A del presente Artículo (véase el apartado A2040 de la Lista A del presente Artículo)
 - B2090 Residuos de ánodos resultantes de la producción de acero o aluminio, hechos de coque de petróleo o alquitrán y limpiados con arreglo a las especificaciones normales de la industria (con exclusión de los residuos de ánodos resultantes de la electrólisis de álcalis de cloro y de la industria metalúrgica)

- B2100 Residuos de hidratos de aluminio y residuos de alúmina, y residuos de la producción de alúmina, con exclusión de los materiales utilizados para la depuración de gases, o para los procesos de floculación o filtrado
- B2110 Residuos de bauxita ("barro rojo") (pH moderado a menos de 11,5)
- B2120 Residuos de soluciones ácidas o básicas con un pH superior a 2 o inferior a 11,5, que no muestren otras características corrosivas o peligrosas (véase el apartado A4090 de la Lista A del presente Artículo)

B3 RESIDUOS QUE CONTENGAN PRINCIPALMENTE CONSTITUYENTES ORGÁNICOS, QUE PUEDEN CONTENER METALES Y MATERIALES INORGÁNICOS

- B3010 Residuos sólidos de material plástico:

Los siguientes materiales plásticos o sus mezclas, siempre que no estén mezclados con otros residuos y estén preparados con arreglo a una especificación:

- Residuos de material plástico de polímeros y copolímeros no halogenados, con inclusión de los siguientes, pero sin limitarse a ellos:
- etileno
- estireno
- polipropileno
- tereftalato de polietileno
- acrilonitrilo
- butadieno
- poliacetálos
- poliamidas
- tereftalato de polibutileno
- policarbonatos
- poliéteres
- sulfuros de polifenilenos
- polímeros acrílicos
- alcanos C10-C13 (plastificantes)
- poliuretano (que no contenga CFC)
- polisiloxanos
- polimetil de metacrilato
- alcohol polivinílico
- butiral de polivinilo
- polivinil acetato

- Residuos de resinas curadas o productos de condensación, con inclusión de los siguientes:
- resinas de formaldehídos de urea
- resinas de formaldehídos de fenol
- resinas de formaldehído de melamina
- resinas expoxicas
- resinas alquílicas
- poliamidas
- Los siguientes residuos de polímeros fluorados
- Perfluoroetileno/propileno (FEP)
- Perfluoroalkoxi-alkano (PFA)
- Perfluoroalkoxi-alkano (MFA)
- Fluoruro de polivinilo (PVF)
- Fluoruro de polivinilideno (PVDF)

➤ B3020 Residuos de papel, cartón y productos del papel

Los materiales siguientes, siempre que no estén mezclados con residuos peligrosos:

- Residuos y desperdicios de papel o cartón de:
- papel o cartón no blanqueado o papel o cartón corrugado
- otros papeles o cartones, hechos de pulpa blanqueada químicamente, no coloreada en la masa
- papel o cartón hecho principalmente de pulpa mecánica (por ejemplo, periódicos, revistas y materiales impresos similares)
- otros, con inclusión, pero sin limitarse a: 1) cartón laminado, 2) desperdicios no seleccionados

➤ B3030 Residuos de textiles

Los siguientes materiales, siempre que no estén mezclados con otros residuos y estén preparados con arreglo a una especificación:

- Residuos de seda (con inclusión de cocuyos inadecuados para el devanado, residuos de hilados y de materiales en hilachas)
- que no estén cardados ni peinados
- otros
- Residuos de lana o de pelo animal, fino o basto, con inclusión de residuos de hilados pero con exclusión del material en hilachas
- borras de lana o de pelo animal fino
- otros residuos de lana o de pelo animal fino
- residuos de pelo animal
- Residuos de algodón, (con inclusión de los residuos de hilados y material en hilachas)

- residuos de hilados (con inclusión de residuos de hilos)
- material deshilachado
- otros
- Estopa y residuos de lino
- Estopa y residuos (con inclusión de residuos de hilados y de material deshilachado) de cáñamo verdadero (*Cannabis sativa* L.)
- Estopa y residuos (con inclusión de residuos de hilados y de material deshilachado) de yute y otras fibras textiles bastas (con exclusión del lino, el cáñamo verdadero y el ramio)
- Estopa y residuos (con inclusión de residuos de hilados y de material deshilachado) de sisal y de otras fibras textiles del género *Agave*
- Estopa, borras y residuos (con inclusión de residuos de hilados y de material deshilachado) de coco
- Estopa, borras y residuos (con inclusión de residuos de hilados y de material deshilachado) de abaca (cáñamo de Manila o *Musa textilis* Nee)
- Estopa, borras y residuos (con inclusión de residuos de hilados y material deshilachado) de ramio y otras fibras textiles vegetales, no especificadas o incluidas en otra parte
- Residuos (con inclusión de borras, residuos de hilados y de material deshilachado) de fibras no naturales
 - de fibras sintéticas
 - de fibras artificiales
- Ropa usada y otros artículos textiles usados
- Trapos usados, bramantes, cordelería y cables de desecho y artículos usados de bramante, cordelería o cables de materiales textiles
 - seleccionados
 - otros
- B3040 Residuos de caucho
 - Los siguientes materiales, siempre que no estén mezclados con otros residuos:
 - Residuos de caucho duro (por ejemplo, ebonita)
 - Otros residuos de caucho (con exclusión de los residuos especificados en otro lugar)
- B3050 Residuos de corcho y de madera no elaborados:
 - Residuos de madera, estén o no aglomerados en troncos, briquetas, bolas o formas similares
 - Residuos de corcho: corcho triturado, granulado o molido
- B3060 Residuos resultantes de las industrias agroalimentarias siempre que no sean infecciosos:
 - Borra de vino

- Residuos y subproductos vegetales secos y esterilizados, estén o no en forma de pellets, del tipo utilizado como pienso, no especificados o incluidos en otro lugar
- Productos desgrasados: residuos resultantes del tratamiento de sustancias grasas o de ceras animales o vegetales
- Residuos de huesos y de médula de cuernos, no elaborados, desgrasados, o simplemente preparados (pero sin que se les haya dado forma), tratados con ácido o desgelatinizados
- Residuos de pescado
- Cáscaras, cortezas, pieles y otros residuos del cacao
- Otros residuos de la industria agroalimentaria, con exclusión de subproductos que satisfagan los requisitos y normas nacionales e internacionales para el consumo humano o animal
 - B3070 Los siguientes residuos:
 - Residuos de pelo humano
 - Paja de desecho
 - Micelios de hongos desactivados resultantes de la producción de penicilina para su utilización como piensos
 - B3080 Residuos y recortes de caucho
 - B3090 Recortes y otros residuos de cuero o de cuero aglomerado, no aptos para la fabricación de artículos de cuero, con exclusión de los lodos de cuero que no contengan biocidas o compuestos de cromo hexavalente (véase el apartado correspondiente A3100 de la Lista A del presente Artículo)
 - B3100 Polvo, cenizas, lodos o harinas de cueros que no contengan compuestos de cromo hexavalente ni biocidas (véase el apartado A3090 en la Lista A del presente Artículo)
 - B3110 Residuos de curtido de pieles que no contengan compuestos de cromo hexavalente ni biocidas ni sustancias infecciosas (véase el apartado A3110 de la Lista A del presente Artículo)

Apéndice 2: Formato Informe APL utilizado durante las auditorías de certificación en campus San Joaquín.

Acciones con evidencia y que se cumplen totalmente	Existen prácticas pero no evidenciadas en documentos	No hay evidencia	Total acciones
0	9	48	57
0	16%	84%	

Requisito					Evidencia encontrada	Brecha	Hay evidencia y cumple totalmente	Existen prácticas pero no evidenciadas en documentos	No hay evidencia
Meta	Meta	ID	Acción	Criterio de verificación					
META 1: EN EL 100% DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR ADHERIDAS AL ACUERDO, EXPRESAN EL COMPROMISO POR LA SUSTENTABILIDAD Y LO EVIDENCIAN EN SUS LINEAMIENTOS BÁSICOS.	1	1	Las instituciones de educación superior, designarán un encargado de gestionar el cumplimiento del APL., indicando sus funciones y responsabilidades.	El encargado podrá ser un profesional contratado por la Institución de Educación Superior para desempeñar las funciones como encargado del Acuerdo o se podrá asignar funciones a un cargo ya existente. ID: Registro de designación formal de la persona responsable de la gestión del APL por Institución de Educación Superior o instalación adherida, detallando funciones y responsabilidades. Registro formal podrá ser: descripción de cargo,	Carta nombramiento o obsoleta	Actualizar y sacar firma		1	

			Resolución o Decreto, oficio, carta firmada por la jefatura u otro.					
1	2	Cada institución de educación superior formará un comité de sustentabilidad, integrado por representantes de la plana directiva, operaciones (administración y mantenimiento), infraestructura, académicos, estudiantes y prevención de riesgos.	El Comité de sustentabilidad podrá estar conformado por representantes que la institución de educación superior designe, sin embargo a lo menos deberán estar presentes funcionarios, académicos o docentes y alumnos. El Comité de Sustentabilidad podrá ser conformado por instalación y/o por IES adherida. ID: Registro de conformación del Comité de Sustentabilidad, el cual podrá ser un Acta o Resolución o Decreto y a lo menos un acta de reunión semestral.	Carta nombramiento o sin firmas	Actualizar y sacar firma		1	
1	3	Las instituciones de educación superior, definirán, propondrán y comunicarán una política de sustentabilidad, la cual a lo menos, deberá incorporar criterios del APL (energía, agua, residuos y formación de capacidades) en sus instalaciones y comprometer esfuerzos por medir y gestionar sus procesos para reducir sus impactos ambientales. Esta Política, servirá como base para el desarrollo de sus políticas particulares.	La política de sustentabilidad deberá ser definida por el Comité de Sustentabilidad, mediante cualquier metodología que éste determine. La Política podrá ser validada o estar en proceso de validación. Y posteriormente comunicada una vez	0%	Redactar, sacar firma			1

			validada. ID: Propuesta de la Política de Sustentabilidad o Política definida. Registro formal que permita constatar su validación o el trámite del proceso de validación. Registros de comunicación de la política, los cuales podrán ser La difusión en la página web institucional o publicación en un lugar físico visible al interior de la IES o registro de entrega a los distintos estamentos de la IES o incorporación en los reportes de sustentabilidad u otro que la IES estime conveniente.					
	1	4	Cada Comité de Sustentabilidad deberá elaborar e implementar un plan de acción para ejecución del APL.	Plan de acción elaborado e implementado para la ejecución del APL.	Plan enero 2016	Presente plan de acción		1

Apéndice 3: Entrevistas autoridades del Campus San Joaquín respecto a la Política Ambiental de la Institución.

Apéndice 3.1: Entrevista Directora del Campus San Joaquín respecto a la política de impacto ambiental que se posee actualmente.

Objetivo: El siguiente documento tiene como objetivo identificar y declarar los aspectos más relevantes de la visión que tienen las autoridades del campus frente al impacto ambiental. Es de suma importancia reconocer el contexto en que se desarrolla la gestión de residuos en la Universidad, ya que dentro del plan estratégico institucional no está considerado este tema.

Tiempo: 25 minutos aprox.

Entrevistada: Carolyn Palma

Fecha: 03/10/2016

Pregunta	Respuesta
1.- ¿La Universidad tiene declarada una política de impacto ambiental? Si existe, ¿Se encuentra documentada?	R: <i>No, la Universidad no cuenta con una política de impacto ambiental, si manifiesta su interés en propiciar un campus sustentable.</i>
2.- ¿Según su parecer, la operación del Campus genera impactos ambientales que deberían ser mitigados o controlados?	R: <i>Si, por supuesto.</i>
3.- ¿Desde su ámbito como autoridad existe interés por desarrollar una política de impacto ambiental para planear, organizar y controlar aquellas actividades de la Institución que generan impactos negativos en el medioambiente?	R: <i>Si.</i>
4.- ¿Según su criterio cuáles serían los pilares fundamentales para motivar el desarrollo de una política de impacto ambiental en la Universidad?	R: <i>Básicamente porque está asociada al desarrollo formación de todas las ingenierías que se dictan, el ámbito de trabajo es trabajar en una planta, y todas las plantas en mayor o menor medida generan residuos, por lo tanto</i>

Pregunta	Respuesta
	<i>las políticas de mitigación, minimización, de matrices ambientales, planes de aseguramiento de la calidad y de la ISO 14000 es parte del desarrollo. Por lo tanto desde el punto de vista de esta administración siempre hemos querido utilizar la capacidad instalada que se tiene en el campus, como una planta piloto, aplicarlo e internalizarlo es un objetivo, no institucional, pero si como campus.</i>
5.- ¿Tiene conocimiento de alguna iniciativa o idea de crear una Unidad de Gestión Ambiental cuyo principal objetivo sea evaluar y mejorar los estándares en materia ambiental de la Institución?	R: <i>La administración anterior suscribe este acuerdo de campus sustentable, que nos compromete a una serie metas e hitos que están estipulados según fecha, y que lamentablemente desde el punto de vista de la organización, al no tener una figura que se pueda hacer cargo, ya que el responsable fue administración campus, área que no tenía el perfil necesario. Lo primero que se debe hacer es generar una estructura y un responsable, interno o externo. Es algo que se debe hacer.</i>
6.- ¿Cuáles son los requisitos legales y reglamentarios que se le exigen cumplir a la institución dentro del marco regulatorio?	R: <i>No manejo todos los decretos. Manejo información desde el punto de vista de aguas, donde aguas andina posee dos puestos de monitoreo de toma de muestras de residuos. Y con respecto a los residuos sólidos tenemos un manejo a través de las unidades académicas para los residuos sólidos industriales y para los residuos domiciliarios no recuerdo el nombre del gestor. Desde el punto de vista ambiental, solo se tiene declarada una fuente fija, que es la caldera de IQA a la cual se realiza un monitoreo regular.</i>

Pregunta	Respuesta
7.- Con respecto al Acuerdo de Producción Limpia firmado en el año 2012, ¿Qué logros se han concretado al aplicar el modelo del campus sustentable?, ¿Cómo se proyecta este modelo a futuro en el campus?	R: <i>Difícil de contestar, tendríamos que conversar con Rodrigo Montecino, quien está a cargo del tema del APL, no tengo claridad respecto de cuales de los hitos y metas a corto plazo llegamos a concretar. Sin duda, ahora tenemos una evaluación, la cual claramente no vamos a pasar porque no se cumplieron todas las metas. Se contrató una profesional externa, Carolina Chavez quien realizó la auditoría.</i>
8.- ¿Existe apoyo y coordinación entre las unidades académicas con el fin de trabajar en favor del proyecto campus sustentable?, ¿Qué actividad o proceso del campus presenta la mayor criticidad en relación a la generación de residuos, ya sea enfocado en magnitud o peligrosidad de estos?	R: <i>No, en general desde el punto de vista de la administración general cuando mandamos a pedir una planilla, solicitando precisión se toman su tiempo. Las unidades más comprometidas desde el punto de vista de residuos peligrosos son Química e IQA.</i> <i>Desde el punto de vista de peligrosidad, las unidades de Química e IQA gestionan sus residuos, poseen retiros programados. En cuanto a magnitud no se tiene claridad, pero si se declaró en el último contrato con el personal de aseo el tema de la segregación. Los alumnos no tienen conciencia del reciclaje, por lo cual si bien se tienen contenedores clasificados, es necesario realizar una segunda segregación donde se generan residuos de los residuos. Es necesario lavar los contenedores, donde esa agua va a la red de alcantarillados, lo cual dependiendo de los residuos podría alterar el muestreo que hace Aguas Andinas. Se debe optimizar el proceso de gestión interno, en particular los materiales reciclados.</i>

Pregunta	Respuesta
9.- ¿La comunidad (estudiantes, profesores y funcionarios), conocen y manejan información de los lineamientos o criterios respecto de asuntos ambientales (residuos, iniciativas de recolección y tratamiento de los desechos?	R: <i>Es uno de los objetivos del APL, hacer capacitación a los funcionarios, tener cursos en las mallas curriculares, respecto a tesis sustentables, etc.</i>
10.- Respecto de la comunidad en la vecindad del Campus, ¿Existe información o iniciativas para conocer el parecer o la percepción, acerca del impacto ambiental que la operación del Campus genera en la comunidad?	R: <i>No te sabría decir, no creo que la comunidad tenga la percepción de que en particular este campus sea una fuente de generación de residuos. Los principales reclamos son por el ruido.</i>
11.- ¿Conoce usted algún modelo de gestión ambiental que se esté aplicando en instituciones similares, que se pueda usar en nuestra Universidad?	R: <i>No conozco los modelos, pero sí sé que hay un montón de Universidades que están inscritas al proyecto campus sustentables, Universidad de Chile, Universidad Católica, Universidad Austral entre otras, la mayoría no ha podido llegar a completar los hitos, ya que pasan por procesos de acreditación. Si no está como política institucional es difícil llevar a cabo este tipo de iniciativas. Desde esa perspectiva, el campus lo quiere plantear a nivel de rectoría de que efectivamente sea una política institucional, si se realiza esto, se va a tener recursos, estructura y apoyo. Es análogo al tema de prevención de riesgos.</i>

Apéndice 3.2: Entrevista Jefe de Mantenimiento de Infraestructura del Campus San Joaquín respecto a la política de impacto ambiental que se posee actualmente.

Objetivo: El siguiente documento tiene como objetivo identificar y declarar los aspectos más relevantes de la visión que tienen las autoridades del campus frente al impacto ambiental. Es de suma importancia reconocer el contexto en que se desarrolla la gestión de residuos en la Universidad, ya que dentro del plan estratégico institucional no está considerado este tema.

Tiempo: 25 minutos aprox.

Entrevistado: Rodrigo Montecino

Fecha: Lunes 17/10

Pregunta	Respuesta
1.- ¿La Universidad tiene declarada una política de impacto ambiental? Si existe, ¿Se encuentra documentada?	<i>R: Existe una propuesta la cual no se encuentra validada y que debe ser revisada por la vicerrectoría, para luego publicarla.</i>
2.- ¿Según su parecer, la operación del Campus genera impactos ambientales que deberían ser mitigados o controlados?	<i>R: Si, tenemos manejo de sustancias peligrosas y residuos no peligrosos. Existen muchos residuos no domiciliarios. Además se generan emisiones en las calderas, lo cual se encuentra bien controlado. Se posee un formato con la caracterización de residuos, la cual fue enviada a los departamentos, pero no tuvo respuesta.</i>
3.- ¿Desde su ámbito como autoridad existe interés por desarrollar una política de impacto ambiental para planear, organizar y controlar aquellas actividades de la Institución que generan impactos negativos en el medioambiente?	<i>R: Por supuesto, existe el compromiso y la disposición frente a la gestión de impacto ambiental. Esta permite ayudar a la gestión administrativa del campus.</i>

Pregunta	Respuesta
4.- ¿Según su criterio cuáles serían los pilares fundamentales para motivar el desarrollo de una política de impacto ambiental en la Universidad?	R: <i>Los pilares fundamentales son el compromiso, crear una cultura de conciencia medioambiental mediante una buena capacitación y luego mejora en la gestión.</i>
5.- ¿Tiene conocimiento de alguna iniciativa o idea de crear una Unidad de Gestión Ambiental cuyo principal objetivo sea evaluar y mejorar los estándares en materia ambiental de la Institución?	R: <i>En la institución existen muchas iniciativas que tienen que ver con el impacto ambiental, tales como: ramos que son dictados, grupos de alumnos con iniciativas que contribuyen al impacto ambiental, convenio con fundación la paz mediante el reciclaje de cartones y papeles, paneles fotovoltaicos y auto solar, proyecto “te cuido USM”. Además del programa “Semilla Social USM” el cual contribuye en la difusión de temas relacionados con la sustentabilidad en la comuna.</i>
6.- ¿Cuáles son los requisitos legales y reglamentarios que se le exigen cumplir a la institución dentro del marco regulatorio?	R: <i>Uno de los requisitos legales es el tema de la emisión, otro es el almacenamiento de sustancias peligrosas y finalmente lo que tiene que ver con RILES. Por otro lado existe la ley de reciclaje, donde se deben declarar los residuos en la plataforma del SINADER, mediante declaraciones anuales y mensuales, las cuales en la actualidad son estimadas por la administración del campus, ya que todos los residuos se clasifican como domiciliarios debido a que no existe una segregación de basura.</i>
7.- Con respecto al Acuerdo de Producción Limpia firmado en el año 2012, ¿Qué logros se han concretado al aplicar el modelo del campus	R: <i>Los logros que se han concretado al aplicar este modelo es que se ha tomado más conciencia a nivel de autoridad respecto a los pasos que se</i>

Pregunta	Respuesta
sustentable?, ¿Cómo se proyecta este modelo a futuro en el campus?	<i>han de seguir. Si bien tenemos claro que esto pasa por un tema de compromiso y de destinar un encargado, se encuentra toda la disposición de avanzar en temas de desarrollo sustentable.</i> <i>Se ha enfocado en atribuir fondos concursables a quienes posean ideas sustentables.</i> <i>También se han realizado estudios técnicos económicos relacionados con ahorros energéticos, hídricos, de combustible y hacer el seguimiento para el tema de la huella de carbono.</i> <i>Todo esto está enfocado en que los profesores oriente a sus alumnos a pensar en temáticas sustentables.</i> <i>Si bien no nos certificamos, nosotros estamos enfocados en lograr cumplir todas las metas del APL, con el fin de tener un piso sobre el cual desarrollar avances.</i>
8.- ¿Existe apoyo y coordinación entre las unidades académicas con el fin de trabajar en favor del proyecto campus sustentable?, ¿Qué actividad o proceso del campus presenta la mayor criticidad en relación a la generación de residuos, ya sea enfocado en magnitud o peligrosidad de estos?	R: <i>Si bien existe compromiso de todas las partes académicas, no existe una coordinación propiamente tal. Esto queda reflejada en el uso de la caracterización de residuos, la cual se reenvió cuatro veces y aún no se tiene respuesta.</i> <i>La mayor criticidad se presenta en el cómo se almacenan los residuos peligrosos. Por ejemplo, IQA trata muy bien sus químicos, tratando de neutralizarlos, sin embargo no se posee una bodega de acopio de residuos peligrosos. En caso contrario, mecánica genera residuos peligrosos y no posee una bodega de</i>

Pregunta	Respuesta
	<i>acopio, al igual que mantención de infraestructura.</i>
9.- ¿La comunidad (estudiantes, profesores y funcionarios), conocen y manejan información de los lineamientos o criterios respecto de asuntos ambientales (residuos, iniciativas de recolección y tratamiento de los desechos?	R: <i>No, esto pasa por un tema de coordinación. No existe información ni difusión. Son muchos los actores involucrados, es por eso que la responsabilidad no puede caer en una sola persona.</i>
10.- Respecto de la comunidad en la vecindad del Campus, ¿Existe información o iniciativas para conocer el parecer o la percepción, acerca del impacto ambiental que la operación del Campus genera en la comunidad?	R: <i>Por ahora solo se realizará un estudio de tránsito en el sector, sin embargo no participa mucho la autoridad. Los residuos generados son privados y no se ocupa el camión municipal de la basura.</i>
11.- ¿Conoce usted algún modelo de gestión ambiental que se esté aplicando en instituciones similares, que se pueda usar en nuestra Universidad?	R: <i>Por su puesto, la Universidad Católica y la Universidad de Chile tienen departamentos sustentables y la Universidad Austral posee un modelo de gestión de residuos con plantas de tratamientos de residuos. La UTEM posee la huella de carbono certificada.</i>

Apéndice 4: Cuestionario Taller de Concientización Ambiental

CUESTIONARIO

13/12/2016

Objetivo: El siguiente documento tiene como objetivo identificar y declarar los aspectos más relevantes de la gestión de residuos desarrollada actualmente en el taller metalmecánico desde el punto de vista de quienes desempeñan sus actividades diarias en este lugar.

Tiempo: 5 minutos aprox.

- 1.- ¿Tiene conocimiento acerca de la política de impacto ambiental que posee la Universidad?
- 2.- ¿Posee información acerca del marco regulatorio que influye en la operación de actividades del taller?
- 3.- En una escala de 1 a 5, ¿Cómo evaluaría la seguridad en los procesos de manejo de residuos desarrollados actualmente en el taller?
- 4.- ¿Según su criterio cuáles serían los puntos más sensibles de generación de residuos dentro de las operaciones de mecanizado llevadas a cabo en el taller?
- 5.- En una escala de 1 a 5, ¿Cómo evaluaría el desempeño de actividades relacionadas con la gestión de residuos, tales como, la segregación y clasificación, almacenamiento y disposición de residuos efectuados en la actualidad en el taller?, ¿Podría mencionar cuáles son las fortalezas y debilidades de la gestión de residuos desarrollada actualmente?

Apéndice 5: Piezas obtenidas en el programa INVENTOR para la cuantificación de residuos en el taller metalmecánico.

Husillo 1 pieza en bruto

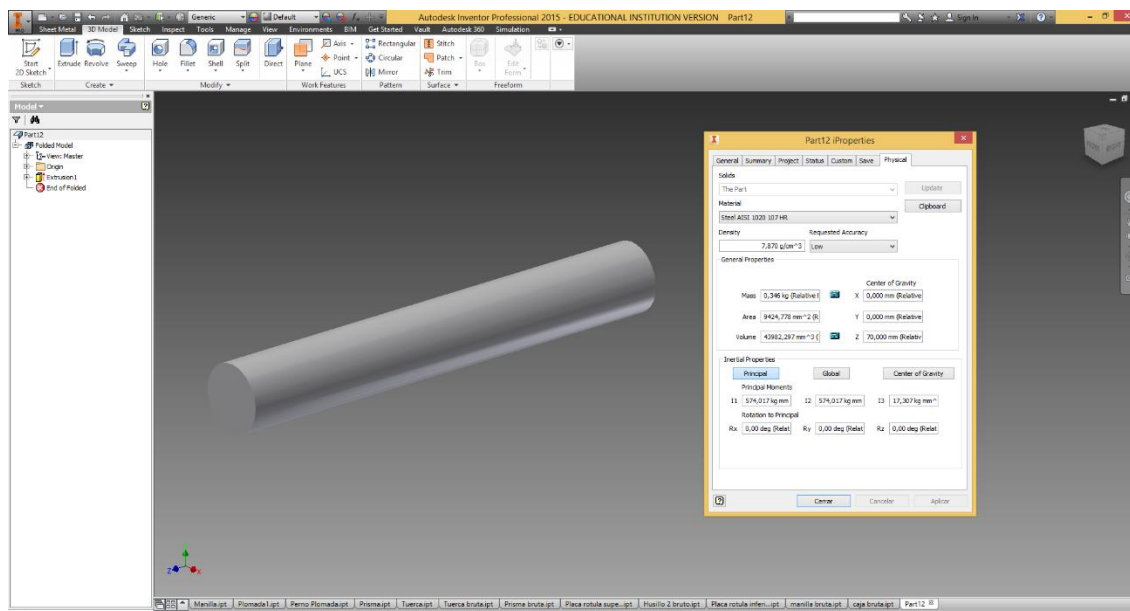


Figura 75: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Husillo 1” antes de ser mecanizada.

Husillo 1 pieza mecanizada

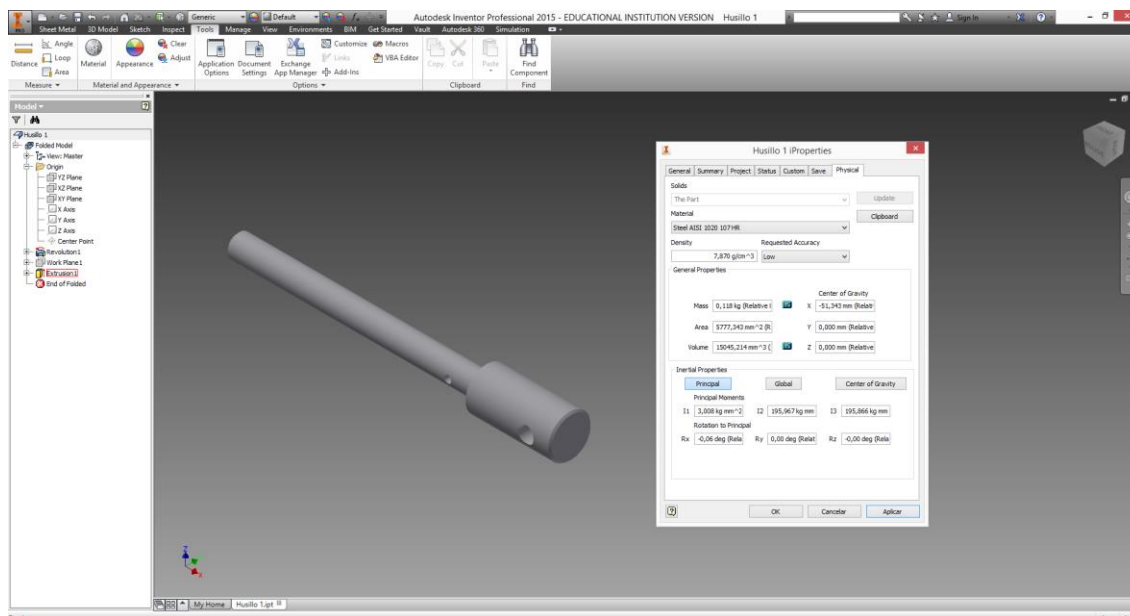


Figura 76: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Husillo 1” después de ser mecanizada.

Pieza N° 25 en bruto

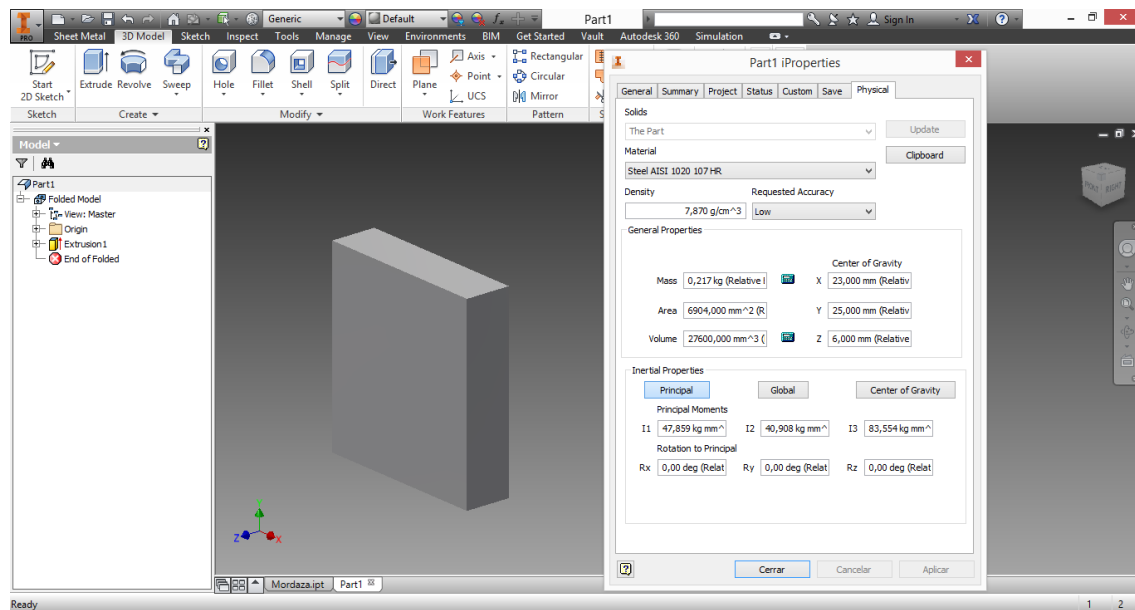


Figura 77: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Pieza N°25” antes de ser mecanizada.

Pieza N° 25 mecanizada

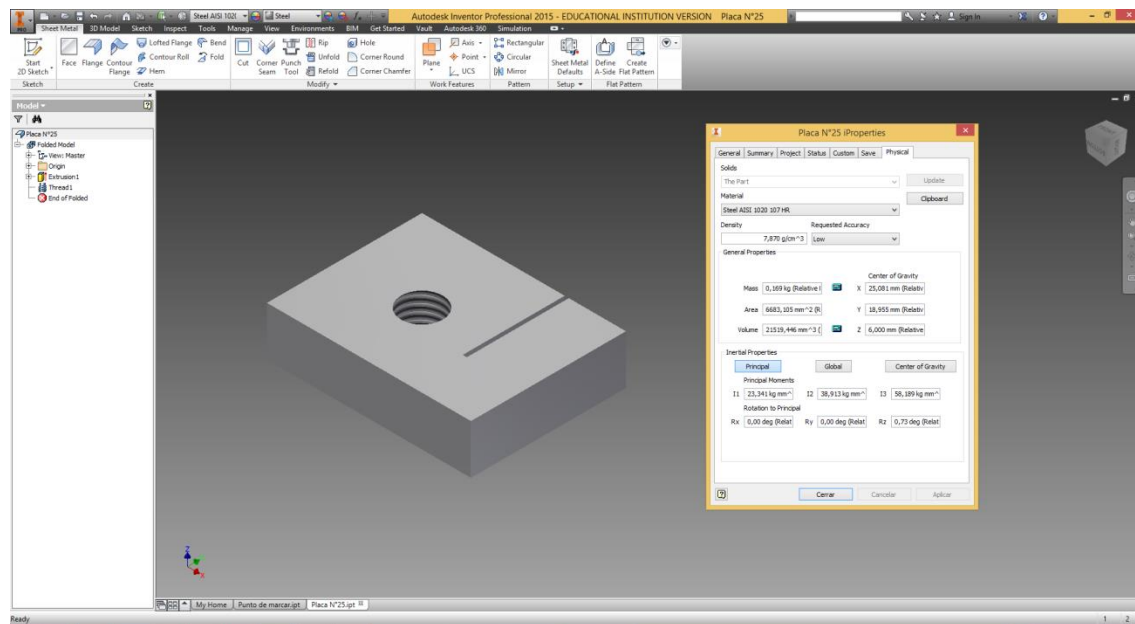


Figura 78: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Pieza N°25” después de ser mecanizada.

Punto de Marcar en bruto

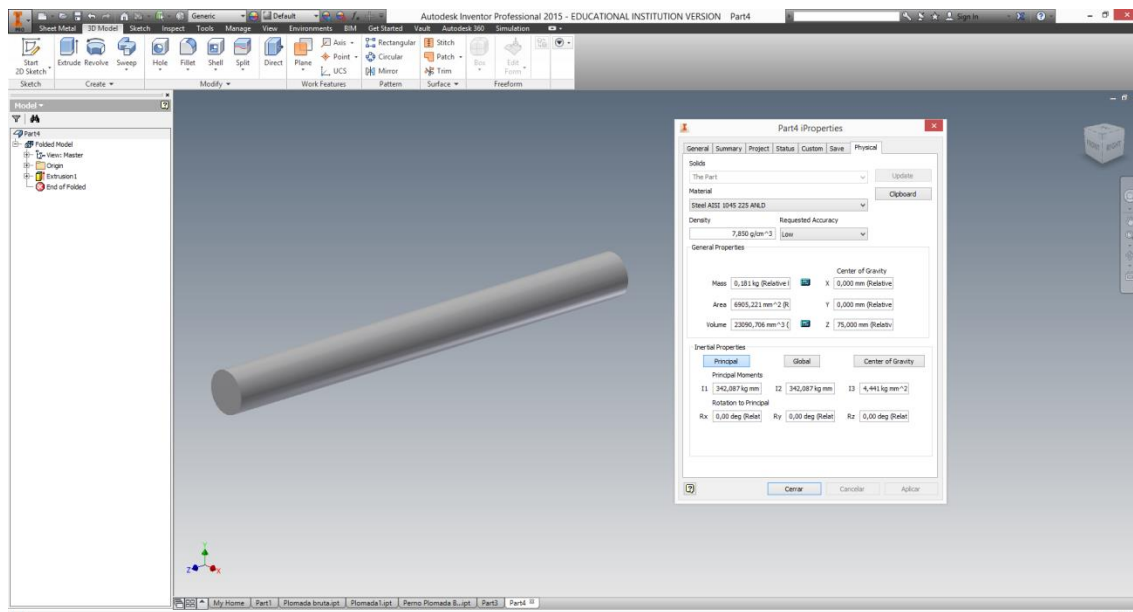


Figura 79: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Punto de Marcar” antes de ser mecanizada.

Punto de Marcar mecanizado

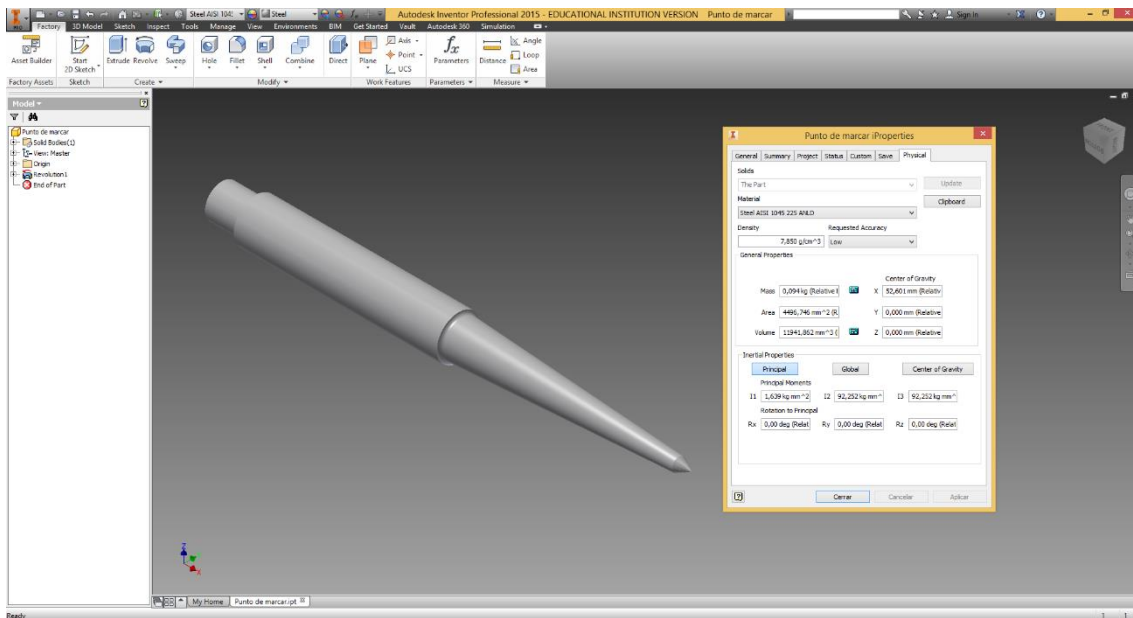


Figura 80: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Punto de Marcar” después de ser mecanizada.

Perno Plomada en bruto

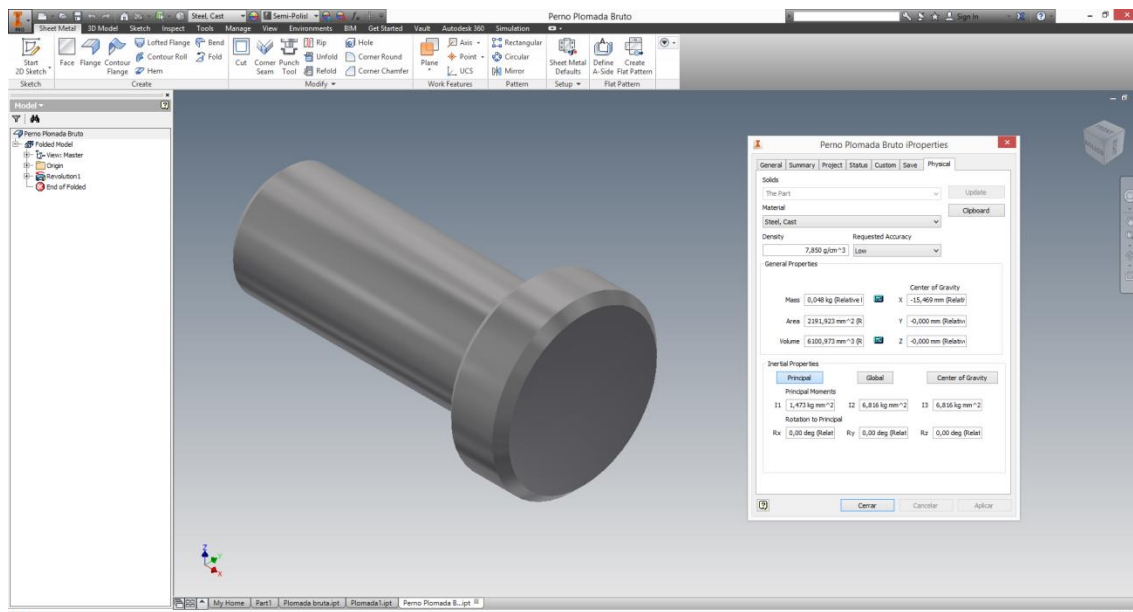


Figura 81: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Perno Plomada” antes de ser mecanizada.

Perno Plomada mecanizado

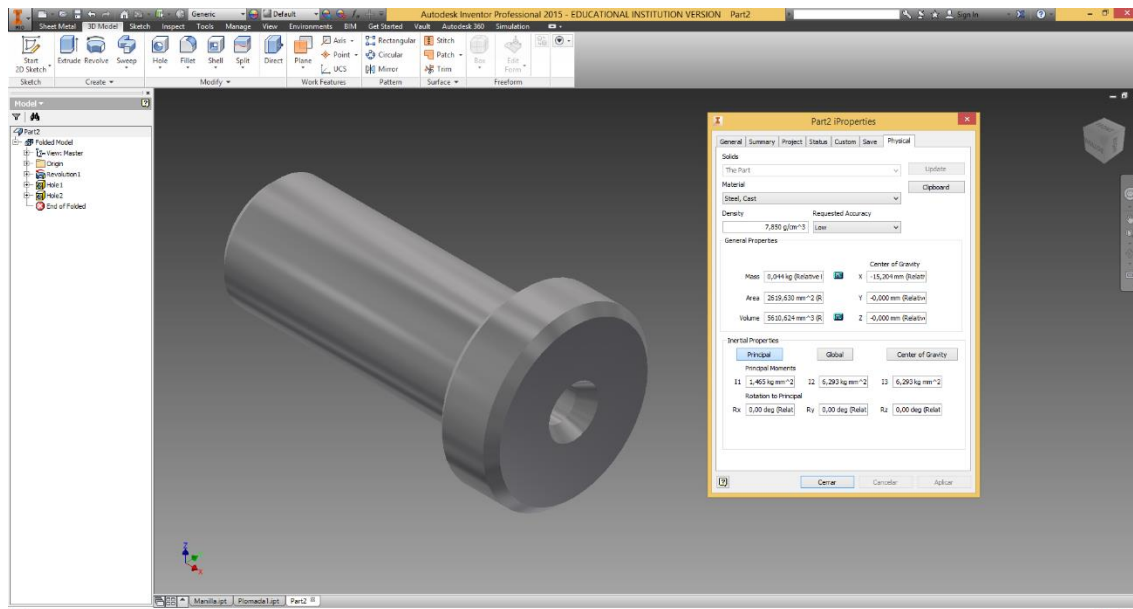


Figura 82: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Perno Plomada” después de ser mecanizada.

Plomada en bruto

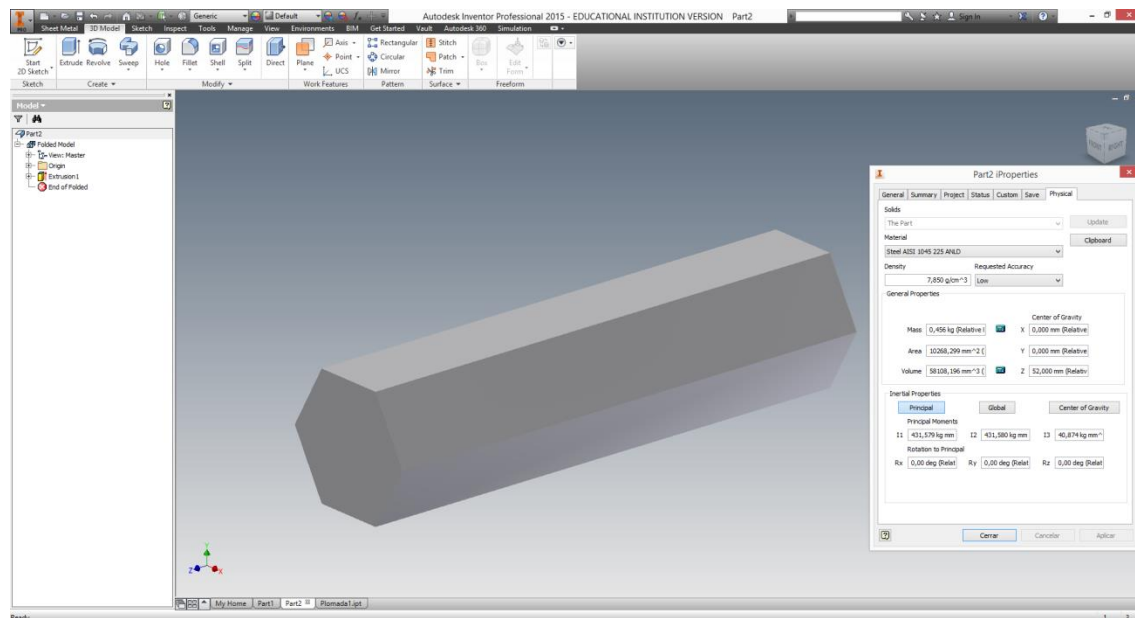


Figura 83: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Plomada” antes de ser mecanizada.

Plomada mecanizada

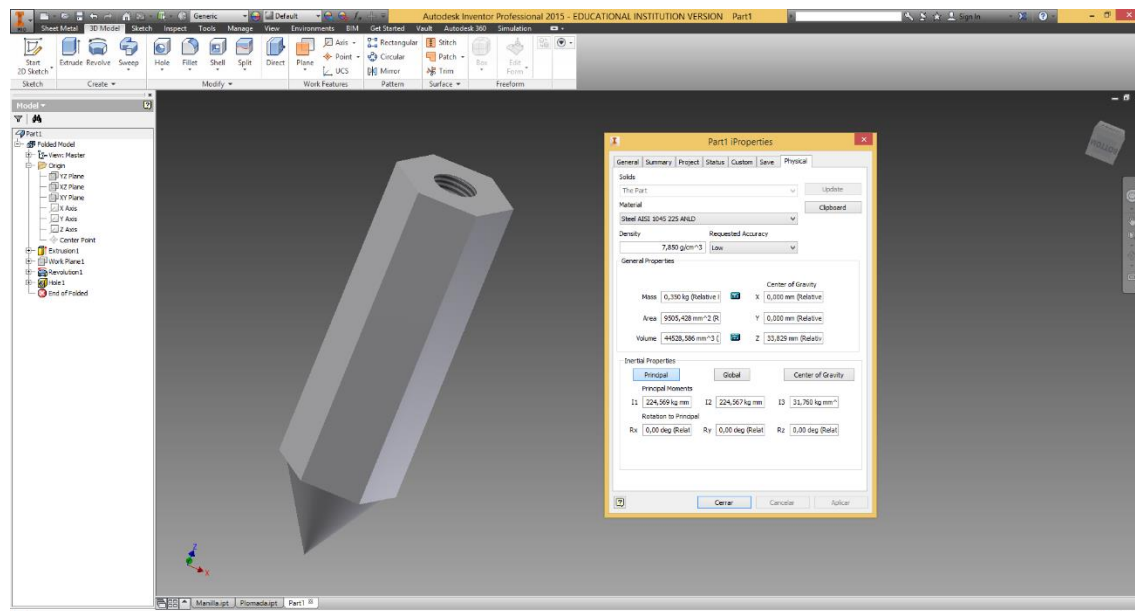


Figura 84: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Plomada” después de ser mecanizada.

Prisma en bruto

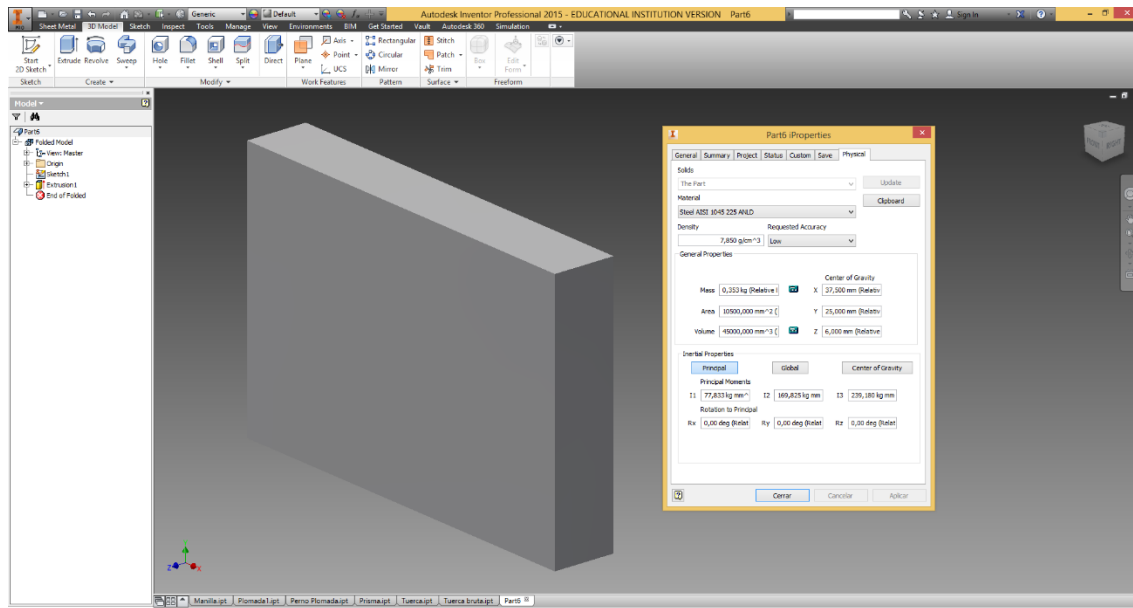


Figura 85: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Prisma” antes de ser mecanizada.

Prisma mecanizado

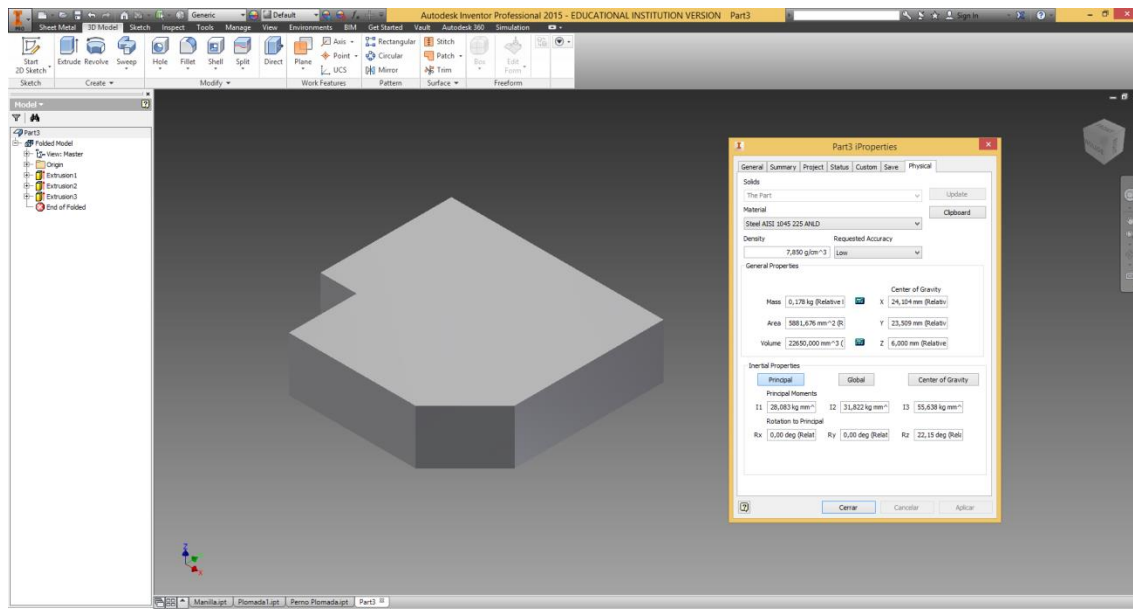


Figura 86: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Prisma” después de ser mecanizada.

Caja N°2 en bruto

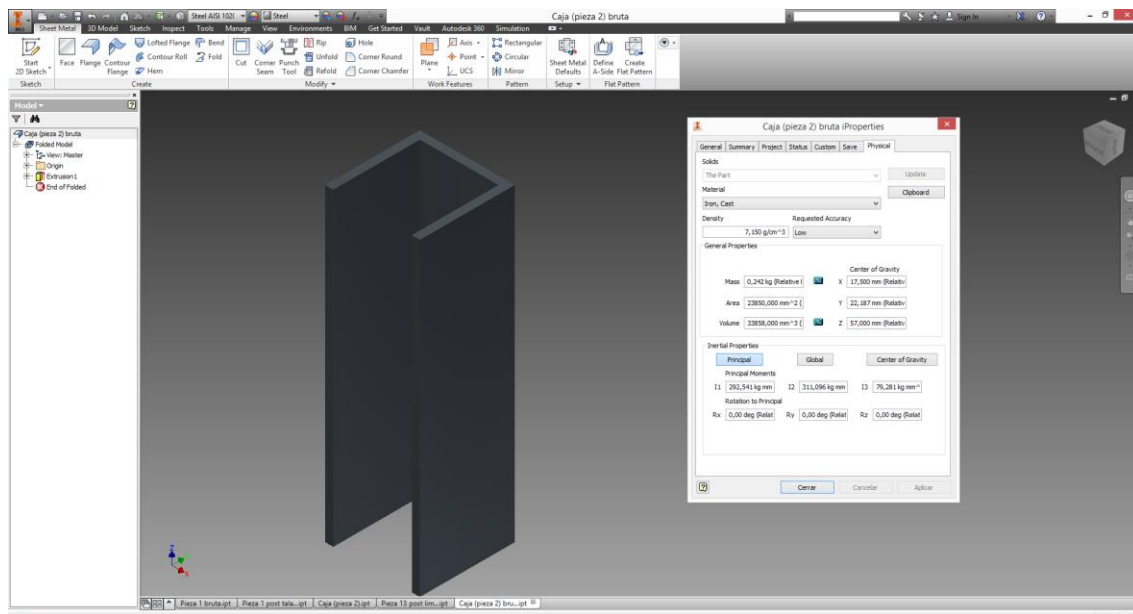


Figura 87: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Caja N°2” antes de ser mecanizada.

Caja N°2 mecanizada

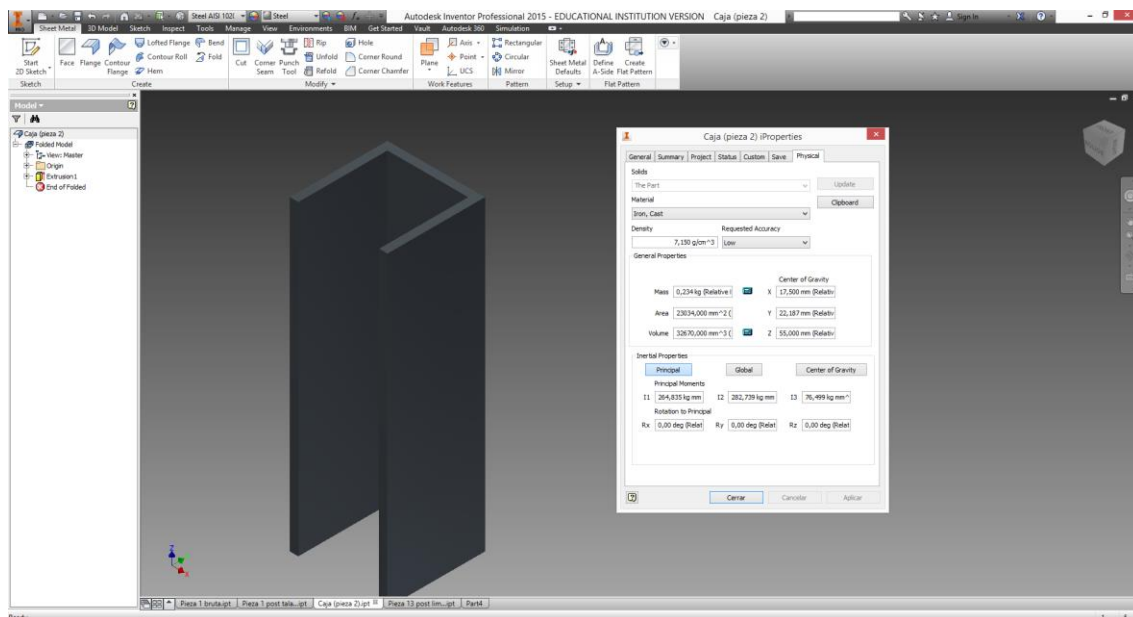


Figura 88: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Caja N°2” después de ser mecanizada.

Caja N°6 en bruto

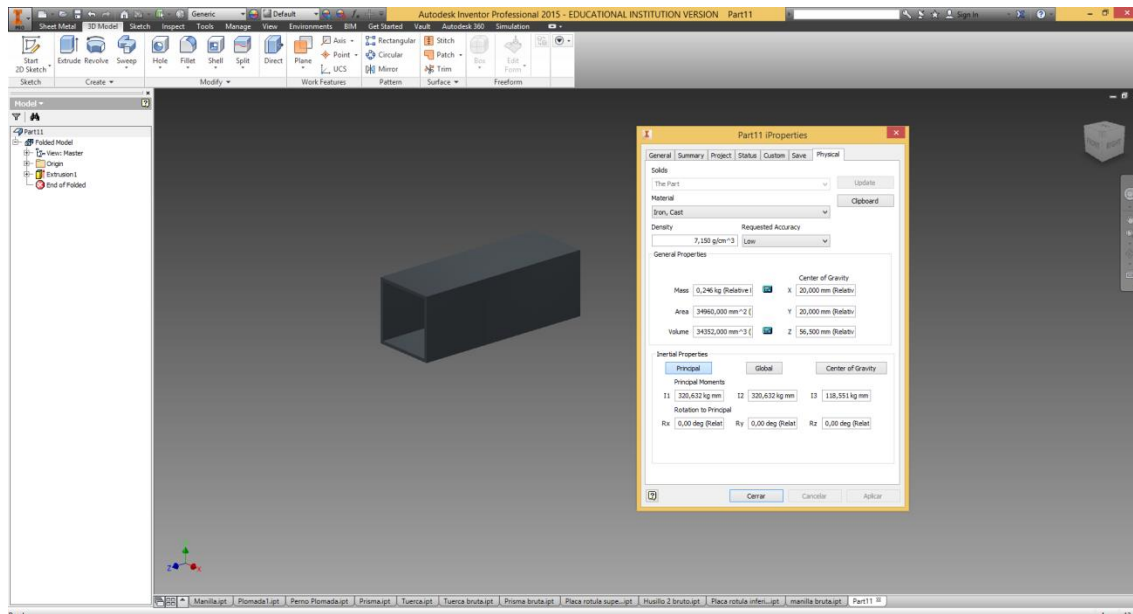


Figura 89: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Caja N°6” antes de ser mecanizada.

Caja N°6 mecanizada

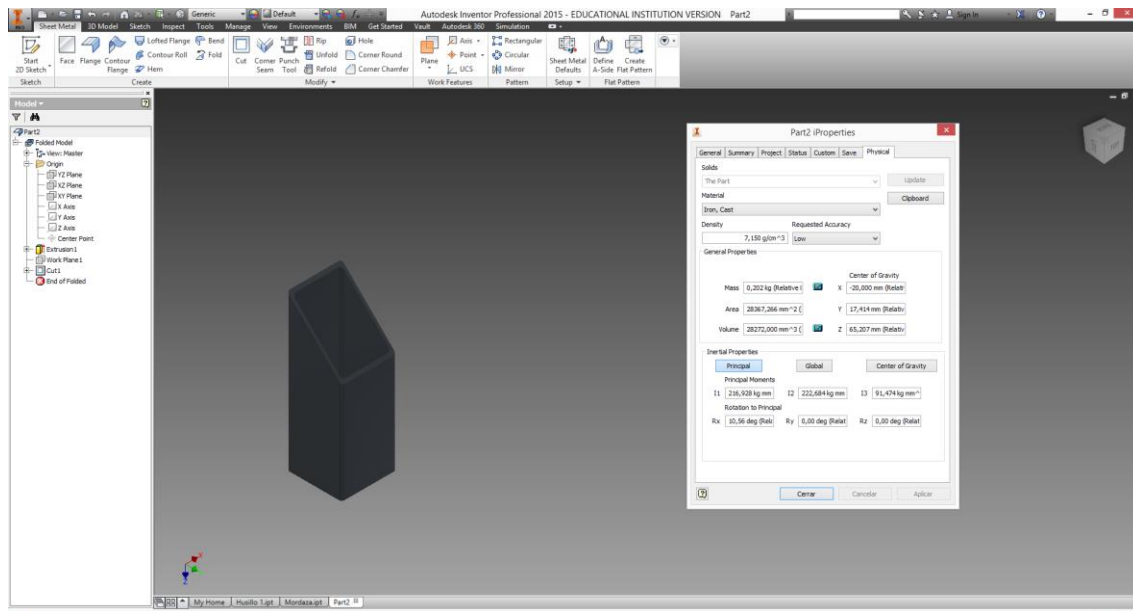


Figura 90: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Caja N°6” antes de ser mecanizada.

Espiga en bruto

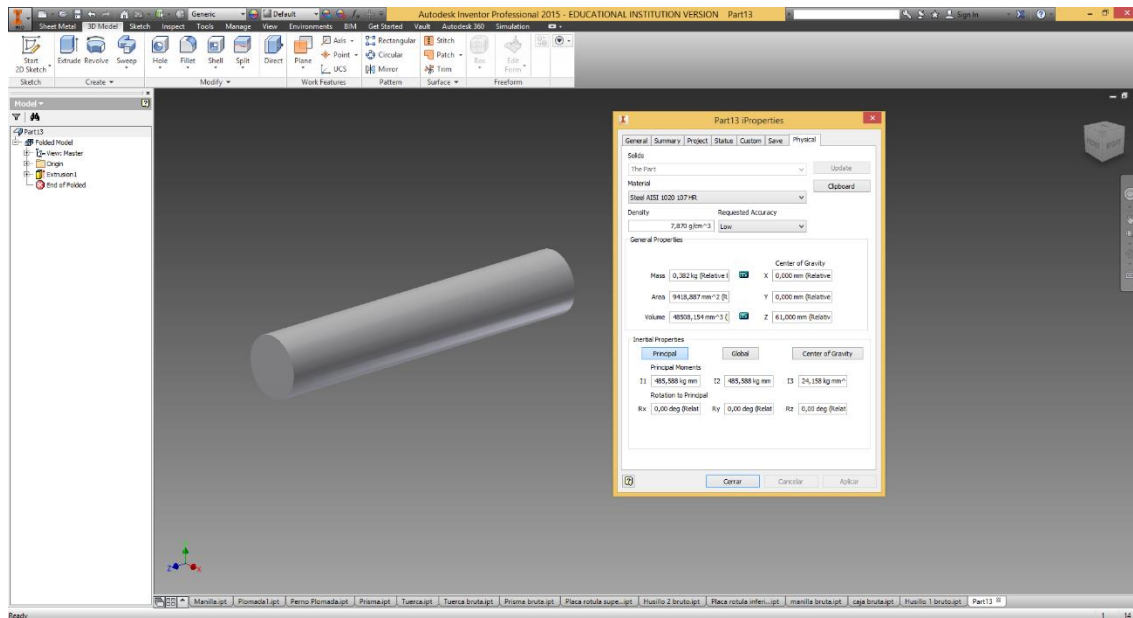


Figura 91: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Espiga” antes de ser mecanizada.

Espiga mecanizada

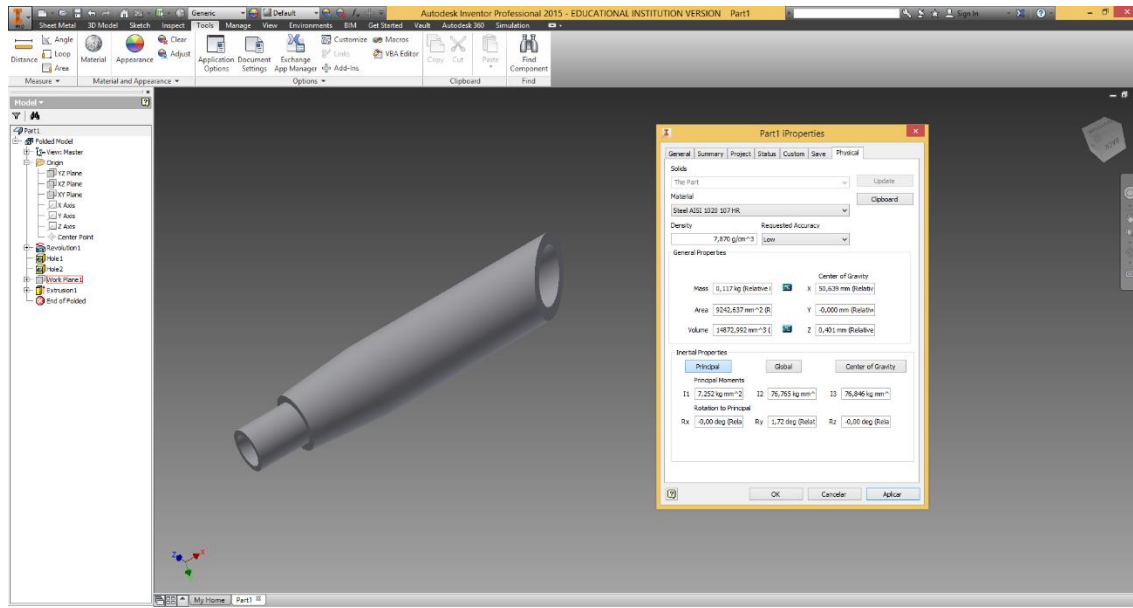


Figura 92: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Espiga” después de ser mecanizada.

Husillo N°2 en bruto

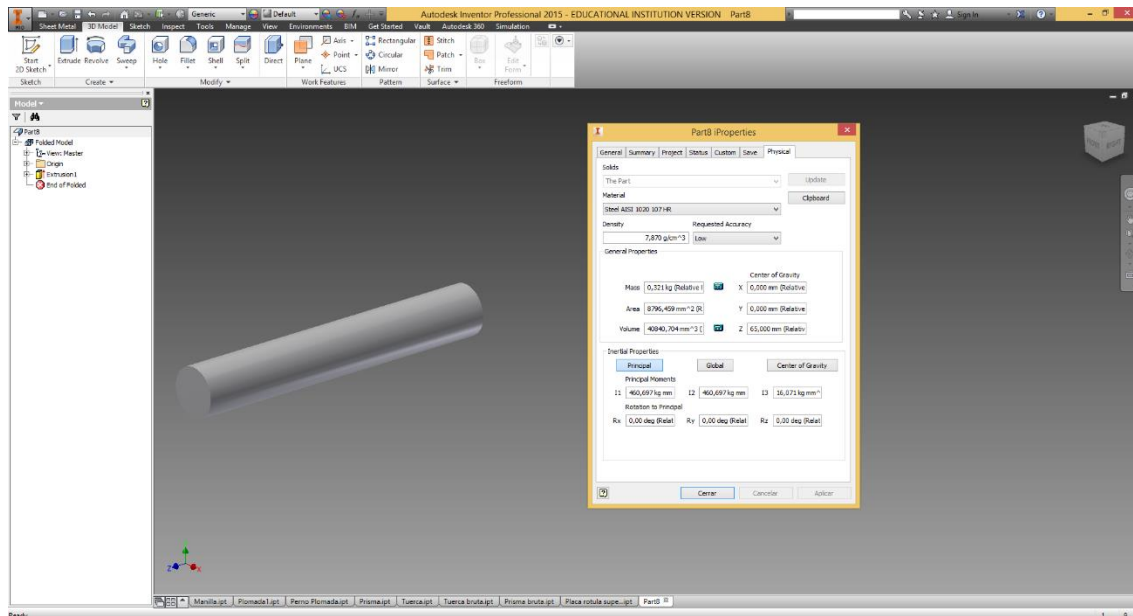


Figura 93: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Husillo N°2” antes de ser mecanizada.

Husillo N°2 mecanizado

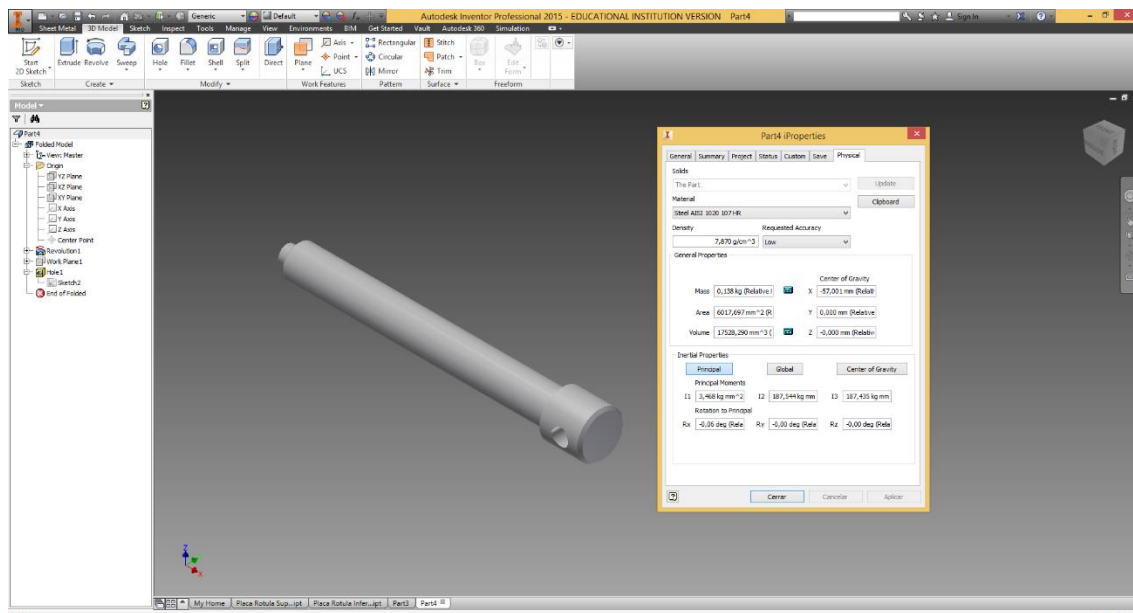


Figura 94: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Husillo N°2” después de ser mecanizada.

Manilla en Bruto

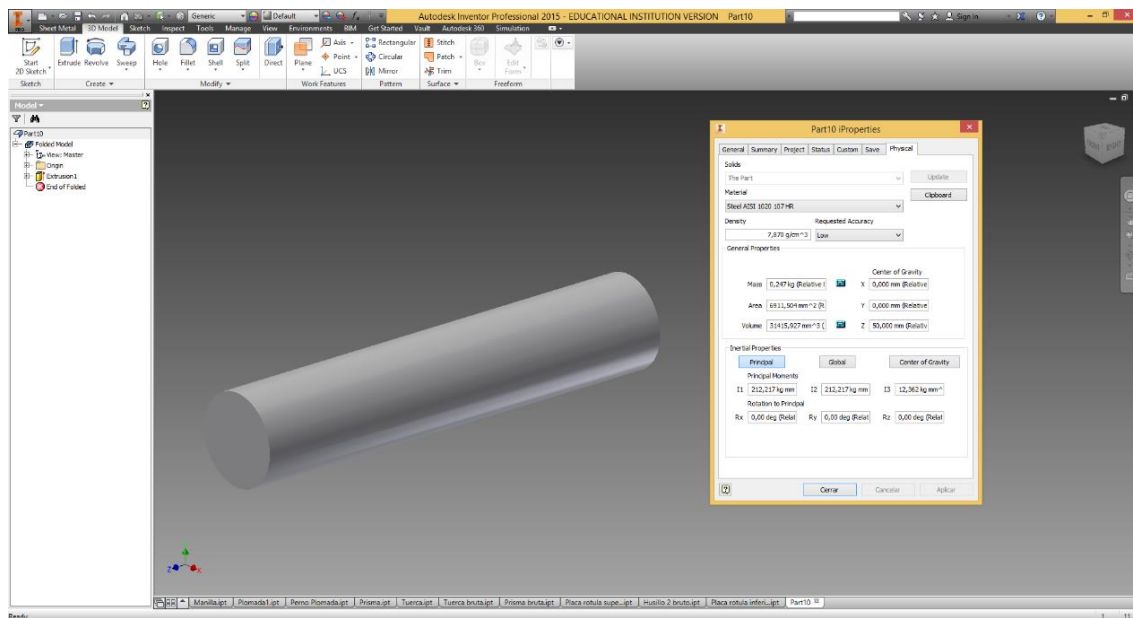


Figura 95: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Manilla” antes de ser mecanizada.

Manilla Mecanizada

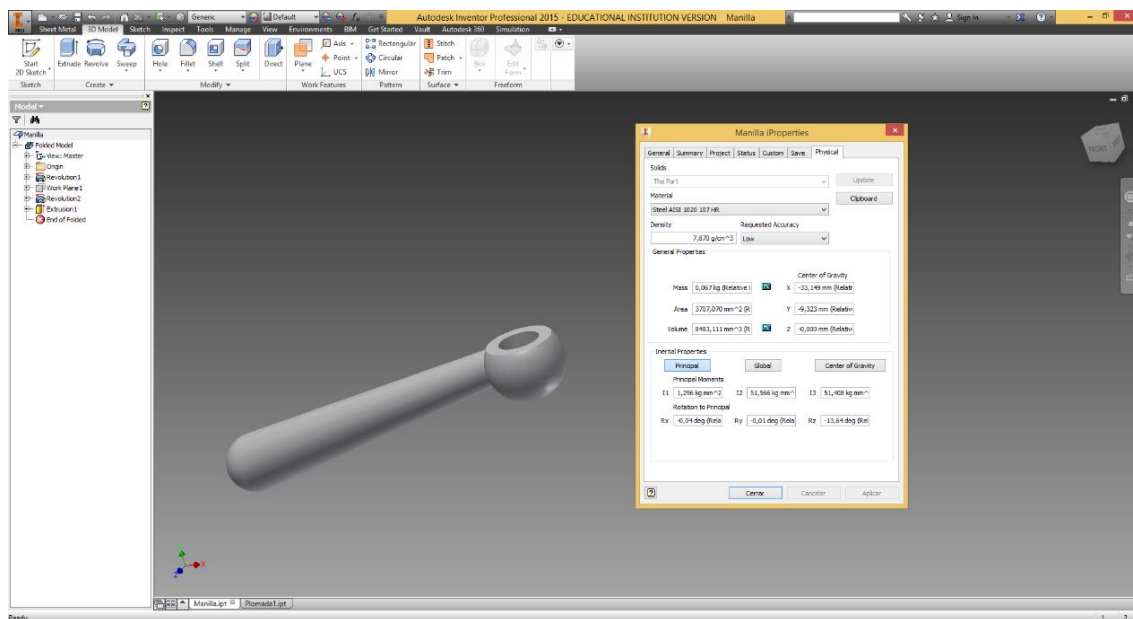


Figura 96: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Manilla” después de ser mecanizada.

Mordaza en bruto

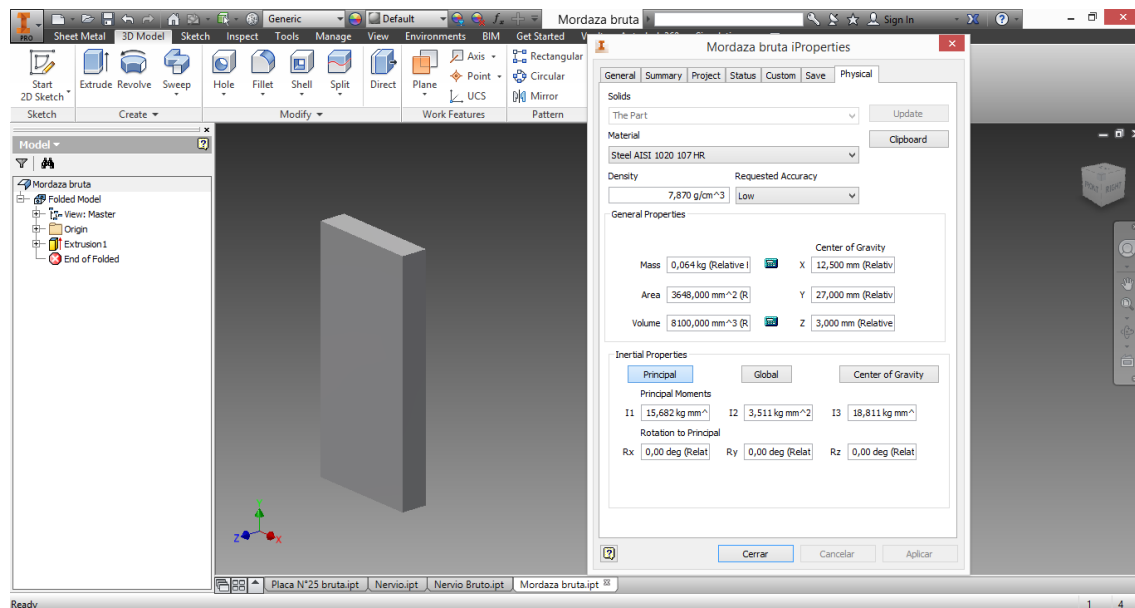


Figura 97: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Mordaza” antes de ser mecanizada.

Mordaza mecanizada

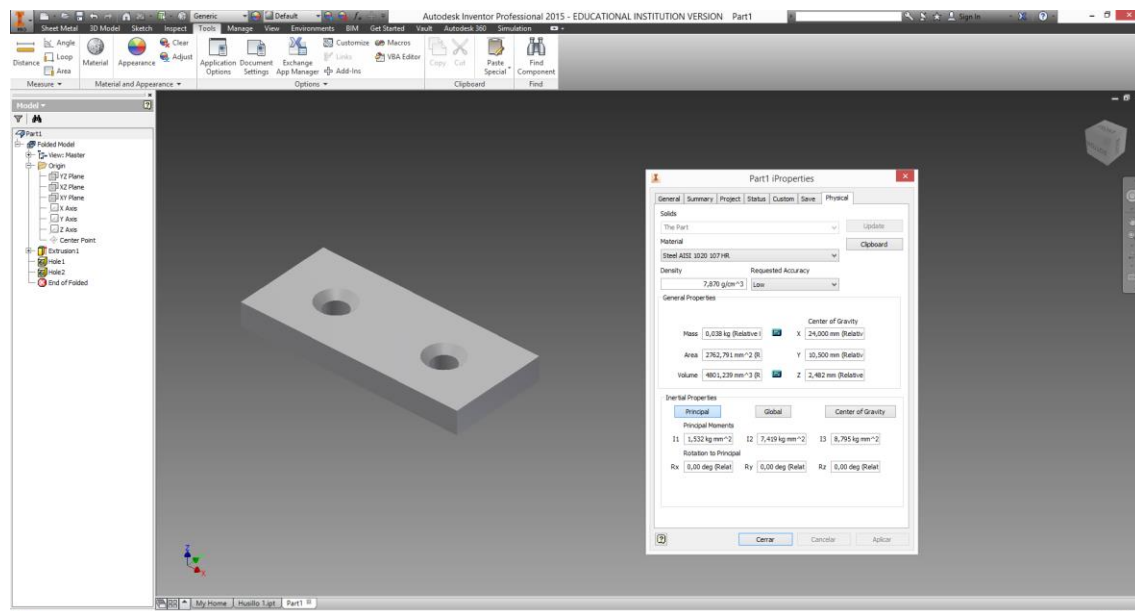


Figura 98: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Mordaza” después de ser mecanizada.

Nervio en bruto

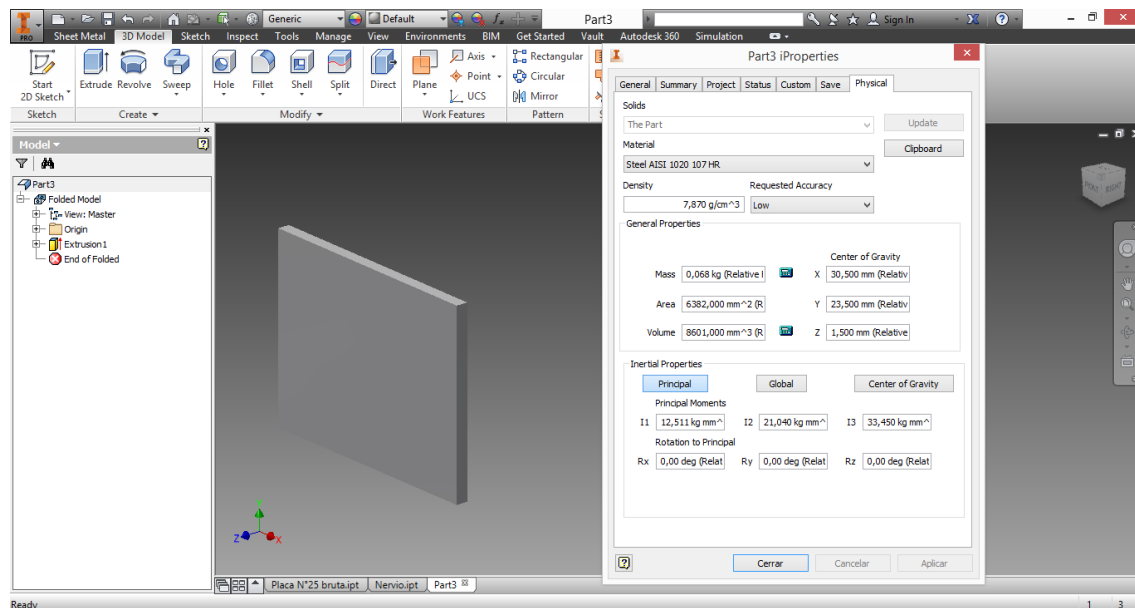


Figura 99: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Nervio” antes de ser mecanizada.

Nervio mecanizado

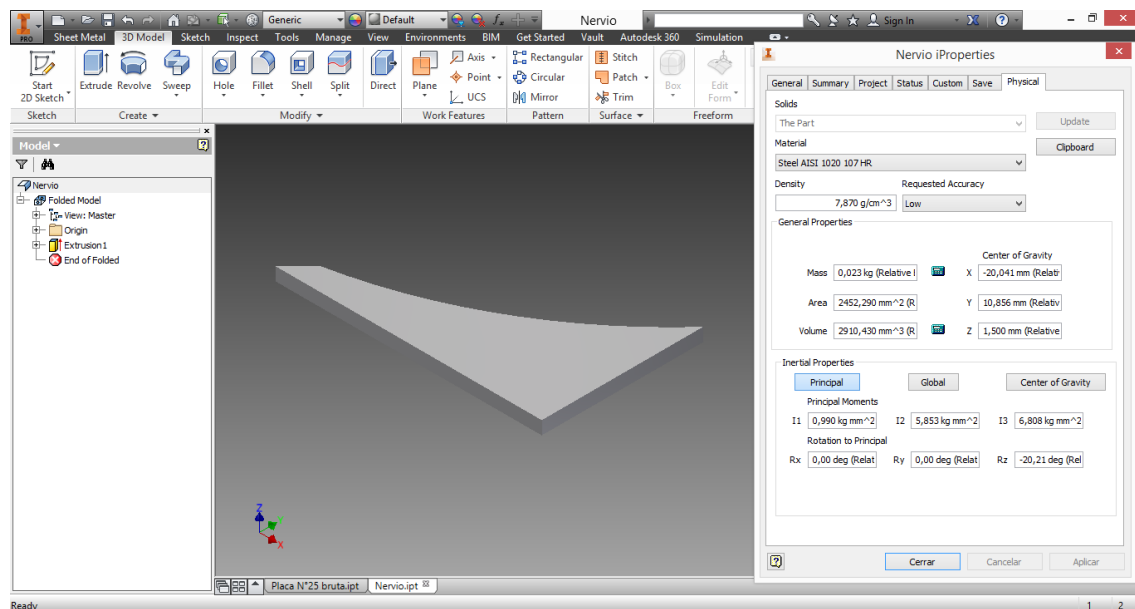


Figura 100: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Nervio” después de ser mecanizada.

Pieza N°1 en bruto

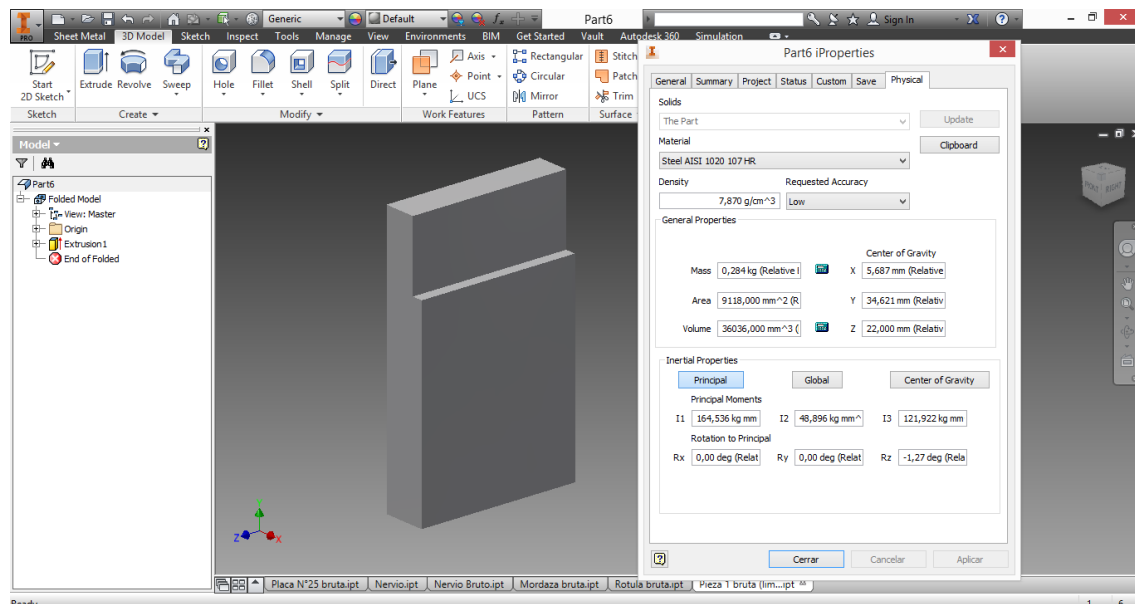


Figura 101: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Pieza N°1” antes de ser mecanizada.

Pieza N°1 mecanizada

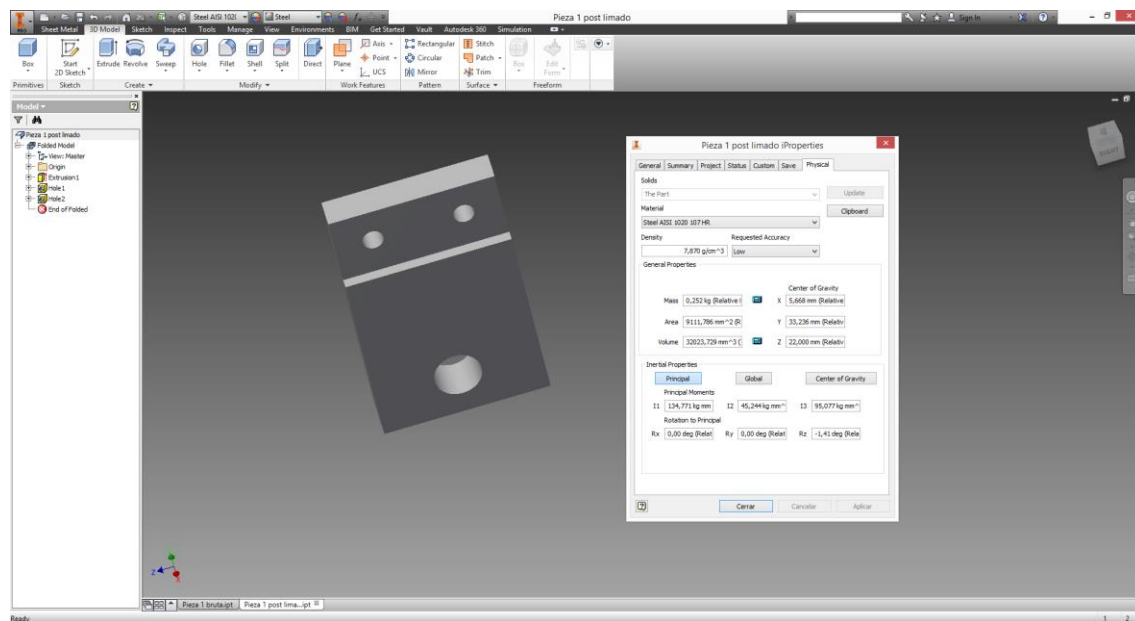


Figura 102: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Pieza N°1” después de ser mecanizada.

Pieza N°13 en bruto

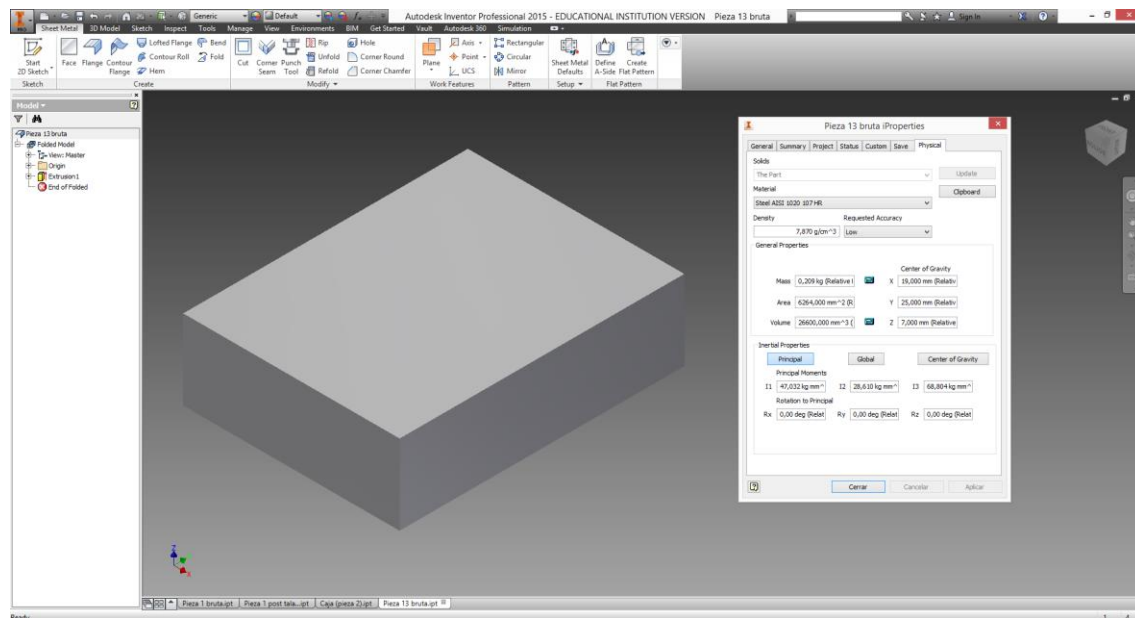


Figura 103: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Pieza N°13” antes de ser mecanizada.

Pieza N°13 mecanizada

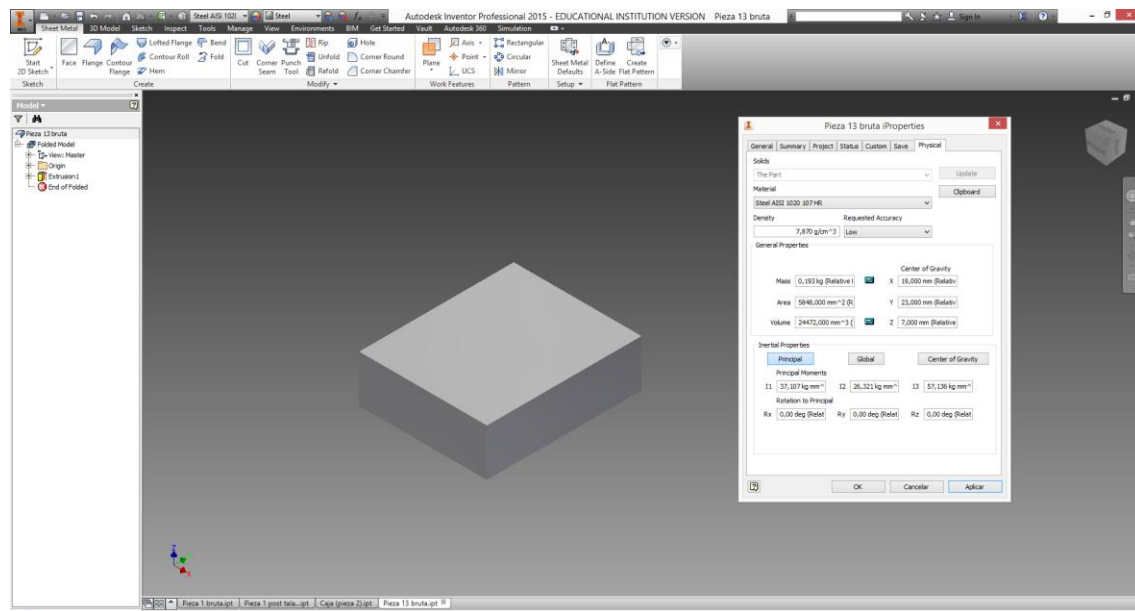


Figura 104: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Pieza N°13” después de ser mecanizada.

Pilar en bruto

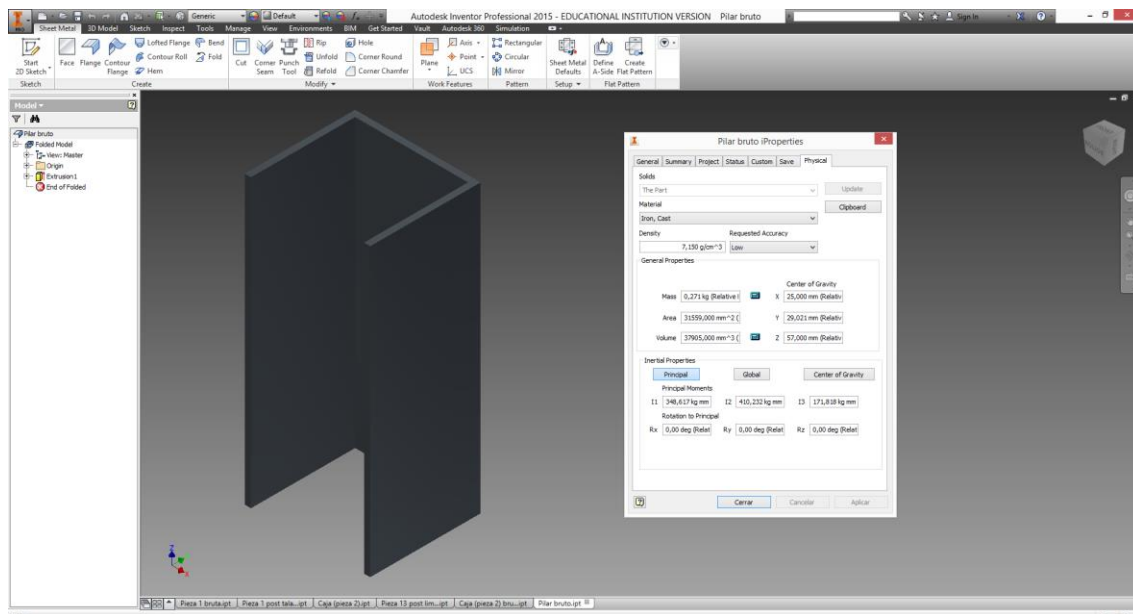


Figura 105: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Pilar” antes de ser mecanizada.

Pilar mecanizado

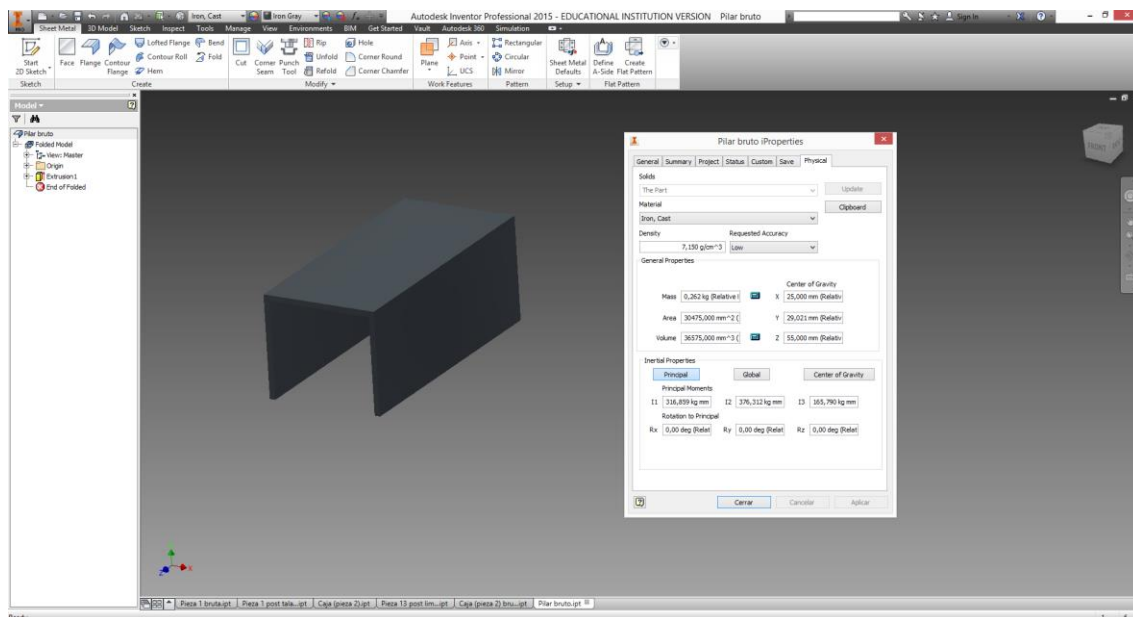


Figura 106: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Pilar” después de ser mecanizada.

Placa rotula inferior en bruto

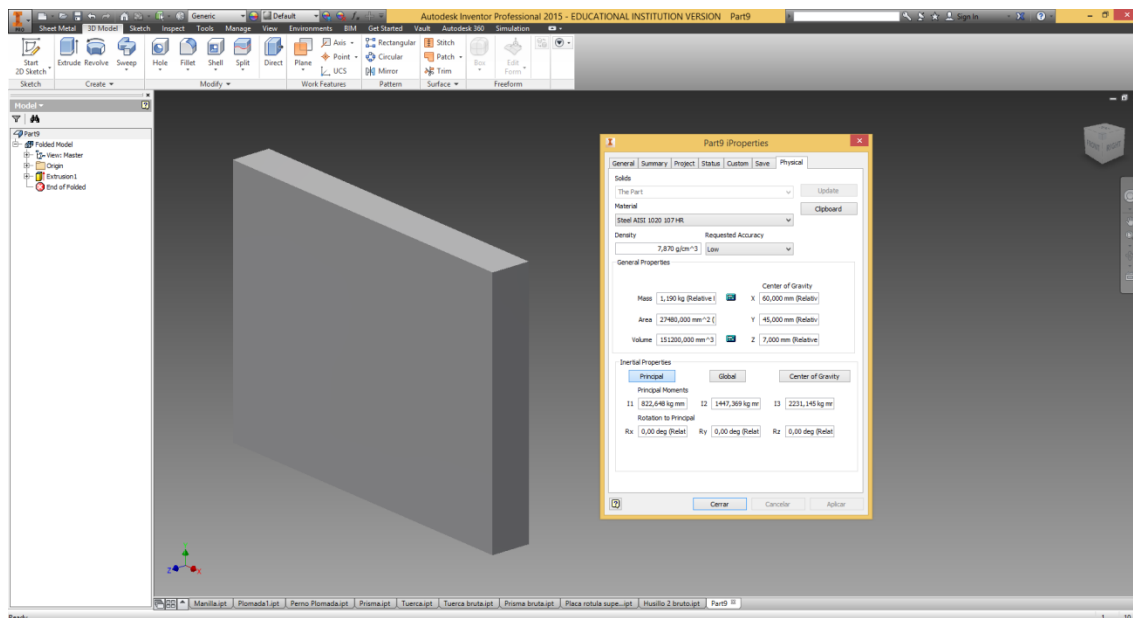


Figura 107: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Placa rotula inferior” antes de ser mecanizada.

Placa rotula inferior mecanizada

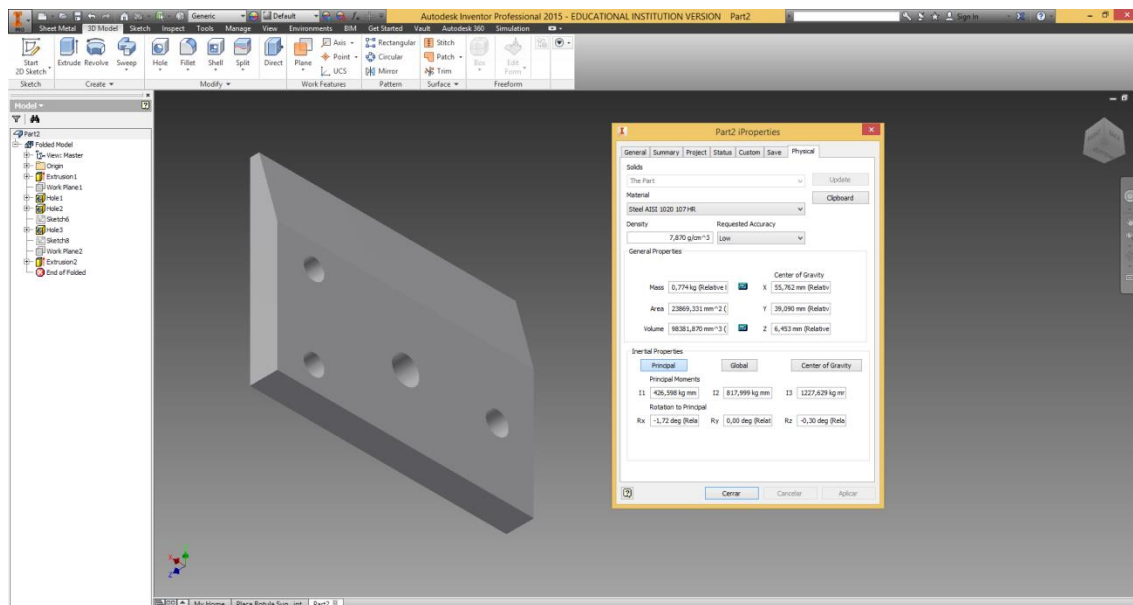


Figura 108: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Placa rotula inferior” después de ser mecanizada.

Placa rotula superior en bruto

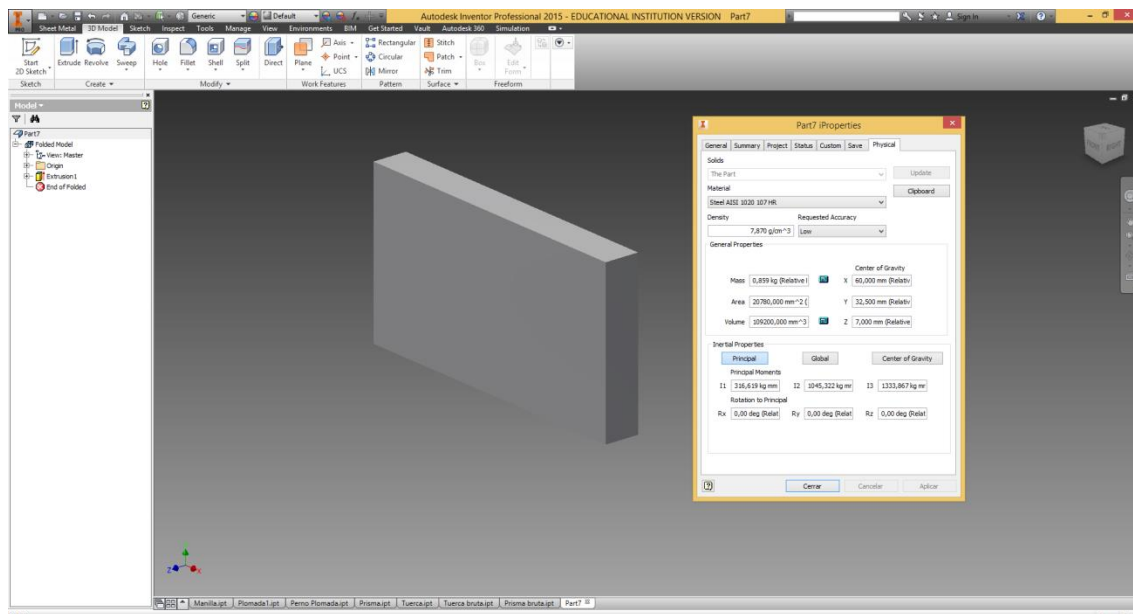


Figura 109: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Placa rotula superior” antes de ser mecanizada.

Placa rotula superior mecanizada

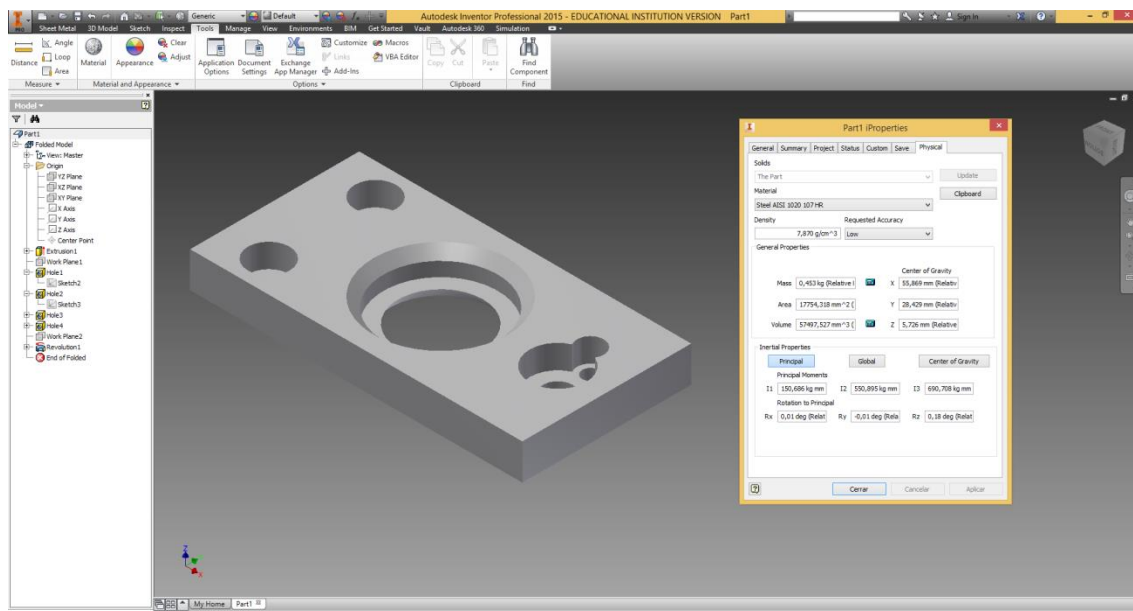


Figura 110: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Placa rotula superior” después de ser mecanizada.

Rotula en bruto

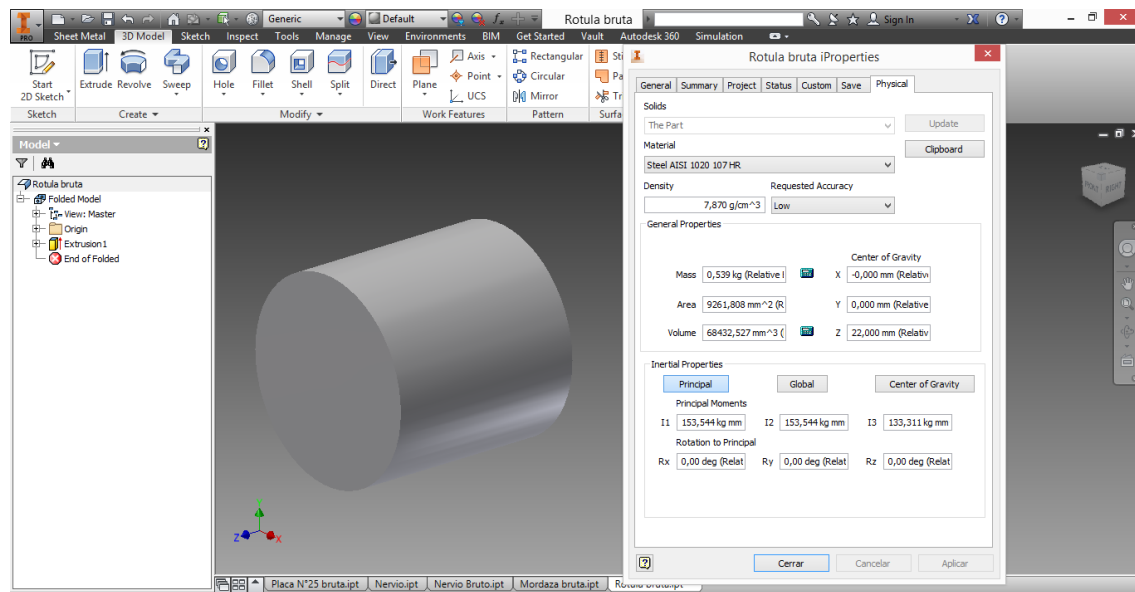


Figura 111: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Rotula” antes de ser mecanizada.

Rotula mecanizada

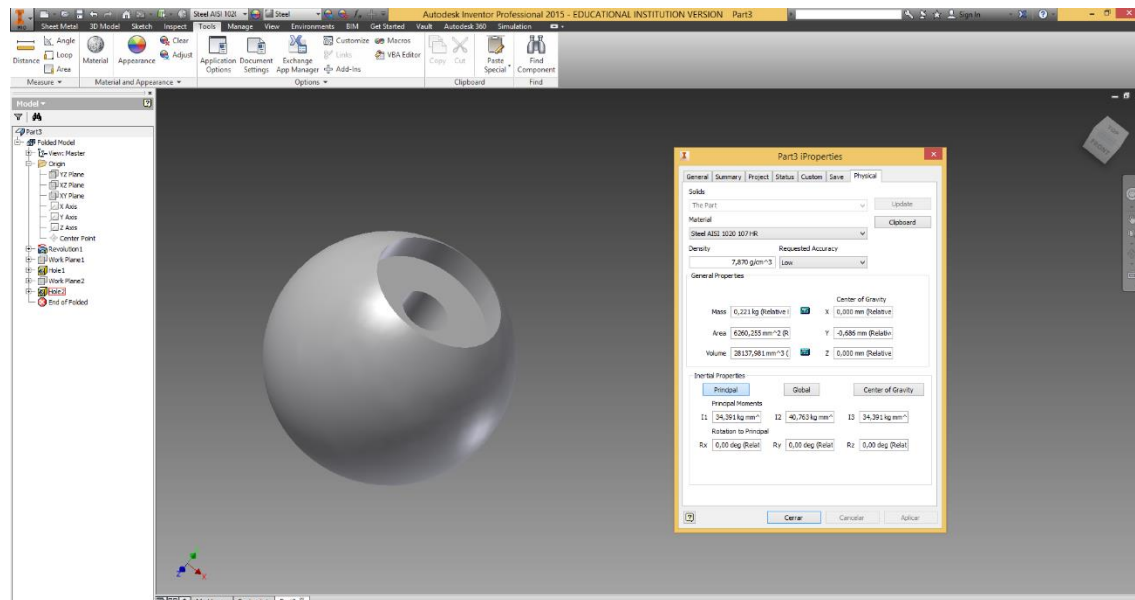


Figura 112: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Rotula” después de ser mecanizada.

Tuerca en bruto

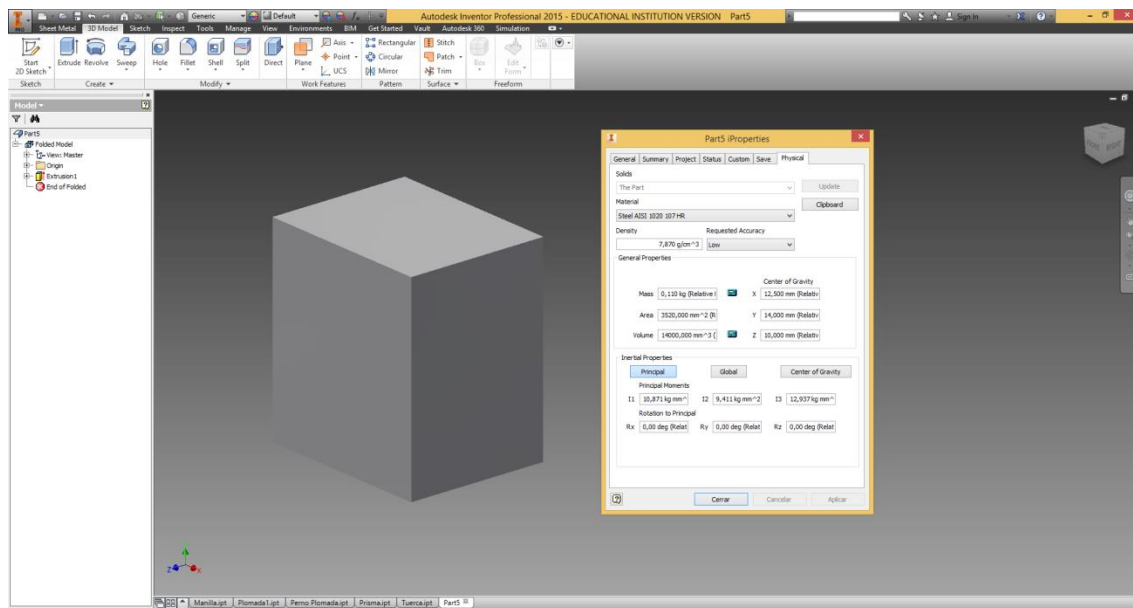


Figura 113: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Tuerca” antes de ser mecanizada.

Tuerca mecanizada

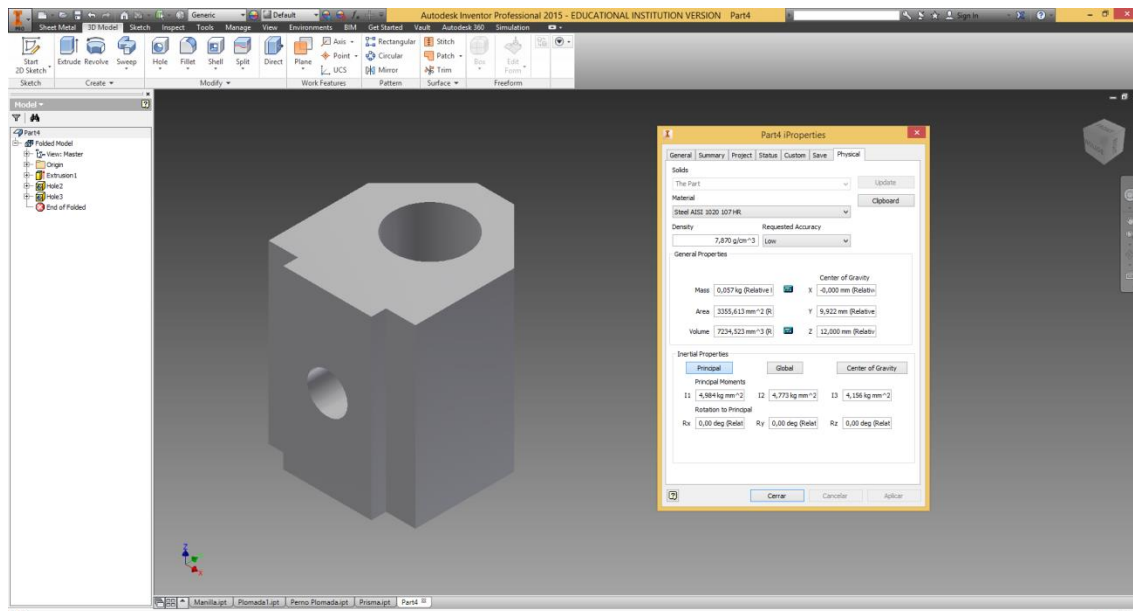


Figura 114: Visualización de las características físicas a través del programa INVENTOR de la pieza “Tuerca” después de ser mecanizada.

Apéndice 6: Tablas representativas de la cuantificación teórica realizada durante la investigación.

Tabla 34: Resumen de kilogramos de residuos producidos semestralmente en el ramo Dibujo y Taller para Ingeniería en Aviación Comercial. **Fuente: Elaboración propia.**

Carrera	Ingeniería en Aviación Comercial					
Semestre	II					
Ramo	Dibujo y Taller					
N° Alumnos	40					
Área productiva	Producto	Material	Masa Inicial (Kg)	Masa Final (Kg)	Tasa G/d (Kg)	Total Semestre (Kg)
Torneado	Punto de marcar	SAE 1045	0,217	0,169	0,048	0,96
	Husillo 1	SAE 1020	0,346	0,118	0,228	4,56
Fresado	Placa n° 25	SAE 1020	0,181	0,094	0,087	1,74
Soldadura	Cordón en placa mediante arco manual	SAE 1020	2,794	3,975	1,181	159,0
	Unión de pretinas mediante arco manual	SAE 1020	1,205	1,534	0,329	61,4

Tabla 35: Resumen de kilogramos de residuos producidos semestralmente en el ramo Laboratorio de Procesos Industriales para Ingeniería Civil Industrial. **Fuente:** *Elaboración propia.*

Carrera	Ingeniería Civil Industrial					
Semestre	Ambos					
Ramo	Laboratorio de Procesos Industriales					
N° Alumnos	120					
Área productiva	Producto	Material	Masa Inicial (Kg)	Masa Final (Kg)	Tasa G/d (Kg)	Total Semestre (Kg)
Torneado	Punto de marcar	SAE 1045	0,217	0,169	0,048	2,88
	Husillo 1	SAE 1020	0,346	0,118	0,228	13,68
Fresado	Placa n° 25	SAE 1020	0,181	0,094	0,087	5,22
Soldadura	Cordón en placa mediante arco manual	SAE 1020	2,794	3,975	1,181	477,0
	Unión de pretinas mediante arco manual	SAE 1020	1,205	1,534	0,329	184,1

Tabla 36: Resumen de kilogramos de residuos producidos semestralmente en el ramo Dibujo y Taller para Ingeniería Civil Química. Fuente: Elaboración propia.

Carrera	Ingeniería Civil Química					
Semestre	I					
Ramo	Dibujo y Taller					
N° Alumnos	40					
Área productiva	Producto	Material	Masa Inicial	Masa Final	Tasa G/d	Total Semestre (Kg)
Torneado	Plomada	SAE 1045	0,456	0,35	0,106	2,12
	Perno Plomada	SAE 1045	0,048	0,044	0,004	0,08
Fresado	Prisma	SAE 1045	0,353	0,178	0,175	3,50
	Placa n° 25	SAE 1020	0,217	0,169	0,048	0,96
Soldadura	Cordón en placa mediante arco manual	SAE 1020	2,794	3,975	1,181	159,0
	Unión de pretinas mediante arco manual	SAE 1020	1,205	1,534	0,329	61,4

Tabla 37: Resumen de kilogramos de residuos producidos semestralmente en el ramo Taller I para Ingeniería Civil Mecánica. Fuente: Elaboración propia.

Carrera	Ingeniería Civil Mecánica					
Semestre	I					
Ramo	Taller I					
N° Alumnos	90					
Área productiva	Producto	Material	Masa Inicial (Kg)	Masa Final (Kg)	Tasa G/d	Total Semestre (Kg)
Torneado	Espiga	SAE 1020	0,3820	0,1170	0,2650	11,925
	Rotula	SAE 1020	0,5390	0,2210	0,3180	14,310
	Manilla	SAE 1020	0,2470	0,0670	0,1800	8,100
Fresado	Mordaza	SAE 1020	0,0640	0,0380	0,0260	1,170
	Nervio	SAE 1020	0,0680	0,0230	0,0450	2,025
	Caja	Fierro	0,2460	0,2020	0,0440	1,980
	Caja (Pieza n° 2)	Fierro	0,2420	0,2340	0,0080	0,360
	Placa rotula superior	SAE 1020	0,8590	0,4530	0,4060	18,270
	Placa rotula inferior	SAE 1020	1,1900	0,7740	0,4160	18,720

	Tuerca	SAE 1020	0,1100	0,0570	0,0530	2,385
	Husillo 1	SAE 1020	0,3460	0,1180	0,2280	10,260
	Husillo 2	SAE 1020	0,3210	0,1380	0,1830	8,235
Banco	Pieza 13	SAE 1020	0,2090	0,1930	0,0160	0,720
	Pilar	Fierro	0,2710	0,2620	0,0090	0,405
	Pieza 1	SAE 1020	0,2840	0,2670	0,0170	0,765
Taladrado	Pieza 1	SAE 1020	0,2670	0,2520	0,0150	0,675
Soldadura	Cordón en placa mediante arco manual	SAE 1020	2,794	3,975	1,181	357,8
	Unión de pretinas mediante arco manual	SAE 1020	1,205	1,534	0,329	138,1

Tabla 38: Resumen de kilogramos de residuos producidos semestralmente en el ramo Taller II para Ingeniería Civil Mecánica. Fuente: Elaboración propia.

Carrera	Ingeniería Civil Mecánica						
Semestre	II						
Ramo	Taller II						
N° Alumnos	30						
Área productiva	Producto	Material	Dimensiones	Masa Inicial	Masa Final	Tasa G/d	Total Semestre (Kg)
Torneado	Rosca métrica M36x6	SAE 1045		3,045	1,677	1,368	20,52
	Rosca trapezoidal M36x6	SAE 1045		3,045	1,677	1,368	20,52
Fresado	Rueda dentada Recta	Aluminio	Aluminio Z = 30	0,8756	0,6724	0,2031	1,0157
		Ertacetal	Ertacetal Z = 30	0,4573	0,3512	0,1061	0,5304
		Aluminio	Aluminio Z = 25	0,6724	0,4679	0,2046	1,0228
		Ertacetal	Ertacetal Z = 25	0,3512	0,2443	0,1068	0,5342
		Aluminio	Aluminio Z = 20	0,4679	0,2891	0,1788	0,8941
		Ertacetal	Ertacetal Z = 20	0,2443	0,1510	0,0934	0,4669
	Rueda dentada Helicoidal	Aluminio	Aluminio Z = 30	0,8756	0,7706	0,1050	0,5251

Soldadura		Technyl	Technyl Z = 30	0,3697	0,3254	0,0443	0,2217
		Aluminio	Aluminio Z = 25	0,7706	0,5340	0,2365	1,183
		Technyl	Technyl Z = 25	0,3254	0,2255	0,0999	0,4994
		Aluminio	Aluminio Z = 20	0,5340	0,3341	0,1999	0,9996
		Technyl	Technyl Z = 20	0,2255	0,1411	0,0844	0,4220
	Soldadura TIG	SAE 1020	Cordón en placa (100x50x2)	0,3148	0,4413	0,1265	6,619
		SAE 1020	Unión en Pretinas (100x40x1)	0,2129	0,6397	0,4268	9,595
		SAE 1020	Unión en Pretinas (150x32x2)	0,5685	0,7582	0,1897	11,37
		SAE 1020	Unión en Pretinas (100x40x2)	0,3478	0,4743	0,1265	7,115
	Soldadura MIG	SAE 1020	Cordón en Placa	2,7939	4,3371	1,5433	130,1
		SAE 1020	Unión en Pretinas	1,2054	1,6351	0,4297	49,05

Apéndice 7: Aspectos e Impactos ambientales en las diferentes zonas de operaciones en el taller metalmecánico.

Tabla 39: Aspectos e impactos ambientales determinados para las operaciones desarrolladas en el pañol. Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la actividad e Identificación del Impacto Ambiental					Valoración del Impacto Ambiental										
Actividad	Descripción Tarea	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	R. L.	T. O. (PT-PS-FT)	R. (D-I)	T. I. (P-N)	A. G. (T-V-C)	S. O. (N-A)	Evaluación de Aspecto Ambiental					Calificación
										P	S	R	P	MI (PxSxRL)+P	
Recepción y Almacenamiento de repuestos y materia Prima	Recepción de materiales, los que son almacenados a la espera de ser requerido por otra área	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	DS-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	1	1	9	IAM
Recepción y Almacenamiento de lubricantes y grasa	Recepción de sustancias, los que son almacenados a la espera de ser requerido por otra área	Residuo Inflamable	Contaminación suelo	DS-148	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	0	1	9	IAM
		Derrame de aceite	Contaminación suelo	DS-594	Futuro	Directa	Negativo	Taller	Anormal	2	3	0	1	7	IAB

		Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	DS-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	1	1	1	5	IAB
Entrega de repuestos y materia Prima	Entrega de material a las áreas que se requieran	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	DS-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	1	1	1	5	IAB
Entrega de lubricantes y grasa	Entrega de sustancias a las áreas que se requieran	Residuo Inflamable	Contaminación suelo	DS-148	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	0	1	9	IAM
		Derrame de aceite	Contaminación suelo	DS-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	2	3	0	1	7	IAB
		Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	DS-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	1	1	1	5	IAB
Trabajos Administrativos	Trabajos de administración o limpieza del pañol	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	DS-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	1	1	1	5	IAB
		Consumo de Energía	Disminución recursos naturales	NO APLICABLE	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	0	1	9	IAM
Situación de Emergencia	Emergencia por causa natural (sismo de gran magnitud)	Situación de emergencia a derrame de aceite	Contaminación suelo	DS-594	Futuro	Indirecta	Negativo	Taller	Emergencia	2	3	1	2	8	IAM

Tabla 40: Aspectos e impactos ambientales determinados para las operaciones desarrolladas en las áreas de mecanizado. Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la actividad e Identificación del Impacto Ambiental					Valoración del Impacto Ambiental											
Actividad	Descripción Tarea	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	R. L.	T. O. (PT-PS-FT)	R. (D-I)	T. I. (P-N)	A. G. (T-V-C)	S. O. (N-A)	Evaluación de Aspecto Ambiental					Calificación	
										P	S	L	R	P		MI (PxSxRL)+PP
Preparación Material para mecanizar	Preparación de materiales de trabajo para mecanizar en las diferentes áreas productivas	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	1	1		9	IAM
		Derrame refrigerante	Contaminación suelo	D.S.-148	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	2	3	0	1		7	IAB
		Residuo Industrial	Contaminación suelo	D.S.-148	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	0	1		9	IAM
		Consumo energía eléctrica	Disminución energía eléctrica	NO APLICA	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	1	1		9	IAM
Mecanizado de Piezas	Mecanizado de piezas en máquinas herramientas con arranque de viruta	Residuo corrosivo	Contaminación suelo	D.S.-148	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	0	1		9	IAM

		Derrame refrigerante	Contaminación suelo	D.S.-148	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	2	3	0	1	7	IAB
		Residuo Industrial	Contaminación suelo	D.S.-148	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	0	1	9	IAM
		Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	1	1	1	5	IAB
		Consumo energía eléctrica	Disminución energía eléctrica	NO APLICA	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	1	1	9	IAM
Almacenamiento de piezas terminadas	Almacenamiento de las piezas que se aprueban frente al control de calidad	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	1	1	1	5	IAB
Trabajos administrativos	Trabajos de administración y limpieza en las diferentes zonas de mecanizado	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	1	1	1	5	IAB
		Consumo energía eléctrica	Disminución energía eléctrica	NO APLICA	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	1	1	9	IAM
Situación de Emergencia	Emergencia por causa natural (sismo de gran magnitud)	Situación de emergencia derrame de aceite	Contaminación suelo	DS-594	Futuro	Indirecta	Negativo	Taller	Emergencia	2	3	1	2	8	IAM

Tabla 41: Aspectos e impactos ambientales determinados para las operaciones desarrolladas en el área de Soldadura. Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la actividad e Identificación del Impacto Ambiental					Valoración del Impacto Ambiental										
Actividad	Descripción Tarea	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	R. L.	T. O. (PT-PS-FT)	R. (D-I)	T. I. (P-N)	A. G. (T-V-C)	S. O. (N-A)	Evaluación de Aspecto Ambiental					Calificación
										P	S	L	P	MI (PxSxR L)+PP	
Preparación Material para soldar	Preparación de materiales de trabajo para soldar según las diferentes técnicas practicadas en el taller	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	1	1	9	IAM
Soldado de Piezas	Soldadura de piezas según las diferentes técnicas practicadas en el taller	Humos Soldadura	Contaminación aire	D.S.-148	Presente	Directa	Negativo	Comunal	Normal	4	2	1	1	9	IAM
		Residuo Industrial	Contaminación suelo	D.S.-148	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	0	1	9	IAM
		Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	1	1	9	IAM
		Consumo energía eléctrica	Disminución energía eléctrica	NO APLICABLE	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal	4	2	1	1	9	IAM

Almacenamiento de piezas terminadas	Almacenamiento de las piezas que se aprueban frente al control de calidad	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Tallero	Normal	4	1	1	1	5	IAB
Trabajos administrativos	Trabajos de administración y limpieza en las diferentes zonas de mecanizado	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Tallero	Normal	4	1	1	1	5	IAB
		Consumo energía eléctrica	Disminución energía eléctrica	NO APLICABLE	Presente	Directa	Negativo	Tallero	Normal	4	2	0	1	9	IAM
Situación de Emergencia	Emergencia por causa natural (sismo de gran magnitud)	Situación de emergencia derrame de aceite	Contaminación suelo	DS-594	Futuro	Indirecta	Negativo	Tallero	Anormal	2	3	1	2	8	IAM

Tabla 42: Aspectos e impactos ambientales determinados para las operaciones desarrolladas en el mantenimiento de equipos. Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la actividad e Identificación del Impacto Ambiental					Valoración del Impacto Ambiental										
Actividad	Descripción Tarea	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	R. L.	T. O. (PT-PS-FT)	R. (D-I)	T. I. (P-N)	A. G. (T-V-C)	S. O. (N-A)	Evaluación de Aspecto Ambiental					Calificación
										P	S	L	P	MI (PxSxR L)+PP	
Preparación Material para mantenimiento	Preparación de sustancias para mantenimiento de equipos	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Talder	Normal	3	1	1	1	4	IAB
		Derrame aceite	Contaminación suelo	D.S.-148	Presente	Directa	Negativo	Talder	Normal	3	3	0	1	10	IAM
Mantenimiento de Equipos	Mantenimiento preventivo o correctivo de máquinas herramientas	Residuos contaminados	Contaminación suelo	D.S.-148	Presente	Directa	Negativo	Talder	Normal	3	3	0	1	10	IAM
		Residuos Inflamables	Contaminación suelo	D.S.-148	Presente	Directa	Negativo	Talder	Normal	3	3	0	1	10	IAM
		Derrame aceite	Contaminación suelo	D.S.-148	Presente	Directa	Negativo	Talder	Normal	3	3	0	1	10	IAM
		Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Talder	Normal	3	2	1	1	7	IAB
		Consumo energía eléctrica	Disminución energía eléctrica	NO APLIC A	Presente	Directa	Negativo	Talder	Normal	3	2	0	1	7	IAB

Almacenamiento Lubricantes desechados	Almacenamiento de las sustancias desechadas luego del mantenimiento	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal		4	2	1	1	9	IAM
		Derrame aceite	Contaminación suelo	D.S.-148	Futuro	Directa	Negativo	Taller	Anormal		4	2	0	1	9	IAM
Trabajos administrativos	Trabajos de administración y limpieza en las diferentes zonas de mecanizado	Basura Asimilable Doméstica	Contaminación suelo	D.S.-594	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal		3	2	1	1	7	IAB
		Consumo energía eléctrica	Disminución energía eléctrica	NO APLICABLE	Presente	Directa	Negativo	Taller	Normal		3	2	0	1	7	IAB
Situación de Emergencia	Emergencia por causa natural (sismo de gran magnitud)	Situación de emergencia derrame de aceite	Contaminación suelo	DS-594	Futuro	Indirecta	Negativo	Taller	Emergencia		2	3	1	0	6	IAB

Apéndice 8: Programa de Manejo de Residuos Taller Metalmecánico Campus San Joaquín.

Programa de Manejo de Residuos Taller Metalmecánico Campus San Joaquín

Realizado por: Martín Gutiérrez Durán

Revisado por: _____

Autorizado por: _____

I) Objetivo

Este documento establece los antecedentes necesarios para asegurar el correcto manejo y disposición de los residuos sólidos y líquidos, en todas sus etapas, desde su uso hasta su disposición para el retiro desde el establecimiento. La política de este programa es generar el mínimo de residuos sólidos y enviarlos a depósitos en lugares que reúnan las condiciones adecuadas para no alterar el ambiente circundante.

II) Alcance

Este documento es aplicable al Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos que se generan en todas las áreas del Taller Metalmecánico y su uso puede ser replicado en otros laboratorios del campus San Joaquín de la Universidad Técnica Federico Santa María.

III) Responsables

- **Jefe de Carrera**

Responsable de otorgar los recursos necesarios para el cumplimiento de este programa.

- **Jefe Taller**

Responsable de gestionar las responsabilidades del programa y verificar el funcionamiento de este.

- **Encargado Ambiental**

Se encontrará a cargo de inspeccionar el cumplimiento de las tareas designadas en los procedimientos señalados en el presente programa.

- **Apoyos Académicos**

Velar por el correcto desarrollo del programa dentro de cada área en la que sean responsables.

- **Estudiantes**

Cumplir con los procedimientos establecidos para la recolección selectiva, almacenamiento y disposición de residuos en las zonas designadas.

IV) Documentos Aplicables

E. Identificación de Residuos generados en el taller metalmecánico.

F. Procedimientos estructurados para la Recolección Selectiva de Residuos en el taller metalmecánico.

G. Procedimientos estructurados para el Almacenamiento de Residuos en el taller metalmecánico.

H. Procedimientos estructurados para la Disposición de Residuos en el taller metalmecánico.

A. Identificación de Residuos generados en el taller metalmecánico

A.1 Objetivo

Este documento detalla y clasifica los residuos generados en el taller metalmecánico según su origen y nivel de peligrosidad que poseen.

A.2 Alcance

Este plan de acción debe ser considerado por todas las áreas de producción y soporte comprometidas en el taller metalmecánico.

A.3 Responsabilidades

El responsable de identificar y clasificar los residuos será el memorista Martín Gutiérrez. La encargada de validar estas clasificaciones será la profesora Sheila Lascano, profesora guía de la memoria.

A.4 Documentos Aplicables

- I-TMM-01 Clasificación de Residuos Industriales Sólidos.
- I-TMM-02 Clasificación de Residuos Industriales Peligrosos.
- I-TMM-03 Clasificación de Residuos Asimilables a Domiciliarios.

A.5 Terminología

Procedimiento: Documento que describe la realización de actividades respondiendo el qué, cómo, cuándo, dónde y por quién son realizadas estas actividades. Generalmente, su ejecución involucra a más de un área del sistema de gestión de calidad.

Residuo: Todo material en estado sólido, líquido o gaseoso, ya sea aislado o mezclado con otros, resultante de un proceso de extracción de la naturaleza, fabricación o consumo, que su poseedor decide abandonar.

Chatarra: Restos de productos durante la fabricación o consumo de un material o producto. Se aplica tanto a objetos usados, enteros o no, como a fragmentos resultantes de la fabricación de un producto. Se utiliza fundamentalmente para metales.

Residuo Industrial Sólido: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que tienen por característica principal ser de estado sólido, almacenándose por lo general en los mismos equipos productivos.

Residuo Industrial Líquido: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que tienen por característica principal ser de estado líquido, teniendo la capacidad de escurrimiento, siendo difícil de recolectar.

Residuo Sólido Asimilable a Domiciliario: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que no se caracterizan como residuos industriales.

Residuo Industrial Peligroso: Residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar algunas de las siguientes características señaladas en el artículo 11 D.S. N° 148/03:

- Toxicidad aguda
- Toxicidad crónica
- Toxicidad extrínseca
- Inflamabilidad
- Reactividad
- Corrosividad

A.6 Equipos y herramientas

- Instrumentos de limpieza: escobas, palas, aspiradoras industriales, brochas, entre otros.
- Bolsas de basura
- Pizarra metodología 5s
- Contenedores y/o estanques para reciclaje y almacenamiento de residuos

A.7 Actividades del plan

I-TMM-01: Identificación y Clasificación de Residuos Industriales Sólidos.

Los residuos industriales sólidos generados en el taller metalmecánico son clasificados en dos grupos y depende del nivel de peligrosidad de estos según el D.S. 148.

RISES No Peligrosos:

- Viruta acero SAE 1020
- Viruta acero SAE 1045
- Viruta Ertacetal
- Viruta Poliamida Technyl
- Viruta aluminio 2011
- Lija desechada (elemento abrasivo granular: carburo de silicio)
- Insertos desechados
- Viruta fierro fundido
- Viruta PVC
- Partículas de muelas Carborundo (Carburo de Silicio)
- Partículas de muelas Óxido de aluminio

- Partículas de muelas Diamante
- Lima (acero templado)
- Escoria soldadura
- Planchas de acero SAE 1020 Soldadas
- Piezas de fierro fundido
- Restos de electrodos 7018
- Restos de electrodos 6011

RISES Peligrosos

- Cartridge Impresoras
- Polvo de insertos afilados
- Polvo de herramientas de HSS afilados
- Viruta húmeda acero SAE 1020
- Viruta húmeda acero SAE 1045
- Taladrina (Emulsionado de Solvac 1535)
- Envases de Taladrina
- Paños con Taladrina
- Lubricante desechado MOBILMET 426
- Paños con lubricantes
- Tubos fluorescentes
- Recipientes de grasa de lubricación
- Aceiteras desechadas
- Envases de aerosoles para lubricación

Además de la clasificación por peligrosidad, existe también la denominación según origen, donde se encuentran los residuos asimilables a domiciliarios, y que tienen un tratamiento análogo a los residuos generados en los hogares.

Residuos Asimilables a Domiciliarios:

- Cartón
- Papel
- Plástico Etileno
- Poliestireno expandido (Plumavit)
- Aserrín

- Papel Higiénico lavatorios
- Polvo canaletas y ductos de ventilación
- Residuos Orgánicos
- Máscara sin filtro UV
- Guantes de cuero gastados
- Polainas de cuero gastadas
- Cotona de cuero gastada
- Lentes gastados

B. Procedimientos estructurados para la Recolección Selectiva de Residuos en el taller metalmecánico

B.1 Objetivo

Este documento establece los requisitos y tareas necesarios para implementar una recolección selectiva de los residuos, basada en los conceptos de orden, limpieza y segregación efectiva.

B.2 Alcance

Este plan de acción debe ser considerado por todas las áreas de producción y soporte comprometidas en el taller metalmecánico.

B.3 Responsabilidades

El responsable de organizar, gestionar y coordinar los procedimientos será el memorista Martín Gutiérrez. El encargado de autorizar estos procedimientos será Don Luis Guzmán, jefe del taller, mientras que los responsables de implementar las acciones serán los estudiantes y apoyos académicos involucrados en las actividades del taller.

B.4 Documentos Aplicables

- R-TMM-01 Procedimiento para la recolección selectiva de residuos sólidos industriales.
- R-TMM-02 Procedimiento para la recolección selectiva de residuos líquidos industriales.
- R-TMM-03 Procedimiento para la recolección selectiva de residuos sólidos asimilables a domiciliarios.

B.5 Terminología

Procedimiento: Documento que describe la realización de actividades respondiendo el qué, cómo, cuándo, dónde y por quién son realizadas estas actividades. Generalmente, su ejecución involucra a más de un área del sistema de gestión de calidad.

Residuo Industrial Sólido: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que tienen por característica principal ser de estado sólido, almacenándose por lo general en los mismos equipos productivos.

Residuo Industrial Líquido: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que tienen por característica principal ser de estado líquido, teniendo la capacidad de escurrimiento, siendo difícil de recolectar.

Residuo Sólido Asimilable a Domiciliario: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que no se caracterizan como residuos industriales.

Segregación: Procedimiento de diferenciación de residuos, enfocado en eficientar los almacenamientos y posteriores disposiciones de desechos.

Metodología 5s: Es una metodología para organizar el trabajo de una manera que minimice el desperdicio (Muda), asegurando que las zonas de trabajo estén sistemáticamente limpias y organizadas, mejorando la productividad, la seguridad y proveyendo las bases para la implementación de procesos esbeltos.

Esta filosofía se estructura en base a cinco pasos fundamentales que son: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Mantener la disciplina.

B.6 Equipos y herramientas

- Instrumentos de limpieza: escobas, palas, aspiradoras industriales, brochas, entre otros.
- Bolsas de basura
- Pizarra metodología 5s
- Contenedores y/o estanques para reciclaje y almacenamiento de residuos

B.7 Actividades del plan

- R-TMM-01: Procedimiento para la recolección selectiva de residuos sólidos industriales.

Para realizar este procedimiento se utilizarán elementos de aseo y limpieza que contribuyen a un proceso de acopio más efectivo de aquellos residuos sólidos que se generan durante las operaciones de mecanizado o soldadura. Este procedimiento será llevado cabo por los estudiantes una vez finalizadas sus actividades académicas y por los apoyos académicos cuando sea necesario.

Los implementos de seguridad a utilizar en cada caso, corresponderán a los tipos de residuos que sean manipulados, según lo establecido en el DS 594 del Ministerio de Salud, Reglamentos sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales en los Lugares de Trabajo.

Una vez finalizadas las tareas de mecanizado y soldadura, se procederá a llevar cabo la siguiente secuencia, con el motivo de regularizar la manera con que se reúnen los desechos:

- 1.- Eliminar los residuos de las piezas mecanizadas o soldadas con la ayuda de brochas y saca escorias respectivamente sobre el puesto de trabajo.
- 2.- Limpiar con brochas los equipos o puestos de trabajos, arrojando los residuos sólidos al suelo, alrededor del lugar de trabajo para una posterior congregación de estos. La figura 115 da a conocer un ejemplo de brocha utilizada para la operación.



Figura 115: Imagen referencial de una brocha para limpieza.

3.- Con la ayuda de escobas y palas, almacenadas según la figura 55, recopilar los residuos presentes alrededor de los equipos de trabajo, disponiéndolos para su almacenaje según clasificación. En el caso de la viruta generada en el torno y recopiladas en las bandejas de estos, se debe sacar la bandeja del equipo y vaciarla en el contenedor especial dispuesto para la viruta.

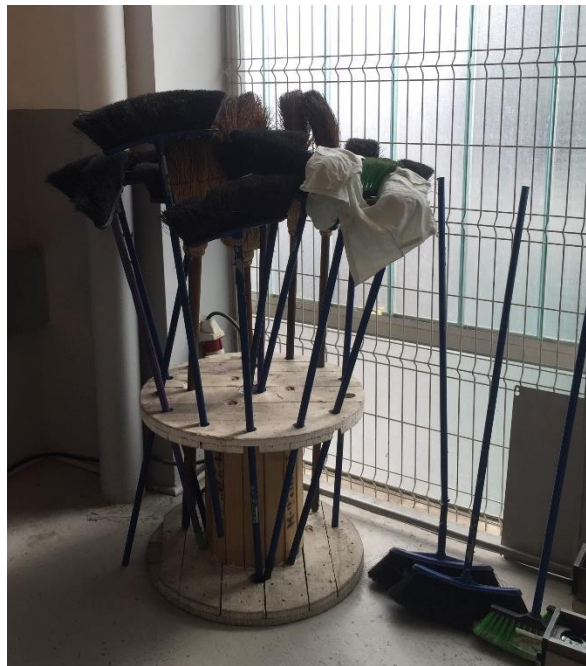


Figura 116: Imagen referencial de los instrumentos de limpieza disponibles en el taller.

En el caso que los residuos sean materiales particulados de un tamaño menor a 1 [mm], como es el caso del polvo de acero generado en operaciones como esmerilado y limado, se utilizará una aspiradora industrial que permitirá recolectar los residuos generados en estas operaciones. Una vez finalizada esta operación, se debe introducir lo recolectado inmediatamente en los contenedores dispuestos en el taller, esto con el fin de prevenir la mezcla de residuos. La bolsa será limpiada con una frecuencia de una o dos semanas, esto dependiendo del uso que se le asigne.



Figura 117: Imagen referencial de una aspiradora industrial para aplicaciones de aseo en el taller.

- R-TMM-02: Procedimiento para la recolección selectiva de residuos industriales peligrosos.

El procedimiento acorde a la recolección de residuos industriales peligrosos estará fundamentado en prevenir el derrame aceites y refrigerante durante las operaciones y en facilitar la disposición de estos para un correcto almacenaje. Este será de responsabilidad exclusiva de los apoyos académicos.

Los implementos de seguridad a utilizar en cada caso, corresponderán a los tipos de residuos que sean manipulados, según lo establecido en el DS 594 del Ministerio de Salud, Reglamentos sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales en los Lugares de Trabajo.

Los pasos necesarios para facilitar este proceso son los siguientes:

1.- Para las operaciones, los aceites almacenados en tambores de 18 [L] provenientes de fabricante serán extraídos de estos y almacenados en tambores especiales de 15 [L], los cuales facilitan la manipulación.



Figura 118: Imagen referencial de tambores y bidones disponibles para operaciones de mantenimiento.

2.- Para el retiro de los aceites desde las máquinas herramientas

3.- Una vez retirados los aceites y emulsionados, es importante limpiar los filtros para un mejor funcionamiento de los sistema de lubricación internos.



Figura 119: Filtro de lubricación de la rectificadora ubicada en el taller.

4.- Con respecto a los recipientes utilizados para la refrigeración en operaciones de mecanizado, deben ser vaciados totalmente, para luego ser dispuestos en contenedores especiales, al igual que los paños contaminados con aceite o refrigerante.

5.- Finalmente, los aceites desechados deben ser vaciados en los tambores especiales dispuestos para su almacenamiento en el pañol.

- R-TMM-02: Procedimiento para la recolección selectiva de residuos sólidos asimilables a domiciliarios.

Para aquellos residuos no industriales y asimilables a domiciliarios, se utilizarán métodos de acopios normales, que pueden ser manuales o con la ayuda de instrumentos de limpieza, tales como escobas, palas, brochas o mediante uso de una aspiradora industrial, esto para facilitar la recolección de residuos y que no se almacenen en los puestos de trabajo. Para esto se dispondrán de zonas de almacenamiento de residuos marcadas y señalizadas en el taller. Este procedimiento será realizado cabo por los estudiantes una vez finalizadas sus actividades académicas y por los apoyos académicos cuando sea necesario.

C. Procedimientos estructurados para el Almacenamiento de Residuos en el taller metalmecánico

C.1 Objetivo

Este documento establece los requisitos y tareas necesarias para asegurar las correctas condiciones de almacenamiento de los residuos generados en el taller, facilitando la segregación y preservación de estos para su disposición final.

C.2 Alcance

Este plan de acción debe ser considerado por todas las áreas de producción y soporte comprometidas en el taller metalmecánico.

C.3 Responsabilidades

El responsable de organizar, gestionar y coordinar los procedimientos será el memorista Martín Gutiérrez. El encargado de autorizar estos procedimientos será Don Luis Guzmán, jefe del taller, mientras que los responsables de implementar las acciones serán los apoyos académicos.

C.4 Documentos Aplicables

- A-TMM-01 Procedimiento para etiquetado de contenedores.
- A-TMM-02 Procedimiento para almacenamiento de residuos sólidos industriales.
- A-TMM-03 Procedimiento para almacenamiento de residuos industriales peligrosos.
- A-TMM-04 Procedimiento para almacenamiento de residuos sólidos asimilables a domiciliarios.
- A-TMM-05 Procedimiento para cuantificación de residuos en el taller metalmecánico.

C.5 Terminología

Procedimiento: Documento que describe la realización de actividades respondiendo el qué, cómo, cuándo, dónde y por quién son realizadas estas actividades. Generalmente, su ejecución involucra a más de un área del sistema de gestión de calidad.

Residuo Industrial Sólido: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que tienen por característica principal ser de estado sólido, almacenándose por lo general en los mismos equipos productivos.

Residuo Industrial Líquido: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que tienen por característica principal ser de estado líquido, teniendo la capacidad de escurrimiento, siendo difícil de recolectar.

Residuo Sólido Asimilable a Domiciliario: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que no se caracterizan como residuos industriales.

Segregación: Procedimiento de diferenciación de residuos, enfocado en eficientar los almacenamientos y posteriores disposiciones de desechos.

Código CRETIB: Es el sistema de clasificación para residuos peligrosos en base a su peligrosidad, método establecido en la NCh 2190, Transporte de sustancia peligrosas – Distintivos para identificación de peligrosidad.



Figura 120: Imagen representativa del código CRETIB extraída de la NCh 2190.

Metodología 5s: Es una metodología para organizar el trabajo de una manera que minimice el desperdicio (Muda), asegurando que las zonas de trabajo estén sistemáticamente limpias y organizadas, mejorando la productividad, la seguridad y proveyendo las bases para la implementación de procesos esbeltos.

Esta filosofía se estructura en base a cinco pasos fundamentales que son: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Mantener la disciplina.

Zonas de Acopio: Sectores definidos y señalizados dentro o fuera del taller, destinados para depositar los residuos sólidos, para luego ser retirados.

C.6 Equipos y herramientas

- Contenedores diferenciados por colores
- Pizarra metodología 5s
- Balanza digital industrial

C.7 Actividades del plan

- A-TMM-01 Procedimiento para etiquetado de contenedores.

Todos los contenedores deben tener su etiqueta correspondiente, con el motivo de segregar de forma eficiente los residuos generados, diferenciando el nivel de peligrosidad de estos.

Por un lado se encuentran los contenedores de residuos peligrosos, los cuales deben estar claramente identificados y etiquetados, desde su almacenamiento hasta su eliminación, indicando de forma claramente visible:

- El tipo de residuo que contiene
- Las características de peligrosidad del residuo de acuerdo a la NCh 2190 of. 2003.
- El proceso en que se originó el residuo
- El código de residuo peligroso
- La fecha de ingreso y ubicación en el sitio de almacenamiento
- Datos del generador de los residuos

Estas características se reflejan en el siguiente formato utilizado por la Universidad para gestionar el almacenamiento y posterior retiro de los residuos peligrosos, y el cual es facilitado por la empresa gestora de residuos peligrosos.

RESIDUOS PELIGROSOS	
RESIDUO: _____	
HALOGENADO: _____ NO HALOGENADO: _____	
PROCEDENCIA: _____	
LISTA A: _____ COD. RP: _____	
FECHAS DE ALMACENAMIENTO:	
INICIO: _____ TERMINO: _____	
PESO BRUTO: _____ KG	
NUMERO DE ENVASES: _____ UN	
ORDEN DE TRABAJO: _____	
GUIA DE DESPACHO: _____	
DESTINO: _____	
 STU Gestión Sustentable	
SERVICIOS TECNICOS URBANOS LTDA. Transporte autorizado SEREMI www.stultda.cl - ventas@stultda.cl Cerro Los Cóndores 9701-3 Quilicura 224 268 648 - 07 4005694	

Figura 121: Ficha de rotulado para residuos peligrosos con características de Líquido Inflamable.

RESIDUOS PELIGROSOS	
RESIDUO: _____	
ALCALINO PH>9: _____	ACIDO: PH<5: _____
PROCEDENCIA: _____	
LISTA A: _____	COD. RP: _____
FECHAS DE ALMACENAMIENTO:	
INICIO: _____	TERMINO: _____
PESO BRUTO: _____	KG
NUMERO DE ENVASES: _____	UN
ORDEN DE TRABAJO: _____	
GUIA DE DESPACHO: _____	
DESTINO: _____	
SERVICIOS TECNICOS URBANOS LTDA. Transporte autorizado SEREMI www.stultda.cl - ventas@stultda.cl Cerro Los Cóndores 9701-3 Quilicura 224 268 648 - 07 4005694	



CORROSIVO

8

Figura 122: Ficha de rotulado para residuos peligrosos con características de Corrosivo.

El rotulado de los contenedores debe ser resistente a la acción del tiempo, de tal modo que permanezca sin deteriorarse o sin cambio sustancial entre el periodo de almacenamiento, transporte y manipulación para el transporte hasta disposición final.

Por otro lado se encuentran los contenedores de los residuos categorizados como no peligrosos, ya sean de carácter industrial o asimilable a domiciliarios. A continuación se presenta el etiquetado a utilizar:

Etiquetado para contenedor de metales.

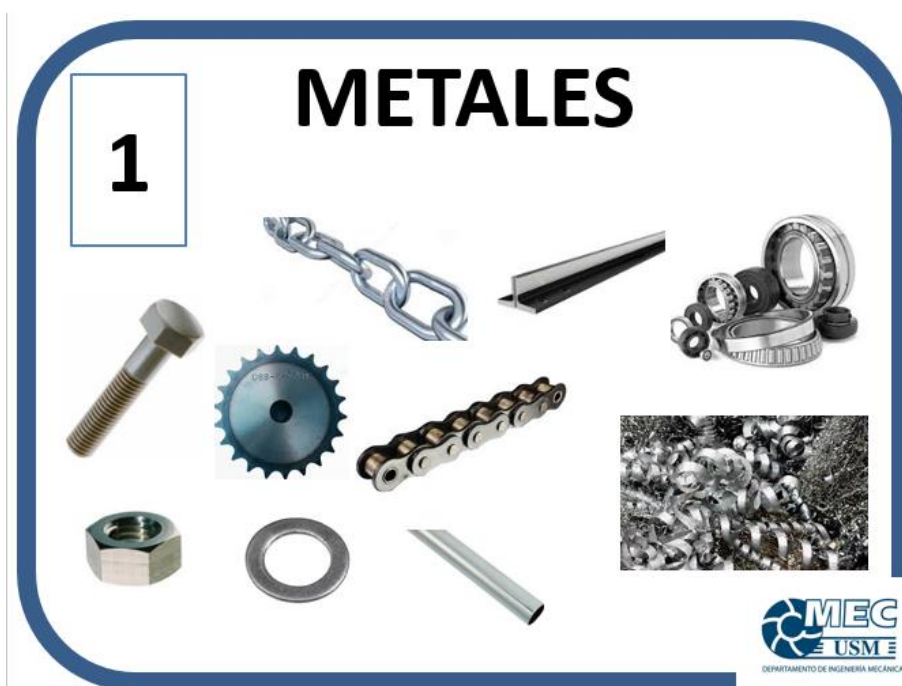


Figura 123: Rotulado para contenedores de metales dispuesto en el taller metalmecánico.

Etiquetado para contenedor de componentes electrónicos



Figura 124: Rotulado para contenedores de componentes electrónicos dispuesto en el taller metalmecánico.

Etiquetado para contenedor de cartones



Figura 125: Rotulado para contenedores de cartones dispuesto en el taller metalmecánico.

Etiquetado para contenedor de plásticos blandos



Figura 126: Rotulado para contenedores de plásticos blandos dispuesto en el taller metalmecánico.

Etiquetado para contenedor de plásticos duros



Figura 127: Rotulado para contenedores de plásticos duros dispuesto en el taller metalmecánico.

Etiquetado para contenedor de papeles

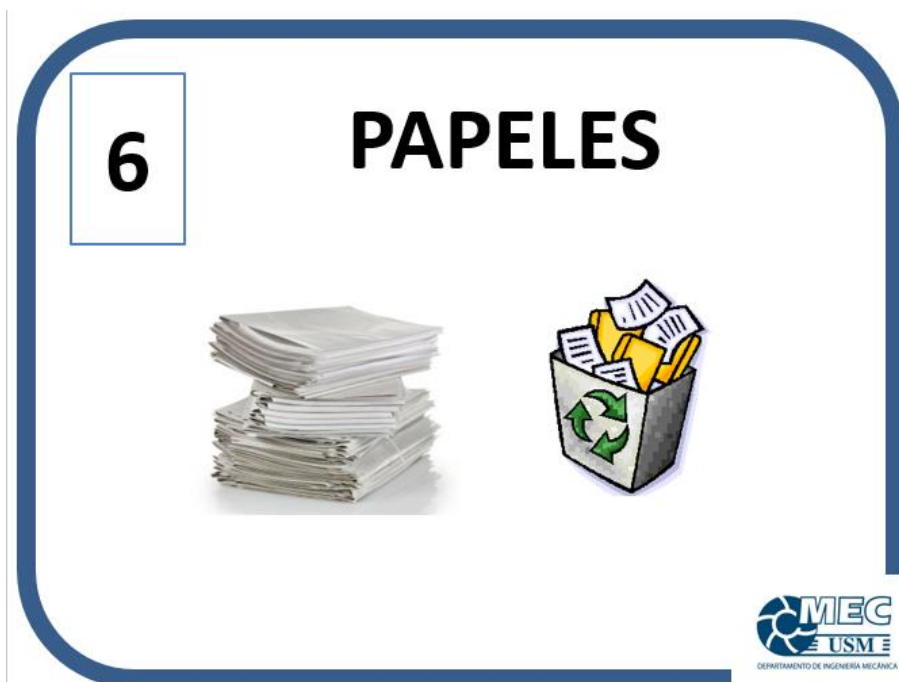


Figura 128: Rotulado para contenedores de papeles dispuesto en el taller metalmecánico.

Etiquetado para contenedor de envases almacenadores de productos químicos



Figura 129: Rotulado para contenedores de envases de aceites y grasas dispuesto en el taller metalmecánico.

Etiquetado para contenedor de basura asimilable a domiciliaria



Figura 130: Rotulado para contenedores de basura doméstica dispuesto en el taller metalmecánico.

Etiquetado para contenedor de pinturas, solventes y residuos sólidos “corrosivos”



Figura 131: Rotulado para contenedores de envases de aceites y grasas dispuesto en el taller metalmecánico.

Etiquetado para acopio temporal de aceites



Figura 132: Rotulado para contenedores de acopio de aceites dispuesto en el taller metalmecánico.

Etiquetado para contenedor de vidrios



Figura 133: Rotulado para contenedores de vidrios dispuesto en el taller metalmecánico.

Etiquetado para baterías



Figura 134: Rotulado para contenedores de baterías dispuesto en el taller metalmecánico.

Además de los etiquetados, los contenedores se diferenciarán por colores, según la NCh 3322 que estandariza los colores y elementos visuales con el fin de facilitar la separación de los diferentes residuos.



Figura 135: Categorización por colores de los contenedores de residuos según la nCh 3322.

- A-TMM-02: Procedimiento para almacenamiento de residuos sólidos industriales.

Los residuos deben ser recolectados en contenedores apropiados a sus características físico-químicas y considerando el volumen generado. Deben estar diseñados para resistir los esfuerzos producidos durante su manipulación, así como durante la carga y descarga y el traslado de los residuos, garantizando en todo momento que no serán derramados.

La siguiente tabla muestra la cantidad de contenedores, la capacidad respectiva para los residuos sólidos industriales generados en el taller metalmecánico, el color del depósito y finalmente el estado del contenedor, si es reutilizado o adquirido recientemente.

Tabla 43: Detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo industrial sólido No Peligroso generado.

Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Residuo	Capacidad Contenedor [L]	Nº de Contenedores	Color	Estado
Chatarra	200	2	Gris	Reutilizado
Viruta Seca, colas electrodos y escoria de soldadura	240	1	Gris	Nuevo
Viruta Plásticos duros	120	1	Verde	Nuevo
Basura doméstica (Epp's, herramientas de goma, etc)	120	1	Gris oscuro	Nuevo
Insertos de Tungsteno	6	1	Transparente	Nuevo

Los residuos industriales sólidos serán almacenados en el interior del taller metalmecánico, en la zona definida en el anexo de este procedimiento con color amarillo.

Los contenedores serán inspeccionados semanalmente para asegurar que se conserven en buenas condiciones. Si muestran algún grado de deterioro deberán ser reemplazados.

- A-TMM-03: Procedimiento para almacenamiento de residuos industriales peligrosos.

Para los residuos industriales líquidos se dispondrán de tambores rotulados con las etiquetas adjuntas en el procedimiento A-TMM-01, de la forma que se aprecia en la imagen.

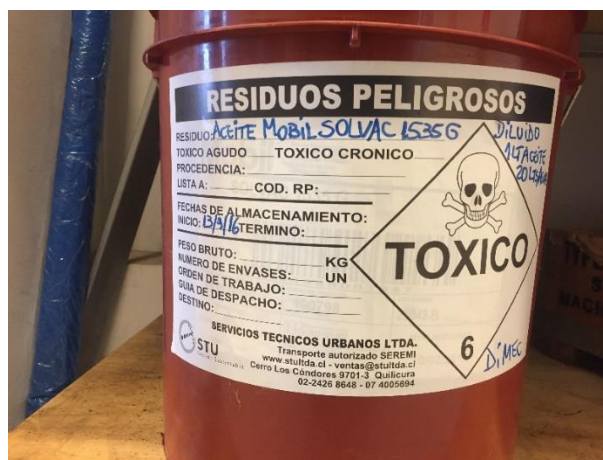


Figura 136: Imagen referencial del rotulado para el almacenamiento de aceites utilizados en el taller metalmecánico.

Las condiciones de almacenamiento, según el D.S. N°78 del Ministerio de Salud, de aquellos residuos peligrosos líquidos que presenten la característica de Inflamabilidad, deberán ser las siguientes:

- Los tambores se deben encontrar sobre una plataforma o estante metálico no absorbente, o bien sobre el piso.
- Poseer un sistema de control de derrames que para el caso del taller se utilizará zeolita.
- Sistema manual de extinción de incendios, a base de extintores.
- El almacenamiento de estos residuos inflamables será exclusivo y separado de los otros residuos, manteniendo al menos 1,2 metros de distancia.
- El almacenamiento debe ser en un lugar con buena ventilación y a temperatura ambiente, el cual no permita riesgos de inflamación de los residuos almacenados.
- Los cilindros llenos de gases envasados estarán separados de los vacíos, en posición vertical y sujeta mediante cadenas a la pared, con un sistema que evite su volcamiento.
- Los envases que contengan o hayan contenido líquidos inflamables deberán estar en estantes de material no absorbente, liso y lavable, cerrados o con barras antivuelco, con control de derrames y ventilación para evitar la acumulación de gases en su interior.

Otro punto relevante en el manejo de los residuos peligrosos son las señales de seguridad para la identificación de riesgos de materiales. A continuación se presenta la señalética que se utilizará para los líquidos inflamables almacenados en el taller.



Figura 137: Etiquetado de área de almacenamiento de líquidos inflamables según NCh 1411.

También se agregan al procedimiento las señaléticas con las clases de residuos peligrosos que se generan en el taller:

Clase 2: Gases



Figura 138: Etiquetado según nCh 2190 para gases almacenados en el taller metalmecánico.

Clase 3: Líquidos Inflamables



Figura 139: Etiquetado según nCh 2190 para líquidos inflamables almacenados en el taller metalmecánico.

Clase 4: Sólidos Inflamables



Figura 140: Etiquetado según nCh 2190 para sólidos inflamables almacenados en el taller metalmecánico.

Clase 6: Sustancias Tóxicas



Figura 141: Etiquetado según nCh 2190 para Sustancias Tóxicas almacenados en el taller metalmecánico.

Clase 8: Sustancias Corrosivas



Figura 142: Etiquetado según nCh 2190 para Sustancias Tóxicas almacenados en el taller metalmecánico.

Para minimizar la generación de envases de residuos peligrosos, es preferible usar contenedores de gran tamaño cuando la cantidad de residuos es elevada.

Tabla 44: Detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo industrial sólido Peligroso generado.

Fuente: *Elaboración propia.*

Tipo de Residuo	Capacidad Contenedor [L]	Nº de Contenedores	Color	Estado
Baterías	35	1	Rojo	Nuevo
Envases Aceites, Grasas y Emulsionados	120	1	Rojo	Reutilizado
Paños contaminados	35	1	Rojo	Nuevo
Pinturas, solventes y residuos sólidos “corrosivos”	120	1	Rojo	Reutilizado
Aceites	20	2	Rojo	Reutilizado
Emulsionado (Mezcla de Aceite y Agua)	20	1	Rojo	Reutilizado
Componentes electrónicos	120	1	Burdeo	Nuevo
Ampolletas y tubos fluorescentes	50	1	Rojo	Reutilizado
Cartridge impresora	10	1	Rojo	Reutilizado
Viruta con hidrocarburos	120	1	Rojo	Nuevo

Los contenedores deben ser inspeccionados periódicamente para asegurar que se conserven en buenas condiciones y que no presenten peligro de filtraciones o rupturas. Los que muestren señales de deterioro, deben ser reemplazados inmediatamente.

- A-TMM-04 Procedimiento para almacenamiento de residuos sólidos asimilables a domiciliarios.

El procedimiento para el almacenamiento de residuos sólidos asimilables a domiciliarios contempla el uso de contenedores apropiados a sus características físico-químicas y considerando el volumen generado. Deben estar diseñados para resistir los esfuerzos producidos durante su manipulación, así como durante la carga y descarga y el traslado de los residuos, garantizando en todo momento que no serán derramados.

La siguiente tabla muestra la cantidad de contenedores, la capacidad respectiva para los residuos sólidos asimilables a domiciliarios generados en el taller metalmecánico, el color del depósito y finalmente el estado del contenedor, si es reutilizado o adquirido recientemente.

Tabla 45: Detalle de contenedores necesarios por cada tipo de residuo sólido asimilable a domiciliario generado. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Residuo	Capacidad [L]	Nº de Contenedores	Color	Estado
Papeles	120	1	Azul	Reutilizado
Cartones	120	1	Azul	Reutilizado
Vidrios	120	1	Verde	Reutilizado
Plásticos	120	1	Amarillo	Reutilizado
Desechos orgánicos	35	1	Café	Nuevo

Análogo al procedimiento A-TMM-02, los contenedores serán inspeccionados semanalmente para asegurar que se conserven en buenas condiciones. Si muestran algún grado de deterioro deberán ser reemplazados.

Los contenedores de papeles, cartones, vidrios y plásticos serán ubicados en un punto verde en el exterior del taller metalmecánico, con el fin de disminuir la aglomeración de residuos en este, además de difundir la concientización del tratamiento de residuos a los otros laboratorios cercanos en el sector.

Los sitios para el acopio de residuos fueron designados en base a las condiciones de almacenamiento establecidas en el Código Sanitario D.S. N°594/2000 MINSAL, y se pueden apreciar en el Layout

modificado en la siguiente figura, donde se destaca el aislamiento de los residuos peligrosos respecto a los otros residuos, además de la parcelación de los contenedores de residuos domiciliarios hacia el exterior del taller, en el pasillo del edificio B del campus San Joaquín.

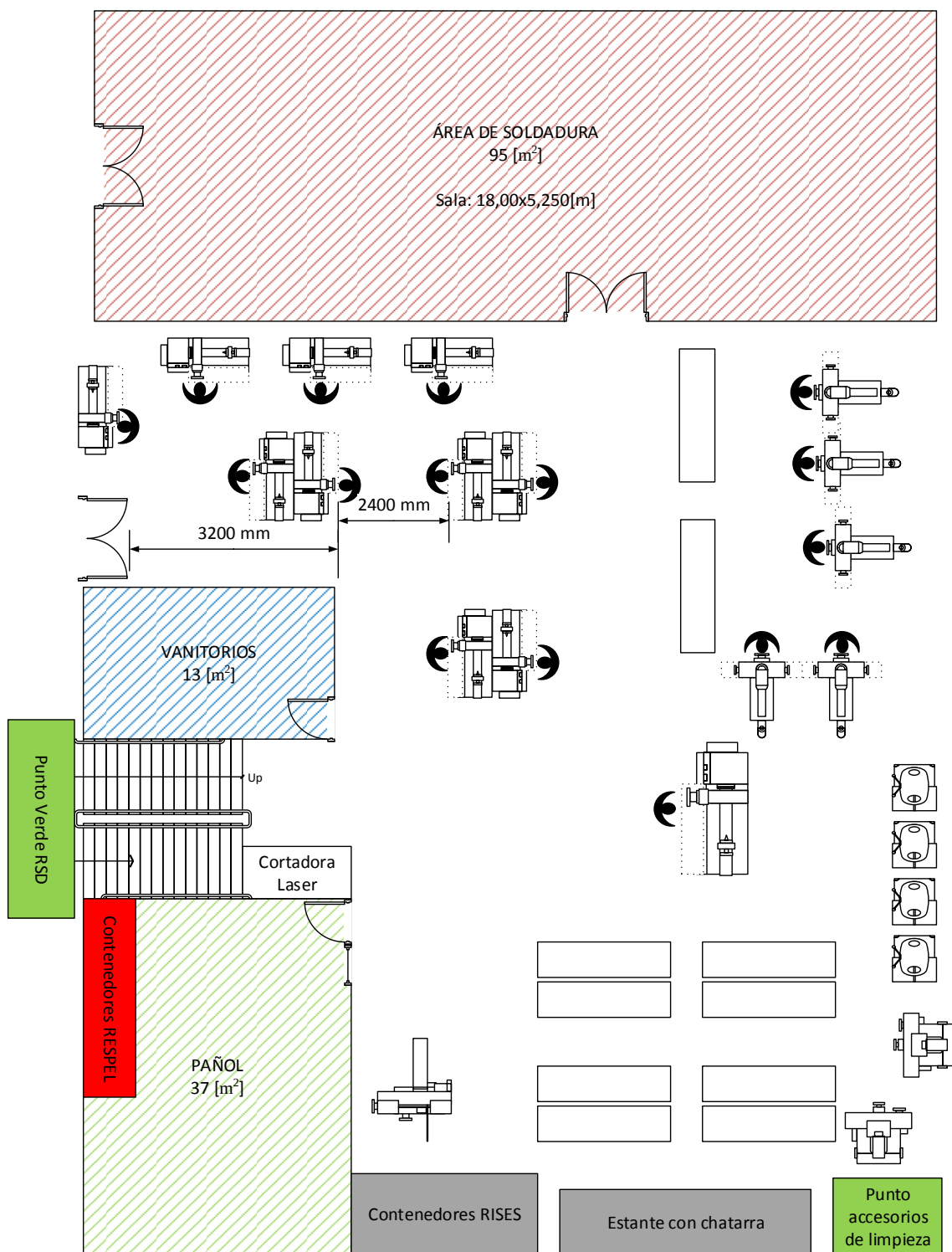


Figura 143: Layout modificado del Taller Metalmecánico del Campus San Joaquín.

- A-TMM-05 Procedimiento para la cuantificación de residuos en el taller metalmecánico.

El procedimiento que implica la cuantificación de residuos en el taller, se basará en medir a través de una balanza industrial adquirida por el departamento de Mecánica la cantidad de residuos generados mensualmente, llevando un registro de esto a través de las planillas adjuntas a continuación.



Figura 144: Imagen referencial de la balanza industrial cotizada en el proyecto.

Registro Anual para la Cuantificación y Disposición de Residuos generados en el Taller Metalmecánico del Campus San Joaquín

Tabla 46: Ficha de Registro Anual para la cuantificación y disposición de Residuos. Fuente: Elaboración propia.

Fecha Registro	Nombre del Residuo	Tipo de Residuo (P - NP)	Categoría (RISES, RESPEL o RSD)	Cantidad anual (Kg o L)	Reuso Interno (marcar con x)	Reciclaje externo (marcar con x)	Destino residuo				
							Disposición (marcar con x)	Nombre de la empresa que lo retira	Nombre empresa eliminación	Lugar eliminación	Fecha Retiro

Registro Mensual para Cuantificación de Residuos Industriales Sólidos No Peligrosos

Tabla 47: Ficha de Registro Mensual para la cuantificación Residuos Industriales No Peligrosos. Fuente: Elaboración propia.

	Encargado Registro		Fecha Registro	
N°	Tipo de Residuo Industrial Sólido No Peligroso	Unidad (Kg o m ³)	Cantidad	
			Mensual	Acumulada
1	Viruta Seca, colas de electrodos, escoria de soldadura			
2	Chatarra			
3	Viruta Plásticos duros			
4	Basura Doméstica (Epp's, herramientas de goma, etc)			
5	Insertos de Tungsteno			

Registro Mensual para Cuantificación de Residuos Asimilables a Domiciliarios

Tabla 48: Ficha de Registro Mensual para la cuantificación Residuos Industriales No Peligrosos. Fuente: Elaboración propia.

	Encargado Registro		Fecha Registro	
N°	Tipo de Residuo Asimilable a Domiciliario	Unidad (Kg o m ³)	Cantidad	
			Mensual	Acumulada
1	Cartón			
2	Papel			
3	Plásticos blandos			
4	Vidrios			
5	Desechos Orgánicos			

Registro Mensual para Cuantificación de Residuos Asimilables a Domiciliarios

Tabla 49: Ficha de Registro Mensual para la cuantificación Residuos Asimilables a Domiciliarios. Fuente: Elaboración propia.

	Encargado Registro		Fecha Registro	
N°	Tipo de Residuo Industrial Peligroso	Unidad (Kg o m ³)	Cantidad	
			Mensual	Acumulada
1	Pinturas, solventes y residuos sólidos "corrosivos"			
2	Aceites			
3	Emulsionado (Aceite y Agua)			
4	Envases aceites, grasas y emulsionados			
5	Viruta contaminada con hidrocarburos			
6	Cartridge Impresoras			
7	Tubos Fluorescentes			
8	Componentes electrónicos			
9	Paños contaminados			
10	Baterías			

D. Procedimientos estructurados para la Disposición de Residuos en el taller metalmecánico

D.1 Objetivo

Este documento establece los requisitos y tareas necesarios para gestionar de forma efectiva la disposición de los residuos facilitando el contacto con los gestores autorizados para el retiro de estos desde el taller metalmecánico del campus.

D.2 Alcance

Este plan de acción debe ser considerado por todas las áreas de producción y soporte comprometidas en el taller metalmecánico.

D.3 Responsabilidades

El responsable de organizar, gestionar y coordinar los procedimientos será el memorista Martín Gutiérrez. El encargado de autorizar estos procedimientos será Don Luis Guzmán, jefe del taller, mientras que los responsables de implementar las acciones serán los apoyos académicos.

D.4 Documentos Aplicables

- D-TMM-01 Procedimiento para la disposición de residuos industriales no peligrosos.
- D-TMM-02 Procedimiento para la disposición de residuos industriales peligrosos.
- D-TMM-03 Procedimiento para la disposición de residuos sólidos asimilables a domiciliarios.

D.5 Terminología

Procedimiento: Documento que describe la realización de actividades respondiendo el qué, cómo, cuándo, dónde y por quién son realizadas estas actividades. Generalmente, su ejecución involucra a más de un área del sistema de gestión de calidad.

Residuo Industrial Sólido: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que tienen por característica principal ser de estado sólido, almacenándose por lo general en los mismos equipos productivos.

Residuo Industrial Líquido: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que tienen por característica principal ser de estado líquido, teniendo la capacidad de escurrimiento, siendo difícil de recolectar.

Residuo Sólido Asimilable a Domiciliario: Son los residuos generados durante las operaciones de procesos productivos y que no se caracterizan como residuos industriales.

Disposición: Procedimiento de orientado a facilitar el retiro de los residuos desde un establecimiento mediante el contacto con gestores autorizados.

Metodología 5s: Es una metodología para organizar el trabajo de una manera que minimice el desperdicio (Muda), asegurando que las zonas de trabajo estén sistemáticamente limpias y organizadas, mejorando la productividad, la seguridad y proveyendo las bases para la implementación de procesos esbeltos.

Esta filosofía se estructura en base a cinco pasos fundamentales que son: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Mantener la disciplina.

D.6 Equipos y herramientas

- Traspaleta
- Contenedores

D.7 Actividades del plan

- D-TMM-01: Procedimiento para la disposición de residuos industriales no peligrosos.

Los residuos industriales no peligrosos son aquellos generados durante las operaciones de mecanizado o soldadura y que son almacenados en el taller metalmecánico.

Con respecto a estos es posible definir la siguiente tabla con la descripción de los residuos, el gestor autorizado el contacto responsable y la frecuencia de los retiros de los residuos.

Tabla 50: Detalle de destinatarios y frecuencia de retiro de los residuos desde el taller. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Residuo	Gestor Autorizado	Frecuencia de Retiro
Chatarra y Viruta	Por definir	Anualmente
Insertos	Sandvick	Anualmente

El contacto de estos será responsabilidad del departamento de mecánica, quienes deben coordinar los retiros según la frecuencia estipulada y llevando un registro de las entregas efectuadas, ya sea por venta o donación.

- D-TMM-02: Procedimiento para la disposición de residuos industriales peligrosos.

Los residuos peligrosos generados serán retirados anualmente durante el mes de Enero y será coordinado con los departamentos de Química y Química Ambiental, quienes trabajan con el gestor autorizado STU Ltda.

Tabla 51: Detalle de destinatario de residuos peligrosos y frecuencia de retiro de los residuos desde el taller.

Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Residuo	Gestor Autorizado	Contacto UTFSM	Frecuencia de Retiro
Aceites	STU	Maritza Sanguinetti	Anualmente
Tubos fluorescentes	STU	Maritza Sanguinetti	Anualmente
Paños contaminados	STU	Maritza Sanguinetti	Anualmente
Baterías	STU	Maritza Sanguinetti	Anualmente
Envases de productos químicos vacíos	STU	Maritza Sanguinetti	Anualmente

Una vez retirados los tambores y contenedores de residuos peligrosos, se deben adquirir nuevos contenedores, ya que los bidones son enviados al proceso de valorización por parte de la empresa gestora.

- D-TMM-02: Procedimiento para la disposición de residuos sólidos asimilables a domiciliarios. Con respecto a la disposición de los residuos sólidos asimilables a domiciliarios, la autoridad del campus es responsables del retiro de estos desde el taller mensualmente. A continuación se identifica el tipo de residuo, el gestor responsable, el contacto y la frecuencia de retiro desde la Universidad.

Tabla 52: Detalle de destinatario de residuos asimilables a domiciliarios y frecuencia de retiro de los residuos desde el taller. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Residuo	Gestor Autorizado	Contacto UTFSM	Frecuencia de Retiro
Papeles	Fundación Casa la Paz	Rodrigo Montecino	Mensualmente
Cartones	Fundación Casa la Paz	Rodrigo Montecino	Mensualmente
Vidrios	Fundación Casa la Paz	Rodrigo Montecino	Mensualmente
Plásticos	Fundación Casa la Paz	Rodrigo Montecino	Mensualmente
Basura asimilable a doméstica	Municipalidad	Rodrigo Montecino	Mensualmente

En caso de que algún gestor autorizado no pueda seguir realizando los retiros desde el campus, se buscará en el listado de empresas autorizadas para la disposición final de diversos tipos de residuos, la cual se encuentra disponible en la página web www.asrm.cl, para el retiro en la RM.

Finalmente se adjunta los datos de los contactos que gestionan los retiros al interior de la Universidad, con su respectivo cargo, correo electrónico y teléfono.

Tabla 53: Detalle de contactos internos de la Universidad para el retiro de los residuos desde el taller. Fuente: Elaboración propia.

Contacto	Cargo	Correo	Teléfono
Rodrigo Montecino	Encargado Mantenimiento e Infraestructura UTFSM Campus San Joaquín	Rodrigo.montecino@usm.cl	223037461
Maritza Sanguinetti	Encargada laboratorio de Química UTFSM Casa Central	Maritza.sanguinetti@usm.cl	22654227

Apéndice 9: Propuesta de reestructuración Pañol Taller Metalmecánico Campus San Joaquín mediante aplicación de metodología 5S.

1. Objetivo

Este documento establece una propuesta para reestructurar y reordenar el pañol ubicado en el taller metalmecánico del Campus San Joaquín aplicando la herramienta 5s, con el propósito de implementar un modelo de inventario acorde a las necesidades del establecimiento y facilitar las tareas desarrolladas en esta área.

2. Alcance

Este plan de acción debe ser considerado por todas las áreas de producción y soporte comprometidas en el taller metalmecánico.

3. Responsabilidades

El responsable de organizar, gestionar y coordinar el plan será el memorista Martín Gutiérrez. El encargado de autorizar esta propuesta será Don Luis Guzmán, jefe del taller, mientras que el responsable de implementar las acciones serán los apoyos académicos, liderados por Don Manuel Vicencio, encargado del pañol.

4. Documentos Aplicables

- P-TMM-1 Procedimiento de identificación, clasificación y ubicación de los bienes servibles mediante aplicación de metodología 5s.
- P-TMM-2 Procedimiento de identificación, clasificación y ubicación de los bienes inservibles, obsoletos e innecesarios para darlos de baja mediante aplicación de metodología 5s.
- P-TMM-3 Procedimiento para el control de bienes que ingresan y salen del pañol para operaciones de producción.
- P-TMM-4 Procedimiento para el control de personal que ingresan y salen del pañol.
- P-TMM-5 Procedimiento para reabastecimiento de materias primas en las diferentes áreas de producción.

5. Terminología

5.1 Procedimiento: Documento que describe la realización de actividades respondiendo el qué, cómo, cuándo, dónde y por quién son realizadas estas actividades. Generalmente, su ejecución involucra a más de un área del sistema de gestión de calidad.

- 5.2 Bienes fungibles: Son los elementos que se consumen en su primer uso, o los que por su uso frecuente generan un desgaste acelerado o al aplicarlos a otros, se extinguen o desaparecen. Son también considerados como bienes consumibles.
- 5.3 Bienes No Fungibles: Son aquellos que no se consumen en su primer uso, aunque con el tiempo se deterioran a largo plazo, así como los que por su estado no son útiles o se han desactualizado tecnológicamente. Son llamados a su vez bienes devolutivos.
- 5.4 Bienes en almacén: Son los elementos que se encuentran almacenados en el área física destinada al almacén del establecimiento.
- 5.5 Bienes en uso: Son los entregados a funcionarios de las diferentes áreas de producción o administración para el cumplimiento de sus funciones.
- 5.6 Bienes servibles: Se reconoce como bienes servibles a todos aquellos que presentan vida útil al momento de su evaluación.
- 5.7 Bienes inservibles: Son todos aquellos bienes que no presentan vida útil al momento de su evaluación y por lo tanto se encuentran obsoletos.
- 5.8 Metodología 5s: Es una metodología para organizar el trabajo de una manera que minimice el desperdicio (Muda), asegurando que las zonas de trabajo estén sistemáticamente limpias y organizadas, mejorando la productividad, la seguridad y proveyendo las bases para la implementación de procesos esbeltos.
- Esta filosofía se estructura en base a cinco pasos fundamentales que son: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Mantener la disciplina.

6. Equipos y herramientas

Computador CPU

Sistema Office 2013

Pizarra metodología 5s

7. Actividades del plan

7.1 Identificación, clasificación y ubicación de los bienes servibles mediante aplicación de metodología 5s.

Para llevar a cabo este proceso es necesario chequear todos los bienes con que cuenta el taller actualmente, ya sea que se encuentren almacenados en el pañol o en uso en las distintas áreas productivas. Una vez identificados, se procederá a contabilizarlos y categorizarlos en un documento tipo Excel, para luego ubicarlos en el pañol según las condiciones de almacenamiento que requiera cada uno. La metodología 5s permitirá aplicar conceptos LEAN al pañol,

optimizando los procesos de este y priorizando el poseer un lugar limpio y ordenado para el desarrollo de las actividades de almacenamiento.

7.2 Identificación, clasificación y ubicación de los bienes inservibles, obsoletos e innecesarios para darlos de baja.

Análogo al procedimiento anterior, se deben chequear aquellos bienes que se encuentren inservibles, obsoletos e innecesarios, esto con el fin de darlos de baja y no almacenar bienes que no sean requeridos por las operaciones. La aplicación de la metodología 5s en este caso permitirá evaluar la masiva acumulación de desperdicios (muda) que se encuentran en el pañol.

7.3 Procedimiento para el control de bienes que ingresan y salen del pañol para operaciones de producción.

Este procedimiento consiste en controlar el ingreso y egreso de los bienes que circulan desde o hacia el pañol respectivamente, mediante un programa que actualice la información de almacenamiento cada vez que se lleva a cabo un cambio. Para ello será necesario ubicar un computador en el mesón ubicado a la entrada del pañol que cuente con un software capacitado, con el fin de que el personal autorizado actualice las planillas cuando sea requerido.

7.4 Procedimiento para el control de personal que ingresan y salen del pañol.

El pañol se encontrará cerrado con llave y el personal que circule por este solo serán los apoyos académicos, los cuales contarán cada uno con una llave para privilegiar un acceso restringido y otorgar seguridad en el control de bienes. Si algún personal externo al taller desea ingresar al pañol (alumno, personal de aseo, personal de otro departamento, etc.) deberá hacerlo bajo la supervisión del apoyo académico responsable de su visita.

7.5 Procedimiento para control y reabastecimiento de bienes en pañol.

Mediante un estudio logístico respecto al volumen anual de unidades circulantes en el taller metalmecánico y su respectivo coste, se llevará a cabo una categorización de bienes que permitirá establecer cuando y cuanto se debe pedir nuevamente las unidades para mantener el stock mínimo requerido por las operaciones del taller.

8 Bibliografías

- [1] Decreto Supremo N°148. CHILE. Reglamento Sanitario sobre manejo de Residuos Peligrosos. Ministerio de Salud. Santiago, Chile, Junio de 2004. 76 p.
- [2] Gobierno de Chile, Ministerio del Medio Ambiente. Primer reporte del manejo de residuos sólidos en CHILE. Primera edición. Página Web Ministerio del Medio Ambiente, 27 de Junio de 2010. [10 de Septiembre de 2016]. Disponible en <http://www2.inia.cl>
- [3] Decreto Supremo N°594. CHILE. Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Ministerio de Salud. Santiago, Chile, Abril de 2000. 56 p.
- [4] Gobierno de Chile, Ministerio del Medio Ambiente. *Presentación de la Ley General de Residuos para Taller de lodos de piscicultura, Coyhaique, año 2011*. Primera edición. Página Web Ministerio del Medio Ambiente, 24 de Marzo de 2011. [10 de Septiembre de 2016]. Disponible en <http://www2.inia.cl>
- [5] Pérez Gómez, Jesús. Gestión de residuos industriales. *Informa ambiental, Fondo Social Europeo*. 2010, I, 1-98. [18 de Abril de 2016]. ISSN.
- [6] ORDEN, M. A. M. 304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. *Ministerio de Medio Ambiente. Gobierno de España*, 2002.
- [7] Crespo, Miquel y Ferrer Márquez, Antonio. *Guía de control y gestión de residuos peligrosos*, Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), Madrid 2005.
- [8] Gobierno de Chile, Departamento de Información Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente. Gestión de Residuos Ministerio del Medio Ambiente. Página Web Ministerio del Medio Ambiente, Junio de 2016. 1 p. [8 de Abril de 2017]. Disponible en www.mma.gob.cl
- [9] Ley N°20.920. CHILE. Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del Productor. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile, Junio de 2016. 21 p.
- [10] Portal Ministerio del Medio Ambiente. “Senado aprueba en general la Ley de Fomento al Reciclaje”. Noticia REP. Disponible en <http://portal.mma.gob.cl/senado-aprueba-en-general-la-ley-de-fomento-al-reciclaje/>
- [11] Decreto con Fuerza de Ley N°725. CHILE. Código Sanitario. Ministerio de Salud. Santiago, Chile, Enero de 1968. 52 p.
- [12] Allamand y otros. Residuos Sólidos Municipales. *Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile*. Primera edición. Página Web Ministerio del Medio Ambiente: Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), 2010, pp. 41 a 44.
- [13] Ministerio del Medio Ambiente. De Reciclador a Emprendedor del Reciclaje. [2 de Abril de 2017]. Disponible en <http://www.santiagorecicla.cl>

- [14] Noticia Ley del Reciclaje <http://www.diariosustentable.com/2017/consejo-ministros-aprueba-primeros-reglamentos-la-implementacion-la-ley-reciclaje/>
- [15] Alé Yarad, Jorge y otros. Quinto: Objetivos. *Acuerdo de Producción Limpia*. Primera edición. Página Web Ministerio del Medio Ambiente: Consejo Nacional de Producción Limpia (CNPL), 2012, página 7.
- [16] Alé Yarad, Jorge y otros. Sexto: Metas y Acciones. *Acuerdo de Producción Limpia*. Primera edición. Página Web Ministerio del Medio Ambiente: Consejo Nacional de Producción Limpia (CNPL), 2012, pp. 8-19.
- [17] Ley N°19.300. CHILE. Ley sobre las bases generales del Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile, Marzo de 1993. 38 p.
- [18] Gobierno de Chile, Ministerio del Medio Ambiente. *Presentación Ley Marco para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, Junio 2016*. Primera edición. Página Web Ministerio del Medio Ambiente, Junio de 2016. [20 de Septiembre de 2016]. Disponible en <http://www2.inia.cl>
- [19] Gobierno de Chile, Departamento de Información Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente. *Presentación de capacitación del Sistema Nacional e Declaración de Residuos (SINADER) del Departamento de Información Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, Junio 2016*. Primera edición. Página Web Ministerio del Medio Ambiente, Junio de 2012. [20 de Octubre de 2016]. Disponible en www.mma.gob.cl
- [20] Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Desechos y Reciclaje. [5 de Abril de 2017]. Disponible en <https://espanol.epa.gov/espanol/desechos-y-reciclaje>
- [21] Pulido, G., & Salazar, H. *Control estadístico de calidad y seis sigma*. McGraw-Hill. Séptima edición, 2004.
- [22] Heizer, J., & Render, B. *Dirección de la producción: decisiones estratégicas*. Cuarta edición. Madrid, Prentice Hall, 2004.
- [23] Guzmán Bonet, Luis. *Taller 2 6S Lean Parte I, MEC281 Fundamentos del Mejoramiento Continuo*. Primera edición. Página Web Moddle Mecánica, Agosto 2015. [15 de Mayo de 2016]. Disponible en <http://ramos.mec.utfsm.cl/>
- [24] Alfaro, Freydell. Matriz de Decisiones. Documento Investigación de Operaciones II, 4M1-Industrial, 2000. Disponible en <https://freydell.files.wordpress.com/2011/03/matriz-de-decisiones.pdf>
- [25] Illanes Frontaura, Pablo. *El Sistema Empresa, Una visión Integral de la Administración*. Quinta edición, actualizada. Santiago: 1996.
- [26] Fernández García, Ricardo. *Sistemas de gestión de la calidad, ambiente y prevención de riesgos laborales*. Primera edición. Santiago: 2006

- [27] KUHRE, W. Lee. *ISO 14001 certification: environmental management systems*. New Jersey: Prentice Hall PTR, 1995.
- [28] SGS ACADEMY. Presentación Aspectos e Impactos Ambientales. Primera edición. Página Web Ministerio Medio Ambiente de Colombia, 2012. [Marzo de 2017]. Disponible en <http://ambientebogota.gov.co>
- [29] SK Industrial S.A. *Identificación de Aspectos y Evaluación de Impactos Ambientales Transversales*. Documento Sistema Integrado de Gestión, 2009. Disponible en http://www.gysingenieria.cl/file_proy/archivos/11112009155625-101013771.pdf
- [30] BREMOND, Luis M^a, et al. El sistema comunitario de Ecogestión y Auditoría Ambiental, hoy. *Observatorio medioambiental*, 1998, no 1, p. 233-256.
- [31] Frax Cervera, Joel. *Diseño y validación de una máquina capaz de realizar el análisis dinámica de una motocicleta*. Tesis Doctoral.
- [32] Lincoln Electric ®. Capítulo 7: Parámetros de Soldeo. *Soldeo Manual con Electrodo Revestidos (SMAW)*. Primera edición. Página Web Lincoln Electric ®. Página 15.
- [33] Kobelco ®. El ABC de la soldadura por arco. [30 de Marzo de 2017]. Disponible en http://www.kobelco-welding.jp/espanol/education-center/abc/ABC_2004-02.html
- [34] Universidad Técnica Federico Santa María. Valores USM. [29 de Noviembre de 2016]. Disponible en <http://www.usm.cl/universidad/mision-vision-valores/>
- [35] Gobierno de Chile, Departamento de Información Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente. Listado de Destinatarios de Residuos No Peligrosos. Primera edición. Página Web Ministerio del Medio Ambiente, Junio de 2016. 1 p. [10 de Abril de 2017]. Disponible en www.mma.gob.cl
- [36] Gobierno de Chile, Departamento de Información Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente. Listado de Destinatarios de Residuos Peligrosos. Primera edición. Página Web Ministerio del Medio Ambiente, Junio de 2016. 1 p. [10 de Abril de 2017]. Disponible en www.mma.gob.cl
- [37] Plastigen ®. Catálogo productos. Santiago: 2010.
- [38] Indura ®. Manual de soldadura y electrodos. Santiago: 2009.