



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

School of Engineering and Basic Sciences

Mineral de la Reforma, Hgo., a 26 de enero de 2023

Número de control: ICBI-D/147/2023

Asunto: Autorización de impresión.

**MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH**

Con fundamento en lo dispuesto en el Título Tercero, Capítulo I, Artículo 18 Fracción IV; Título Quinto, Capítulo II, Capítulo V Fracción IX del Estatuto General de nuestra Institución, por este medio le comunico que el Jurado asignado a la Pasante de la Licenciatura en Ingeniería Minero Metalúrgica **Sandybell Muñoz Vázquez**, quien presenta el trabajo de titulación "**Estudio de factibilidad para implementación de una planta de perfiles de aluminio**", después de revisar el trabajo en reunión de Sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, firman de conformidad los integrantes del Jurado:

Presidente Dr. Julio César Juárez Tapia

Secretario: Dr. Martín Reyes Pérez

Vocal: M. en C. Marcelino García Ramírez (Director)

Suplente: Dra. Marissa Vargas Ramírez

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

Dr. Otilio Arturo Acevedo Sandoval
Director del ICBI



OAAS/AEM

Ciudad del Conocimiento
Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5 Colonia
Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo,
México, C.P. 42184
Teléfono: 771 71 720 00 ext. 2231 Fax 2109
direccion_icbi@uaeh.edu.mx



www.uaeh.edu.mx



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ÁREA ACEDÉMICA DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y MATERIALES
LICENCIATURA EN INGENIERÍA MINERO METALÚRGICA

TESIS

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE
PERFILES DE ALUMINIO**

**Para obtener el título de
Ingeniero Minero Metalúrgico**

PRESENTA

Sandybell Muñoz Vázquez

Director

M. En C. Marcelino García Ramírez

Codirector

Dr. Martín Reyes Pérez

Comité tutorial

Dra. Marissa Vargas Ramírez

Dr. Julio Cesar Juárez Tapia

Mineral de la Reforma, Hgo., México, enero del 2023.

AGRADECIMIENTOS

La presente tesis se ha realizado en base a los esfuerzos conjuntos de distintas personas, que me brindaron su ayuda de principio a fin, por lo cual quiero expresarles mi más profundo agradecimiento.

A la comunidad universitaria que integra la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, que con su ayuda, solidaridad y comprensión hemos logrado la realización de esta tesis.

Al M. En C. Marcelino García Ramírez director de la presente tesis por su compartir todo su experiencia, dedicación, profesionalismo y esfuerzo.

A todos los integrantes de Grupo Industrial Tellería por su ayuda incondicional y colaboración constante.

Agradezco especialmente al Ing. Eric González Reséndiz por alentarme a crecer profesionalmente.

A mi familia y amigos por su apoyo, motivación y confianza, que me inspiran día con día a ser mejor persona.

Índice

Resumen	I
Introducción	III
Justificación	V
Hipótesis	VI
Objetivos	VI
Capítulo I Generalidades	1
1.0 Generalidades.....	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Propiedades.....	5
1.3 Usos.....	9
1.4 Nomenclatura de las aleaciones de aluminio y designación del temple	12
1.5 Efecto de los elementos aleantes	15
1.6 Proceso de extrusión	18
1.7 Tratamiento térmico aplicado a las aleaciones de aluminio	22
1.8 Estado del arte.....	24
Capítulo II Origen del proyecto	33
2.1 Introducción	34
2.2 Misión	34
2.3 Visión	35
2.4 Justificación	35
2.5 Análisis FODA.....	36
2.6 Descripción del producto	37
2.7 Aplicaciones.....	39
2.8 Metodología	39
2.9 Resultados del origen del proyecto.....	42
Capítulo III Estudio de mercado.....	43
3.0 Análisis del mercado.....	44
3.1 Análisis de la oferta.....	44
3.2. Análisis de la demanda	48
3.2.1 Descripción de la competencia	51

3.2.2 Desventajas de la competencia	53
3.3 Análisis de los precios	54
3.3.1 Análisis de la comercialización/distribución	59
3.3.2 Estrategia de distribución.....	60
3.4 Resultados del estudio de mercado.....	61
Capítulo IV Estudio técnico.....	62
4.0 Estudio técnico.....	63
4.1 Introducción	63
4.1.2 Objetivo.....	64
4.2 Determinación de la localización óptima del proyecto	64
4.2.1 Macrolocalización	65
4.2.2 Microlocalización.....	66
4.2.3 Infraestructura.....	69
4.2.4 Agua	70
4.2.5 Transporte.....	70
4.3 Determinación del tamaño óptimo del proyecto	71
4.3.1 Descripción de áreas	71
4.3.1.1 Capacidad de producción	73
4.3.1.2 Capacidad proyectada a 5 años	75
4.4 Disponibilidad y el costo de los suministros e insumos.....	75
4.4.1 Fuentes de materia prima	76
4.4.2 Insumos	77
4.4.3 Impuestos	79
4.5 Identificación y descripción del proceso.....	79
4.5.1 Diagrama de flujo.....	85
4.5.2 Proceso de producción	87
4.5.3 Maquinaria y tecnología.....	88
4.5.4 Equipos.....	92
4.5.5 Indicadores de Control ambiental	93
4.5.6 Calidad.....	94
4.5.6.1 Defectos de extrusión	96
4.5.7 Inspección.....	99

4.5.8 Mantenimiento	100
4.6 Determinación de la organización humana y jurídica.....	100
4.6.1 Organización de la empresa	101
4.6.2 Marcos Jurídicos.....	104
4.6.3Trámites y permisos.....	106
4.6.3.1 Autorización de impacto ambiental	106
4.6.3.2 Autorización de Asentamientos industriales.....	107
4.6.3.3 Autorización del Manejo Integral de Residuos de Manejo Especial	108
4.6.3.4 Estudio de riesgo ambiental.....	108
4.6.3.5 Informe anual del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.....	109
4.6.3.6 Inscripción o actualización al Registro al Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial.....	110
4.6.3.7 Licencia ambiental estatal.....	111
4.6.4 Trámites en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	112
4.6.4.1 Programa para la prevención de accidentes en empresas	112
4.6.4.2 Obtención de Certificado Ambiental.....	113
4.7 Resultados del estudio técnico	114
Capítulo V Estudio económico	115
5.0 Estudio económico.....	116
5.1 Inversión total y fija diferida.....	117
5.1.1 Costo de planeación	117
5.1.1 Terreno y obra civil	118
5.1.2 Inversión inicial	119
5.1.3 Costo de Materia Prima	120
5.1.4 Costos de producción	121
5.2 Costos de operación	121
5.2.1 Consumo de energía eléctrica	122
5.2.2 Consumo de agua.....	123
5.2.3 Costo de mano de obra directa.....	124
5.2.4 Personal de operación	124
5.2.5 Mantenimiento	125

5.2.6 Control de calidad	126
5.3 Capital de trabajo	126
5.3.1 Presupuesto de gastos de administración	127
5.3.2 Presupuesto de gastos de ventas	129
5.4 Costos totales de producción	129
5.5 Precio unitario	130
5.6 Determinación de los ingresos por ventas con inflación	131
5.7 Inflación.....	132
5.8 Proforma a 5 años	132
5.9 Resultados del estudio económico	135
Capítulo VI Estudio Socioeconómico	136
6.0. Estudio socioeconómico	137
6.1. Resultados del estudio socioeconómico	140
Capítulo VII Conclusiones.....	141
7.1 Conclusiones.....	142
Capítulo VIII Bibliografía	145
8.0 Bibliografía	146
Capítulo IX Anexos	151

Lista de figuras

Figura 1. 1. Exportación y precio por tonelada de chatarra de aluminio proveniente de cables, placas, hojas, barras, perfiles o tubos.....	4
Figura 1. 2 Consumo de aluminio en diferentes sectores (Polmear, StJohn, Nie, & Qian, 2017).....	9
Figura 1.3. Ciclos de vida típico de productos de aluminio: a) Vida útil y b) Cantidad de recuperación (Lumley, 2010).....	11
Figura 1.4. Clasificación de las aleaciones de aluminio según AA (The Aluminium Association).....	12
Figura 1.5. Grupos de aleación y elemento aleante principal de las aleaciones de aluminio. a) Aleaciones deformables y b) Aleaciones fundidas.....	13
Figura 1.6. Proceso de extrusión, (Groover, 2007).	18
Figura 1.7. Tipos de extrusión, a) Extrusión directa y b) Extrusión indirecta, (Groover, 2007).	19
Figura 1.8. Matrices para extrusión para perfiles huecos.....	21
Figura 1.9. Prensa extrusora de aluminio.....	22
Figura 1.10. Balance de materia para 3 posibilidades de fundición con base al tipo de chatarra para obtener una tonelada de palanquilla (Hatayama et al., 2009).	25
Figura 2.1. Tonos de anodizado.....	37
Figura 2.2 Algunos diseños de puertas y ventanas (diseños obtenidos del catálogo de cortizo)	38
Figura 2.3. Estructura general de la evaluación de proyectos (Baca Urbina, 1997)..	41
Figura 3.1. Estructura del análisis de mercado (Baca Urbina, 1997).	44
Figura 3.2. Cantidad de empresas de la industria primaria de Aluminio en México. .	45
Figura 3.3. Índice del volumen físico de la construcción 2021 a 2022 (INEGI, n.d.).	46
Figura 3.4. Producción de Aluminio en México (INEGI,2023).	46
Figura 3.5. Producción mensual de perfiles de aluminio (INEGI, 2023).	47
Figura 3.6. Distribución de empresas que emplean perfiles de aluminio en Querétaro (Directorio Estadístico Nacional De Unidades Económicas. DENU, n.d.).....	48
Figura 3.7. Empresas constructoras ubicadas en el estado de Querétaro por municipio (Directorio Estadístico Nacional De Unidades Económicas. DENU, n.d.).	50
Figura 3.8. Número de fabricantes de cancelería en el estado de Querétaro por municipio (Directorio Estadístico Nacional De Unidades Económicas. DENU, n.d.)	50
Figura 3.9. Empresas fabricantes de perfiles de aluminio en México.....	53
Figura 3.10. Fluctuación del precio de la chatarra de aluminio en el mercado mundial.	55
Figura 3.11 Precio de aluminio primario vs precio de perfiles (INEGI, 2023).	56
Figura 3.12 Precio de primario vs precio de perfiles y utilidad.	57
Figura 3.13. Precios del Aluminio (INEGI, 2023), (SGM, 2023) y (Banco Mundial, 2023).	58
Figura 4.1. Estructura del estudio técnico (Baca Urbina, 1997).	63
Figura 4.2. Municipio de San Juan del Río, estado de Querétaro, México (Plan	

municipal de desarrollo 2016-2018, h. Ayuntamiento, San Juan del Río).	65
Figura 4.3. Ubicación de parque industrial en San Juan del Río, Querétaro.....	67
Figura 4.4. Imágenes de las instalaciones.	68
Figura 4.5: Plano de la planta de perfiles donde se representa la superficie total de la planta y su distribución de cada área.	73
Figura 4.6 Balance de materia para el proceso de fusión	74
Figura 4.7 Balance de materia para el proceso de extrusión	74
Figura 4.8. Número de empresas de compra y venta de chatarra ubicadas en el estado de Querétaro (Directorio Estadístico Nacional De Unidades Económicas. DENUE, n.d.).....	76
Figura 4.9. Proceso de fusión de palanquillas de Aluminio.	80
Figura 4.10 Colada continua con mesa de vaciado.....	81
Figura 4.11 Diagrama de flujo.	86
Figura 4.12. Diagrama de proceso de control de calidad mediante inspección (Garro, 2017).	95
Figura 4.13 Estructura Organizacional y organigrama	102
Figura. 5.1. Esquema de estudio económico (Baca Urbina, 1997).	116
Figura 5.2. Inversión inicial fija y diferida (Blancas Uribe, 2010).	117
Figura 5.3. Rubros para obtener el costo de operación (Baca Uribe, 2010)	122
Figura 5.4. Rubros para obtener el capital de trabajo (Blancas Uribe, 2010).	127
Figura 5.5. Evolución anual de la tasa de inflación en México desde 2015 hasta 2027 (Statista 2022).	132
Figura 5.6 Operaciones para obtener el flujo neto de efectivo (Baca Uribe, 2010).	133
Figura 6.1. Evolución de la población económicamente activa en Querétaro y en México (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2022).	137
Figura 6.2. Distribución económica de la población, (INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo Nueva Edición 2021).	138
Figura 6.3. Ocupación por sectores industriales en Querétaro del 2020 y 2021.	139

Lista de tablas

Tabla 1.1 Propiedades físicas de metales puros (Polmear, StJohn, Nie, & Qian, 2017).....	8
Tabla 1.2. Principales características del aluminio y su aplicación en diferentes productos (Lumley, 2011).....	8
Tabla 1.3. Designación de temple para las aleaciones de aluminio	14
Tabla 1.4 Principales características de las series de aluminio.....	15
Tabla 1.5 Temperaturas de operación para aleaciones de aluminio (Sheppard, T., 1999).....	20
Tabla 3.1 Comparativo de materia prima	58
Tabla 4.1. Tarifas para las industrias del periodo 2020. comisión estatal de aguas Querétaro.	70
Tabla 4.2 Consumo anual de aluminio.	74
Tabla 4.3. Proceso de producción.....	87
Tabla 4.4 Maquinaria para el proceso de fabricación de perfiles de aluminio.	88
Tabla 4.5 Equipos para procesos.....	92
Tabla 4.6 Niveles Máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas SEMARNAT (2021).....	94
Tabla 4.7 Defectos de extrusión.....	97
Tabla 4.8. Costos de trámite de autorización de impacto ambiental	106
Tabla 4.9. Costos de trámite de resolución de riesgo ambiental	109
Tabla 4.10. Costos de registro de planes de manejos de residuos	110
Tabla 4.11 Costos de licencias ambientales.	111
Tabla 5.1. Costos de planeación.....	118
Tabla 5.2. Costos de adquisición de la propiedad.....	118
Tabla 5.3. Costos de remodelación.....	118
Tabla 5.4. Costos de Equipos	119
Tabla 5.5. Costos de Materia prima	120
Tabla 5.6. Costos de producción.....	121
Tabla 5.7. Costo de energía eléctrica por consumo industrial por KW/h.....	123
Tabla 5.8. Costo de energía eléctrica por consumo regular por KW/h.....	123
Tabla 5.9. Costos de mano de obra directa	124
Tabla 5.10. Costos de plantilla de personal de operación.....	125
Tabla 5.11. Costos de mantenimiento.....	125
Tabla 5.12. Costos de calidad	126
Tabla 5.13 Plantilla del personal de administración.	127
Tabla 5.14. Costos de mobiliario y equipos para oficinas.	128
Tabla.5.15 Costos administración y oficinas	128
Tabla 5.16 Costos de ventas.....	129
Tabla 5.17. Costos totales de producción	130
Tabla 5.18. Costo total de operación de la empresa	130
Tabla 5.19. Precio unitario de los perfiles	131
Tabla 5.20. Ventas anuales considerando la inflación	131
Tabla 5.21. Proforma a 5 años	134
Tabla 5.22 Flujo neto de efectivo.	134

Resumen

El aluminio es el metal no ferroso más abundante en la corteza terrestre (Hufnagel, 2009) debido a su gran abundancia y sus características como maleabilidad, ligereza, resistencia a la corrosión, se pueden obtener a partir de este metal diversos productos con propiedades específicas para una amplia variedad de aplicaciones.

La reciclabilidad del aluminio no afecta su calidad final. La fundición del aluminio recuperado requiere solamente un 5% de la energía consumida a comparación de la energía necesaria inicialmente para producir a partir de metal primario (Castells, 2000). Existe una gran variedad de formas en las que se puede procesar el aluminio, junto con sus propiedades particulares, convierten a este metal en un material sumamente empleado en la industria, en especial en la industria de la construcción.

La resistencia mecánica de este metal permite realizar estructuras complejas y ligeras pero a la vez robustas. Debido al bajo peso del material se hace posible la construcción de estructuras livianas con lo cual aumenta el grado de prefabricación de los componentes. La tecnología de la extrusión ofrece una amplia gama de presentaciones de perfiles para la construcción, que a su vez generan diversas soluciones.

El presente proyecto tiene la finalidad de determinar la factibilidad del estudio técnico económico para la implementación de una planta de extrusión de aluminio que tiene como materia prima chatarra, obteniendo como producto perfiles para puertas y ventanas.

En el Capítulo I menciona las generalidades donde se describen las propiedades, aplicaciones y características del aluminio, así como el estado de arte donde se enlistan los estudios referentes al reciclaje de aluminio y el proceso de extrusión, proporcionando la información disponible actualmente referente al proyecto y las variables a considerar.

Capítulo II origen del proyecto se determina mediante un análisis FODA las ventajas, desventajas, misión y visión de la empresa propuesta, al igual las características del producto, sus aplicaciones y se justifica el proyecto. El capítulo incluye la metodología que se aplicó para el desarrollo del estudio de factibilidad.

Para el Capítulo III en el estudio de mercado se describen las características y aplicaciones del producto, se investiga el panorama del mercado nacional, analizando el comportamiento de la oferta y la demanda, los medios de comercialización del producto y costos.

El Capítulo IV se aborda el estudio técnico, por medio de la metodología y los criterios que determinan la ubicación de la planta como la materia prima, el mercado, la mano de obra, los medios de distribución.

Siguiendo en el Capítulo V estudio económico se analiza el tipo de inversión para determinar el beneficio financiero resultante de la comercialización del producto y se calcula la recuperación de la inversión.

Después para el Capítulo VI Estudio socioeconómico se analizan el recurso humano de la zona y su entorno económico, así como su comportamiento en el sector manufacturero.

Capítulo VII conclusiones, se efectúa el cálculo de la tasa mínima aceptable de rendimiento para validar la factibilidad económica del proyecto y se determinan las conclusiones del estudio.

Se encuentran las fuentes bibliográficas en el capítulo VIII y por último se incluyen en el capítulo IX los anexos.

Introducción

El presente documento describe el análisis para el desarrollo de un proyecto de fabricación de perfiles de aluminio, que nace a partir de encontrar una necesidad actual debido a un crecimiento acelerado, enfatizando la factibilidad del proyecto al incursionar en un nicho del mercado de productos de Aluminio.

Debido a la expansión demográfica y al crecimiento industrial del país se ha aumentado la demanda de productos para la construcción y/o remodelación de viviendas, casa habitación, locales comerciales, oficinas, industrias, escuelas, institutos, etc.

La viabilidad del proyecto se basa en emplear como materia prima chatarra de Aluminio, con lo cual no solo se hace un proceso rentable, es sustentable ya que se le otorgará un uso útil y benéfico para la sociedad a la chatarra que se encuentra en su mayoría en la basura, fomentando la cultura del reciclaje y separación de residuos.

Se pretende comenzar la venta y distribución en el estado de Querétaro e instalar la planta en el municipio de San Juan del Río, esto como resultado de un análisis donde se determinó que existe una gran demanda por el crecimiento local además de que hay grandes centros de compra y venta de chatarra en el estado con los cuales abastecer el proceso.

El Aluminio puede ser reciclado al 100% sin demeritar sus propiedades, el proceso de obtención de Aluminio reciclado requiere el 5% de energía en comparación con el proceso de fabricación de aluminio proveniente desde el mineral, con lo cual se reducen las emisiones de carbono y los costos tanto para el fabricante como para el consumidor final (Castells, 2000).

Existen empresas que venden perfiles de aluminio desde hace ya muchos años en el país de buena calidad y a un precio alcanzable para la mayoría de los clientes, la ventaja del proyecto de la empresa propuesto es que al emplear chatarra como materia prima se minimizan los costos de los insumos, con lo cual se ingresa al mercado con un precio competitivo.

Se busca impactar no solo en el mercado, sino también en la sociedad como una empresa socialmente responsable y sustentable, fomentando la participación ciudadana al comprar su chatarra y ofreciendo capacitación temas como reciclaje, clasificación de chatarra y sustentabilidad.

Demostrando que el trabajo colaborativo entre industria-sociedad-gobierno es alcanzable y favorable para todos, pero sobre todo amigable con el medio ambiente generando un equilibrio.

Ante el constante riesgo del incremento al precio de los metales y la fluctuación del dólar, se pretende compensar estas variaciones contando con un stock de chatarra para producir que se puede adquirir en los periodos estables, al igual uno de los objetivos comerciales es generar contratos con constructoras para tener una producción constante no solo en el estado, sino que en cualquier parte del país.

La plantilla del personal de producción considerada no es muy grande, con lo que se busca desarrollar expertos en el proceso que aporten su conocimiento para la mejora continua y en épocas difíciles lograr mantener la plantilla.

Para el desarrollo del presente estudio se ha investigado sobre la industria, el proceso, los productos, las legislaciones y proyecciones económicas en el país para el sector de la industria metalúrgica y metalmeccánica considerando para este análisis diversos factores, enfoques y posibles escenarios que permitieron determinar la factibilidad del proyecto.

Justificación

La generación de desechos sólidos urbanos es un proceso que no se detiene e incrementa día a día, generando graves problemas ecológicos ya que los lugares donde se depositan los desechos son rellenos sanitarios con capacidad limitada y son focos permanentes de contaminación que afectan el suelo, vegetación, fauna, degradan el paisaje, contaminan el aire y agua.

De acuerdo con el Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos de la Secretaría Del Medio Ambiente Y Recursos Naturales se estima que, en México, la generación per cápita calculada fue de 0.944 kg/habitantes/día y la generación total de residuos en el país se estima en 120,128 Toneladas/día.

La composición de estos residuos se divide en tres categorías principales: susceptibles de aprovechamiento con un 31.55%, (entre estos se encuentran los metales no ferrosos con un 0.57%), residuos orgánicos con un porcentaje 46.42% y otros, que comprende material de construcción, trapos, residuos finos que representan el 22.03% (Secretaría Del Medio Ambiente Y Recursos Naturales, 2020).

Aunado a esta situación lamentablemente en la mayoría de los casos los residuos se convierten en basura, debido a que estos se disponen, mezclados en el mismo contenedor, lo que dificulta su respectiva recuperación.

De acuerdo con datos de la Cámara Nacional de la Industria del Aluminio en México se producen el 1.6% del aluminio a nivel mundial, equivalente a 1.5 millones de toneladas, con un crecimiento promedio sostenido anual de 13.7% desde 2011 (Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, 2017).

El constante crecimiento demográfico e industrial, genera a su vez una cantidad de residuos que incrementan constantemente, por lo cual se analiza la posibilidad de reciclarlos.

Por lo anterior, una solución viable a la problemática presentada es el desarrollo de un estudio técnico económico enfocado en la implementación de una planta recicladora de aluminio a partir de chatarra de aluminio.

Generando productos innovadores y de alta demanda, como lo son los perfiles de aluminio llevando consigo un recubrimiento para mayor vida útil de la pieza y que sea agradable a la vista del cliente.

Dicha investigación se realiza con la finalidad de minimizar o revertir la problemática de la basura y que a su vez, sea capaz de generar fuentes de empleo y coadyuvar a elevar la calidad de vida de la región.

Hipótesis

El reciclaje de la chatarra de aluminio generada a nivel nacional pudiera ser rentable para el proceso de extrusión de perfiles de aluminio en un proyecto de empresa, siendo su ubicación propuesta en el municipio de San Juan del Río, estado de Querétaro.

Objetivos

Objetivo General:

Determinar las posibilidades de incursionar en el mercado de fabricación de perfiles de aluminio a partir de chatarra de aleaciones aluminio deformables mediante un estudio de factibilidad técnico-económico, con el fin de reducir costos para generar beneficios como reciclar y obtener las mismas propiedades que los perfiles mayormente comerciales.

Objetivos Específicos:

- Identificar la oferta y la demanda mediante un análisis de mercado para validar que existe posibilidad de incursionar con el producto propuesto en el estudio.
- Analizar la posibilidad técnica y determinar las instalaciones requeridas para realizar la producción de perfiles de aluminio a partir de chatarra de aluminio ya seleccionada por medio del proceso productivo de colada continua y extrusión con la finalidad de validar que se cuenta con la tecnología necesaria para llevar a cabo la fabricación de los perfiles de aluminio.
- Realizar un estado de resultados recabando los montos de inversión, costos, gastos, e ingresos económicos y con esta herramienta comparar la relación entre la tasa interna de retorno y la tasa mínima aceptable de rendimiento para determinar la factibilidad del proyecto propuesto.
- Identificar el impacto de la implementación del proyecto formulado en la población y economía de la zona empleando un análisis socioeconómico para conocer cómo se contribuye al desarrollo económico y social de la región.

Capítulo I Generalidades

1.0 Generalidades

En el presente capítulo se describen los datos históricos de la producción de aluminio, las características y propiedades distintivas así como las clasificaciones de las aleaciones de aluminio al igual las aplicaciones.

1.1 Antecedentes

El aluminio es un elemento metálico no ferroso y es el metal más abundante en la superficie de la Tierra ya que se puede encontrar en rocas en forma de compuestos tales como; silicatos, óxidos o hidróxidos (Smith & Hashemi, 2006).

A pesar de su gran abundancia, el proceso de obtención es complejo y a su vez requiere de subprocesos para estabilizar al aluminio como metal puro. A finales del siglo XIX al realizarse la obtención de lingotes de aluminio por fusión electrolítica, se comenzó a producir en volúmenes industriales, reduciendo sus costos de fabricación y aumentando sus aplicaciones (Salán Ballesteros, 2009).

El mineral más empleado para producir aluminio es la bauxita que se compone principalmente por óxidos de aluminio hidratados, mediante el proceso Bayer llamado así en honor del químico alemán que lo creó, involucra una solución de polvo de bauxita en sosa cáustica acuosa NaOH para remover compuestos de hierro y otras impurezas (Groover, 2007). En el proceso Bayer la bauxita reacciona con hidróxido de sodio caliente para convertir el aluminio del mineral de hierro en aluminato de sodio (Smith & Hashemi, 2006).

Después de la separación del material insoluble, el hidróxido de aluminio se precipita a partir de la solución de aluminato. En la solución de hidróxido de aluminio se deja espesar y se calcina para obtener óxido de aluminio, Al_2O_3 (Smith & Hashemi, 2006).

A principios del siglo pasado, el aluminio no se utilizaba en la ingeniería civil por que era demasiado caro y no se producía en volúmenes suficientes. En la década de 1920, cuando se introdujo el proceso de electrólisis, se redujo el costo del aluminio en un 80%. El primer edificio donde se empleó el aluminio en la construcción fue el Empire State en Nueva York construido en 1931 siendo el edificio más alto del mundo hasta 1970.

La aplicación de aluminio en la construcción y la arquitectura no tuvo gran auge en la década de 1940, debido a que el metal se usaba predominantemente para producir aviones a mediados del siglo XX el aluminio comenzó a emplearse en la construcción de edificios de gran altura y puentes.

En 2019, la industria mundial del aluminio produjo 33 millones de toneladas de material reciclado, de esta cifra, el 61 % proviene del reciclado, como latas de aluminio usadas, vehículos y marcos de ventanas (Bertram, 2022).

Según el Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, en el país se exporta chatarra de aluminio hacia otros países, como Alemania, Arabia Saudita, Brasil, España, Estados Unidos, Corea del Sur, Japón, Malasia, Taiwán entre otros, Estados Unidos es el principal comprador.

Acorde a las cifras del Anuario, se muestra que se han exportado hasta 90,000 ton al año, siendo este el valor máximo generado en el 2018, con un precio de venta que fluctúa entre los 1100 dólares por tonelada hasta 1900 dólares por tonelada en los últimos 20 años (Ver figura 1.1).

En la gráfica refleja las toneladas de chatarra de aluminio provenientes de cables, placas, hojas, barras, perfiles o tubos, incluido su precio de venta desde el año 2000 hasta el 2020.

La figura 1.1 nota que no solo representa la cantidad de materia prima que se recolecta en el país, sino que demuestra la calidad de la chatarra que se puede obtener, la composición química de las aleaciones con la que se fabrica la fracción arancelaria comprendida en las exportaciones anteriormente mencionadas es afín a los perfiles de extrusión, además el precio de venta es similar al precio de venta a nivel nacional, con lo cual se determina que se puede abastecer el proceso propuesto.

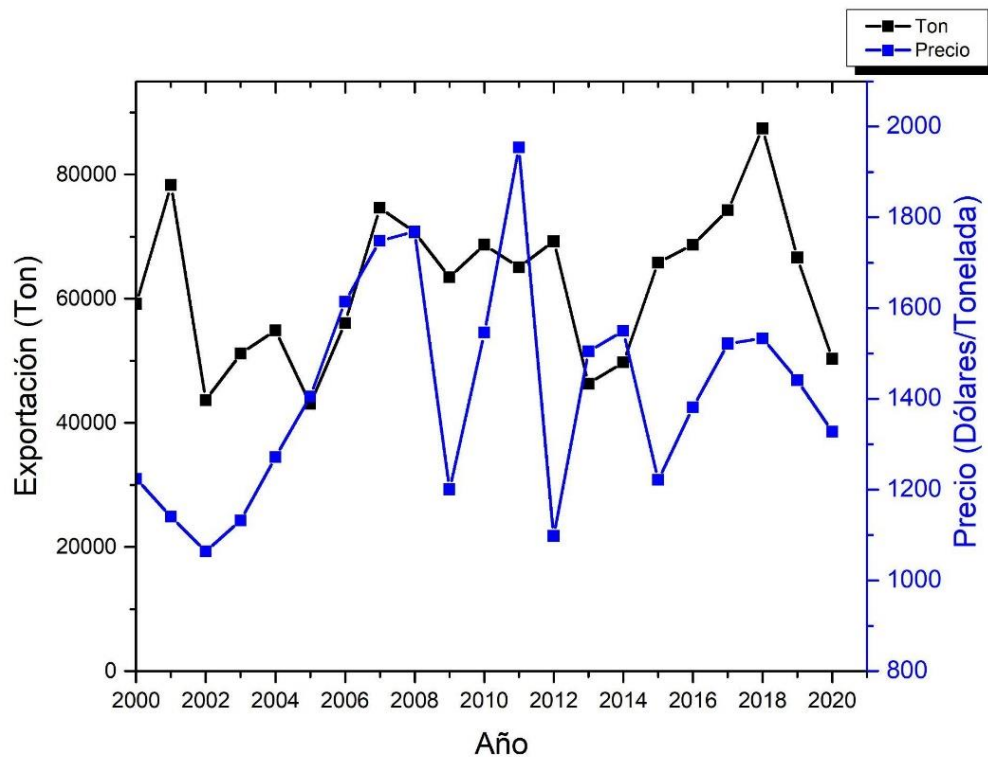


Figura 1. 1. Exportación y precio por tonelada de chatarra de aluminio proveniente de cables, placas, hojas, barras, perfiles o tubos.

Se espera que la chatarra de aluminio generada del post consumo se triplique para el año 2050. En 2019, el 23% de chatarra fue proveniente de bloques de motor, en 2050 será más dominante la obtenida de edificación y residuos de construcción (Bertram, 2022).

1.2 Propiedades

El aluminio es muy importante en diversos sectores de la industria, por sus características, sus propiedades más notables son las siguientes:

- **Densidad:** La densidad de 2.6 g/cm³ (para el aluminio puro 2.7 g/cm³), es aproximadamente un tercio de la densidad del acero. Gracias a su baja densidad se logra disminuir el peso de los vehículos para el transporte terrestre, marítimo y aéreo (Hufnagel, 2009).
- **Resistencia a los productos químicos a la intemperie y al agua de mar:** El aluminio puro y el alto grado de pureza, así como las aleaciones libres de cobre muestran resistencia a la exposición a muchos medios, se emplea en la construcción, en la industria química y alimentaria, artículos de consumo, construcción de vehículos, barcos. Posee una resistencia a la corrosión considerable en la gran mayoría de los ambientes naturales ya que genera una película de óxido en su superficie que impide su deterioro.
- **Conformación:** La excelente capacidad de conformación por su alto grado de ductilidad hace posible la fabricación mediante extrusión de perfiles y tubos con secciones transversales complejas.
- **Mecanizado:** Todos los materiales a base de aluminio admiten el mecanizado con facilidad, en particular los materiales especiales para tornos automáticos.
- **No combustible:** En las aleaciones de aluminio no se producen chispas por impacto.
- **Conductividad eléctrica:** Todas las aleaciones de aluminio presentan una conductividad eléctrica relativamente alta. El valor máximo comprendido entre los 38 y 34 m/Ω mm², corresponde al aluminio en su grado puro.

- Conductividad térmica: La conductividad de las aleaciones normalizadas de aluminio se encuentra entre los valores de 80 y 230 W/mK.
- Propiedades ópticas: Las superficies de aluminio desnudo se caracterizan por poseer un alto poder de reflexión para las radiaciones luminosas y térmicas, con lo cual presentan baja absorción.
- Neutralidad magnética: Todas las aleaciones de aluminio están libres de ferromagnetismo.
- Sin toxicidad: El elemento aluminio y todas sus aleaciones normalizadas son atóxicas. Los productos de aluminio son fáciles de limpiar, esterilizables y cumplen con todas las exigencias higiénicas y asépticas. Se emplea en la fabricación de recipientes y envases para alimentos.
- Baja resistividad eléctrica: Su buena conductividad eléctrica lo hacen apto para muchas aplicaciones en la industria eléctrica (Smith & Hashemi, 2006).
- Resistencia mecánica baja: El aluminio puro a pesar de que tiene baja resistencia, por medio de sus aleaciones puede adquirir una resistencia aproximada de 100 Ksi (690 MPa).
- Bajo punto de fusión: Su punto de fusión es de 660 °C, por lo cual es un excelente material para procesos de fusión y moldeo.
- Alta ductilidad: Cuenta con una estructura cristalina FCC y sus aleaciones con otros metales tienen la característica de ser sumamente dúctiles, resistentes, con gran dureza, alta conductividad eléctrica y de calor (Salán Ballesteros, 2009).

En la tabla 1.1 se muestran las propiedades físicas de los metales más utilizados para la fabricación de materiales y productos, de tal modo que se pueden comparar las propiedades del aluminio de los cuales destacan su baja densidad, resistividad eléctrica y alta conductividad térmica.

El aluminio reciclado se le conoce como aluminio secundario, sin embargo, mantiene las mismas propiedades que el aluminio primario proveniente del proceso de electrólisis (Rodríguez, 2022). Una aplicación importante de este es en la extrusión, que es el proceso por el cual pasa una palanquilla a través de un dado para reducir su sección transversal y para producir una gran variedad de perfiles sólidos o huecos (Kalpakjian & Schmid, 2002).

Además de ser más económico, el aluminio secundario posee las mismas propiedades que el primario. En la tabla 1.2 se enlistan las características y el proceso de fabricación del producto acorde a su aplicación como el transporte, maquinaria, construcción, hogar, química y alimentos, etc.

Destacando por su alta conductividad eléctrica y térmica, su resistencia a la corrosión es excelente, su densidad, es un metal muy dúctil y es notable la capacidad que tiene para conformarlo (Groover, 2007).

Tabla 1.1 Propiedades físicas de metales puros (Polmear, StJohn, Nie, & Qian, 2017).

Propiedad	Unidades	Metal					
		Al	Mg	Ti	Be	Fe	Cu
Número atómico	---	13	12	22	4	26	29
Masa atómica	g/mol	26.982	24.305	47.90	9.012	55.847	63.546
Estructura cristalina	---	fcc	Cph	cph	cph	Bcc	Fcc
Punto de fusión	°C	660	650	1678	1289	1535	1083
Punto de ebullición	°C	2520	1090	3289	2472	2862	2563
Densidad relativa	g/cc	2.70	1.74	4.51	1.85	7.87	8.96
Módulo de elasticidad	GPa	70	45	120	295	211	130
Calor específico	Jkg ⁻¹ K ⁻¹	917	1038	528	2052	456	386
Conductividad térmica	Wm ⁻¹ K ⁻¹	238	156	26	194	78	397
Coefficiente de expansión	10 ⁻⁶ K ⁻¹	23.5	26.0	8.90	12.0	12.1	17.0
Resistividad eléctrica	m ohm cm	2.67	4.2	54	3.3	10.1	1.69

Tabla 1.2. Principales características del aluminio y su aplicación en diferentes productos (Lumley, 2011)

Uso	Característica				Tipo de producto					
	Densidad	Conductividad	Resistencia a la corrosión	Decoración	Fundido	Forjado	Laminado Hoja	Papel	Extruido (Perfiles)	Trefilado (Cable)
Transporte	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑	---	↑↑	---
Maquinaria	↑↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑↑↑	↑↑↑	↑	---	↑	---
Construcción	↑↑	---	↑	↑↑↑	---	---	↑↑	---	↑↑	---
Hogar	↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑	---	---	↑	↑	---	---
Química y alimentos	↑↑	↑↑	↑↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	---
Empaque	↑	↑	↑↑↑	↑↑↑	---	---	---	↑	---	---
Eléctrica	↑	↑↑↑	↑	---	↑	↑	---	↑	↑	↑

Nota: ↑↑↑ = excelente, ↑↑ = regular y ↑ = mínima

1.3 Usos

Debido a sus propiedades, tiene un gran número de aplicaciones, por ejemplo, posee un tercio de la densidad del hierro y cobre, tiene una gran conductividad eléctrica y térmica, una excelente resistencia a la corrosión en diversos ambientes y se emplea en múltiples sectores industriales tales como (Ver figura 1.2):

- Automotriz
- Industria eléctrica
- Transporte
- Química
- Alimentos
- Construcción
- Aeroespacial
- Empaque y embalaje

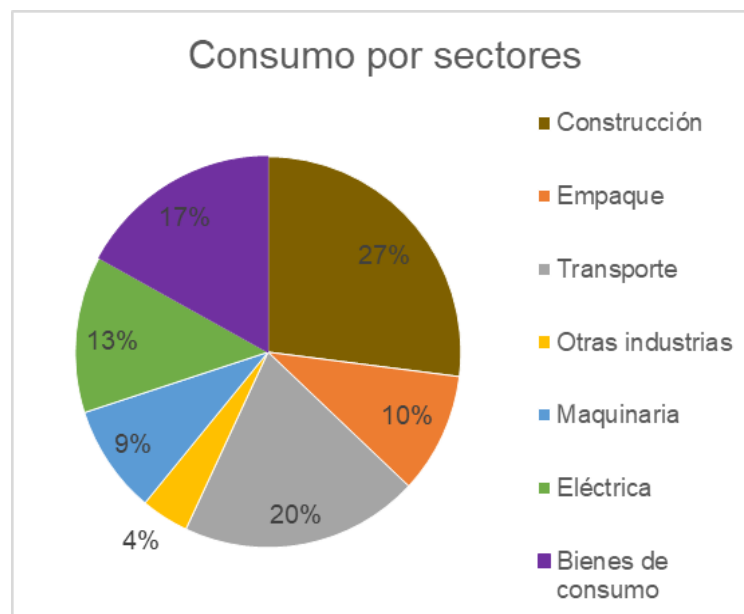


Figura 1. 2 Consumo de aluminio en diferentes sectores (Polmear, StJohn, Nie, & Qian, 2017).

Los principales sectores donde se emplean productos de aluminio son en empaque, embalaje, transporte y construcción, debido a que por las diversas propiedades de las aleaciones de aluminio se pueden obtener productos que satisfacen distintas necesidades de diseño y los consumidores finales.

El transporte es el sector de aplicación a nivel mundial más importante. En 2007, hasta el 20% de las aleaciones forjadas y de fundición se utilizaron en automóviles, vehículos comerciales, aviones, trenes, barcos, etc. (Lumley, 2010).

Se emplean en mayor medida fundiciones de aluminio para la fabricación de bloques de motor, pistones, rines, porque los productos de aluminio contribuyen a reducir el peso de los vehículos, sin perder de rendimiento, mejorando la seguridad y por ende reduce las emisiones de gases de efecto invernadero de los vehículos (Lumley, 2010).

En la industria de empaque se utiliza para el envasado de alimentos, bebidas y productos farmacéuticos, los empaques de aluminio protegen eficazmente el contenido contra los efectos del oxígeno, luz, humedad, microorganismos y aromas no deseados (International Aluminium Institute, 2009).

Los principales usos del aluminio en la construcción son para la fabricación de ventanas, puertas y fachadas, techos y paredes, perfiles estructurales, manijas de puertas, cerrojos de ventanas, escaleras, persianas enrollables, calefacción, aire acondicionado y en las estructuras de soporte para paneles solares (International Aluminium Institute, 2009).

En la figura 1.3 a), se estima que en el sector de la construcción la vida útil de los productos empleados en esta industria es de 50 años aproximadamente (Lumley, 2010), por lo que se deben considerar como fuentes de materia prima las construcciones de al menos 50 años de antigüedad que están por demoler o remodelar (Chen & Wang, 2022).

Actualmente se utiliza para techos, revestimientos, paneles translúcidos, marcos de ventanas y puertas, escaleras, sistemas de aire acondicionado, protección solar, sistemas de calefacción, etc.

Una estructura de aluminio puede usarse en cualquier condición climática y no pierde sus propiedades en temperaturas que oscilan entre $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Alumed, 2017).

En la figura 1.3 b) se nota que el porcentaje de aluminio proveniente de la construcción es del 80% (Lumley, 2010) con lo cual se puede considerar que existe suficiente chatarra para abastecer el proceso propuesto.

El aluminio es adecuado tanto para superficies amplias como para cargas extremas, como las de las torres de televisión y grandes edificios. En el rascacielos más alto del mundo, el Taipei 101 en Taiwán, de 508 metros de altura, los elementos de la fachada que tienen marcos de aluminio son capaces de soportar vientos de hasta 200 Km/hr, así como movimientos sísmicos de hasta 5 puntos en la escala Richter.

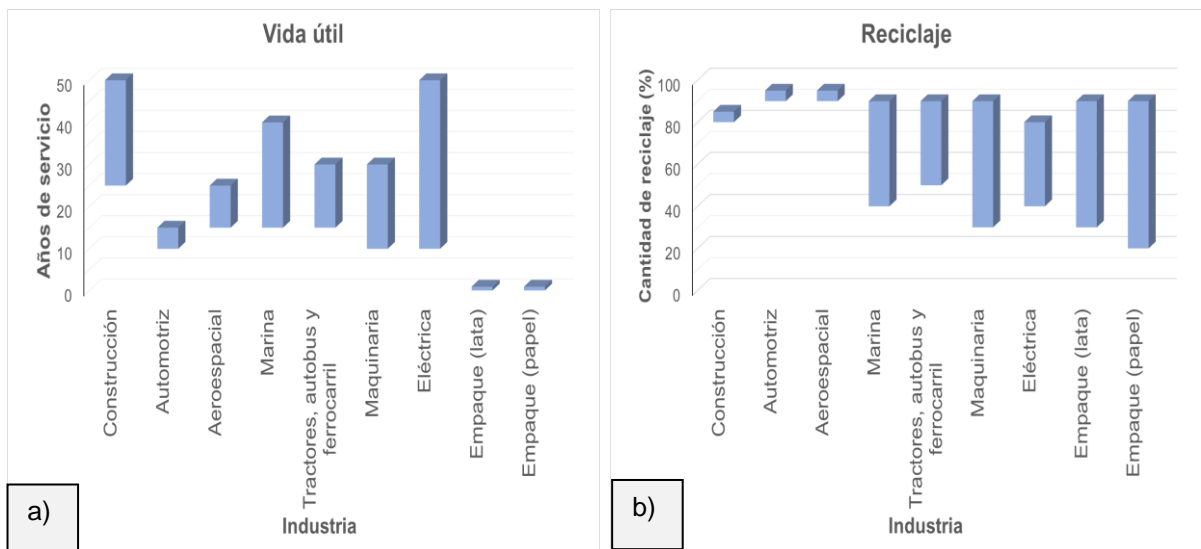


Figura 1.3. Ciclos de vida típico de productos de aluminio: a) Vida útil y b) Cantidad de recuperación (Lumley, 2010).

1.4 Nomenclatura de las aleaciones de aluminio y designación del temple

Nomenclatura

La asociación del Aluminio (The Aluminium Association) es un organismo de Estados Unidos que regula la designación del aluminio y sus aleaciones, dichos materiales se clasifican en deformables y fundidas (ver figura 1.4), las primeras son aquellas que han sido deformadas en su proceso de conformación (laminación, forja, extrusión o trefilación) y las otras las aleaciones han sido vaciadas en un molde (permanente o desechable).

La nomenclatura para las aleaciones deformables consta de 4 dígitos; el primero de izquierda a derecha indica el grupo de aleación [ver figura 1.5 a)], es decir el elemento aleante principal. La segunda muestra el cambio de la aleación original o límites de impurezas; el cero se utiliza para la aleación original y los números del 1-9 indican las modificaciones de las aleaciones.

En la serie 1XXX para el aluminio con 99% de pureza como mínimo, los 2 últimos dígitos denotan los contenidos porcentuales de aluminio. Por ejemplo, la aleación 1060 indica un material con 99.60% mínimo de pureza de aluminio y ningún control especial sobre las impurezas individuales.

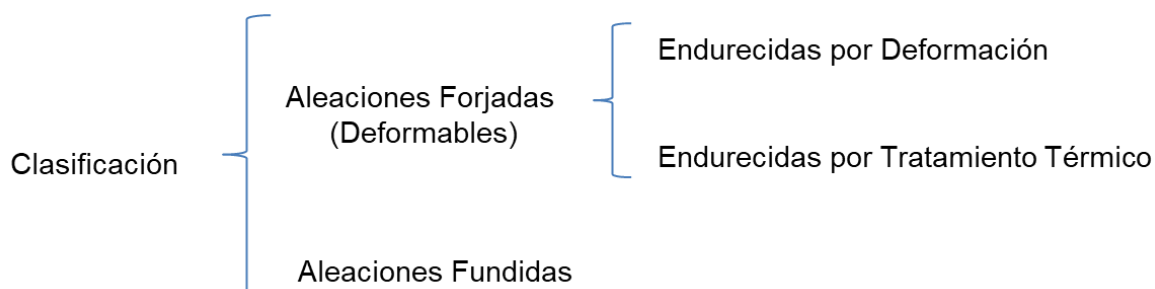


Figura 1.4. Clasificación de las aleaciones de aluminio según AA (The Aluminium Association)

En el grupo de aleación 2XXX al 8XXX los dos últimos dígitos sirven solo para identificar las diferentes aleaciones de aluminio en el grupo.

En el caso de las aleaciones fundidas la nomenclatura consta de 3 dígitos principales y un cuarto que indica la condición de fabricación (0 si es de fundición, 1 y 2 dependiendo de su pureza). El primer dígito de izquierda a derecha muestra el elemento aleante principal [ver figura 1.5 b)]. El segundo y tercer dígito al igual que las aleaciones deformables para las aleaciones 1XX representan el contenido porcentual de pureza y en el resto de la serie 2XX al 8XX se utilizan para identificar las diferentes aleaciones del grupo.

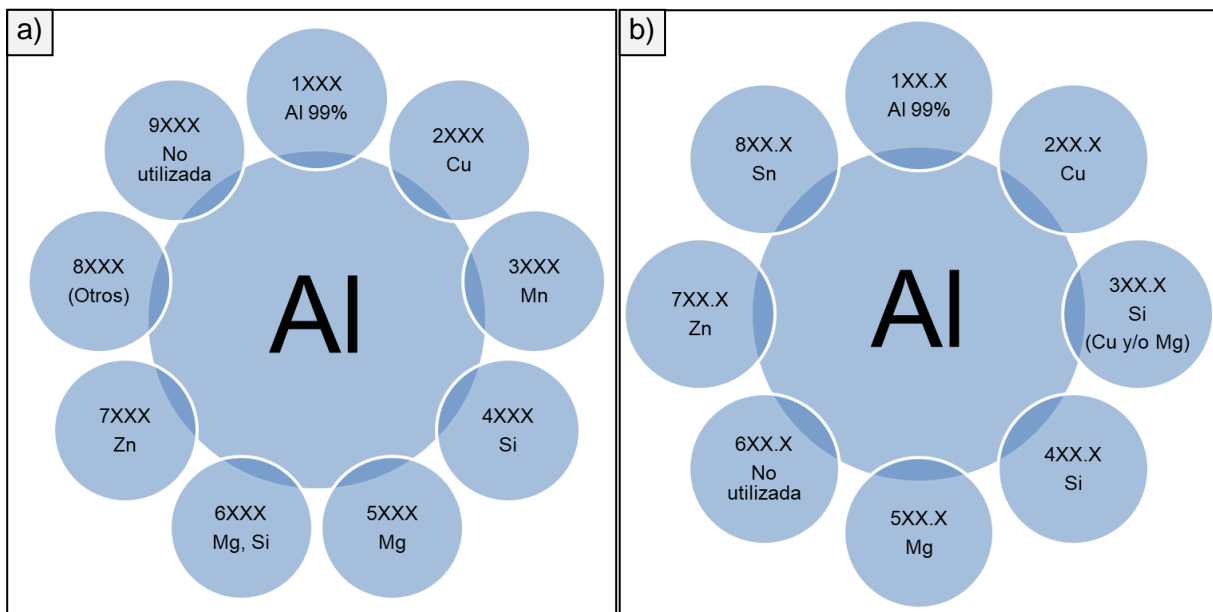


Figura 1.5. Grupos de aleación y elemento aleante principal de las aleaciones de aluminio. a) Aleaciones deformables y b) Aleaciones fundidas

Designación del temple

Esta designación (ver tabla 1.3) es aplicada a todas las aleaciones de aluminio tanto deformables como fundiciones a excepción de los lingotes. El sistema está basado en una secuencia de tratamientos mecánicos, térmicos o de ambos, la indicación de temple es colocada después del número de aleación y seguido después de un guion. Se utilizan letras como indicación del proceso que ha sufrido la aleación y números

como subdivisiones de esta. Cabe mencionar que un mismo temple para diferentes aleaciones genera diferentes propiedades (ASM, 1992).

La aleación 1100-H18 indica que fue endurecido por deformación y que tiene una escala de duro, es decir su resistencia está cercana a la resistencia máxima a la tensión (UTS) que puede soportar el material. Otro ejemplo es la aleación 6063-T6 el cual muestra que la pieza después de su proceso de fabricación fue solubilizada, enfriada rápidamente y después se aplicó un envejecido artificial dentro de un horno.

Tabla 1.3. Designación de temple para las aleaciones de aluminio

Letra	Condición
F	Condición de fabricado únicamente, adquieren un endurecimiento como resultado de las operaciones de manufactura (Fundido, Forjado, Laminado, etc.)
O	Presenta un proceso de recocido (baja dureza)
H	Trabajado en frío H1x- Trabajado en frío únicamente, la x indica la cantidad de trabajado en frío H11 1/8 duro H12- 1/4 duro H13- 3/8 duro H14- 1/2 duro H15- 5/8 duro H16- 3/4 duro H17- 7/8 duro H18- duro H19.- extraduro H2x- Trabajado en frío y recocido parcialmente H3x- Trabajado en frío y estabilizado a baja temperatura para evitar el endurecimiento por envejecido.
W	Llevada a solución térmicamente y enfriada en agua
T	Endurecido por tratamiento térmico T1- Enfriada desde la temperatura de fabricación y envejecido naturalmente. T2- Enfriada desde la temperatura de fabricación, trabajado en frío y envejecido naturalmente. T3- Tratado en solución, trabajado en frío y envejecido naturalmente T4- Tratado en solución y envejecido naturalmente T5- Enfriado desde la temperatura de fabricación y envejecido artificialmente T6- Tratado en solución y envejecido artificialmente T8- Tratado en solución, trabajado en frío y envejecido artificialmente T9- Tratado en solución, envejecido artificialmente y trabajado en frío T10- Enfriado desde la temperatura de fabricación, trabajado en frío y envejecido artificialmente

1.5 Efecto de los elementos aleantes

Cada elemento aleante principal de las aleaciones de aluminio les confieren ciertas propiedades que se enlistan en la tabla 1.4 (ASM International Handbook Committee, 1992).

Tabla 1.4 Principales características de las series de aluminio

Serie	Características
1000	Aluminio de alta pureza (99.00% mínimo): tiene bajas propiedades mecánicas, buena formabilidad y resistencia a la corrosión, alta conductividad eléctrica y térmica. Su resistencia mecánica se incrementa con la deformación.
2000	Cobre: la formabilidad, su alta resistencia a tensión y límite elástico son de sus características principales, al ser tratadas térmicamente sus propiedades son similares a la del acero rolado.
3000	Manganeso: eleva la resistencia a la corrosión y formabilidad, estas aleaciones no son tratables térmicamente, se incrementan las propiedades mecánicas por deformación.
4000	Silicio: mejora la soldabilidad, es utilizado para fabricar electrodos de soldadura siendo un buen aporte de metal base, por su coeficiente de expansión térmica se utiliza para fabricar pistones.
5000	Magnesio: es más ligero que el Aluminio, no son tratables térmicamente, tienen excelente resistencia a la corrosión.
6000	Silicio y Magnesio: eleva la resistencia mecánica, presentan buena formabilidad e incrementa la resistencia a la corrosión.
7000	Zinc: presenta alta resistencia mecánica, buena formabilidad y excelente resistencia a la corrosión.
8000	Esta serie se utiliza para aquellas aleaciones que su composición química no encuentra en el rango de las series anteriores.

Por otra parte las aleaciones de aluminio contienen otros elementos que ayudan a modificar en cierto modo sus propiedades ya existentes (mecánicas, resistencias al desgaste y a la corrosión, entre otras) o facilitar su proceso conformación plástica.

A continuación se muestran los efectos de los elementos en las aleaciones en específico de la serie 6XXX (Sheppard, 1999):

Silicio

El Si se combina con el Fe en lugar del Mg para formar la fase $AlFeSi$, cabe mencionar que el silicio está disponible para la fase Mg_2Si con la relación $\%Si - 0.25(\%Fe + Mn)$. Un exceso de Si en la formación del Mg_2S incrementará la resistencia pero disminuirá la capacidad de extrusión. En un estudio de una aleación con contenido de Mg entre 0.4 – 0.5%, se notó la disminución de la velocidad de extrusión de 0.4 m/min por cada incremento del 0.01% de Si.

Por otro lado un ascenso del Si incrementa la tenacidad y fragilidad, por tanto baja la ductilidad debido a que el Si y Mg_2Si se precipita en los límites de grano. La pérdida de tenacidad es disminuida con la poca adición de Mn y/o Cr. Además, un exceso de Si precipitado disminuye el acabado superficial por la formación de puntos oscuros del material.

Magnesio

Un exceso de Mg demerita la capacidad de extrusión en igual magnitud del contenido del Si, sin embargo el crecimiento de la resistencia es mínima. Para un contenido de Si entre 0.43 -0.50% y Mg por abajo de 0.55%, la velocidad de extrusión es disminuida en 0.4 m/min por cada alza de 0.01% de Mg. La resistencia a la corrosión se ve beneficiada con el aumento del magnesio.

Hierro

El Fe en la serie 6XXX debe ser controlada como impureza, dicho elemento forma una fase cuaternaria del sistema Al-Fe-Mg-Si. Como ya se mencionó anteriormente el Si tiene afinidad por el Fe. Un incremento del Fe disminuye la resistencia debido a la falta de Si para combinarse con el Mg.

Las palanquillas provenientes de la colada continua presentan la fase β -AlFeSi la cual tiene un efecto adverso en la conformación en caliente. Para tener una alta velocidad de extrusión sin presentar fracturas en caliente en la superficie del material se requiere un proceso de homogeneizado y así obtener una fase α -AlFeSi. Por último el Fe incrementa la resistencia a la corrosión y la tenacidad.

Cobre

Es adicionado en pequeñas cantidades para estar en solución sólida, refina el Mg_2Si y mejorar la resistencia.

Manganeso, Cromo y Zirconio

Son adicionados en pequeñas cantidades para mejorar la tenacidad constituyendo dispersoides, finos y estables durante la homogeneización, las fases que se forman son: Al_6Mn , $Al_{12}MgCr$ y Al_3Zr . Además, incrementa la templabilidad proporcionando sitios de nucleación para el Mg_2Si . Un incremento más allá de lo requerido de Mn y Cr para la tenacidad disminuirá la capacidad de extrusión. Se prefiere el Mn sobre el Cr debido a que es menos perjudicial para la velocidad de extrusión y el acabado pero afecta la templabilidad.

Es importante decir que la adición de Mn y Cr inhiben la recristalización por la formación de compuestos intermetálicos fijados en los límites de grano. Pequeñas cantidades de Mn mejoran el acabado superficial promoviendo una distribución fina del Mg_2Si , también acelera la transformación en no equilibrio de la fase β -AlFeSi al equilibrio de la fase α -AlFeSi durante el homogeneizado.

Otros elementos

- Vanadio: es agregado para refinar el tamaño de grano, mejorando la resistencia, tenacidad y formabilidad.
- Plomo: se adiciona en ocasiones como solución sólida mejora la maquinabilidad.
- Titanio y Boro: Son adicionados para controlar el grano e incrementar la velocidad de solidificación.

1.6 Proceso de extrusión

Los perfiles para ventanas, puertas y fachadas se fabrican por extrusión (ver figura 1.6), es un proceso de conformado por deformación plástica aplicando esfuerzos de compresión, en el cual la palanquilla es forzada a pasar por la abertura de una matriz, reduciendo su sección y adoptando la forma de la abertura (Salán Ballesteros, 2009). La deformación plástica se lleva a cabo debido que los átomos se deslizan sobre planos cristalográficos ayudados por las dislocaciones y vacancias, esto provoca que se rompan y se formen nuevos enlaces (Sheppard, T.,1999).

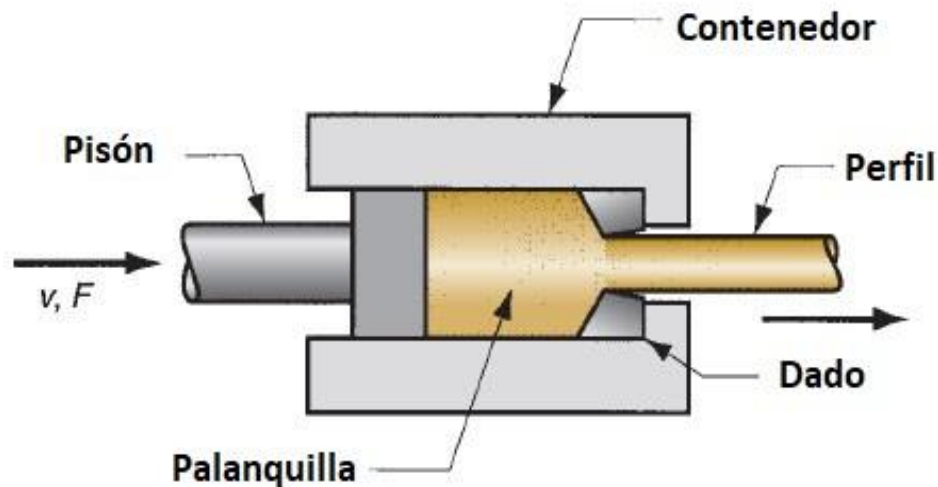


Figura 1.6. Proceso de extrusión, (Groover, 2007).

La extrusión se lleva a cabo de varias maneras, una forma de clasificar las operaciones es atendiendo a su configuración física; se distinguen dos tipos principales: extrusión directa y extrusión indirecta (ver figura 1.7). En la extrusión directa la palanquilla se coloca en el interior del contenedor de la prensa de extrusión y es forzada por el pistón a pasar a través de la matriz o dado (Groover, 2007).

En la extrusión indirecta un pistón hueco empuja la matriz hacia el otro extremo del contenedor de la prensa de extrusión que está cerrado mediante una placa (Smith & Hashemi, 2006). Dicho proceso depende de la correlación entre numerosos parámetros que deben ajustarse y monitorear de cerca, tales como:

- Facilidad de extrusión
- Longitud del perfil extruido
- Control de tolerancias
- Aspecto de acabado

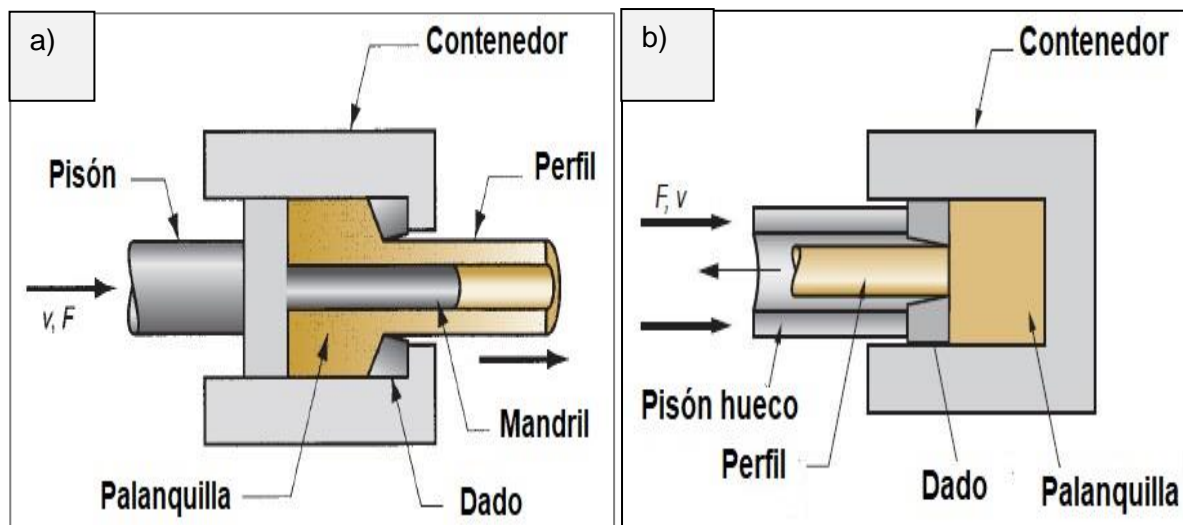


Figura 1.7. Tipos de extrusión, a) Extrusión directa y b) Extrusión indirecta, (Groover, 2007).

El más importante de ellos es la temperatura, que debe adaptarse en función del material extruido y de la forma final deseada del producto (Kaufman & Rooy, 2004).

La extrusión se lleva a cabo en caliente, es decir el material se calienta por arriba de su temperatura de recristalización para su posterior conformación. En la tabla 1.5 se encuentran las temperaturas de proceso de las aleaciones de aluminio.

Tabla 1.5 Temperaturas de operación para aleaciones de aluminio (Sheppard, T., 1999).

Aleación	Solidificación (°C)	Homogeneización (°C)	Extrusión (°C)
1XXX	640 – 650	560 605	450 – 550
2XXX	500 – 650	480 – 530	400 – 480
3XXX	630 – 645	530 – 620	480 – 520
5XXX	570 – 630	380 – 550	400 – 480
6XXX	580 – 620	560 – 600	430 – 500
7XXX	> 500	400 - 500	390 - 450

Los perfiles extruidos se enfrían inmediatamente después de salir de la matriz. En esta etapa es fundamental que cada parte de la barra de aluminio está cubierta por la cantidad adecuada de agua durante el tiempo adecuado, lo que significa que se enfrían de la temperatura de extrusión a la temperatura ambiente lo más rápido posible, los perfiles extruidos pueden enfriarse uniformemente y alcanzar las más altas propiedades mecánicas, la velocidad de enfriamiento más rápida logrará la mejor combinación de resistencia, tenacidad y microestructura. Este proceso se usa comúnmente para producir formas extruidas de la serie 6xxx (Chahare & Inamdar, 2017).

Los elementos importantes para una maquina extrusora de aluminio son las siguientes:

Matriz

Se pueden dividir las matrices en 2 grupos: matrices para perfiles sólidos y matrices para perfiles huecos.

Las matrices para perfiles sólidos consisten en una placa plana que forma la figura externa del perfil las matrices, para perfiles huecos (ver figura 1.8) se componen de 2 partes, en una parte el aluminio fluye a través de aberturas y luego se vuelve a soltar

mientras fluye sobre el mandril durante el prensado la otra parte crea la superficie externa del perfil.



Figura 1.8. Matrices para extrusión para perfiles huecos

Las matrices están hechas de acero resistente a altas temperaturas y la apertura de la matriz se realiza por electroerosión en máquinas controladas por ordenador, cuando la matriz es nueva siempre es necesario efectuar un ajuste en las primeras extrusiones para ello se escanea una sección del perfil extruido que previamente ha sido lijado para así obtener una superficie lo más plana posible (Salán Ballesteros, 2009).

Prensa

Las prensas de extrusión son máquinas hidráulicas como se ilustra en la figura 1.9, que se componen de un contenedor donde se sitúa el tocho, un porta matrices y un émbolo para aplicar la presión existen prensas de distintos tamaños acorde a la fuerza que desarrollen y las dimensiones de los perfiles que se vayan a extruir.

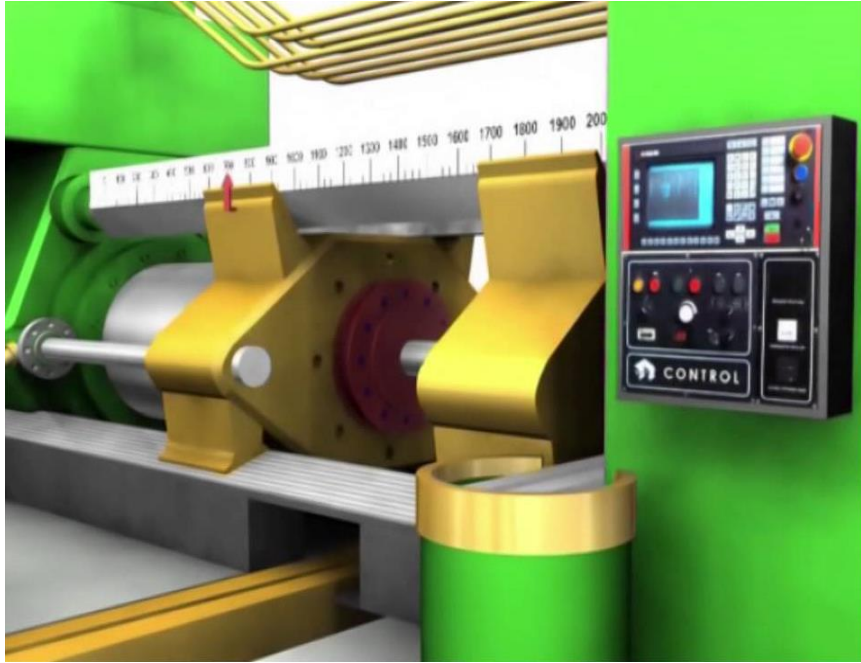


Figura 1.9. Prensa extrusora de aluminio.

Recocido de proceso

Durante la deformación existen los fenómenos de recuperación y recristalización al cual se le conoce como “Recocido de proceso”, esto puede ocurrir total o parcialmente después de la extrusión y continúa durante el tratamiento térmico de solución sólida.

1.7 Tratamiento térmico aplicado a las aleaciones de aluminio

A continuación se describen los tratamientos térmicos a que son susceptibles las aleaciones de aluminio de la serie 2XXX, 6XXX y 7XXX (Polmear, StJohn, Nie, & Qian, 2017).

Homogeneizado

Después de fabricar las palanquillas de aluminio es necesario realizar el primer tratamiento con el propósito de:

- Desaparecer la fase eutéctica de bajo punto de fusión que no está en equilibrio y podría causar grieta durante la conformación.
- Homogenizar el grano.
- Disminuir las tensiones residuales.
- Eliminar las microsegregaciones.
- Precipitar controladamente la concentración de exceso de los elementos aleantes que se disuelven durante la solidificación.

Tratamiento de Solución sólida

La finalidad de este tratamiento es obtener con completa solución los elementos de aleación en la fase, dicho proceso se lleva a cabo dentro del rango de solución sólida de equilibrio monofásico.

Temple

Después de la solución sólida de los componentes de la aleación en la matriz, el material debe de enfriarse rápidamente por lo regular a temperatura ambiente. El objetivo es sobresaturar los elementos aleantes en la matriz de aluminio para el posterior envejecido, se usa agua como medio de temple para alcanza una velocidad rápida de enfriamiento.

Sin embargo, el enfriamiento distorsiona la forma de la pieza, presentan tensiones residuales de compresión en la superficie y de tensión en el centro, dichos esfuerzos pueden causar inestabilidad dimensional. En niveles de tensiones residuales cercanas al límite elástico más las tensiones normales de servicio pueden causar fallas prematuras. En productos extruidos las tensiones se minimizar con el estirado del material después del temple.

Envejecido

El endurecimiento por envejecido es la etapa final en el desarrollo de las propiedades máximas de las aleaciones de aluminio. Algunas aleaciones alcanzan a envejecer a temperatura ambiente (envejecido natural), pero otras requieren de calor y tiempo en

una o más temperaturas (envejecido artificial), sus rangos de temperatura oscilan entre 100 – 190°C durante 6 horas.

1.8 Estado del arte

En otros países se ha investigado acerca de la implementación de la conformación de productos de aluminio teniendo como fuente de materia prima la chatarra, se han realizado estudios donde se demuestra cuáles son los parámetros óptimos para la extrusión de aluminio, de los cuales se describen los artículos e investigaciones que aportan información para la realización de este estudio.

Global Impacts of Aluminium Flows from End-of-life Buildings in China (Chen & Wang, 2022).

Se analiza la cantidad de aluminio proveniente de construcciones en el China, el tiempo en que serán desechados y se incorporarán al ciclo de reciclaje, se identifican los productos de interés para obtener la composición química deseada para el producto de nueva conformación.

Al igual se plantean distintos balances de materia, concluyendo que en base a la tecnología considerada es factible, hace un énfasis particular en los métodos de captación de la chatarra, por medio de recolectores no se obtendría un gran volumen y a través de las empresas de demolición no se lleva a cabo la clasificación de los desechos. En la figura 1.10 se plantean 3 escenarios para abastecer la materia prima necesaria para producir una tonelada de palanquilla y mantener la composición química requerida:

La empresa A cuenta con el apoyo de un grupo de recolección local, dicha empresa está ubicada cerca de una ciudad. Esta ciudad es antigua y puede generar grandes cantidades de perfiles de aluminio. Por otra parte, la Empresa B, debido al bajo nivel de tecnología de producción o chatarra insuficiente de perfiles de aluminio en algún período, se han utilizado más chatarra forjada y algo de chatarra de fundición para producir palanquillas de extrusión. También se agregan aluminio primario y magnesio para ajustar la composición de la chatarra de aluminio.

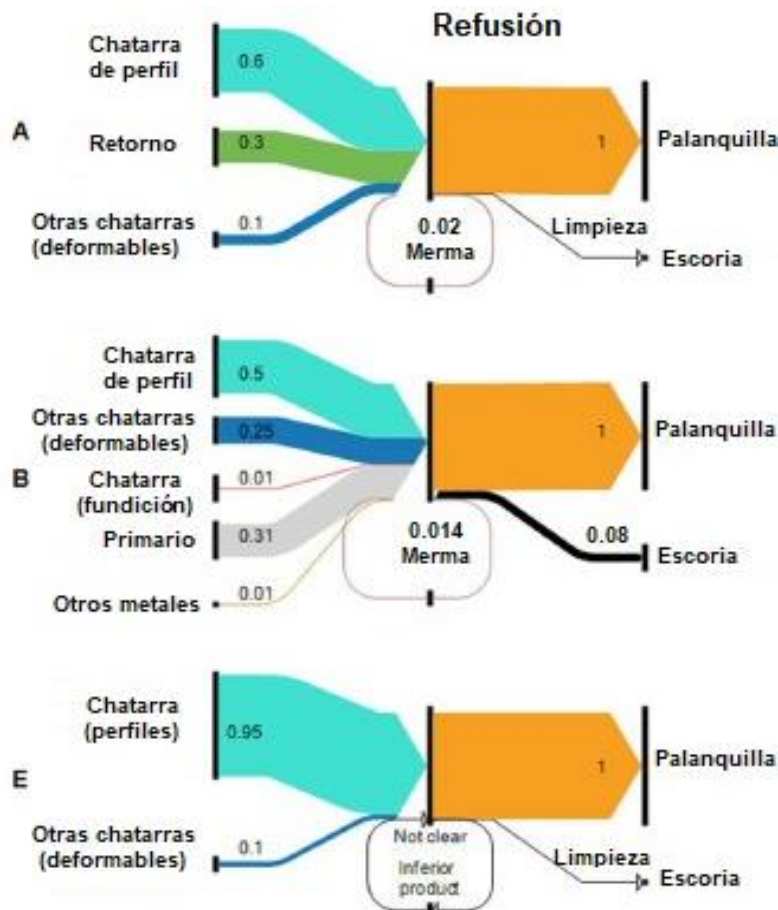


Figura 1.10. Balance de materia para 3 posibilidades de fundición con base al tipo de chatarra para obtener una tonelada de palanquilla (Hatayama et al., 2009).

Dado que el proceso más rentable acorde a la tecnología y suministro de materia prima es mantener la composición química del producto, se opta por seleccionar la chatarra y posteriormente fundirla hasta alcanzar el punto de fusión del aluminio.

En este estudio se puede recuperar la importancia a la hora de elección de la chatarra, para la obtención de la composición química deseada y la demanda proyectada, con lo cual se rectifica que es un proceso que se lleva a cabo en demás países.

Effect of extrusion speed and temperature on hot extrusion process of 6061 aluminum alloy chip (Ab Rahim et al., 2016).

Por medio de una simulación con el método de elementos finitos, se compara el efecto de los parámetros en la extrusión de una aleación de aluminio que se emplea para la fabricación de chips, determinado que la temperatura de extrusión es el parámetro más importante porque influye directamente en la calidad del producto y abre paso para aumentar la velocidad de extrusión.

Considerando el análisis de este artículo, en el estudio técnico es importante considerar las recomendaciones de los autores ya que la aleación con la que experimentaron es similar a la propuesta para los perfiles de aluminio. Además, es importante incluir una herramienta de simulación para ajustar los parámetros, generando un ahorro en los costos de las pruebas al ejecutarlas en base a una simulación previa.

Global Aluminium Recycling: A Cornerstone of Sustainable Development (International Aluminium Institute, 2009).

Se recopila información histórica acerca del reciclaje del aluminio a nivel mundiales, cuáles son las principales fuentes de captación, el impacto en la economía reflejando desde que se implementó este proceso hasta el 2010, mostrando la cantidad recuperada y el monto económico que refleja por año.

El informe muestra cuales son las principales industrias que utilizan productos provenientes del reciclaje de aluminio, como el transporte, construcción y empaque, con base a los consumos históricos menciona el empleo de energía requerido para obtener aluminio a partir de mineral y las emisiones generadas por su procesamiento.

Al incorporar la información en el desarrollo de este proyecto, se recalca la importancia de la necesidad de llevar a cabo el reciclaje en nuestro país con la finalidad de implementar un proceso rentable y sostenible, también se muestra que la aplicación propuesta es viable ya que en otras partes del mundo se lleva a cabo.

Optimization of Aluminium Extrusion Process using Taguchi Method (Chahare & Inamdar, 2017).

Empleando una herramienta de calidad se realizaron 27 experimentos en los cuales se combinaron los parámetros del proceso de extrusión como temperatura de precalentamiento de la palanquilla, temperatura del contenedor en la prensa de extrusión y la velocidad de extrusión, para la fabricación de 2 perfiles de aluminio en una misma matriz. Con el método Taguchi se encontraron los parámetros óptimos para llevar a cabo la extrusión de ambos perfiles en la misma matriz de una aleación 6063.

Se retoma la importancia de usar herramientas de calidad para el diseño con lo cual se realiza un ajuste más adecuado para los parámetros del proceso, favoreciendo la estandarización. Además, se tiene como referencia las temperaturas obtenidas después de los experimentos para aplicarlos en la extrusión de los perfiles.

Preparation and Melting of Scrap in Aluminum Recycling: A Review (Capuzzi & Timelli, 2018).

Hace referencia a las técnicas para analizar la composición de la chatarra de aluminio y como se implementan en la industria para la selección de la chatarra, muestra los criterios a considerar para determinar el tipo de horno para la fundición de la chatarra.

Al igual menciona que hay distintos procesos para eliminar las impurezas que se pueden generar por las composiciones químicas o por el propio manejo del material durante el reciclado, sin embargo, requiere de mayor complejidad o subprocesos, lo cual es costoso para la producción a nivel industrial.

Assessment of the Recycling Potential of Aluminum in Japan, the United States, Europe and China (Hatayama et al., 2009).

Se recabó información acerca del consumo y reciclaje de aluminio en países como Estados Unidos, Japón y China para realizar un análisis del flujo de materiales, que consiste en un inventario sistemático de la forma en que circula un material a través de su ciclo de vida natural o económico.

En el análisis se enlistan las industrias con mayor consumo de aluminio, el comportamiento del consumo a nivel regional y su proyección hacia el año 2050, donde se estiman que el consumo de aluminio alcanzara 65000 Kilotoneladas (kt).

La demanda mínima de aluminio primario debería reducirse a 11400 kt, considerando que 12400 kt de chatarra (principalmente aleación de fundición para automóvil), no es factible reciclar debido al excesivo contenido de elementos de aleación.

Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos (Secretaría Del Medio Ambiente Y Recursos Naturales, 2020).

Se estudió la situación sobre la generación y el manejo de desechos en México, se realizaron estadísticas de la cantidad y su composición, infraestructura instalada, capacidad de manejo integral, acorde con lo requerido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Se describe el manejo de residuos sólidos urbanos en el país, su ciclo, las estaciones de transferencia y tratamiento de residuos, así como de la disposición final de los residuos y las características de los sitios donde se realiza esta disposición.

Para este proyecto el estudio de diagnóstico, se obtiene un panorama general de la cantidad de chatarra de aluminio que se genera en el país, los lugares donde se puede captar para recolección o compra y parte de la normativa legal que se requiere dar cumplimiento.

Improving aluminum recycling: A survey of sorting and impurity removal technologies (Gaustad, G., Olivetti, E., & Kirchain, R.,2012).

La investigación se enfoca en los medios para la identificación de impurezas que afectan durante la fusión de la chatarra de aluminio, provenientes de la materia prima o contacto con otros materiales durante su desecho y confinamiento, las impurezas consideradas son Si, Mg, Ni, Zn, Pb, Cr, Fe, Cu, V y Mn. en concentraciones mayores al tipo de aleación a utilizar.

Se determina que la eliminación de elementos no deseados en el flujo de chatarra depende de manera directa del proceso de fusión. A diferencia de otros metales, es complicado eliminar los elementos no deseados del aluminio. La solución más práctica para evitar esta situación es identificar e implementar estrategias a lo largo del proceso de recolección y producción para mitigar la acumulación de impurezas.

Las soluciones para hacer la identificación de elementos no deseados mostrados en el estudio tienen un impacto en costo y eficacia. La dilución con aluminio primario es la solución más utilizada en la industria actualmente.

El artículo describe de manera general las tecnologías de mejora disponibles a nivel industrial y que están en pruebas de laboratorio para mejorar la pureza de la chatarra de aluminio y facilitar el reciclaje, de la información anteriormente mencionada se retoman los métodos para la selección y las recomendaciones para la selección de la chatarra.

Metal recycling: The need for a life cycle approach (Norgate, 2013).

El análisis del ciclo de vida es una metodología desarrollada para cuantificar los insumos, productos e impactos ambientales asociados a lo largo del ciclo de vida de un producto. Con la finalidad de propiciar una producción sostenible de metales primarios (cobre, níquel, plomo, zinc, aluminio, titanio, hierro, acero, ferroaleaciones y oro). Al igual se plantea la aplicación de la metodología a la producción secundaria de metales en procesos de reciclaje

Con la investigación se sugiere por medio de datos obtenidos en indicadores de los sectores industriales evidenciar el impacto en los procesos primarios y la posibilidad de reducir la tasa de agotamiento de las reservas de metales mediante el reciclaje de metales, considerando que al final de la vida del producto, este deberá ser reciclado.

Se concluye que el reciclaje de metales da como resultado ahorros en el consumo de energía, reducciones en las emisiones de gases, en comparación con la producción de metales primarios, el porcentaje de ahorro depende del proceso de conformación del nuevo producto a fabricar, aunque en su mayoría los ahorros de energía son considerables comparándolos respecto a los procesos de obtención primario.

Aluminium Recycling, Energy Conservation and Environmental Concerns: A Review (Alaekwe, 2019).

Se recopila información sobre el reciclaje de latas de aluminio y su ciclo de reciclaje. A nivel mundial, cerca del 70% de todas las latas de aluminio para bebidas son recicladas, siendo el embalaje más reciclado del mundo y puede ser reutilizado en diferentes aplicaciones.

Estas propiedades hacen del aluminio un material ideal para su uso en aplicaciones que demandan un alto grado de calidad, incluso después de ser reciclado muchas veces. Por ejemplo, la fachada de un edificio de 50 años puede reciclarse en el aluminio necesario para el bloque del motor de un coche nuevo sin degradación de la calidad.

Casi el 90% de las latas de bebidas que se venden en el Reino Unido están hechas de aluminio y la tasa de reciclaje actual para latas de bebidas se sitúa en un 55 %, debido a la clasificación de residuos sólidos urbanos para recuperar los desechos susceptibles a reciclaje.

Análisis cuantitativo de los elementos aleantes principales precipitados en palanquillas de aluminio de aleación 6063 en equipo de fundición de colada continua horizontal para el proceso de extrusión (Vaca-Ortega, W. H., Paredes-Salinas, J. G., Morales-Fiallos, F. R., & Núñez-Núñez,2017).

Se analiza la influencia de temperatura, velocidad y materia prima en palanquillas de aluminio homogeneizados de una aleación de 6063, en el proceso de colada continua horizontal a raíz de que existe muy poca información referente. Mediante análisis de espectrometría, se cuantifica el porcentaje en peso de elementos aleantes como magnesio y silicio, al precipitarse forman siliciuro de magnesio Mg_2Si en el proceso de homogeneizado.

Para la realización del estudio se produjeron palanquillas de aleación normal y experimental, encontrando una relación inversa entre la dureza Brinell y los contenidos de siliciuro, concluyendo que existe una influencia de bajos niveles de porcentaje en peso de Mg_2Si en la reducción de la resistencia a la tracción.

Se determina que la distribución longitudinal de los precipitados de Magnesio y Silicio a lo largo de la palanquilla de aluminio de aleación 6063 homogeneizado es buena y se concluye que se puede obtener palanquillas de calidad empleando chatarra de aluminio reciclada en el proceso de colada continua horizontal.

Comparación y Efecto del Homogeneizado en palanquilla de Aluminio AA 6063 (Olmedo, B. H. N., & Moscoso, H. A. N.,2018).

El estudio surge a raíz de la falta de información acerca de cómo se distribuyen los elementos aleantes como el Magnesio y Silicio a lo largo de una palanquilla, específicamente de la aleación 6063 (ver anexo 3), empleados para la extrusión de perfiles de aluminio.

Se cuantificó la cantidad de elementos aleantes por medio de un espectrómetro de emisión óptica y con un análisis metalográfico se compararon las microestructuras de

una palanquilla tratada con homogeneizado y uno sin tratamiento. Posterior al tratamiento T5, que consiste en un calentamiento controlado entre 175 °C y 245 °C por 3 a 6 horas y enfriado con agua se realizan pruebas de dureza Brinell resultando menor la de la palanquilla sin homogeneizado.

El tratamiento de homogeneizado se recomienda en procesos donde se emplea colada continua horizontal y semi vertical. Se concluye que el tratamiento de homogeneizado es necesario para obtener una estructura de grano homogéneo y límites de grano de finidos, en cuanto a la dureza aumenta al permitir que el Silicio junto con el Magnesio formen siliciuros de Magnesio lo cual mejora la dureza en la palanquilla.

Considerando la información recabada en este estudio, se valida que el proceso productivo es correcto al considerar al homogeneizado, los equipos para análisis por espectrometría y metalografía con la finalidad de asegurar la calidad del producto.

Performance of Al-6063 Primary and Secondary Billets Used in Hot Aluminum Extrusion (S. S. Akhtar, et al., 2009).

Se investiga el efecto de la materia prima en palanquillas Al-6063 (primario aluminio reciclado) en un perfil de extrusión, basado en el análisis de su microestructura. El lingote secundario (refundido) se obtuvo en una planta de extrusión local, en comparación con una palanquilla de aluminio primario.

Mediante la aplicación de diferentes técnicas de caracterización de materiales, como la microscopía óptica, medición de microdureza Vickers, difracción de rayos X (XRD) y espectroscopia de dispersión de energía (EDS), se observó que la palanquilla de chatarra tiene un grano más grueso, distribución no homogénea de fases secundarias, inclusiones y alta dureza que pueden estar asociadas con malas prácticas de vaciado y homogeneización.

Por lo que se descarta el uso de materia prima de aluminio secundario a reserva de tener un control del proceso de fusión, desgasificación y homogeneización riguroso para evitar segregaciones.

Capítulo II Origen del proyecto

2.1 Introducción

La ubicación sugerida es en la zona industrial San Juan del Río, Querétaro con una planta que fabrique perfiles de aluminio a partir de chatarra obteniendo una mejor calidad y acabado de los mismos. La empresa busca consolidarse ampliando su mercado y ofreciendo un mejor precio.

Los perfiles se refieren a materiales de aluminio de diferentes formas, lo cual puede lograrse mediante la fusión y extrusión en caliente. Su proceso de producción incluye principalmente, fusión, extrusión y anodizado.

Se le llama perfiles a la forma que toman los cortes transversales de las estructuras que resultan del proceso de extrusión de este metal. Es posible fabricarlos de prácticamente cualquier forma y tamaño (Schramm, 2019), los perfiles de aluminio son utilizados en prácticamente todas las industrias.

En México existen gran cantidad de centros de acopio de chatarra donde se recolectan metales ferrosos y no ferrosos, con lo cual se tiene una fuente potencial de materia prima, razón por la cual se pretende visualizar la creación de productos como lo son los perfiles para puertas y ventanas estructurales y así determinar la viabilidad del proyecto.

2.2 Misión

Satisfacer las necesidades de los clientes ofreciendo productos con la más alta calidad, con el mejor servicio y a los costos más bajos, fomentando en cada miembro valores para asegurar una relación permanente con clientes, colaboradores, accionistas, proveedores y comunidad.

2.3 Visión

Formar una empresa reconocida como líder en innovación, excelencia en servicios y calidad de productos, factor de cambio en la industria de reciclaje siendo ejemplo y fomentando la cultura del reciclaje en el país.

2.4 Justificación

La ingeniería involucra la aplicación de principios científicos para diseñar equipos, componentes, procesos o sistemas de manera confiable y rentable, impulsa la economía ya que se obtiene un beneficio económico de la fabricación y comercialización de los productos elaborados.

Actualmente se tienen regulaciones en las sustancias químicas empleadas, emisiones atmosféricas y los procesos de fin de vida de los materiales o los componentes tóxicos, factores relevantes a considerar en la selección del proceso más adecuado.

Para el desarrollo de este análisis se consideran los factores más relevantes para el costo del producto: su diseño, la materia prima y la técnica de fabricación, dichos factores se relacionan entre sí (Rethwisch & Callister, 2020).

El estudio contempla la fabricación de perfiles de aluminio a partir de chatarra con el fin de reducir el consumo de aluminio primario, además de la extracción de bauxita, eliminando los gastos de extracción y refinación del metal para reducir el costo de fabricación, además de contribuir con el medio ambiente mediante el reciclaje y sin afectar de manera directa las reservas que se tienen de este metal.

2.5 Análisis FODA.

Al realizar el presente estudio se pretende visualizar la factibilidad mediante el análisis de variables que interfieren en este proceso y valorando su comportamiento a lo largo del tiempo, para poder tener una certeza del rumbo de la empresa, así mismo las ventajas y desventajas que se tiene en diversas actividades. A continuación, se describe el análisis FODA:

<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Elaborar productos a partir de desperdicios. ➤ Bajo costo de materia prima. ➤ Contribución al medio ambiente mediante reciclaje ➤ Creación de perfiles con las mismas propiedades que la competencia ➤ Amplia variedad de formas, tamaños, colores e incluso materiales y compuestos. ➤ Contar con directivos con conocimientos del sector y producto. 	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entrada en los mercados donde las empresas (que utilizan lingotes como materia prima) que dominen no puedan bajar el precio de su producto. ➤ Reforma energética.
<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fuentes de recolección de materia prima. ➤ Infraestructura necesaria para recibir variedad de chatarra de aluminio y no solo de un tipo. ➤ Clasificación y limpieza del aluminio. ➤ Poca experiencia en producción ➤ Relación escasa o inexistente con proveedores potenciales. 	<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Competencia con marcas consolidadas (CUPRUM). ➤ Empresas recicladoras que acaparen los insumos. ➤ Empresas extranjeras con costos más accesibles. ➤ Escasez de materia prima. ➤ La imposición de aranceles del 10 y 25 por ciento al aluminio.

2.6 Descripción del producto

La empresa se enfocaría a la producción de perfiles de aluminio para puertas y ventanas principalmente de usos estructurales con colores anodizados, lo que les protege contra daños superficiales y la corrosión en los siguientes acabados de la figura 2.1:



Figura 2.1. Tonos de anodizado

La idea principal consiste en obtener una mejor calidad de perfiles y así obtener una posición ventajosa respecto a la competencia durante la primera fase del desarrollo del mercado. Los productos que ofrece la empresa están orientados a satisfacer la demanda de acabados de viviendas, tales como: perfiles de aluminio con diversos tonos. Se fabricarán perfiles para las siguientes aplicaciones:

- Ventana corrediza 1 ½ in: 4 perfiles
- Ventana fija 2 in: 9 perfiles
- Venta y puerta corrediza 2 in: 12 perfiles
- Ventana fija 3 in: 9 perfiles
- Ventana y puerta corrediza 3 in: 18 perfiles

Las principales configuraciones con los perfiles de aluminio se muestran en la figura 2.2:

2.7 Aplicaciones

Las cualidades estéticas de los perfiles de aluminio favorecen la elección de este material sobre perfiles de otros materiales, especialmente para la construcción de formatos grandes lo cual da la posibilidad de fabricar estructuras que permiten la entrada de una gran cantidad de luz. También se pueden aplicar distintos colores en interiores como exteriores. Los usos más comunes para los perfiles de aluminio son en viviendas y edificios con puertas y ventanas. Algunas de sus aplicaciones son:

- Ventanales
- Puertas abatibles
- Ventanas de proyección
- Ventanas corredizas
- Ventanas fijas
- Barandales
- Fachadas integrales
- Canceles de baño

2.8 Metodología

Para la elaboración de este estudio se recabó información de distintas disciplinas, como estadística, investigación de mercados, ingeniería de proyectos, distribución de planta, calidad, procesos de manufactura, el resultado de reunir y analizar esta información es un estudio acerca de la viabilidad técnica, económica y de mercado con lo cual se genera una herramienta de gran utilidad para decidir acerca de la inversión en el proyecto propuesto.

Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema o necesidad a resolver. El proyecto de inversión se describe como el plan al que se le asigna un capital e insumos para producir un bien y se obtiene un beneficio

económico o un servicio hacia la sociedad.

La evaluación de un proyecto de inversión tiene por objetivo conocer su rentabilidad económica y social resolviendo el problema o satisfaciendo la necesidad de manera eficiente, segura y rentable (Baca Urbina, 1997). El procedimiento para la evaluación de proyectos puede adaptarse a cualquier tipo de proyecto, tales como:

- Instalación de una planta nueva
- Elaboración de un nuevo producto de una planta existente.
- Ampliación de la capacidad instalada
- Creación de sucursales
- Sustitución de maquinaria obsoleta o insuficiente

Acorde al método de la evaluación de proyectos sugerido por el autor Baca Urbina (1997) se puede ver el esquema de los rubros que comprenden en la figura 2.3 y abarca las siguientes etapas:

- Formulación de objetivos: los objetivos deben enfocarse a verificar que existe un mercado potencial insatisfecho y que es viable de manera operativa ingresar al mercado el producto.
- Estudio de mercado: se determina y cuantifica la oferta y demanda, se analizan los precios y se hace un estudio de la comercialización.
- Demostrar que es posible tecnológicamente la producción con el abasto de los insumos requeridos y demostrar que es económicamente rentable.
- Análisis técnico operativo: El estudio técnico se basa en un análisis de la producción donde se involucran los recursos utilizados por el proyecto para que se cumpla el objetivo, las normas técnicas empleando tecnología compatible con la disponibilidad de los recursos e insumos en el área prevista para el proyecto.
- Análisis económico financiero: empleando un método para considerar el valor del dinero a través del tiempo se cuantifica el monto de inversión y los gastos para corroborar si existen ganancias en base a la producción del producto propuesto.

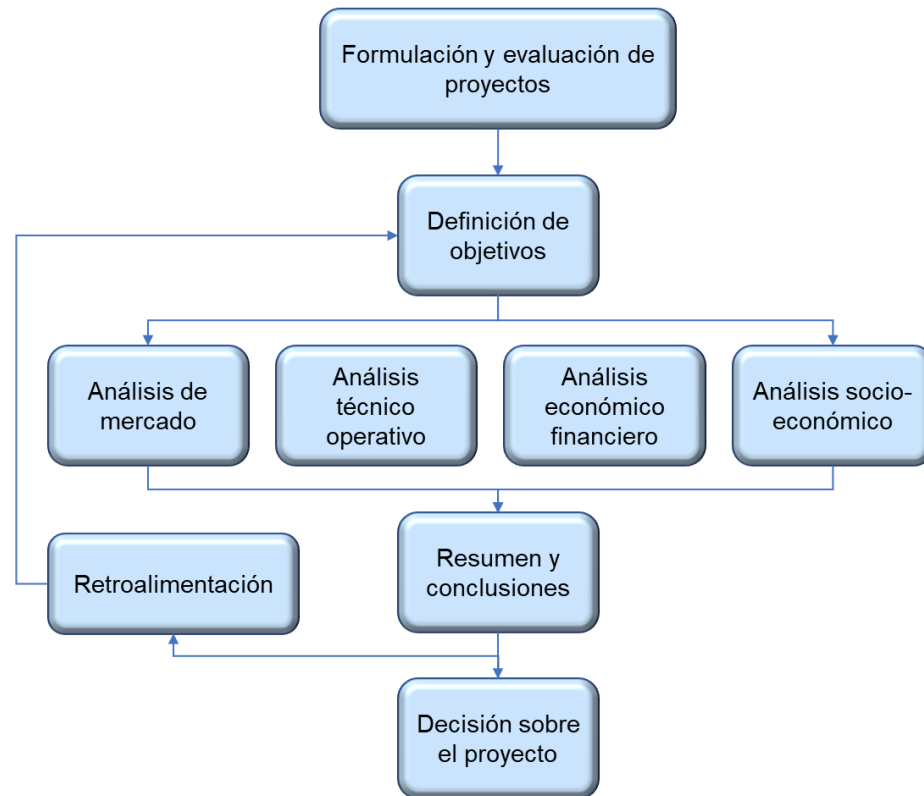


Figura 2.3. Estructura general de la evaluación de proyectos (Baca Urbina, 1997).

- **Análisis socio económico:** se recaba información acerca del contexto social de la zona donde se implantará el proyecto, con la finalidad de conocer el impacto económico de la región y su comportamiento.
- **Retroalimentación:** cuando se reúne toda la información para la evaluación del proyecto, se analiza la factibilidad tecnología, económica y posibilidad de crecimiento en el mercado para obtener un panorama integral de la evolución de la empresa y producto en un futuro.
- **Resumen y conclusiones:** en base al resultado del a retroalimentación, se puede determinar la viabilidad del proyecto para subsistir en el mercado y generar ganancias.
- **Decisión sobre el proyecto:** tomando en cuenta la información presentada, para los inversionistas esta etapa es donde se determina la factibilidad económica del

proyecto, considerando los resultados de los estudios previos y la proyección del desarrollo económico de la empresa.

Las técnicas de análisis empleadas en cada parte de la metodología permiten determinar factores importantes como por ejemplo el mercado actual, los costos totales o el rendimiento de inversión, con lo cual se proporcionan las bases para el proyecto obteniendo la mayor cantidad de información posible acerca de aspectos económicos, técnicos, sociales para tomar la mejor decisión acerca de la factibilidad del proyecto (Baca Urbina, 1997).

Con base al procedimiento mencionado, se puede aplicar para el desarrollo del estudio ya que convergen distintas disciplinas y se genera información de diversas fuentes para sustentar el proyecto, con base a datos técnicos, estadísticos, financieros, antecedentes históricos y comportamiento del mercado.

2.9 Resultados del origen del proyecto

Con la metodología que se seleccionó para la formulación y evaluación de proyectos se elaboró estudio acorde al producto y la aplicación propuesta.

Al realizar el análisis FODA se concluyó que existen fortalezas para formular el proyecto como el reciclado de chatarra, que es una alternativa para el manejo de desechos en el país, el beneficio económico que se obtendría de este proceso al abastecer con materia prima de menor costo.

Entre las debilidades a investigar se encontró la clasificación y limpieza de la chatarra, las fuentes de recolección de materia prima y la infraestructura para captar distintos tipos de chatarra.

Capítulo III Estudio de mercado

3.0 Análisis del mercado

En la figura 3.1 se revela los puntos necesarios para realizar es estudio de mercado; que contempla los análisis de la oferta, la demanda, precios y la comercialización del producto.

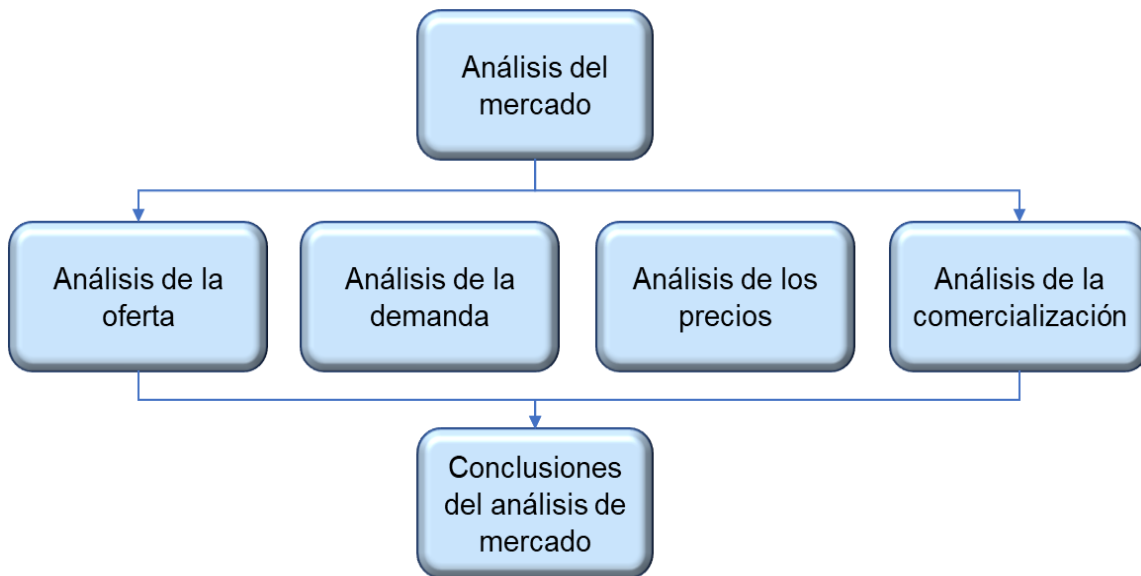


Figura 3.1. Estructura del análisis de mercado (Baca Urbina, 1997).

3.1 Análisis de la oferta

En el análisis de la oferta, se identifican los estados con mayor actividad comercial, acorde a las estadísticas de la Secretaría de Economía, en el año 2021 las entidades federativas con más ventas internacionales en Barras y Perfiles, de Aluminio fueron Baja California, Estado de México, Ciudad de México, Nuevo León y Tamaulipas.

Los estados que actualmente funden aluminio y fabrican productos en sus diferentes presentaciones, son clasificadas por el INEGI como industria primaria de aluminio, que al igual comprende fabricación de aluminio secundario a partir de chatarra y productos extruidos de aluminio. En la figura 3.2 se muestran las empresas productoras de aluminio por estado:

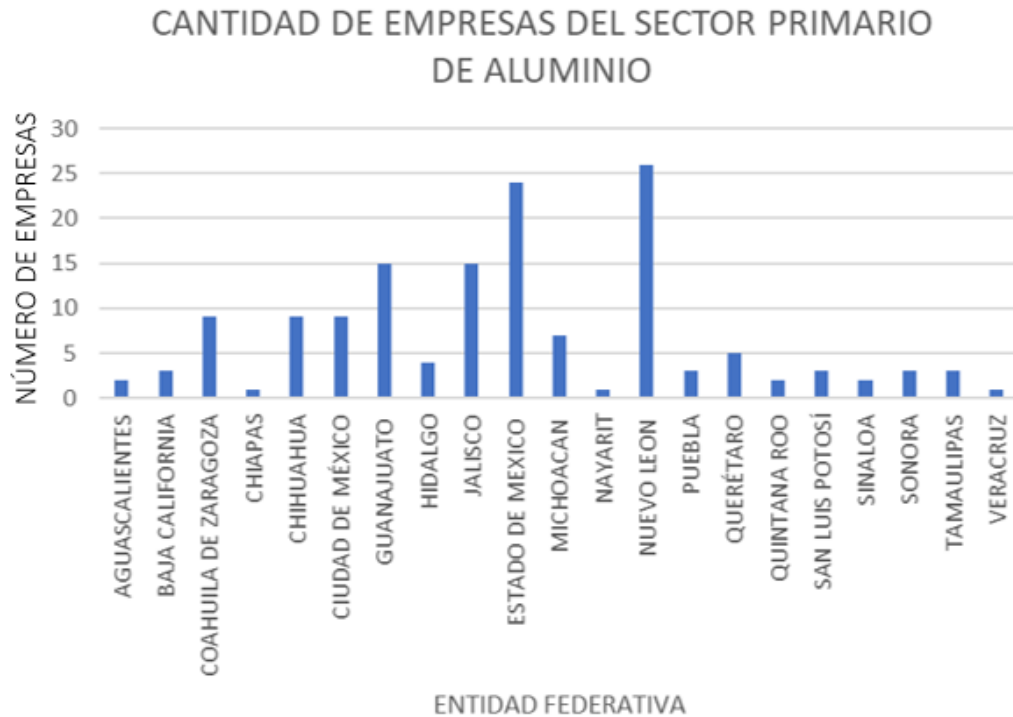


Figura 3.2. Cantidad de empresas de la industria primaria de Aluminio en México.

Dentro del territorio nacional los estados donde existe mayor número de ofertantes son Nuevo León, Estado de México y Guanajuato.

Con base al índice de volumen físico de la construcción, en la figura 3.3 se muestra el volumen de producción de las actividades industriales de Construcción. Este indicador comprende las actividades de edificación residencial, vivienda unifamiliar o multifamiliar; edificación no residencial, como naves y plantas industriales, inmuebles comerciales, institucionales y de servicios; a la construcción de obras de ingeniería civil, trabajos especializados, como cimentaciones, montaje de estructuras prefabricadas, acabados en edificaciones (INEGI, 2022).

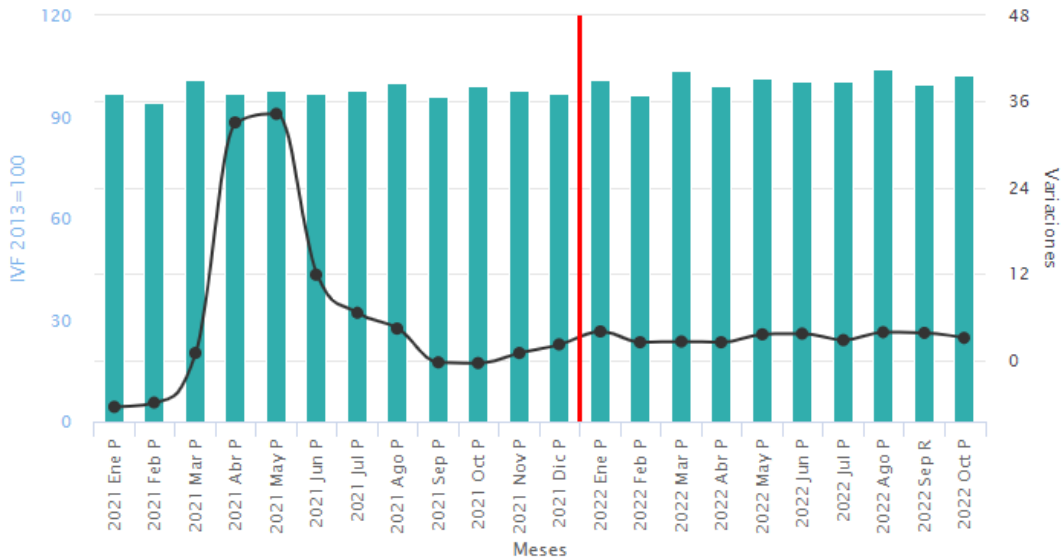


Figura 3.3. Índice del volumen físico de la construcción 2021 a 2022 (INEGI, n.d.).

Acorde a las encuestas de actividad industrial de INEGI que se encuentran en el banco de información económica, en México se producen lingotes, perfiles y láminas de aluminio, del 2013 al 2022 se observa que ha incrementado la producción de perfiles de aluminio y de manera proporcional la fabricación de lingotes, que pueden ser comercializados ya como producto final o para su posterior transformación.

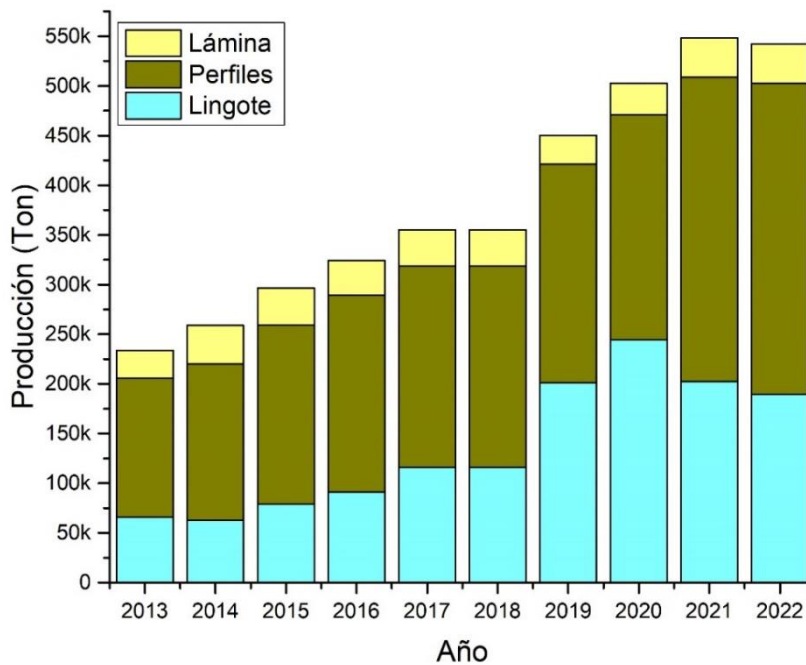


Figura 3.4. Producción de Aluminio en México (INEGI,2023).

Es de notarse que en la fabricación de lámina de aluminio no presenta una variación significativa a lo largo del tiempo. Con lo cual se demuestra que el mercado ha incrementado y requiere de mayor abastecimiento. Por otro lado, se observa en la figura 3.5 el incremento de la producción de perfiles, con una producción de 305,918 y 313,162 en el año 2021 y 2022 respectivamente mostrando un incremento de la producción porcentual positivo de 2.37% en el 2022, para más información ver Anexo 8 (INEGI, 2023).

En el 2022 el índice de volumen físico de la construcción ha permanecido con un comportamiento regular (ver figura 3.3) a pesar de que se encuentra a un nivel inferior que en los primeros meses del 2021, con lo cual se puede proyectar un periodo estable para años futuros.



Figura 3.5. Producción mensual de perfiles de aluminio (INEGI, 2023).

3.2. Análisis de la demanda

Para la estimación de la demanda, se basa en los datos recopilados por el INEGI, como lo son el “Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas” (DENUE) y los índices de los sectores industriales. El DENUE presenta información sobre la identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de las unidades económicas activas en el estado (ver figura 3.6), con estos registros se identifican 415 negocios formales que son fabricantes de cancelería, (elaboran puertas, ventanas y cancelas con perfiles de aluminio), 367 empresas constructoras en el estado y 15 distribuidores de perfiles de aluminio en la región.

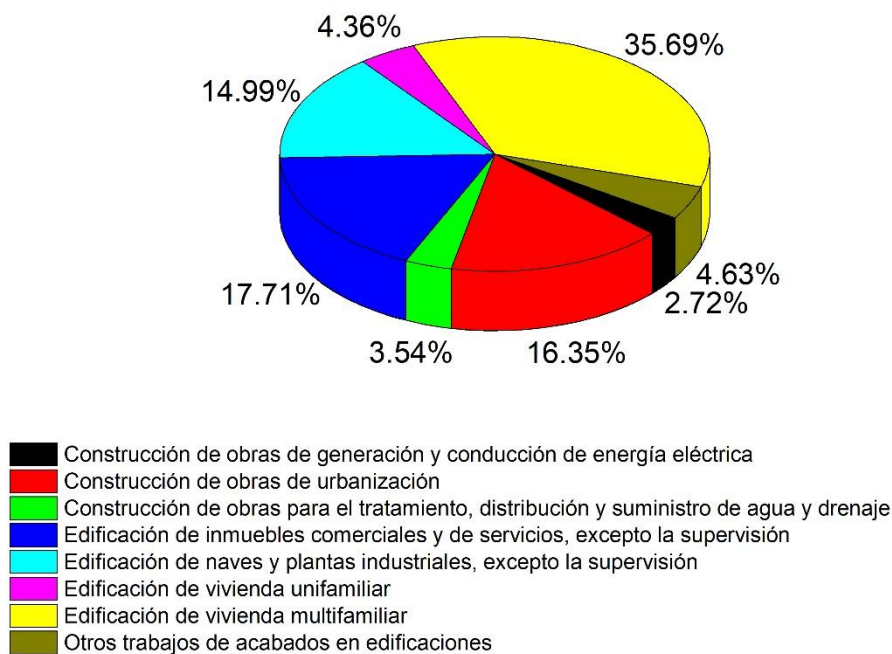


Figura 3.6. Distribución de empresas que emplean perfiles de aluminio en Querétaro (Directorio Estadístico Nacional De Unidades Económicas. DENUE, n.d.).

Se determina que existe un amplio mercado en el cual comenzar a incursionar en el estado de Querétaro, al ocupar el abastecimiento y comercialización estatal, teniendo como ventajas su crecimiento demográfico e industrial, la ubicación donde se puede abarcar la zona del Bajío.

El producto se encuentra en una amplia gama de aplicaciones en construcciones como, por ejemplo; vivienda familiar, centros comerciales, planteles escolares, oficinas, empresas industriales, edificaciones gubernamentales, hospitales, locales comerciales, etc.

Los datos del DENUÉ proporcionan información valiosa que, considerada para emprender el proyecto de la empresa propuesta ya que reflejan la antigüedad de los clientes finales, hay 135 negocios con 10 años de antigüedad registrados en el directorio, algunos tienen entre 1 y 5 empleados.

Se observa que negocios como estos a pesar de que son pequeños han logrado subsistir a crisis económicas y situaciones que afectan el desarrollo económico, como la migración, inseguridad, devaluaciones, usos y costumbres generacionales, pandemias o fenómenos naturales.

Con base a los datos históricos mensuales del índice de volumen físico de la construcción en México, se tiene como objetivo a mediano plazo, colocar la empresa en el mercado nacional como productor de perfiles de aluminio.

Se muestra un desarrollo del sector estable y poco variable hasta el 2023, que se vio afectado por las legislaciones gubernamentales y la pandemia, al detenerse gran parte de las actividades relacionadas con la construcción y se afectó el flujo económico.

En el estado se encuentran 15 distribuidores de perfiles que serían los principales clientes, posteriormente hacer llegar los productos directamente hacia 367 empresas constructoras en el estado, su distribución por estado se representa en la figura 3.7.

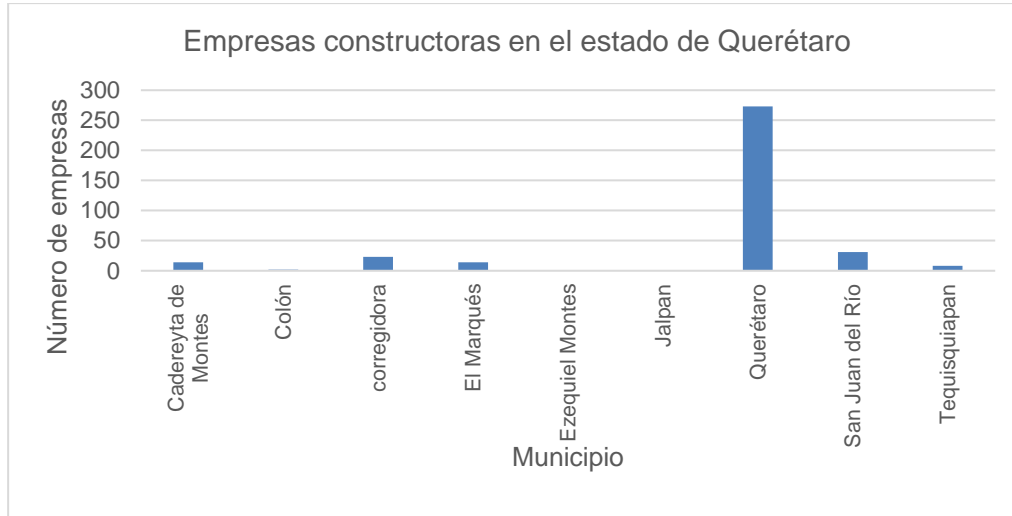


Figura 3.7. Empresas constructoras ubicadas en el estado de Querétaro por municipio (Directorio Estadístico Nacional De Unidades Económicas. DENUE, n.d.).

En el DENUE se identifican 415 negocios formales fabricantes de cancelería, (elaboran puertas, ventanas y cancelas con perfiles de aluminio), la mayoría se concentra en Querétaro con 205 y en San Juan del Río con 70 negocios, como se muestra en la Figura 3.8.

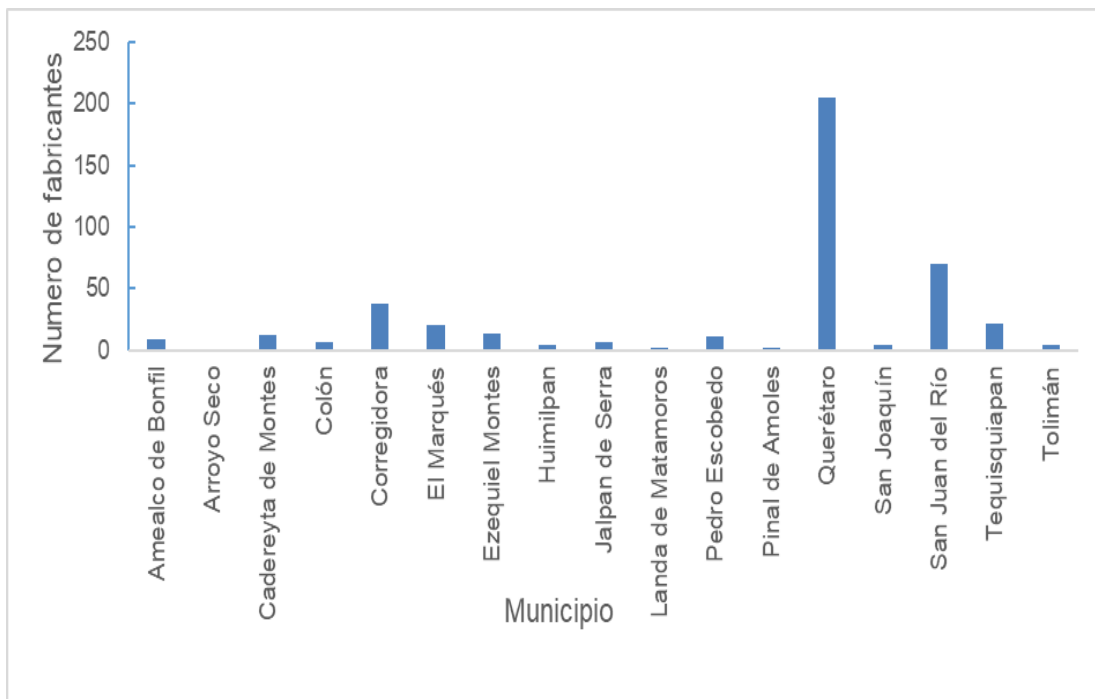


Figura 3.8. Número de fabricantes de cancelería en el estado de Querétaro por municipio (Directorio Estadístico Nacional De Unidades Económicas. DENUE, n.d.)

3.2.1 Descripción de la competencia

Dentro de la industria de perfiles de aluminio se encuentran diversas empresas en el país entre ellas las de mayor relevancia son (ver figura 3.9):

Aluminext

Fabrica perfiles de aluminio para la construcción e industria automotriz, está ubicada en Santa Catarina, Nuevo León, comercializa sus productos en México, Estados Unidos y Canadá.

Ofrece productos de línea (tubos, soleras, ángulos, canales, tees y barras redondas), perfiles bajo diseño, perfiles estructurales para automatización, se ha enfocado en su división de energía solar, con el suministro e instalación de paneles solares.

Alyex

Es una empresa mexicana que se dedica a la producción de perfiles de aluminio industriales, en el 2014 inauguró una planta de extrusión en Querétaro, lo planta tiene un área de 10,000 m² y una capacidad de producción de 8000 ton. mensuales para el mercado nacional e internacional de la industria automotriz eléctrica aeronáutica e inmobiliaria.

AIPESA

Aluminio Industrial y perfiles Especiales (AIPESA) es una empresa que empezó sus operaciones en 2010 con la producción de perfiles industriales de aluminio (PTR, tubo redondo, perfil rectangular, ángulo, solera y vigas), perfiles estructurales, perfiles para stand, perfiles para paneles solares y accesorios para perfiles, de la serie 6000 para el mercado nacional, Estados Unidos Canadá y Latinoamérica.

La ventaja competitiva de esta empresa es que tienen productos de diversas longitudes entre 3.66 – 6.0 m, además de fabricar piezas diseñadas por los clientes, la planta se encuentra en Tlajomulco Jalisco elaboran perfiles industriales, estructurales para paneles solares, carrocerías y dados para la extrusión de aluminio.

CUPRUM

Es una empresa con 70 años de antigüedad que produce, ventanas y puertas prefabricadas, perfiles, láminas y escaleras de aluminio, comercializa sus productos en México, Estados Unidos, Canadá y Latinoamérica. Tiene 4 plantas de extrusión y 88 tiendas de distribución en México y en otros países. Actualmente las plantas de extrusión se ubican en el estado de México y Nuevo León.

Esta empresa tiene un amplio reconocimiento en el mercado debido a que ofrece gran variedad de productos para distintas aplicaciones en la industria de la construcción, ha adquirido pequeñas plantas aumentando su presencia en el país, para los clientes es sencillo identificar sus productos y tiendas.

INDALUM

Extruye perfiles para la industria automotriz, eléctrica, construcción y energías renovables, el recubrimiento los realiza con pintura electrostática y anodizado. Tiene 40 años en el mercado y vende sus productos por medio de distribuidores con distintas ubicaciones que cubren todo el país. Está ubicada en la Cd. de México.

VALSA

Es un grupo de empresas con una antigüedad de 41 años, que elaboran y distribuyen productos en su mayoría de aluminio para la industria de la construcción. Se encuentra en el estado de México, cuentan con 2 centros de mecanizado y centros auxiliares para llevar a cabo cortes de precisión, mecanizado, perforado, roscado y fresado. Elaboran sus propias palanquillas.

GAO

Fabrica y comercializa perfiles de aluminio arquitectónicos e industriales, vidrio, herrajes, policarbonatos y plásticos. Comercializa sus productos en mayoreo, medio mayoreo y menudeo. Fabrica perfiles estándares o de medidas y peso especiales, se ubica en Toluca, estado de México.

 <p>Aluminext</p>	 <p>Alvex</p>
 <p>AIPESA</p>	 <p>CUPRUM</p>
 <p>GAO</p>	 <p>INDALUM</p>
 <p>EXTRAL</p>	 <p>CONSORCIO INDUSTRIAL VALSA</p>

Figura 3.9. Empresas fabricantes de perfiles de aluminio en México

3.2.2 Desventajas de la competencia

- La principal desventaja para la competencia es la adquisición de materia prima, atendiendo esta situación se crearán convenios con el estado y con empresas para recibir material de desecho como es la chatarra de aluminio.

- Las empresas dedicadas a la fabricación de perfiles de aluminio no permiten facilidades de pago a los clientes minoristas.
- Los precios del mercado nacional son regidos principalmente de empresas extranjeras donde sus costos de operación son menores.
- El área geográfica propuesta de mercado corresponde a la zona industrial San Juan del Rio, Querétaro. Los costos de entrega o flete, debido a que las empresas de la competencia no cuentan con una planta en la zona del bajío a excepción de Alyex, dentro del precio del producto incluyen los costos de transporte, aumentando el precio final para el consumidor.

Debido a la cercanía que se tiene con éstos, se minimiza el tiempo de entrega, el cual puede ser de 3 a 4 días hábiles o en su defecto una semana como límite cuando se entregue en volúmenes máximos. En lo que respecta a la competencia, su tiempo de entrega varía hasta una semana en promedio.

En cuanto al flete dentro de la misma zona no tendrá ningún costo extra siendo que la mayoría de los demás productores cobran flete por grandes volúmenes de producto. La venta del producto se realiza para cualquier empresa o pequeño consumidor que lo requiera en diferentes cantidades, en caso de requerirse un pedido desde el interior de la República Mexicana, la entrega también puede efectuarse.

3.3 Análisis de los precios

La demanda de mercado para un producto es el volumen total susceptible de ser comprado por un determinado grupo de consumidores en un área geográfica específica, para un determinado periodo de tiempo en un entorno definido de marketing y bajo un particular programa de este (Equipo Vértice, 2008).

Una buena estimación de la demanda futura permitirá tomar mejores decisiones, evitando gastos innecesarios y aumentando las ganancias. El precio del mercado para el metal reciclado será en función de la oferta y la demanda, esto es, un porcentaje

variable del precio en Bolsa.

Los precios de la chatarra de aluminio fueron colectados de www.kitcometals.com ya que son datos de cotizaciones y ventas reales en los últimos años (ver figura 3.10), se nota que el precio de la chatarra ha decaído a los diferentes eventos sociales y políticos, concluyendo que, si la materia prima es económica, el producto final genera mayor remuneración económica, generando un mayor valor económico después de su transformación.

En el año 2021, el intercambio comercial total (incluye compras y ventas internacionales) de Desperdicios y Desechos, de Aluminio fue de US\$914 M. En 2021, los principales destinos comerciales de Desperdicios y Desechos, de Aluminio fueron Estados Unidos [US\$370 M], Corea del Sur [US\$76.1 M], Brasil [US\$59.6M], Grecia [US\$23.6 M] y Turquía [US\$13 M] (Secretaría de Economía, 2021).



Figura 3.10. Fluctuación del precio de la chatarra de aluminio en el mercado mundial.

En la figura 3.11 se grafica el costo mensual por unidad de peso del aluminio primario contra el precio del perfil de aluminio, en este caso el producto, mostrando una relación constante del doble del precio del perfil respecto al primario a excepción de inicio del

2022, donde la economía se vio severamente afectada por la pandemia, concluyendo que el costo de la materia prima para el proceso de extrusión de perfiles es rentable, existen empresas con 70 años en el mercado.

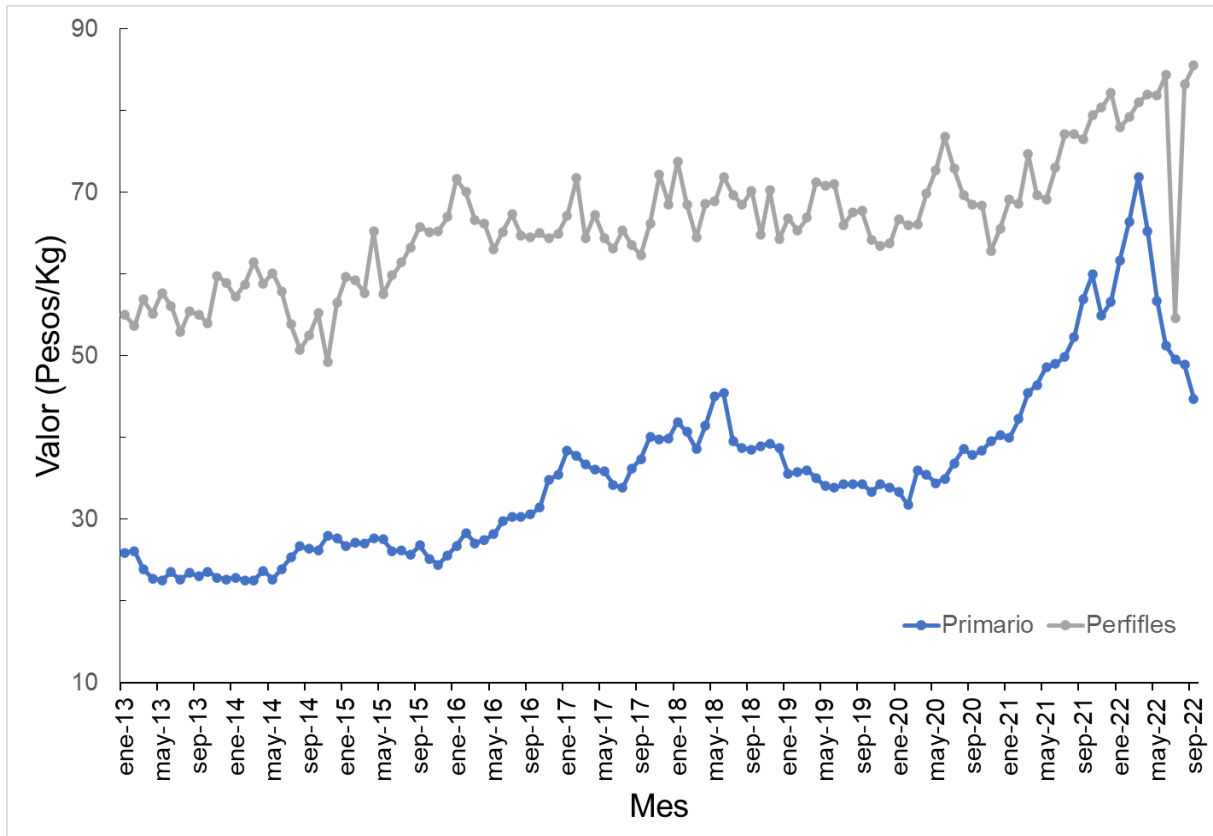


Figura 3.11 Precio de aluminio primario vs precio de perfiles (INEGI, 2023).

Al incorporar la utilidad resultante del precio del producto empleando primario como materia prima el precio de los perfiles y primario de aluminio en los últimos 9 años tiene un crecimiento, mientras que la utilidad ha disminuido debido al aumento del precio de los metales y la inflación (ver figura 3.12).

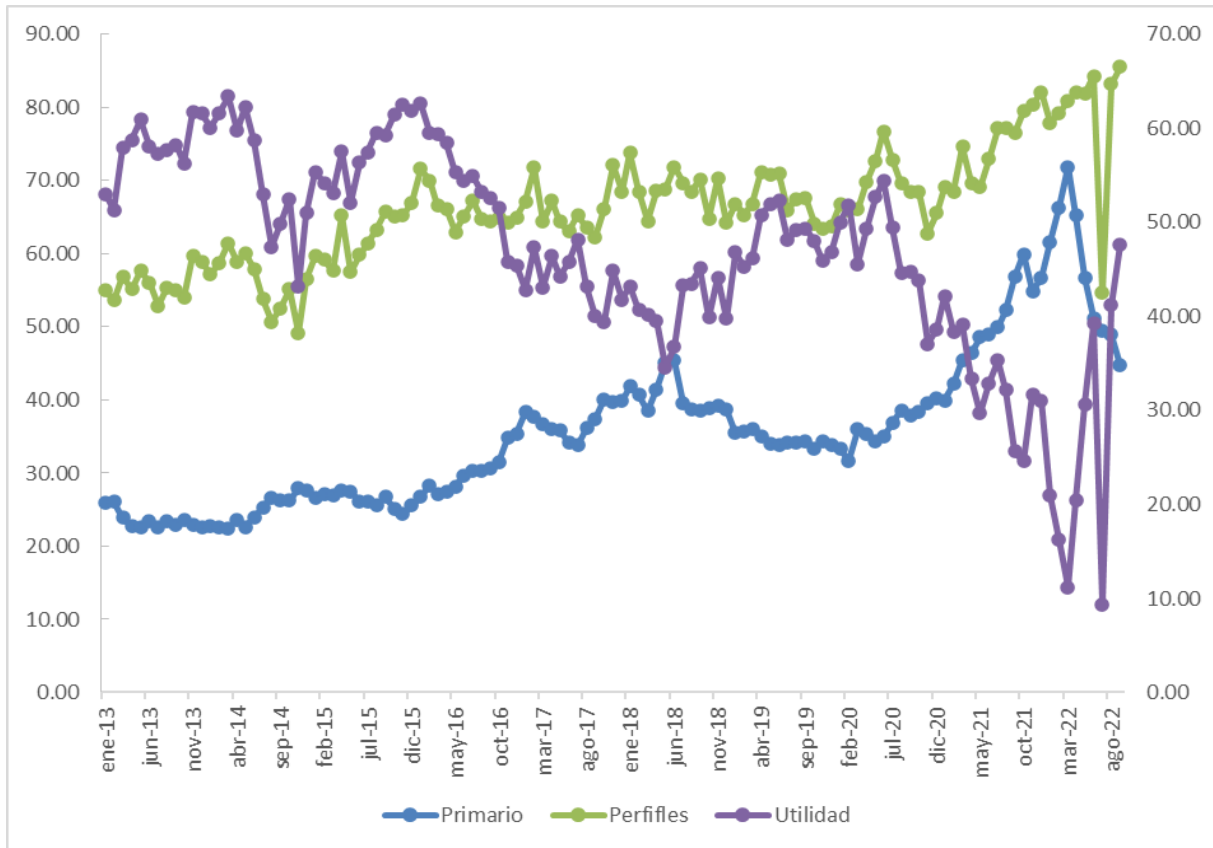


Figura 3.12 Precio de primario vs precio de perfiles y utilidad.

Mediante un análisis comparativo del precio de los perfiles de aluminio producidos en México del 2013 al 2020 versus el precio de compra del aluminio primario y de la chatarra (ver figura 3.13), relacionando los costos recabados en INEGI, Servicio Geológico Mexicano y el Banco Mundial, se observa una tendencia aproximada de mantener una relación del doble del precio del producto, en este caso el perfil de aluminio con respecto al aluminio primario, que es la materia prima convencional para el proceso de extrusión de perfiles en el país. Los precios se ven afectados por la inflación anual, pero se mantiene la proporción entre estos.

Para el estudio de factibilidad se considera chatarra como materia prima, con lo cual se reduce el precio con respecto al aluminio primario, manteniendo una diferencia entre el precio del producto y el de la chatarra de casi tres veces el costo de la materia prima, validando la obtención de ganancias económicas con el proceso propuesto.

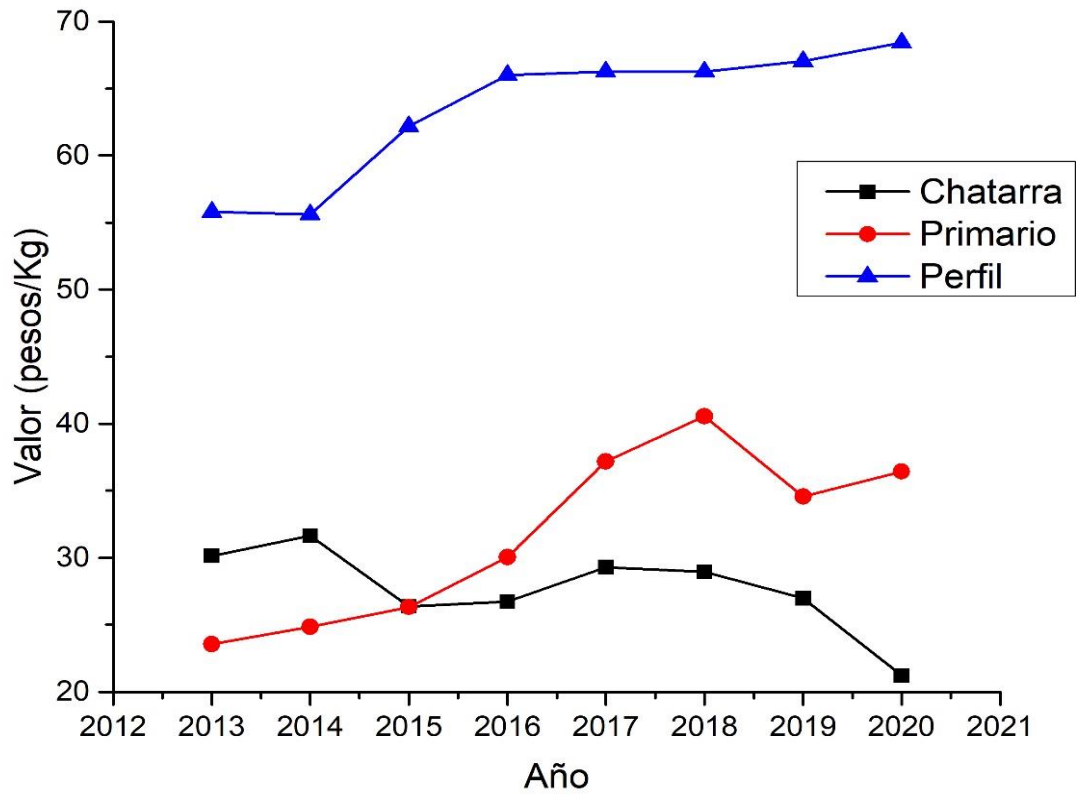


Figura 3.13. Precios del Aluminio (INEGI, 2023), (SGM, 2023) y (Banco Mundial, 2023).

Se realiza un comparativo empleando aluminio primario 100%, chatarra de aluminio 100% y utilizando 50% de chatarra y 50% de primario como se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Comparativo de materia prima

Concepto	Precio Aluminio (Pesos/Kg)	Punto de quiebre (Pesos/Kg)	Utilidad neta (%)	Precio de venta (Pesos/Kg)	Precio Mercado (Pesos/Kg)
Primario 100%	\$48.00	\$73.01	15	\$99.74	\$79.72
			4.72	\$79.73	
Chatarra aluminio 100%	\$22.00	\$37.46	15	\$51.17	
			29.69	\$79.73	
50% Primario 50% Chatarra	\$35.00	\$55.24	17.2	\$79.73	
			15	\$75.42	

Como se muestra en las composiciones químicas de algunas de las aleaciones de las series 6000 para llevar a cabo este proceso se reciclan aleaciones de la serie 6063 y 6101, productos como perfiles de aluminio y cables.

Al examinar los precios por kilogramo tanto de la materia prima como del producto de venta, se encuentra que es rentable producir con aluminio primario obteniendo una utilidad 4.72% para mantener el precio de venta del mercado.

Empleando el proceso donde se utilice la totalidad de chatarra como suministro de aluminio, se puede incursionar en otro tipo de mercado donde se tiene como valor agregado del producto la sustentabilidad del proceso, agregando un costo adicional al precio de venta, este mercado está enfocado a las industrias que quieren implementar alternativas ecológicas en los desarrollos arquitectónicos y sector de la construcción.

3.3.1 Análisis de la comercialización/distribución

Para la distribución de los productos se consideraron los siguientes factores:

- Cantidad de consumidores en el estado: Con base al censo económico realizado por el INEGI, buscando la cantidad de consumidores directos en el estado de Querétaro, se identifican 415 negocios formales que son fabricantes de cancelería.
- Distribuidores de perfiles de aluminio: En Querétaro, los distribuidores de perfiles de aluminio venden sus productos directamente a los fabricantes de ventanas.
- Fabricantes de ventanas: Los fabricantes de ventanas (también llamados armadores), son quienes usan los perfiles de aluminio como materia prima para la fabricación de ventanas, cancelería o cortina.

Los medianos fabricantes de ventanas no participan del diseño de líneas de perfiles, sino que utilizan las líneas existentes. Los fabricantes minoritarios hacen las ventanas

y las instalan, en general para proyectos pequeños, no participan del diseño de perfiles ni su importación. Los clientes directos de los distribuidores de aluminio son los fabricantes de ventanas. Se identificaron dos canales de comercialización:

Productores - consumidores

El consumidor podrá adquirir los productos directamente con la Industria productora que está ubicada en la zona industrial San Juan del Río, Querétaro. También se incluyen las ventas por correo electrónico, esto es por medio de la página web de la industria, contando con un catálogo con la variedad de productos en existencia. Esta es una vía rápida, fácil y segura de consumir los productos.

Productores - mayoristas - minoristas - consumidores

El mayorista entra como auxiliar al comercializar productos más especializados. Así mismo se usa con productos de gran demanda ya que los fabricantes no tienen la capacidad de hacer llegar los productos a todo el mercado consumidor debido a que en muchas ocasiones por la ubicación de la industria lejana a su zona de trabajo y así puedan consumir el producto en comercios mayoristas o minoristas.

3.3.2 Estrategia de distribución

La industria del aluminio es altamente competitiva. Por lo tanto, es indispensable identificar las acciones que habrán de emprenderse para crear una posición definible al ingresar en este sector industrial. Esta puede obtenerse a través de tres estrategias genéricas: liderazgo general en costos, diferenciación y enfoque o alta segmentación.

En este proyecto se tiene contemplado usar una estrategia orientada a los costos. En cuanto al aluminio se refiere la estrategia de diferenciación no es favorable ya que las diferentes aleaciones de este metal pueden ser realizadas fácilmente por varias empresas de la competencia.

Así mismo, existe gran número de empresas que se han enfocado a un segmento en

particular y que se caracterizan por contar con tecnología de punta y gran experiencia. La propuesta en el presente estudio, por ser una empresa nueva del giro, carecería de esta tecnología y experiencia por lo que no es conveniente una estrategia de enfoque. La distribución solo se hace con distribuidores autorizados y no con venta directa al público.

3.4 Resultados del estudio de mercado

Con base a los análisis de oferta, demanda y precio, se concluyó que la empresa tiene amplias posibilidades de entrar en la industria, mantenerse, posicionarse entre los productores líderes del país con rentabilidad, cumpliendo con las expectativas de calidad y precio de los clientes, caracterizándose por el proceso innovador y sustentable.

En el estado de Querétaro se encontraron 175 empresas y negocios dedicados a la compra y venta de chatarra registradas en DENUE con los cuales se puede abastecer la producción de perfiles, ahorrando en costos de traslado de la materia prima.

A diferencia de otras empresas competidoras, se tuvo la gran ventaja de usar como materia prima chatarra de aluminio, por lo que los insumos fueron de bajo costo.

No solo se buscó obtener un beneficio económico o la rentabilidad de la empresa, también ser un factor de cambio en la industria metalúrgica, contribuir al medio ambiente y al mismo tiempo al desarrollo industrial y social del país.

El mercado de la construcción mostró una gran proyección de desarrollo, debido al crecimiento demográfico, urbanización y la demanda de viviendas, con lo cual el producto tiene la versatilidad de poder ser adquirido para estas aplicaciones.

Capítulo IV Estudio técnico

4.0 Estudio técnico

El estudio técnico comprende la validación de la tecnología necesaria para la fabricación del producto, el análisis del tamaño ubicación e , instalaciones ideales para la producción, considerando los insumos, equipos y aspectos técnicos, acorde a la figura 4.1.

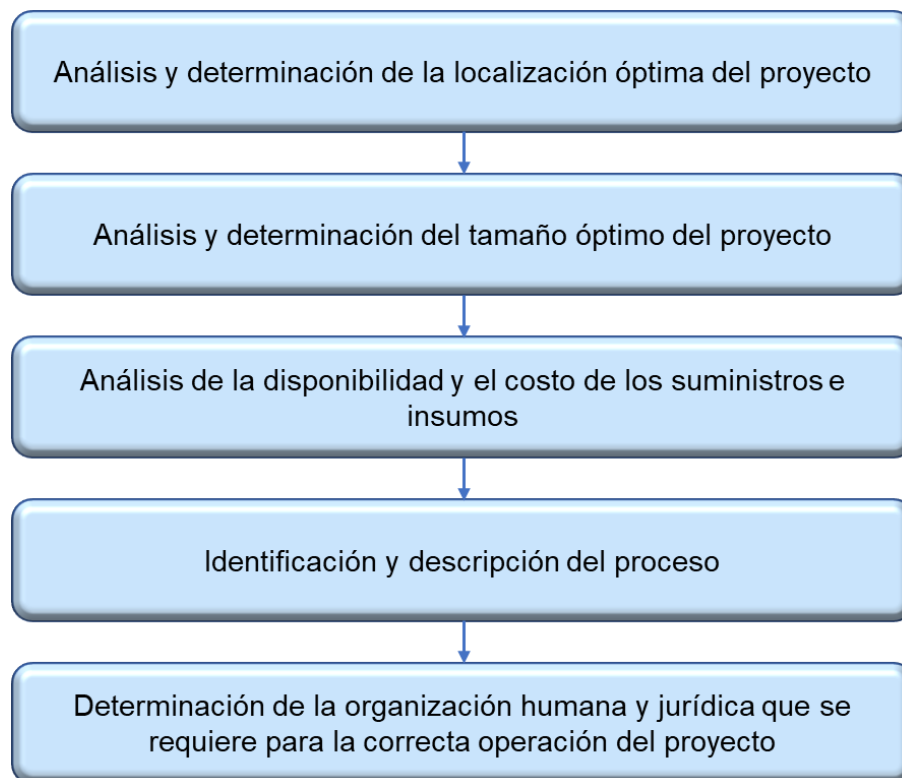


Figura 4.1. Estructura del estudio técnico (Baca Urbina, 1997).

4.1 Introducción

Al aluminio reciclado se le conoce como aluminio secundario, pero mantiene las mismas propiedades que el aluminio primario (Rodríguez, 2022). Una aplicación importante la chatarra de aluminio es la extrusión, que es el proceso por el cual se fuerza una palanquilla a través de un dado para reducir su sección transversal para producir una gran variedad de perfiles sólidos o huecos (Kalpakjian & Schmid, 2002).

La empresa está en busca de la creación de perfiles de aluminio a partir de chatarra, incursionado en este mercado de perfiles de puertas y ventanas con un acabado anodizado. El hecho de que un proyecto sea viable técnicamente significa que el bien o servicio que se oferta puede ser producido o comercializado con la tecnología disponible y rentable para el inversionista, en la cantidad y calidad proyectada, la localización seleccionada a un costo competitivo (Mokate, 2004).

Al igual se propone el tamaño de planta que sería óptimo en base a su producción, localización, equipos a emplear las instalaciones y organización requeridos para llevar a cabo la producción (Baca Urbina, 1997). Este estudio es de suma importancia para validar si es viable la creación de perfiles a partir de chatarra ya seleccionada, dándoles un acabado anodizado para mejorar su apariencia.

4.1.2 Objetivo

Analizar y verificar la posibilidad técnica, así como determinar el tamaño adecuado, la localización óptima, las instalaciones requeridas para realizar la producción de perfiles de aluminio a partir de chatarra de aluminio ya seleccionada.

Con base a el estudio técnico se puede verificar si el proyecto es técnicamente factible o no, justificando desde un punto de vista económico al seleccionar la mejor alternativa en tamaño, localización y proceso productivo para abastecer el mercado.

4.2 Determinación de la localización óptima del proyecto

La importancia de este estudio se deriva de la posibilidad de llevar a cabo una valorización económica de las variables técnicas del proyecto, que permitan una apreciación exacta o aproximada de los recursos necesarios para el proyecto; además de proporcionar información de utilidad al estudio económico-financiero.

El estudio y análisis de la localización de los proyectos puede ser muy útil para determinar el éxito o fracaso de un negocio, la decisión de dónde ubicar el proyecto no sólo considera criterios económicos, sino también criterios estratégicos, institucionales, técnicos, sociales, entre otros.

La finalidad independientemente de la ubicación misma es elegir aquel que conduzca a la maximización de la rentabilidad del proyecto entre las alternativas que se consideren factibles. Por lo tanto, el estudio comprende: Macrolocalización y Microlocalización para determinar el posicionamiento y expansión en base al mercado actual, estos se muestran a detalle en los siguientes apartados, se propone ubicar la planta en el estado de Querétaro.

4.2.1 Macrolocalización

Se visualiza ubicar la empresa en una nave industrial en el parque San Juan Querétaro, San Juan del Río (ver figura 4.2), ocupa una superficie de 799.9 km² que representa el 6.6% del total de la entidad; ocupando el sexto lugar en extensión territorial. Su altitud varía entre los 1978 y 2200 metros sobre el nivel del mar.



Figura 4.2. Municipio de San Juan del Río, estado de Querétaro, México (Plan municipal de desarrollo 2016-2018, h. Ayuntamiento, San Juan del Río).

Se evalúa la adquisición de las instalaciones de una antigua empresa con un área de 3817 m², se encuentra dentro de un parque industrial y tiene servicios disponibles, la nave se entrega de inmediato en cuanto se genere el anticipo de compra.

4.2.2 Microlocalización

Tamaño de la empresa

Se analiza la opción de comprar las instalaciones de una antigua empresa con una extensión de 3817 m², cuenta con infraestructura que se puede acondicionar al proceso.

Área donde se establece la empresa

Se encuentra en el municipio de San Juan del Río, Querétaro en el parque industrial San Juan, se pretende adquirir instalaciones existentes.

Vía de acceso

El acceso al Parque se logra por vía terrestre a través de dos puntos, al poniente por el paso de alcantarilla del Ferrocarril, que conecta al Parque Industrial con la carretera a Tequisquiapan y la ciudad de San Juan del Río.

Al sur, conecta mediante acceso al Parque industrial con carretera 57, correspondiente a la autopista México Querétaro y al norte conecta la espuela de ferrocarril que actualmente opera los servicios al Parque industrial.

Ubicación

Se sitúa cerca de la carretera 45 pasando la caseta de Palmillas a 9 minutos de la carretera 47 hacia México, se encuentra dentro del corredor central y tiene todas las vías de acceso importantes muy cerca, esto se observa en la figura 4.3.

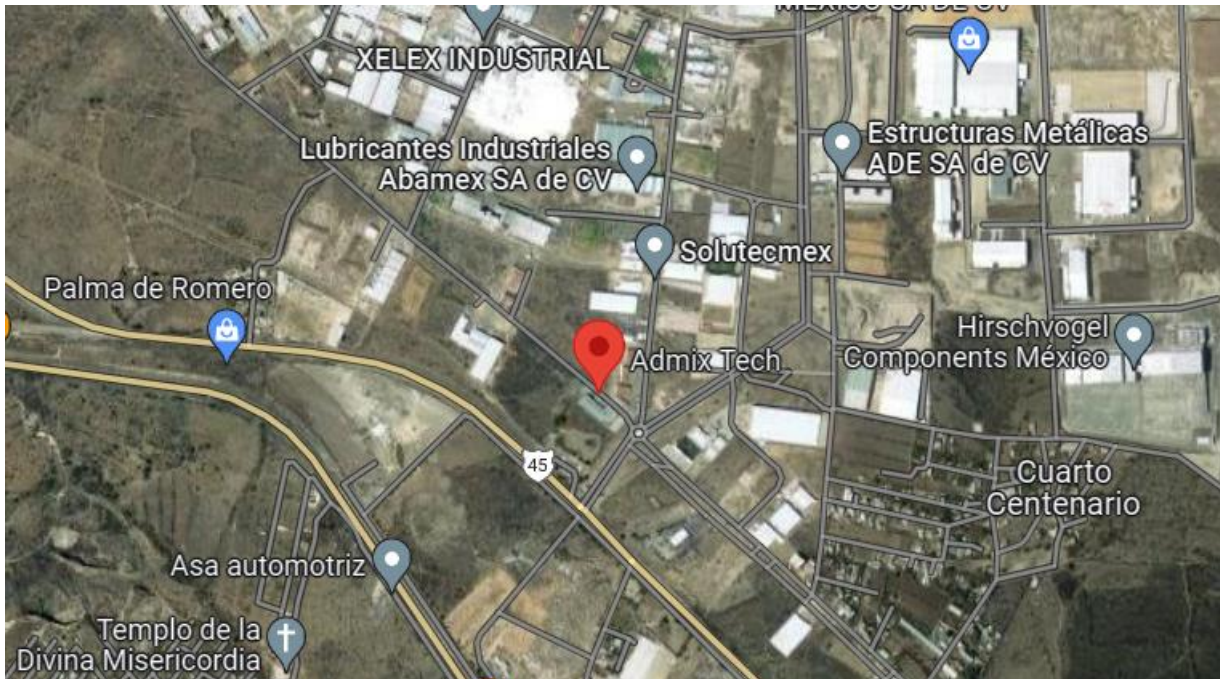


Figura 4.3. Ubicación de parque industrial en San Juan del Río, Querétaro.

Obra civil

Las instalaciones tienen las siguientes áreas:

- Oficinas administrativas
- Barda perimetral
- Comedor de empleados
- Sala de juntas
- Recepción
- Laboratorios
- Sanitarios
- Andén para carga y descarga
- Almacén.
- Estacionamiento
- Caseta de vigilancia



Figura 4.4. Imágenes de las instalaciones.

Disponibilidad de servicios:

Cuenta con un transformador de 300 kva, seguridad 24/7 al acceso, contratos de luz (alta y media tensión) y aguas vigentes. Las instalaciones cuentan con pozo para el suministro de agua. El agua de suministro es utilizada básicamente en proceso y servicios, contando con un programa de cuidado y ahorro de este recurso.

Uso de suelo:

El predio se encuentra ubicado en zona con uso de suelo de Industria Pesada (IP), con colindancias inmediatas de empresas del mismo parque industrial.

Desperdicios:

Recolección programada de desperdicios con la empresa TRANSPORTES Y SERVICIOS AMBIENTALES ARA quienes se encargan de la recolección y disposición de residuos en contratos laborales anuales.

Emisión de gases o ruido:

A lo largo de la etapa de preparación, se generarán polvos en cantidad mínima, no se

pretende demoler por lo que la emisión de gases de combustión se concentrará en el proceso de fundición con lo que se pretende reducir dichas emisiones.

4.2.3 Infraestructura

Vías de comunicación

La principal carretera entre San Juan del Río y Atacomulco es la Carretera de Cuota Libramiento Norte de la Ciudad de México, MEX 040D.

Servicios de telecomunicaciones

Se cuenta con servicios de internet, cobertura telefónica y redes móviles de tecnología 4G.

Servicio médico

El Estado de Querétaro cuenta con 5 hospitales para brindar atención correspondiente al segundo nivel de atención. En el Municipio de Querétaro se ubican 2, el Hospital General de Querétaro y el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer. Además, se cuenta en la entidad con el Hospital General de San Juan del Río, el Hospital General de Cadereyta y el Hospital General de Jalpan, en los municipios del mismo nombre.

Acorde al Plan estatal de desarrollo Querétaro 2016-2021, la mayor concentración de población afiliada a seguridad social habita en los territorios de las Jurisdicciones Sanitarias de Querétaro y San Juan del Río, en estos municipios reside el 87% de la población.

El municipio cuenta con los servicios de:

- Alumbrado público
- Áreas verdes
- Recolección de desperdicios urbanos
- Aseo urbano

- Rastro municipal
- Cuadrilla de auxilio urbano
- Cuadrilla de auxilio comunitario
- Energía eléctrica

Existe infraestructura para ampliación de red eléctrica suficiente, en el municipio se localiza una central eléctrica de CFE, el lugar donde se analiza la ubicación de la empresa cuenta con un servicio de energía eléctrica.

4.2.4 Agua

El suministro de agua está a cargo de la Junta de Agua y Alcantarillado Municipal, se cuenta con contrato existente, en la ubicación tiene un pozo para abastecerse de este recurso, las tarifas para las industrias del periodo 2020 acorde a la tabla 4.1:

Tabla 4.1. Tarifas para las industrias del periodo 2020. comisión estatal de aguas Querétaro.

USO	RANGOS DE CONSUMO EN M3	TARIFAS EN UMA	OBSERVACIONES
Industrial	0-10	3.0000	Cuota mínima por usuario/mes
	11-30	0.3500	Por metro cúbico
	31-50	0.4000	Por metro cúbico
	51-100	0.4500	Por metro cúbico
	101-200	0.5500	Por metro cúbico
	201-300	0.6500	Por metro cúbico
	301-400	0.7500	Por metro cúbico
	401-500	0.8500	Por metro cúbico
	501-600	0.9500	Por metro cúbico
	601-700	1.0500	Por metro cúbico
	701-800	1.1000	Por metro cúbico
	801-900	1.2000	Por metro cúbico
	901-1000	1.3000	Por metro cúbico
1001-x	1.4000	Por metro cúbico	

4.2.5 Transporte

El transporte de personal puede realizarse con el transporte local ya que circula en un amplio horario y tiene diversas rutas.

4.3 Determinación del tamaño óptimo del proyecto

Para instalar la planta de perfiles se prevé distribuirla en 3817 m², que es la superficie de la nave que se pretende adquirir. Las áreas se disponen como se muestra en la figura 4.5. Plano de la planta.

La zona de descarga y carga posee una superficie de 440 m² para hacer maniobras de descarga de materia prima, la cabina de limpieza con arena (sandblast), así como la carga del producto terminado. La zona de proceso cuenta con un área de 1000 m² en donde se encuentran los hornos, colada continua, extrusora, horno de calentamiento. El área de recubrimiento ocupa una superficie de 800 m². Las áreas de oficinas, baños, comedor y el laboratorio abarcan en total una superficie de 300 m² y por último se tiene un área para almacén, laboratorio de calidad y producto terminado de 700 m².

4.3.1 Descripción de áreas

Recepción de materia prima y embarques del producto terminado

La materia prima que se recibe en el patio es inspeccionada visualmente y pesada, al autorizarse su ingreso es trasladada al área de almacén de materia prima. Se tiene un sitio para almacén de materias primas y consumibles, la materia prima en específico la chatarra, entra a inventario por unidades de peso, para tener un control.

Al igual existe una región de embarque, donde se almacena el producto terminado, se colocan en racks los perfiles ya empacados para su distribución, el embarque y venta se realiza comercializando por pieza.

Área de proceso

Se considera el espacio para el horno, la extrusora y unidad de corte, considerando el libre tránsito de un montacargas y de los trabajadores, el horno se encuentra junto al

área de almacén para que los traslados de materia prima sean cortos el área de fundición se acondiciona con extractores de vapores y polvos para evitar polución y el exceso de calor dentro de la nave. Frente a la extrusora se encuentra el área de recubrimientos donde se colocan las tinas de anodizado que se dividen por tonos.

Control de calidad

Se tiene un laboratorio donde se localiza el personal de calidad que realizará el control e inspección de análisis químico del aluminio, pruebas físicas y dimensionales del producto. Cuenta con equipos para hacer las mediciones anteriormente mencionadas y un espacio para almacenar los reactivos necesarios.

Servicios auxiliares

En la zona de mantenimiento se tiene herramientas y mesas de trabajo, también el dicho personal se encuentra en esta área, para la reparación y mantenimientos necesarios de los equipos, en las instalaciones se cuenta con un transformador y compresor para suministro de aire comprimido.

Oficinas

El área de oficinas es un espacio común para los administrativos, con la finalidad de tener mayor interacción y solo los directivos cuentan con una oficina cerrada, se tiene una sala de juntas. Las visitas, compradores y proveedores pueden ingresar al área de oficinas siendo un espacio multidisciplinario, tienen la oportunidad de conocer la forma de trabajo de la empresa y a todo el personal.

Se planea un espacio para comedor, donde todo el personal puede acceder tomar sus alimentos, tendrá un refrigerador y cocineta en este espacio se deben guardar los alimentos del personal, para que no se generen plagas en otras áreas.

Disposición de desechos

Se colocan contenedores en el patio para los desechos, separados, dependiendo de los distintos tipos de desechos que se generan (las distintas soluciones que van

quedan pobres, los químicos, etc.). Se tiene un contrato con una empresa que recolecta los desechos periódicamente para evitar acumulación.

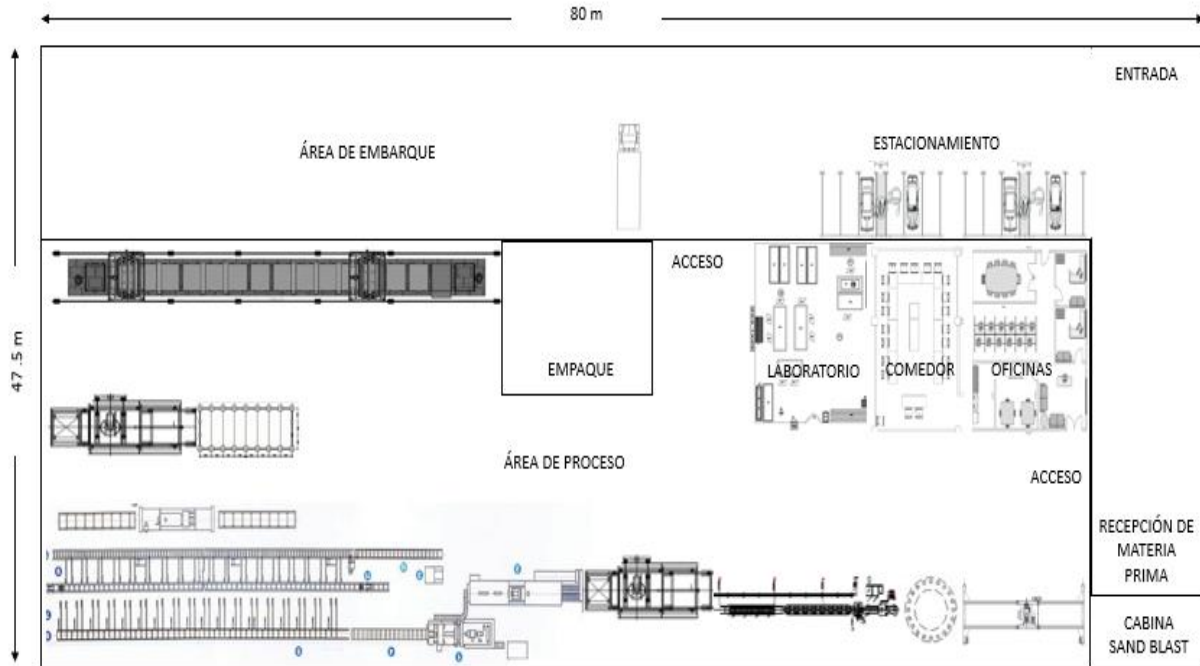


Figura 4.5: Plano de la planta de perfiles donde se representa la superficie total de la planta y su distribución de cada área.

4.3.1.1 Capacidad de producción

Se busca una producción diaria de 4,000 perfiles, en diferentes configuraciones y medidas, desde 1.5 hasta 3 pulgadas para ventana y puerta corrediza. Dada la demanda se debe tener el material necesario para abastecer el estado y mantener tiempos de entrega inmediata, siendo una estrategia competitiva que ofrece en comparación con otras empresas. Con base al balance de masa (ver figura 4.6) considerando como materia prima chatarra más aluminio primario, se calcula la cantidad de aluminio necesario anual redondeada de 8,600 Ton (ver tabla 4.2), considerando 288 días laborables anual (24 días mensuales).

Tabla 4.2 Consumo anual de aluminio.

Serie	Piezas x serie	Piezas x Día	Peso unitario (Ton)	Peso x día (Ton)	Producción + Scrap [20.40%] (Ton)	Peso anual (Ton)
Ventana corrediza de 1.5"	4	800	0.005	4.0	4.816	1,387.008
Ventana fija de 2"	9	800	0.006	4.8	5.7792	1,664.4096
Ventana y puerta corrediza de 2"	12	800	0.006	4.8	5.7792	1,664.4096
Ventana fija de 3"	9	800	0.007	5.6	6.7424	1,941.8112
Ventana y puerta corrediza 3"	18	800	0.007	5.6	6.7424	1,941.8112
Total	52	4000	0.031	24.8	29.8592	8599.4496

En el área de fusión se necesitan procesar 30 Ton/día de aluminio para obtener 2897 Kg de palanquilla con una dimensión de 15.5 mm de diámetro y 500 mm de longitud.



Figura 4.6 Balance de materia para el proceso de fusión

En el caso del proceso de extrusión para el volumen de producción se considera obtener cercas de 25 Ton/día de perfiles en diferentes geometrías con una longitud de 6.10 metros (ver figura 4.7), cabe mencionar que se está considerando un defectivo del 3.83%, que se disminuirá mediante mejoras de proceso al 2% en el transcurso del primer año de operaciones.

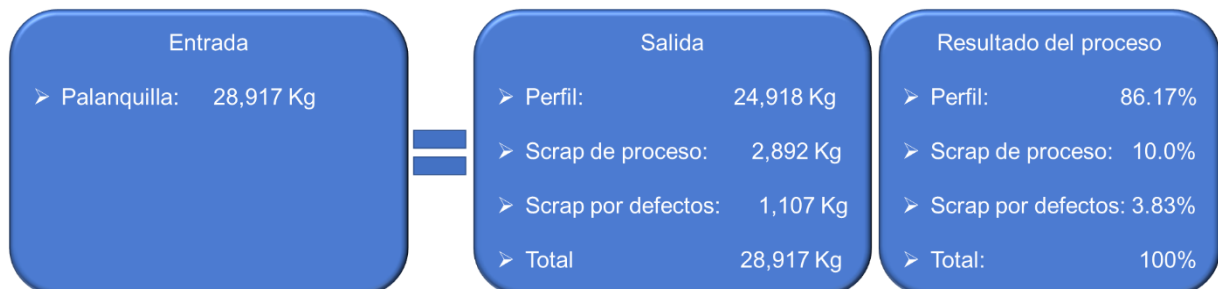


Figura 4.7 Balance de materia para el proceso de extrusión

4.3.1.2 Capacidad proyectada a 5 años

En los primeros 2 años se comenzará a fundir 4,000 toneladas por año ya que se inician los ajustes de las maquinarias y de proceso, así como alcanzar el mayor punto en la curva de aprendizaje del personal. Después del segundo año, se buscaría obtener la producción nominal de 8000 toneladas anuales, para el año 3 y 4. En el año 5 se producirían 10,000 toneladas al año, sería la meta para alcanzar después de los ajustes de la maquinaria, programando los mantenimientos, horarios laborales y suministro de materias primas.

Se identifican 415 negocios formales que son fabricantes de cancelería, (elaboran puertas, ventanas y cancelas con perfiles de aluminio), 367 empresas constructoras en el estado y 15 distribuidores de perfiles de aluminio en la región, acorde al directorio de actividad empresarial del INEGI. Por lo que con la producción estimada puede abastecer la zona y comenzar desde el primer año en el mercado nacional, sin comprometer la producción hasta optimizar y parametrizar los procesos.

4.4 Disponibilidad y el costo de los suministros e insumos

Se buscan proveedores locales con la finalidad de evitar retrasos en los tiempos de entrega, con lo cual se asegura una producción continua.

Ya que el traslado desde otros estados genera un costo extra y un tiempo de espera a partir de que se informa sobre la compra al proveedor, en el estado de Querétaro se tiene un gran número de industrias, por lo que existen proveedores o distribuidores de los insumos requeridos para el proceso.

Por ejemplo, para la materia prima se identifican las empresas de compra y venta de chatarra, en el caso de los demás insumos se enlistan los proveedores locales o con un centro de distribución en el estado:

Proveedores de Querétaro

- INFRA: Argón
- VESUVIUS: Fundentes
- CONTYQUIM: Ácido sulfúrico
- Linde: Gas natural
- Vallen: Equipo de seguridad industrial

Proveedores de otros estados:

- Reactivos químicos Meyer Sales para anodizado y desengrasantes
- Abastecedora de metales y derivados: Ligas maestras

4.4.1 Fuentes de materia prima

Se tienen registradas en el directorio del INEGI (DENUE) 175 empresas dedicadas a la compra y venta de chatarra se distribuyen en los municipios del estado de Querétaro de la siguiente figura 4.8:

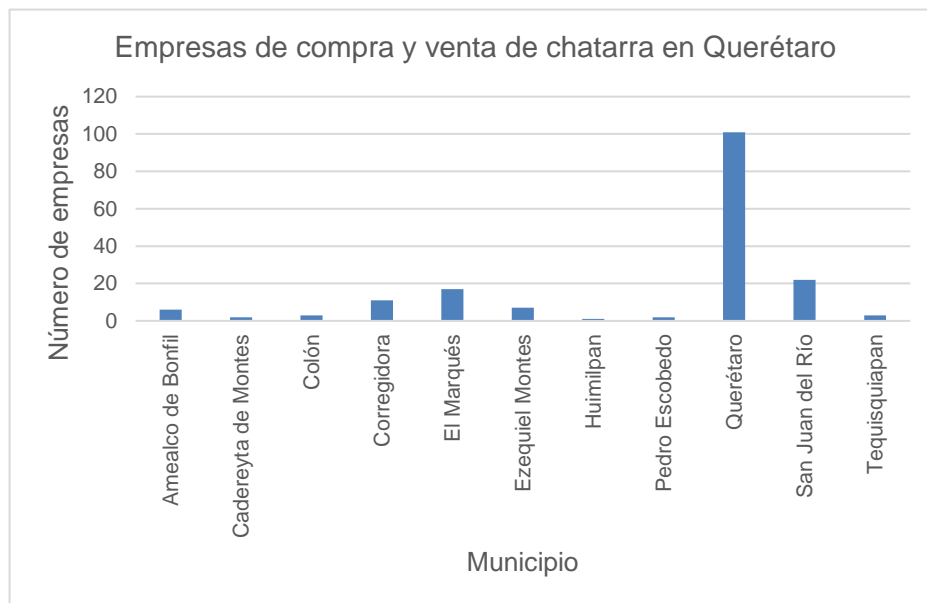


Figura 4.8. Número de empresas de compra y venta de chatarra ubicadas en el estado de Querétaro (Directorio Estadístico Nacional De Unidades Económicas. DENUE, n.d.)

4.4.2 Insumos

Se enlistan los insumos requeridos para el proceso de fabricación de perfiles:

Chatarra de aluminio clasificada

El material se adquiere en las empresas de compra y venta de chatarra, se requiere recolectar chatarra acorde a la composición requerida para asegurar la calidad de los perfiles y mantener sus propiedades mecánicas.

Como se puede ver en la tabla del anexo 6, se requieren aleaciones 6063 y 6061.

Este material es sumamente apto para el anodizado tanto con fines decorativos como de protección la serie 7000 posee la mayor resistencia de las aleaciones utilizadas en la extrusión posee una óptima soldabilidad sin embargo su resistencia a la corrosión y facilidad de conformado no son tan buenas como las de la serie 6000.

El aluminio es conformado en grandes lingotes cilíndricos denominados tochos estos se fabrican mediante fundición y se encuentran en distintos tamaños el tipo más común es el de un diámetro de entre 150 y 300 mm y una longitud de 6 m.

Estas aleaciones tienen bajos contenidos de cobre y hierro, para evitar incrementar los elementos no deseables en la composición química requerida para los perfiles, la aleación a fabricar será 6063, acorde a la composición química de las aleaciones mencionadas en el anexo 6. Y a las propiedades mecánicas

Fundentes

Existen varios tipos de estos materiales, los cuales tienen cierto efecto en el proceso de fusión del aluminio, los cuales son mencionados a continuación:

- De cobertura: ayuda en la prevención de oxidación del metal y evitar la absorción de hidrógeno, su temperatura de fusión oscila entre los 420 a 600 °C.

- De escoriado: sirven para retirar la escoria del metal fundido, la escoria que se encuentra en los hornos a final de fusión contiene aluminio líquido atrapado, la función principal de estos fundentes es separar este aluminio de la escoria, contienen bajos niveles de Sodio y Calcio.
- De limpieza: tiene como objetivo principal el de ayudar a eliminar los óxidos del metal, es un fundente diseñado específicamente para la limpieza del metal, promueve una escoria ligeramente menos seca que un fundente de escoreo ya que su función es reaccionar en el seno del metal y no tanto en la escoria que se encuentra en la superficie.
- Para limpieza de paredes (hornos): Estos fundentes están diseñados para ablandar y ayudar en la eliminación de las aglomeraciones de óxidos sobre las paredes de los hornos, dada la gran exotermicidad de estos productos no se recomienda agregarlos a la escoria del metal.
- Fundentes especiales (modificadores, refinadores): Son los eliminadores de magnesio, de calcio y los fundentes libres de calcio o sodio.

Elementos aleantes

- Liga maestra Al-Si (50/50), Al-Mg (50/50), Al-Mg (60%).
- Afinadores de grano Al-Ti (6%).

Otros insumos

Los materiales que se requieren para el proceso de fabricación de los perfiles de aluminio son:

- Sales colorantes.
- Desengrasantes.
- Ácido sulfúrico para realizar el anodizado.
- Combustible para los hornos: Se requiere de gas natural para el funcionamiento de los hornos.
- Nitruro de Boro

- Gas argón
- Discos de corte
- Refractario
- Filtros de cerámica

4.4.3 Impuestos

Se consideran los impuestos a industrias del estado de Querétaro:

- Impuestos sobre nóminas y asimilables.
- Impuesto Especial Sobre Producción y servicios Aportaciones para Fondos de Vivienda.
- Cuotas para la Seguridad Social.
- Cuotas de Ahorro para el Retiro.
- Otras Cuotas y Aportaciones para la Seguridad Social Accesorios de Cuotas y Aportaciones de Seguridad Social.
- Impuesto predial.

4.5 Identificación y descripción del proceso

Se fabricarán perfiles de aluminio con el largo estándar de 6m con acabado anodizado en 5 tonos diferentes, el proceso se divide en las siguientes etapas:

1.- Recepción y Almacenamiento de materia prima:

La chatarra de aluminio se descarga de los camiones en las áreas de recepción, se clasifica acorde al producto y se deposita en las áreas de almacenaje. Antes de pasar a ser almacenado, el área de compras y calidad deben realizar una inspección visual de la chatarra para comprobar la calidad y naturaleza del material descargado.

2.- Limpieza de materia prima:

La limpieza con chorro de arena (sandblast) remueve el acabado superficial para

obtener una superficie libre de recubrimientos o suciedad.

3.- Elección de chatarra y carga al horno:

Se elige y pesa la chatarra de aluminio, tomando en cuenta el tamaño del horno de fusión, el horno deberá ser precalentado, luego el material se coloca en el horno, comenzando por la chatarra de mayor dimensión y grosor y al final cargar la chatarra de menor dimensión y ligera.

4.- Fusión de la chatarra:

Acorde a la figura 4.9 se calienta el horno con la carga hasta alcanzar el punto de fusión del aluminio que es de 660°C sin embargo se aumenta su temperatura hasta 750°C para su manipulación. En este proceso se puede reutilizar el material que no cumpla con los parámetros de calidad, scrap, sobrantes corte y remanentes.



Figura 4.9. Proceso de fusión de palanquillas de Aluminio.

5. Filtrado y desgasificado:

Los filtros para fundición impiden el paso de arena, escoria y otras impurezas que perjudican las propiedades mecánicas de las piezas fundidas.

Durante la fundición de aluminio y aleaciones de aluminio, el hidrógeno se produce por acción química con vapor y se difunde en el aluminio fundido, lo que provoca un

defecto estructural interno en los productos de aluminio.

Para evitar tal defecto, se aplica el método de flotación de gas disuelto para purificar el aluminio fundido. Mediante gases inertes como el nitrógeno, el argón se inyecta en el aluminio fundido y el hidrógeno se lleva a la superficie del aluminio fundido con la propagación y el aumento del gas inerte.

El hidrógeno se absorbe en las burbujas y se excluye, los metales alcalinos se excluyen por acción química con cloro gaseoso (formación de cloruros). Por último las inclusiones son capturadas por burbujas de gases que posteriormente suben a la superficie de la masa fundida para incorporarse a la escoria.

6.- Vaciado en colada continua:

El aluminio líquido alimenta a una mesa de vaciado con la forma de la palanquilla, una vez solidificado el material, continuamente un mecanismo hace bajar la porción solidificada para posteriormente ser enfriada con agua, dichos pasos se repiten hasta tener la longitud final (ver figura 4.10), el proceso de enfriamiento directo (direct chill) induce a un no-equilibrio en la solidificación por el rápido enfriamiento, provocando segregaciones. Posteriormente el lingote es cortado 500 mm de longitud.

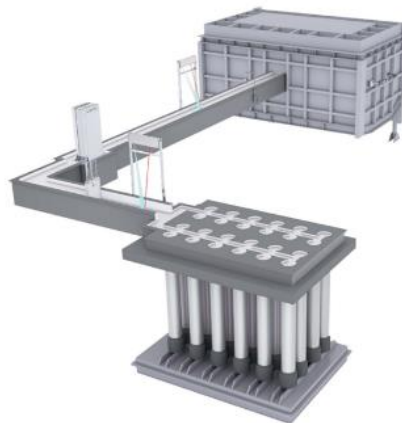


Figura 4.10 Colada continua con mesa de vaciado.

7- Homogeneizado:

Las palanquillas entrar al horno de tratamiento térmico a una temperatura entre 560 – 600°C durante 6, tiene como finalidad eliminar o minimizar la segregación.

8.- Precalentamiento: El material deben calentarse entre 430-500°C durante 6 horas. para llevar a solución sólida los elementos de aleación en la matriz de aluminio.

9.- Extrusión: La palanquilla precalentada previamente y a través de una matriz, se pasa a una alta presión, entre 1600 y 6500 ton. La abertura de la matriz corresponde al perfil transversal de la extrusión y tiene el diseño deseado. La prensa usada para extruir los perfiles de aluminio es hidráulica y consta de un contenedor para el tocho, porta dados y un émbolo para aplicar la presión.

Los parámetros de extrusión se denominan parámetros TST y se refieren a la temperatura, la velocidad y el tiempo. Antes, durante y después de la extrusión, se deben monitorear de cerca los siguientes factores:

- Temperatura de la palanquilla en hornos de calentamiento
- Temperatura del contenedor
- Temperatura de la herramienta
- Temperatura de salida de la barra/perfil de aluminio
- Temperatura del medio de enfriamiento
- Tasa de extrusión y retardo de enfriamiento
- Velocidad de extrusión
- Productos finales y dimensiones de la herramienta

El más importante de ellos es la temperatura, que debe adaptarse en función del material extruido y de la forma final deseada del producto.

10.- Enfriamiento y estiramiento: Cuando el perfil deja la prensa, esta pieza se enfría con aire o agua para conservar en solución sólida los elementos aleantes, los perfiles

extruidos se enfrían inmediatamente después de salir de la matriz con aire forzado, esto es suficiente para realizar el temple. Esta etapa es fundamental que cada parte de la barra de aluminio está cubierta por la cantidad adecuada de aire durante el tiempo necesario. La velocidad de enfriamiento más rápida logrará la mejor combinación de resistencia, tenacidad y microestructura (Groover, 2007).

11.- Posteriormente se estira y se corta en longitudes adecuadas cada perfil.

12.- Envejecido: Mediante el horno se calientan los perfiles a 250°C para para lograr la resistencia necesaria para su posterior uso y aplicación.

13.- Rectificado y corte: El rectificado suele utilizarse en la etapa final de fabricación tras el torneado o fresado, para mejorar la tolerancia dimensional y el acabado superficial del producto.

14.- Recubrimiento de la superficie de los perfiles:

Se prepara químicamente la superficie en una tina de desengrase para asegurar una superficie lisa, posteriormente se efectúa un lavado con abundante agua y agitación, después el perfil se pasa a una tina de decapado químico donde se elimina el óxido natural.

Se realiza otro lavado con un neutralizador para eliminar los posibles restos del decapado del proceso anterior, nuevamente se lava para evitar contaminaciones al proceso siguiente, limpiar y neutralizar la superficie para formar sobre el aluminio la oxidación anódica.

Se introduce el perfil de aluminio en un baño electrolítico, el proceso consiste en la formación de una capa de óxido de aluminio, con el efecto de la corriente los iones H^+ y OH^- del electrolito se dirigen hacia el cátodo y hacia el ánodo respectivamente, al aplicar al electrolito una corriente se produce oxígeno que al oxidar el aluminio se recubre de una película de óxido de aluminio.

Esta película de alúmina es compacta y continúa dificultando el paso de la corriente por lo que se denomina película barrera, al continuar la corriente eléctrica y por la acción disolvente del electrolito comienzan a aparecer numerosos puntos de ataque sobre la película barrera generando poros en la película de óxido de aluminio adherida al metal de base por fuerzas de enlace químico.

A continuación, hay 2 opciones si el acabado deseado es en color natural se saltaría el baño de color y continuaría a los posteriores lavados para su sellado, en caso de requerir colorear entraría en el baño de color.

El proceso de coloración consiste básicamente en la deposición dentro del poro de la capa anódica de unas sales metálicas o compuestos químicos con el fin de obtener diferentes gamas de colores resistentes a la luz solar siendo los procesos más comunes es el de electrocoagulación y de coloración por inmersión.

Sellado: Una vez formada la capa anódica y coloreada sólo queda cerrar los poros mediante el sellado, que consiste en cerrar herméticamente los poros de la capa anódica mediante sistemas de hidratación o impregnación.

Cuando el aluminio anodizado entra en la cuba de sellado la capa anódica tiene todavía el poro abierto, al introducir el aluminio al agua desmineralizada o al vapor de agua la alúmina comienza a hidratarse aumentando de volumen.

Después de un lapso este aumento de volumen produce el cierre total y hermético de los poros en él sellado por impregnación se consigue el cierre de los poros sumergiendo el aluminio anodizado en una Cuba con agua desmineralizada en caliente que contiene sales metálicas las cuales se van depositando en los poros.

15.- Inspección: En este paso se realiza el control de calidad del producto.

16.- Empaque y envío al almacén: Se introduce manualmente en cajas de cartón y de

ahí se transportan manualmente al almacén para terminar con el proceso productivo.

4.5.1 Diagrama de flujo

Acorde al proceso propuesto a continuación se indican las etapas para la fabricación con la finalidad de identificar los equipos y personal necesario (ver figura 4.11).

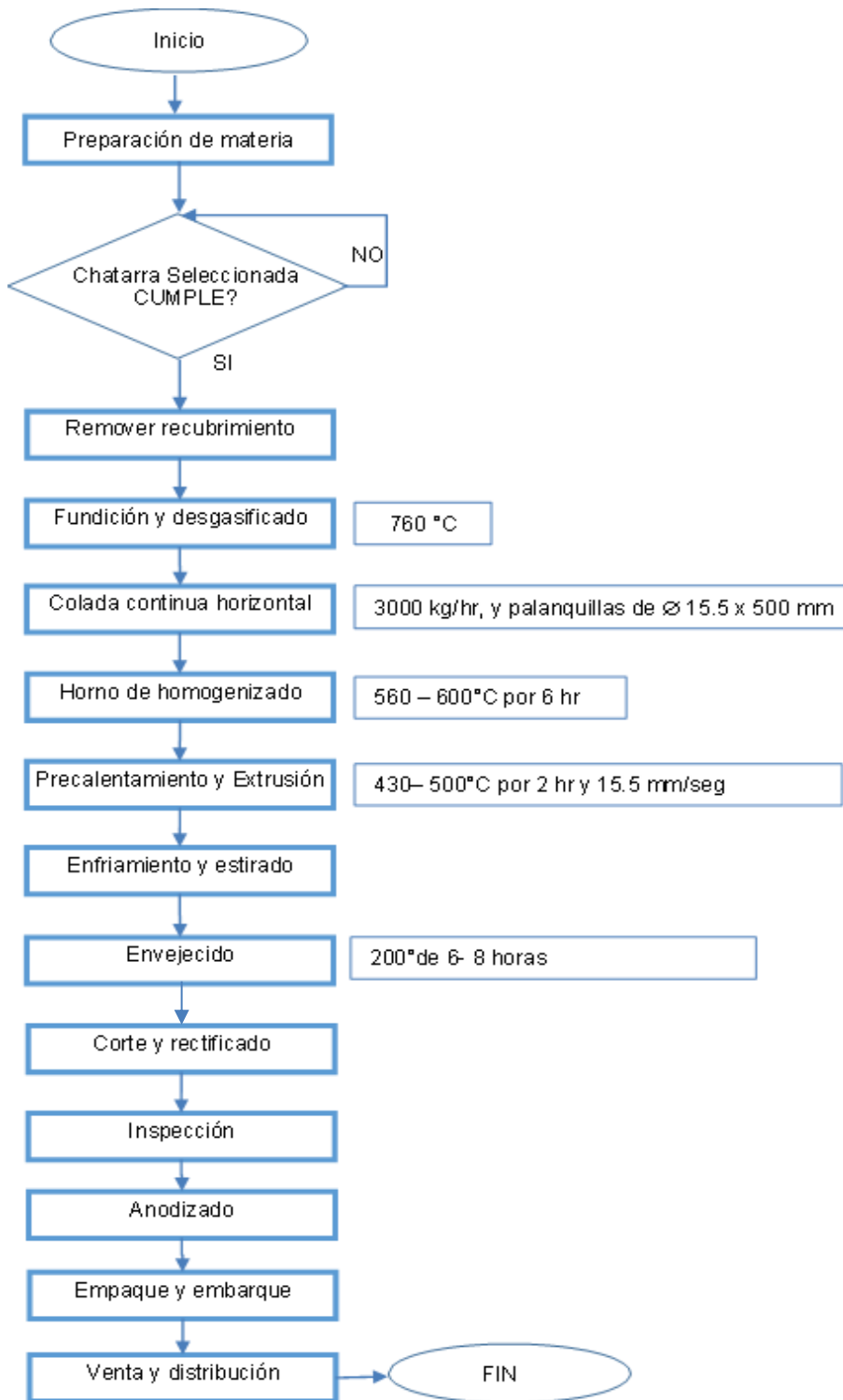


Figura 4.11 Diagrama de flujo.

4.5.2 Proceso de producción

El proceso de producción considera insumos una etapa de transformación y un producto final como se muestra en la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Proceso de producción.

Estado Inicial	Proceso transformador	Producción final
Insumos Chatarra de aluminio clasificada Escorificantes Elementos aleantes	Proceso Agitación de la mezcla Adición de gas inerte Vaciado de la pieza Enfriamiento de la pieza Colada continua horizontal Extrusión Anodizado	Productos Perfiles de aluminio
Suministros Energía eléctrica Dados para perfiles Gas Fundentes	Equipo Productivo Hornos de calentamiento Horno de Crisol Colada continua horizontal Poleas para transporte de la carga Equipo de extrusión Tinas de anodizado	Subproductos Residuos de metal productos de la afinación de los perfiles de aluminio
	Organización Personal administrativo Personal operativo Inspector de calidad Laboratorista	Residuos o desechos Metal que se quedó en el escorificante y ya no se puede procesar Escoria (óxidos de metal)





4.5.3 Maquinaria y tecnología

En base al proceso productivo propuesto se determinan los equipos para realizar de manera eficiente la fabricación que de muestran en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Maquinaria para el proceso de fabricación de perfiles de aluminio.

Equipo	Descripción	Uso
<p>Eliminación de recubrimiento</p> 	<p>Cabina con equipos para limpieza, compresor y equipo de protección personal para el operador.</p>	<p>Limpieza de la chatarra empleando arena.</p>
<p>Horno de reverbero</p> 	<p>Capacidad de 30 toneladas para fundición de metales no ferrosos</p>	<p>Fundición de chatarra de aluminio para la producción de palanquillas</p>
<p>Unidad de desgasificado</p> 	<p>El rotor de grafito y la flecha de grafito son necesarios para inyectar gas inerte y agitar para desgasificar.</p>	<p>Mediante la inyección de nitrógeno o argón y agitación se eliminan impurezas.</p>
<p>Colada continua vertical</p> 	<p>Equipo de colada continua horizontal con enfriamiento por agua.</p>	<p>Para la fabricación de palanquillas posterior a la fundición de la chatarra.</p>

<p>Horno de homogeneizado</p> 	<p>Horno de homogeneizado emplea gas como combustible 15 -20 Ton de capacidad 25 m³ de gas/Ton Al.</p>	<p>Homogenizar el grano y tamaño de fases de la aleación.</p>
<p>Horno de envejecimiento</p> 	<p>Horno para calentamiento emplea gas como combustible.</p>	<p>Horno para tratamiento térmico de envejecimiento.</p>
<p>Tinas de recubrimiento</p> 	<p>6 tinas de recubrimiento con capacidad de 1000 litros.</p>	<p>Tinas donde se realizan diferentes recubrimientos para evitar la corrosión y darle un aspecto más grato.</p>
<p>Horno de precalentamiento</p> 	<p>Horno de precalentamiento y corte de palanquilla a la medida.</p>	<p>Horno para calentamiento de palanquillas previo a la extrusión.</p>

<p>Estufa de calentamiento</p> 	<p>Estufa para calentar el dado de extrusión.</p>	<p>Calentamiento del dado previo a la extrusión para conservar la temperatura de conformación en caliente</p>
<p>Extrusora</p> 	<p>Maquina extrusora Capacidad de 1 tonelada Ver especificaciones en anexo 9 Ficha técnica de extrusora</p>	<p>Maquina extrusora donde los dados se intercambian para realizar los diferentes perfiles.</p>
<p>Espectrómetro óptico de chispa</p> 	<p>Adaptador para alambres, adaptador para tubos Bajo consumo de Argón, software incluido.</p>	<p>Realizar análisis químicos para pruebas de control de calidad respecto a especificaciones de composiciones de elementos aleantes presentes en el producto de acuerdo con normas.</p>
<p>Extractor tirador</p> 	<p>Tirador de perfiles.</p>	<p>Sirve de guía al perfil sobre la mesa para que no se desvíe.</p>


<p>Mesa de enfriamiento</p> 	<p>Control manual/automático Longitud de 26 - 57 m Refrigeración con aire de alta presión Sistema de elevación hidráulico.</p>	<p>Mesa para manipulación y enfriamiento de los perfiles.</p>
<p>Tabla sierra y medidor de acabado</p> 	<p>Equipo incluido en la mesa de vaciado.</p>	<p>El perfil se puede cortar a diferentes longitudes solicitados por el cliente.</p>
<p>Estirador</p> 	<p>Equipo incluido en la mesa de vaciado.</p>	<p>Equipo para rectificar la rectitud de los perfiles.</p>
<p>Empacadora de pallets</p> 	<p>Empaque de pallets 80 perfiles por cada pallet.</p>	<p>En la máquina se empaican los perfiles en bases de madera donde se cargan con el carro hidráulico para su almacenamiento y venta Directa.</p>

4.5.4 Equipos

Los equipos requeridos para el proceso productivo se describen en la tabla 4.5, acorde al proceso considerando que se requieren para el traslado de carga dentro de la planta.

Tabla 4.5 Equipos para procesos.

Equipo	Descripción	Usos
 <p>Montacargas</p>	<p>Cuenta con capacidad para 400 libras combustible a Diésel.</p>	<p>Transportar chatarra de aluminio al área de descarga a la zona de materia prima y de ésta al horno de fundición, respectivamente.</p> <p>Finalmente Transportar los lingotes de aluminio de la zona de fundición al área de extrusión, transportar barras de aluminio al área de recubrimientos, transportar perfiles acabados al área de carga.</p>
 <p>Camión De Carga</p>	<p>Camión de carga de 10 toneladas, combustible Diésel modelo 2022.</p>	<p>Ruta de abastecimiento de materia prima y distribución de producto terminado (barras de 4m) a clientes demandantes.</p>
 <p>Patín Hidráulico</p>	<p>Estructura de acero con ruedas de poliuretano o Nylamid, capacidad de carga: 3000 kg .</p> <p>Rodillo de empuje para cilindro de levante con placa.</p>	<p>Transportar materia prima y materiales.</p>

<p>Rieles Aéreos Industriales</p> 	<p>Rieles de acero, con capacidad de 15 toneladas, posiciones, galvanizado.</p>	<p>Transportar perfiles de aluminio en cada baño químico.</p>
---	---	---

4.5.5 Indicadores de Control ambiental

Los aspectos ambientales afectados durante el proceso productivo son:

- Residuos peligrosos
- Vertido de aguas residuales
- Emisiones a la atmósfera
- Ruido y vibraciones
- Almacenamiento y transporte de sustancias químicas
- Consumo de agua
- Consumo de energía
- Consumo de combustibles
- Contaminación de suelo

La empresa se propone ubicarla en la zona urbana de San Juan del Río, Querétaro, no presenta especies animales en la zona y las áreas destinadas para el desarrollo de nuevos proyectos ya se encontraban impactadas sin presencia de vegetación o fauna de la región y/o listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no se identificaron impactos relevantes en este componente ambiental.

El impacto negativo mayor como riesgo ambiental podría ser un evento de fuga, derrame, incendio y explosión debido al manejo de materiales peligrosos, el impacto negativo por la generación de residuos peligrosos.

Se requiere un control y registro de emisiones por cada fundición acorde a los límites establecidos en la NOM-043-SEMARNAT que se encuentran en la tabla 4.6. Se contará con un registro donde se anote el peso de los residuos enviados a confinamiento para su control.

En base a los trámites requeridos, se requiere contar con un sistema de colección de polvos en la planta para reducir y controlar las emisiones, así como un sistema de monitoreo de emisiones de CO₂ ya que habrá auditorías donde se solicite esa información de manera periódica.

Tabla 4.6 Niveles Máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas SEMARNAT (2021).

Flujo de gases m ³ /min	Zonas críticas mg/m ³	Resto del país mg/m ³
5	1,536	2,304
10	1,148	1,722
20	858	1,287
30	724	1,086
40	641	962
50	584	876
60	541	811
80	479	719
100	437	655
200	326	489
500	222	333
800	182	273
1,000	166	249
3,000	105	157
5,000	84	127
8,000	69	104
10,000	63	95
20,000	47	71
30,000	40	60
50,000	32	48

4.5.6 Calidad

Se define a la calidad como un conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie (Ishikawa, 1986).

Se establecen controles, que permiten identificar los productos defectuosos con la

finalidad de disminuir las devoluciones y reclamaciones de clientes, acorde al proceso del diagrama en base a inspección de la figura 4.12.

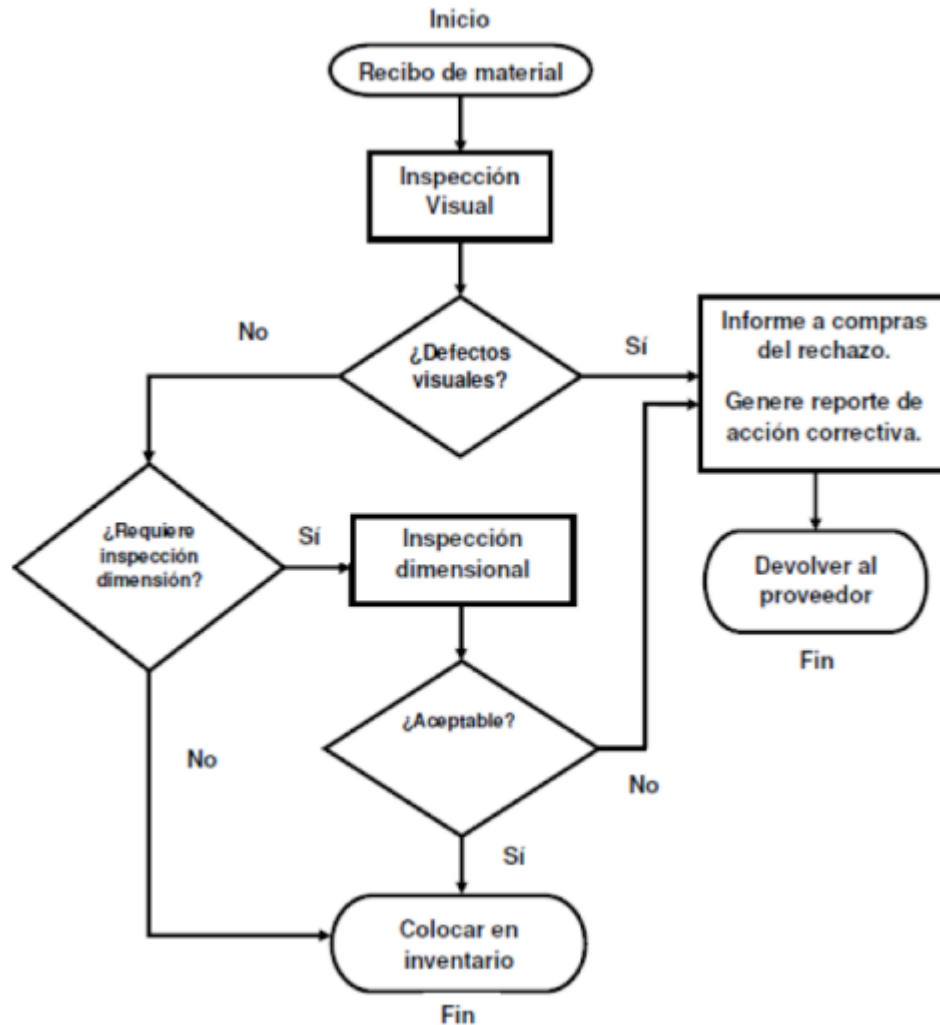


Figura 4.12. Diagrama de proceso de control de calidad mediante inspección (Garro, 2017).

Un Sistema de Gestión de Calidad es la forma en la que una organización controla y dirige todas las actividades relacionadas con la calidad, el sistema debe proporcionar seguridad a los clientes, empleados y proveedores (Ishikawa, 1986).

Dentro del área de calidad se encuentra el proceso de mejora continua, donde se evalúan las operaciones del proceso con la finalidad de hacer implementaciones que

hagan más efectivos las actividades de producción y aumenten la calidad de los productos.

4.5.6.1 Defectos de extrusión

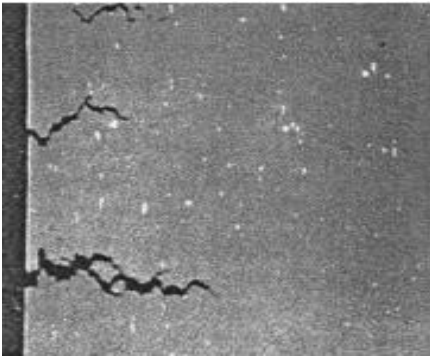
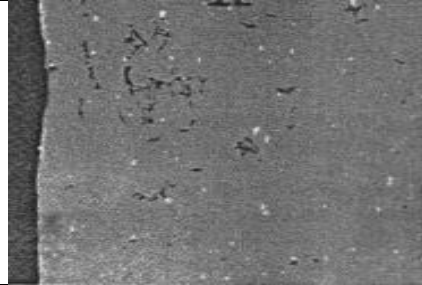
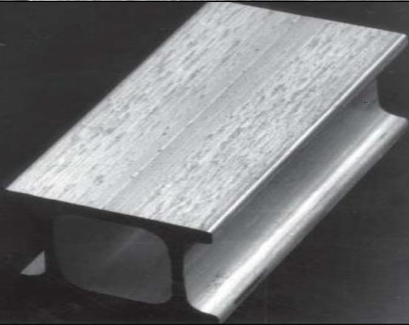
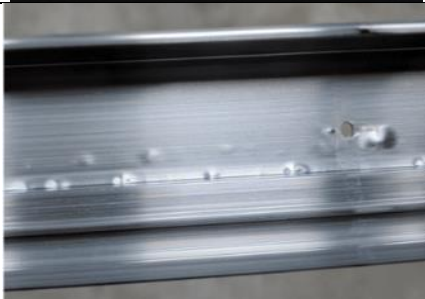
Los defectos de extrusión pueden originarse en el manejo de la palanquilla y producto de extrusión, en imperfecciones del herramental o en las condiciones del proceso, la aparición de defectos en la superficie está relacionada con el aumento de temperatura generado en la superficie del producto a medida que se deforma.

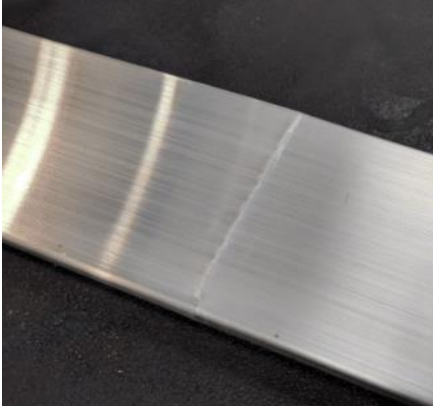

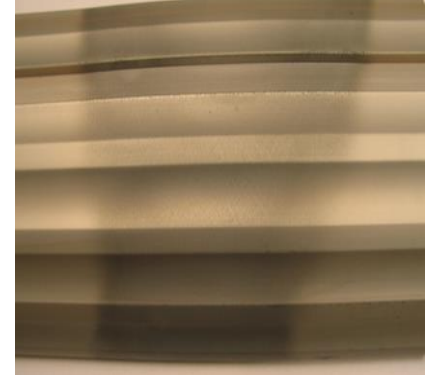

En la producción de la gran mayoría de las extrusiones de las aleaciones 6XXX existen 3 tipos de restricciones que definen los parámetros de extrusión:

- **Evitar defectos superficiales:** La aparición de defectos en la superficie del acabado está relacionada con el aumento de temperatura generado en la superficie del producto a medida que se deforma.
- **Requisitos de presión específicos:** Realizar ajustes en la presión acorde a los cambios de palanquilla, temperatura y velocidad de extrusión.
- **Obtención de propiedades mecánicas:** Todas las extrusiones 6XXX dependen del calor de proceso asociado con el precalentamiento de la palanquilla y el aumento de temperatura durante la deformación para disolver suficiente silicio de magnesio disponible y permitir que las propiedades mecánicas sean obtenidas por envejecimiento artificial. Para que esto suceda, el metal debe tomarse a una temperatura suficientemente por encima de la temperatura de solvus para permitir que se disuelva ocurren en el tiempo extremadamente corto que se pasa en la zona de deformación.

Los defectos más comunes que se presentan durante el proceso de la extrusión se muestran en la tabla 4.7

Tabla 4.7 Defectos de extrusión.

Defecto	Imagen	Efecto	Causa	Solución
Agrietamiento		Suele comenzar desde la superficie de la pieza y se extiende hasta 100 μm .	Fricción excesiva entre el del dado y la superficie del metal que fluye. La fuerza cohesiva del metal es menor que la de fricción, y tiene menor plasticidad a alta temperatura, el metal que fluye tiene menos fuerza para sostenerse y comienza a desgarrarse.	Lubricación Ajuste de dado Reducir temperatura de extrusión
Agrietamiento interno		Grietas internas en la pieza de extrusión.	Se debe a compuestos de Mg_2Si y AlFeSi , cuando comienzan a Solidificarse se forman dendritas que son menos fuertes y causan desgarros en la superficie.	Homogenizado y precalentamiento de la palanquilla
Estriado		Tiene una apariencia similar a una lágrima o un cometa, paralela a la dirección de extrusión en toda la superficie de la pieza.	Inclusiones en la palanquilla, inadecuada homogeneización, deflexión de la matriz, parámetros del proceso de extrusión, óxido de hierro y aluminio en la superficie de apoyo de la matriz.	Homogenizado Asegurar condiciones de operación del dado
Ampollas		Consiste en una capa muy delgada que se encuentra en la superficie de la pieza y se levanta en una ubicación particular.	Se forman debido al aire y los lubricantes atrapados durante el proceso de extrusión.	Ajuste del contenedor de palanquilla Disminución de la temperatura a lo largo de la palanquilla.

<p>Final de línea</p>		<p>Genera una fractura frágil y crecimiento de grietas.</p>	<p>Entrada de metal contaminado de la superficie exterior de la palanquilla hacia el núcleo de esta durante el ciclo de extrusión. En la última etapa de la extrusión, esta contaminación fluye a través de la matriz y crea un defecto cerca del núcleo en la parte trasera de la pieza extruida.</p>	<p>Se recomienda cortar entre el 5-20% de la parte final de la extrusión para evitar encontrar este defecto en las piezas finales. Lubricación del dado Precalentamiento uniforme en la palanquilla</p>
<p>Rayas</p>		<p>Este defecto es visible posterior al anodizado. La profundidad de una línea de dado puede variar entre 0,2 µm y 0,5 µm y es inconveniente para anodizado, afectando la apariencia.</p>	<p>Pueden ser causados por la interacción del área del dado con partículas intermetálicas y acumulación de aluminio.</p>	<p>Reducir la velocidad de extrusión Homogenizado uniforme Mantener en buenas condiciones los dados revisando constantemente su desgaste</p>
<p>Puntos calientes</p>		<p>Aspecto de parches oscuros, a intervalos regulares o aleatorios a lo largo de la pieza extruida, No son visibles en la superficie extruida pero aparecen fácilmente después del anodizado</p>	<p>El defecto es causado por una precipitación más gruesa de Mg₂Si en estas áreas, debido al enfriamiento diferencial en la mesa de salida de extrusión o en la viga móvil. La dureza del aluminio en el área del punto negro suele ser menor que la dureza del resto de la extrusión.</p>	<p>Evitar el contacto entre la pieza caliente y la mesa de salida, enfriando lo más rápido posible con refrigeración por aire asistida por ventilador.</p>
<p>Granulado</p>		<p>Este defecto aparece como una superficie "granulada" pronunciada</p>	<p>El efecto se vuelve notable si el contenido de zinc de la aleación supera el 0,03 % y aumenta en intensidad al aumentar el zinc hasta al menos el 0,1 %.</p>	<p>Controlar el contenido máximo de Zinc no debe supere el 0,03%</p>

4.5.7 Inspección

- Inspección visual de la chatarra: La chatarra ya se compra seleccionada, el objetivo es eliminar los elementos perjudiciales o indeseados tanto para la seguridad de los operarios como para la calidad del aluminio y, por otro lado, es clasificada dependiendo de su composición.
- Cuando se agrega la chatarra al horno de fusión es importante la inspección visual con el fin de evitar accidentes en personal y daño del horno de fusión, por el mal acomodo de esta, debe colocarse dependiendo de las especificaciones del proveedor y el manual del horno.
- Inspección de temperatura en todo el proceso: La temperatura es vital en los procesos ya que una temperatura menor puede propiciar atascos en la extrusión y la temperatura mayor puede generar la fusión de partes de la estructura y así se pueda atrasar el proceso por los arreglos de los equipos, se debe monitorear al inicio del proceso y después cada 20 min.
- En la fusión es importante el chequeo de la temperatura ya que algunos elementos su punto de fusión es menor y al tener un aumento de esta se pueden perder estos, propiciando que en la composición química arroje la ausencia de estos y se tenga que agregar al horno más cantidades de los elementos faltantes.
- La revisión de la temperatura se debe hacer con un pirómetro.
- Inspección de composición química: La realiza el departamento de calidad se encarga de tomar una muestra con una probeta del horno y la pule para llevarla al equipo espectrómetro óptico de chispa donde se determinan los resultados de los elementos químicos y sus porcentajes para posteriormente realizar el ajuste de estos.
- Inspección dimensional y pruebas después del rectificado y corte: Se toma una muestra de perfiles después del rectificado y corte y se procede a obtener las dimensiones de largo y ancho de los perfiles elaborados para que no haya reclamo del comprador por las dimensiones.
- Inspección visual del recubrimiento: Se visualiza si el recubrimiento no tiene rasgaduras o falta recubrir una parte del perfil, así como el espesor de este.

4.5.8 Mantenimiento

El mantenimiento afecta directamente a la fiabilidad de los procesos de producción o servicios prestados, la eficiencia energética o aumento de la vida operativa de la maquinaria, aspectos que se reflejan en la productividad y resultados económicos de la empresa (Cárcel Carrasco, 2014). Uno de los objetivos es reducir al mínimo los costos de operación por paros ocasionados por averías repentinas o accidentes.

El mantenimiento preventivo se basa en la anticipación a posibles averías, para lo que es importante que se utilice desde el instante en que se instala el equipo; es decir, preparando adecuadamente todo lo necesario para una correcta instalación, como una adecuada cimentación, uso de aisladores de vibración, etc. En la orden de trabajo se lleva el registro de varios datos, teniendo como principales los siguientes:

- Tipo de mantenimiento (preventivo o correctivo).
- Persona que solicita el mantenimiento.
- Fecha y hora de emisión.
- Personal asignado para ejecución de tareas.
- Fecha y hora de inicio.
- Fecha y hora de finalización.
- Informe del mantenimiento.
- Resultados obtenidos.
- Firma de solicitante y ejecutante.

4.6 Determinación de la organización humana y jurídica

Mediante la organización adecuada de los recursos humanos se administra el proyecto de manera eficiente ya que en las etapas iniciales del proyecto se requiere de una etapa de planeación para los tramites gubernamentales, gestión de permisos locales,

cálculos para ajustes de los equipos, contratación de personal pruebas de arranque que sin una correcta administración, no se alcanzarían los objetivos en el tiempo establecido o se incurriría en sobre costos.

En cuanto a los aspectos jurídicos, se requiere concentrar la totalidad de requerimientos para evitar incurrir en sanciones que repercuten económicamente, en la reputación de la empresa y hasta puede resultar en una clausura, causando paros innecesarios.

4.6.1 Organización de la empresa

Mediante un organigrama horizontal se muestran los roles asignados para la organización de la empresa, se cuenta con un director general y un gerente de operaciones como líderes que estén involucrados en las decisiones de inversión y determinen acorde a los intereses de la nueva empresa, se tienen 5 jefaturas para recursos humanos, producción, calidad, finanzas y mantenimiento, como se muestra en la figura 4.13.

El director general enviará reportes del avance en la etapa de construcción a los inversionistas, al estar informados del plan proyectado y ganancias obtenidas y los resultados que se obtienen, así como del posible mercado donde se puede incursionar.

Las decisiones sobre seguridad, inversión y curso de producción, problemas de calidad y ventas, serán determinadas por cada jefatura y autorizadas por el gerente de operaciones.

Los aspectos que no impactan directamente en costos relevantes o afectan la producción serán determinados por el encargado del área.

Motivación: se propone un esquema de bonos por producción para todo el personal, tanto operativo como administrativo, para que toda la compañía tenga como objetivo

alcanzar la producción proyectada (mensual o anual) para motivar a los empleados a obtener esta recompensa económica.

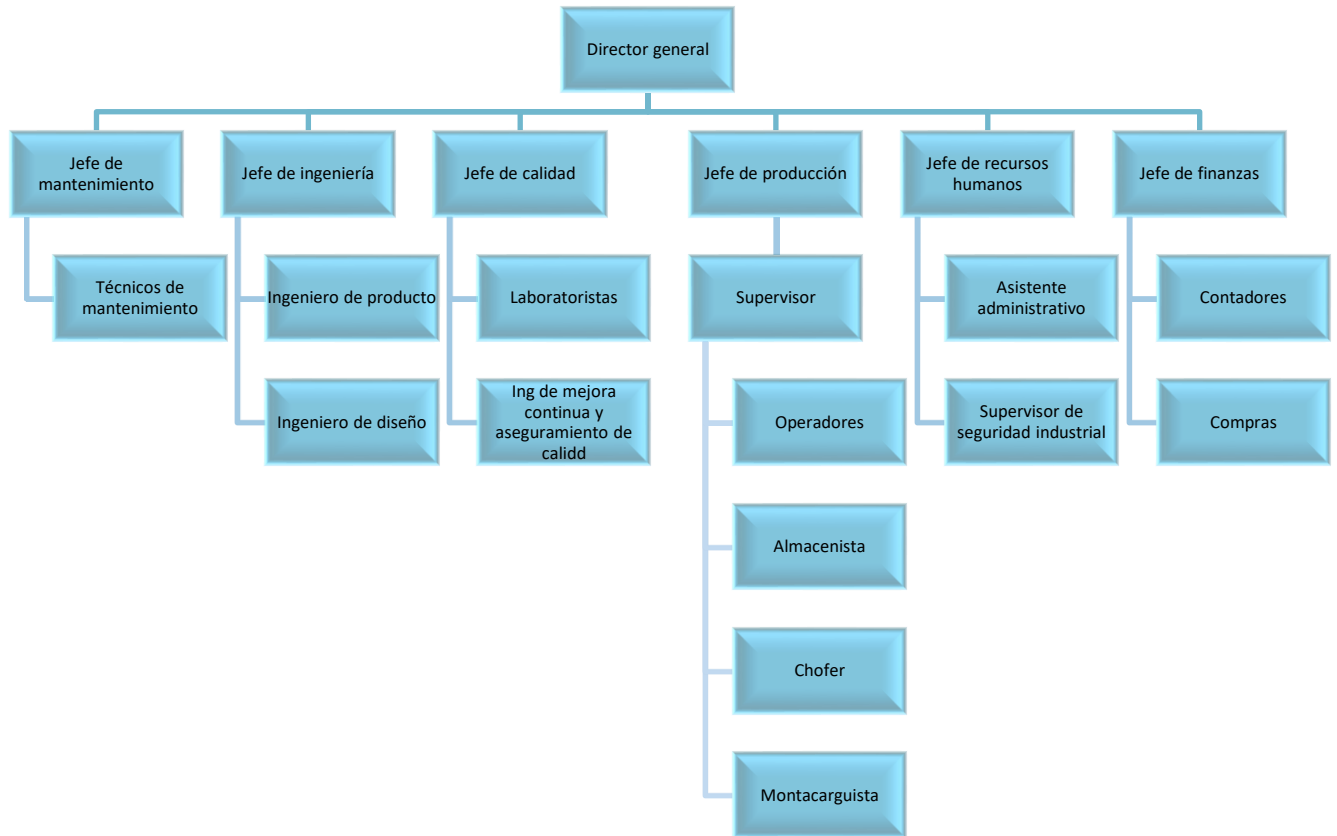


Figura 4.13 Estructura Organizacional y organigrama

Supervisión: El seguimiento de proceso productivo se realiza en turno, del supervisor al encargado del área y por día del gerente al director, el director realiza un informe mensual para que estén enterados del avance mensual y se compare con la proyección. En caso de que hubiese una anomalía, se reporta de inmediato a todos los involucrados.

Comunicación: se determina el canal de comunicación más efectivo y rápido, con lo cual se elige un informe en un sistema compartido por todas las áreas de la empresa

donde se dé seguimiento a los indicadores y sea de fácil acceso para todos, la información se transmitirá vía correo electrónico para que tenga rastreabilidad y sea respaldada por un medio escrito.

Se elige este medio de comunicación ya que tiene mejor imagen, más seguridad y mayor gestión, lo cual va acorde con la perspectiva de liderazgo y dirección de la empresa.

Se requiere una comunicación formal, que demuestra el profesionalismo de los empleados dirigiéndose con respeto en toda ocasión hacia los demás.

Los avisos y comunicados se realizarán vía correo electrónico, el personal operativo será informado por el supervisor en turno.

Liderazgo: Se recomienda un liderazgo visionario, donde los puestos que tienen personas a su cargo sean seleccionados y preparados para ser premeditados, capaces de anticiparse a los hechos y que cuenten con la capacidad de crear y dar lugar a una visión realista del futuro contribuyendo al objetivo de la empresa.

Dicho liderazgo excluye actividades para presionar u obligar a los empleados a trabajar, los líderes de la empresa desde el supervisor hasta el directivo demostrarán con su acción diaria que sus actividades están encauzadas a la visión.

Ventajas

Al contar con un equipo multidisciplinario, se cuenta con un panorama más amplio del rumbo de la empresa, cada empresario o ejecutivo aporta su conocimiento sobre su especialidad para contribuir al éxito del proyecto, al igual conocen riesgos potenciales o aspectos a cuidar muy particulares de su área.

Se minimiza el riesgo de fracaso gracias a que las decisiones no son unilaterales, no

se beneficia el interés de una sola persona, la dirección se compone de las personas más importantes de la empresa y en todo momento se encuentran involucradas e informadas.

Desventajas

El no delimitar los alcances de responsabilidad de los departamentos, puede generar conflictos ya que los directivos no tengan claro su rol y quieran influir o decidir en rubros que no son de su índole.

4.6.2 Marcos Jurídicos

Para la implementación de la planta se requieren considerar las siguientes legislaciones:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Ley General de Cambio Climático.
- Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Prevención y control de la contaminación de la atmósfera.
- NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales al sistema de alcantarillado urbano o municipal.
- NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM-081-SEMARNAT-1994 y su modificación publicada el 03 de diciembre de 2013, la cual establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica-Niveles máximos

permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

- NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad e higiene.
- NOM-002-STPS-2010. Condiciónes de seguridad, prevención protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- NOM-005-STPS-1998 Condiciónes de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-006-STPS-2014. Manejo y almacenamiento de materiales – Condiciónes y procedimientos de seguridad.
- NOM-010-STPS-1999. Condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-022-STPS-2008. Electricidad estática en los centros de trabajo – Condiciónes de seguridad.
- NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

Acorde a esta normativa se requiere generar la siguiente documentación:

- Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, equipo y maquinaria a utilizar.
- Programa de ahorro y uso eficiente de agua.
- Programa de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
- Programa de manejo de residuos peligrosos.
- Programa y auditorías de seguridad en el que se incluyan las medidas preventivas, controles, procedimientos, dispositivos de control, alarmas, detectores, brigadas, atención a emergencias y demás controles para el

manejo, prevención y control de riesgos por uso de sustancias químicas peligrosas.

- Programa de capacitación a todo el personal tanto contratista, operativo y de mantenimiento en el manejo, prevención y control de riesgo por manejo de sustancias químicas peligrosas.
- Dictamen de Ecología para nuevas empresas, fraccionamientos e industrial.

4.6.3 Trámites y permisos

Con base a la legislación estatal y federal en el estado de Querétaro se requieren realizar trámites para la implementación de una empresa como:

4.6.3.1 Autorización de impacto ambiental

Requisitos:

Elaboración de Informe preventivo de Impacto Ambiental, Manifestación de Impacto Ambiental y Estudio de riesgo ambiental, los costos son mostrados en la tabla 4.7.

Tabla 4.8. Costos de trámite de autorización de impacto ambiental

Concepto	Costo (Pesos)
Autorización de informe de impacto ambiental	\$13,032.00
Autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional	\$32,580.00
Autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular	\$16,290.00
Estudio de riesgo ambiental	

Información obtenida a conservar para fines de acreditación, inspección y verificación:

- Resolución de Impacto Ambiental.
- Estudio de Impacto Ambiental.
- Vigencia

De acuerdo con lo que se establece en el cronograma de actividades como solicitante. Para el caso de evaluaciones de la fase de operación, la vigencia es permanente a menos que haya cambios que motivan una nueva evaluación de impacto ambiental

4.6.3.2 Autorización de Asentamientos industriales**Requisitos:**

- Elaboración de Formulario de Inducción del Municipio que corresponda (San Juan del Río).
- Presentar Acta constitutiva.
- Contrato de compraventa de inmueble o de la Escritura Pública o del contrato de arrendamiento.
- Croquis de localización Croquis de distribución.
- Procesos, equipos y diagramas de flujo.
- Hojas de seguridad de materias primas riesgosas.
- Documento que acredite la personalidad jurídica del representante legal.
- Identificación oficial.
- Costo gratuito

Información obtenida a conservar para fines de acreditación, inspección y verificación:

- Autorización de Asentamiento Industrial.
- Vigencia: 5 años

4.6.3.3 Autorización del Manejo Integral de Residuos de Manejo Especial

Requisitos:

➤ Elaboración de Escrito libre dirigido al Subsecretario del Medio Ambiente de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Poder Ejecutivo, solicitando la autorización de la(s) etapa(s) del Manejo Integral, señalando los siguientes datos:

1. Cantidad y tipo de residuo.
2. Destino final o aprovechamiento.
3. Datos contenidos en el formulario de la plataforma de trámites en línea.
4. Análisis CRIT. Realizado bajo las normas NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-053-SEMARNAT-1993 y/o de la NOM-004-SEMARNAT-2002 o la que les sustituya, con no más de un año de fecha de emisión al momento de la solicitud, en caso de aplicar.
5. Carta Convenio Realizado con la(s) persona(s) que realizará el aprovechamiento
6. Autorización de Banco de Tiro para el depósito de residuos no peligrosos.
7. Información que deberá conservar para fines de acreditación, inspección y verificación con motivo del trámite o servicio:

Autorización de manejo integral de residuos de manejo especial.

- Costos: Gratuito
- Vigencia: 1 año

4.6.3.4 Estudio de riesgo ambiental

Requisitos:

- Escrito de solicitud de estudio de riesgo ambiental.
- Poder notarial del documento.

- RFC.
- INE.
- Acta Constitutiva de la empresa.
- Plano de localización del predio.
- Licencia de funcionamiento de la empresa.
- Dictamen de uso de suelo.
- Hojas de Datos de Seguridad.
- Diagramas de Tubería e Instrumentación.
- Planos de las zonas de afectación.
- Anexo fotográfico del lugar donde se almacenan las sustancias.
- Memorias de cálculo.

Información que deberá conservar para fines de acreditación, inspección y verificación con motivo del trámite o servicio:

- Resolución de Riesgo Ambiental
- Vigencia: 5 años
- Costo: Según la tabla 4.9 es de \$13,032.00 pesos

Tabla 4.9. Costos de trámite de resolución de riesgo ambiental

Concepto	Costo (Pesos)
Resolución de riesgo ambiental	\$ 13,032.00

4.6.3.5 Informe anual del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.

Requisitos:

- Formato de oficio de entrega de Informe Anual.
- Formato Informe Anual Registro Emisiones, Transferencia y Contaminantes.
- Documentos establecidos en el Manual de llenado del Informe Anual de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

- Costo: Gratuito

Información obtenida a conservar para fines de acreditación, inspección y verificación:

- Ninguno.
- Vigencia: 1 año

4.6.3.6 Inscripción o actualización al Registro al Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial

Requisitos:

- Escrito libre dirigido al Subsecretario del Medio Ambiente de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Poder Ejecutivo, solicitando la inscripción al Registro del Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial.
- Acta constitutiva.
- Poder de representante legal.
- Registro de los prestadores de servicios ambientales que realizan el manejo integral de los Residuos de Manejo Especial.
- Oficio de autorización de actividades del manejo integral de algún residuo de manejo especial.
- Autorización en materia de impacto ambiental.
- Comprobante de pago de derechos del trámite.
- Los costos son mostrados en la tabla 4.10

Tabla 4.10. Costos de registro de planes de manejos de residuos

Concepto	Costo (Pesos)
Registro de planes de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	\$ 3,475.20
Actualización de planes de manejo de residuos urbanos y de manejo especial	\$ 1,737.60

Información obtenida a conservar para fines de acreditación, inspección y verificación:

- Registro de Plan de Manejo.
- Vigencia: Permanente (siempre y cuando sean las mismas condiciones de emisión del documento, de generación y en cuanto al manejo integral de los residuos).

4.6.3.7 Licencia ambiental estatal

Requisitos:

- Oficio de solicitud de Licencia Ambiental.
- Formato de solicitud Licencia Ambiental LA-QRO.
- Ficha de la orden de pago
- Recibo de pago de derechos.
- Documentos establecidos en el Instructivo General para el llenado de la Licencia Ambiental para fuentes fijas de jurisdicción Estatal (LA-QRO),

Los costos son mostrados en la tabla 4.11.

Tabla 4.11 Costos de licencias ambientales.

Concepto	Costo (Pesos)
Actualización de licencia ambiental para pequeñas empresas	\$ 1,520.40
Actualización de licencia ambiental para empresas medianas	\$ 2,063.40
Actualización de licencia ambiental para empresas grandes	\$ 2,606.40
Expedición de licencia ambiental para empresas grandes	\$ 5,104.20
Expedición de licencia ambiental para empresas medianas	\$ 4,018.20
Expedición de licencia ambiental para empresas pequeñas	\$ 2,932.20

Información obtenida a conservar para fines de acreditación, inspección y verificación:

- Licencia Ambiental.
- Vigencia: permanente a menos que existan modificaciones de capacidad instalada, aumento o disminución de emisiones a la atmósfera o cambios en su acta constitutiva.

4.6.4 Trámites en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Se requieren realizar trámites ante la SEMARNAT referente a los reportes de accidentes y actividades de riesgos que afecten los aspectos ambientales y los controles a implementar.

4.6.4.1 Programa para la prevención de accidentes en empresas

Requisitos:

- Carta de presentación del programa para la prevención de accidentes, en papel membretado de la empresa, de acuerdo con el formato establecido y/u oficio de la Delegación de SEMARNAT en el Estado para su remisión a la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR).
- El programa para la prevención de accidentes ACTA CONSTITUTIVA.
- Carta poder.
- Poder Notarial del representante legal si es este quien físicamente realiza el trámite Pago de derechos.
- Costo: \$2,826.00

Información obtenida a conservar para fines de acreditación, inspección y verificación:

- Oficio de resolución

4.6.4.2 Obtención de Certificado Ambiental

Requisitos:

- Solicitar auditoría de PROFEPA Contratación de auditor
- Cumplimiento de requerimientos de auditoria

La auditoría revisa el apego a la normativa respecto a normas mexicanas, sistemas de gestión, regulaciones por ramo y normas extranjeras. El auditor elabora un reporte en el cual se informa de los hallazgos detectados durante la auditoría en los rubros ambientales correspondientes a:

1. Agua (potable y aguas residuales)
2. Emisiones a la atmósfera
3. Residuos sólidos
4. Residuos peligrosos
5. Emergencias Ambientales
6. Riesgo Ambiental
7. Suelo y Subsuelo
8. Ruido
9. Energía
10. Recursos Naturales
11. Vida Silvestre

Establece un Plan de Acción para el cumplimiento y corrección de dichos hallazgos o áreas de oportunidad

- Costo: gratuito

Información obtenida a conservar para fines de acreditación, inspección y verificación:

- Certificado de industria limpia

4.7 Resultados del estudio técnico

El estudio técnico permitió organizar la información acorde a su rubro, importancia y de manera ordenada, con lo cual definió aspectos importantes en el desarrollo del proyecto, acorde al objetivo y requerimientos, como lo fue para la maquinaria, personal, ubicación y tamaño de planta.

El estudio técnico para fabricar los perfiles con la aleación 6063 se requieren controlar las impurezas contenidas en la chatarra, primordialmente los contenidos de Fe, restringiendo el uso de chatarras de las aleaciones 1060,1070,1145, 1350 y 6063.

Además de hacer un estudio respecto al tiempo de homogeneizado de las palanquillas para eliminar segregaciones, distribuir uniformemente la fase Mg_2Si y obtener la fase $\alpha-AlFeSi$ en toda la matriz de aluminio. Con los requisitos anteriores se podrá obtener una excelente velocidad de extrusión, aunado a unas propiedades mecánicas (Ver anexo 7) después del envejecido.

Capítulo V Estudio económico

5.0 Estudio económico

En base al estudio técnico donde se propone el proceso productivo más viable acorde a los insumos y tecnología disponible, se determinan los costos de los equipos propuestos, los insumos y de la fabricación del producto, los aspectos del análisis económico se muestran en la figura 5.1.

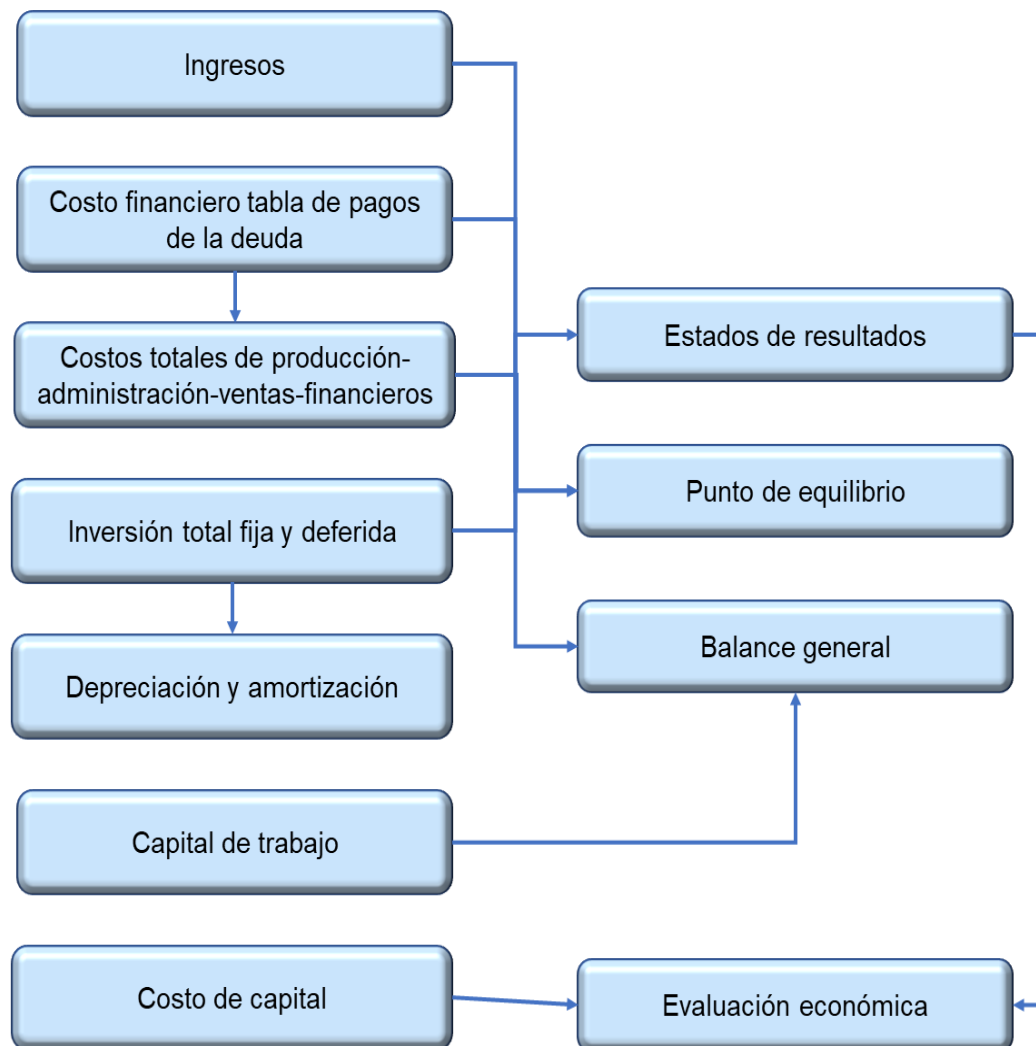


Figura. 5.1. Esquema de estudio económico (Baca Urbina, 1997).

5.1 Inversión total y fija diferida

En la inversión inicial se consideran los costos de los activos necesarios para la operación de la planta, como el terreno, maquinaria, equipos, inmuebles, vehículos, herramientas, etc. (Baca Urbina, 1997). La inversión se clasifica acorde a la figura 5.2 activos fijos, que comprende los gastos de adquisición, como los bienes, terrenos o edificaciones y los activos diferidos como los gastos de planeación supervisión o administración.

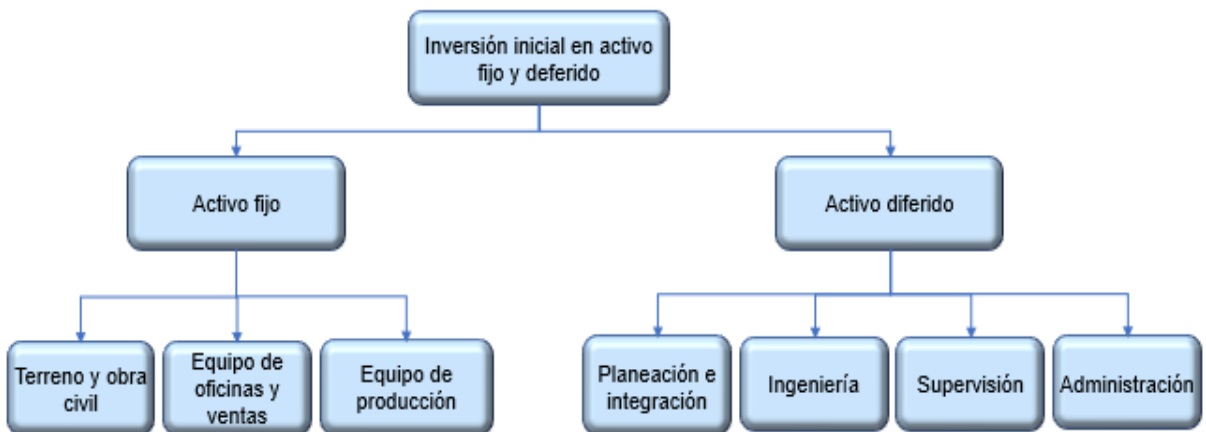


Figura 5.2. Inversión inicial fija y diferida (Blancas Uribe, 2010).

Se desglosan los costos correspondientes a la inversión con la finalidad de identificar todos los recursos materiales que se requieren para la correcta operación de la planta del proyecto propuesto.

5.1.1 Costo de planeación

Para la planeación se consideran 4 ingenieros, que se encargan de la elaboración de la ingeniería del proyecto y de la supervisión, quienes generan reportes de los avances

e integran la información en un periodo de un año. El gasto generado de \$1,800,000.00 pesos se desglosa en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Costos de planeación.

Concepto	Porcentaje (%)	Total mensual (pesos)	Total anual (pesos)
Planeación e integración	40	\$60,000.00	\$720,000.00
Ingeniería del proyecto	20	\$30,000.00	\$360,000.00
Supervisión	20	\$30,000.00	\$360,000.00
Admón. del proyecto	20	\$30,000.00	\$360,000.00
Total		\$150,000.00	\$1,800,000.00

5.1.1 Terreno y obra civil

Para la compra de la nave se consideran los siguientes costos de la tabla 5.2, con un monto tal de \$15,072,000.00 pesos.

Tabla 5.2. Costos de adquisición de la propiedad

Concepto	Costo (Pesos)
Asesoría	\$ 72,000.00
Compra	\$ 15,000,000.00
Total	\$ 15,072,000.00

La remodelación de la nave y trámites para la autorización a las instancias gubernamentales se realizaría contratando los servicios de una empresa constructora diferidos en la tabla 5.3.

Tabla 5.3. Costos de remodelación

Concepto	Costo (Pesos)
Construcción	\$9,700,000.00
Trámites	\$3,074,000.00
Total	\$12,774,000.00

5.1.2 Inversión inicial

En la inversión inicial se comprende el costo de los equipos utilizados a lo largo del proceso de fabricación de perfiles de aluminio, considerando su costo de instalación como servicios auxiliares, infraestructura, soportería y herramientas.

En la tabla 5.4 se enlistan los equipos, precio de instalación y cantidad. Basando los costos de los equipos en Alibaba.com ya que tiene variedad de equipos industriales.

Tabla 5.4. Costos de Equipos

Cantidad	Equipo	Precio unitario (Pesos)	Precio de instalación (Pesos)	Precio total (Pesos)
1	Tanque y cabina de limpieza de chatarra	\$900,000.00	\$30,000.00	\$930,000.00
1	Horno de reverbero	\$1,210,000.00	\$156,000.00	\$1,366,000.00
8	Tinas de Recubrimiento	\$120,000.00	\$800,000.00	\$1,760,000.00
1	Colada continua vertical	\$2,000,000.00	\$250,000.00	\$2,250,000.00
2	Extrusora	\$2,500,000.00	\$300,000.00	\$5,300,000.00
1	Horno de precalentamiento	\$1,100,000.00	\$200,000.00	\$1,300,000.00
1	Horno homogenización	\$2,200,000.00	\$200,000.00	\$2,400,000.00
1	Horno de envejecido	\$1,980,000.00	\$200,000.00	\$2,180,000.00
1	Extractor tirador	\$1,100,000.00	\$250,000.00	\$1,350,000.00
1	Mesa de enfriamiento	\$1,100,000.00	\$150,000.00	\$1,250,000.00
1	Tabla sierra y medidor de acabado	\$70,400.00	\$80,000.00	\$150,400.00
1	Estirador	\$506,000.00	\$60,000.00	\$566,000.00
1	Grúa viajera	\$286,000.00	\$80,000.00	\$366,000.00

1	Estufa de calentamiento	\$147,400.00	\$30,000.00	\$177,400.00
1	Empacadora	\$70,000.00	\$14,000.00	\$84,000.00
1	Montacargas	\$80,000.00	\$6,000.00	\$86,000.00
1	Camión de Carga	\$300,000.00	\$5,000.00	\$305,000.00
2	Patín Hidráulico	\$5,000.00	---	\$5,000.00
12	Dispositivos para elevación	\$40,000.00	\$80,000.00	\$560,000.00
10	Pirómetros	\$4,000.00	---	\$4,000.00
10	Vernier	\$2,000.00	---	\$2,000.00
1	Espectrómetro	\$2,400,000.00	\$400,000.00	\$2,800,000.00
1	Micrómetro	\$360,000.00	\$20,000.00	\$380,000.00
1	Microscopio digital	\$600,000.00	\$40,000.00	\$640,000.00
1	Durómetro	\$648,000.00	\$10,000.00	\$658,000.00
1	Máquina de prueba universal	\$1,280,000.00	\$20,000.00	\$1,300,000.00
12	Racks para almacenamiento	\$30,000.00	\$6,000.00	\$366,000.00
1	Planta de tratamiento de agua	\$300,000.00	\$35,000.00	\$335,000.00
Total		\$21,338,800.00	\$3,422,000.00	\$28,870,800.00

5.1.3 Costo de Materia Prima

La materia prima se calcula en un consumo anual para estimar este gasto en los años posteriores, se consideran los insumos de mayor requerimiento en la tabla 5.5 con un total de \$224,774,150.40.

Tabla 5.5. Costos de Materia prima

Materia prima	Costo por Tonelada (Pesos)	Cantidad por día (Ton)	Consumo anual (Ton)	Costo total anual (Pesos)
Chatarra de aluminio	\$22,000.00	35	10000	\$221,760,000.00
Escorificantes	\$8,386.00	0.3	105	\$880,530.00
Elementos aleantes	\$8,500.00	0.6	210	\$1,785,000.00

Fundentes	\$5,500.00	0.3	105	\$577,500.00
Total				\$224,774,150.40

El costo de la chatarra de aluminio clasificada por tonelada es de \$22,000 en pesos mexicanos.

5.1.4 Costos de producción

Además de la materia prima se requieren en el proceso productivo otros insumos necesarios para la fabricación de los perfiles, se estima su consumo anual acorde a la tabla 5.6 con un total de \$27,512,524.00.

Tabla 5.6. Costos de producción.

Concepto	Consumo anual (Lote)	Costo Unitario (Pesos)	Costo anual (Pesos)
Equipo de protección personal	100	\$7,000.00	\$700,000.00
Empaque	36	\$1,800.00	\$64,800.00
Arena sílica	16000	\$17.50	\$280,000.00
Ácido sulfúrico	16000	\$260.00	\$4,160,000.00
Sales colorantes	1000	\$3,800.00	\$3,800,000.00
Desengrasantes	1000	\$2,000.00	\$2,000,000.00
Consumibles de fundición	360	\$10,000.00	\$3,600,000.00
Gas	718884	\$11.00	\$7,907,724.00
Argón	1000	\$5,000.00	\$5,000,000.00
Total			\$27,512,524.00

5.2 Costos de operación

Al comenzar se necesita hacer pruebas de fundición y ajustes en los equipos para alcanzar la producción deseada, en base a la materia prima que es chatarra, seleccionar las cantidades que se cargarán en el horno para obtener la pureza deseada, De igual manera hacer pruebas de los recubrimientos para ajustar el anodizado acorde a los tonos de acabado.

Todos los productos anteriormente mencionados, en cualquiera de las etapas pueden ser nuevamente empleados como materia prima para fundir, por lo cual no afecta el abasto de materia prima.

En los costos se contempla el gasto de energía eléctrica, agua, mantenimiento y mano de obra directa, como se observa en la figura 5.3, con la finalidad de identificar todos los aspectos necesarios para operar de manera eficiente.

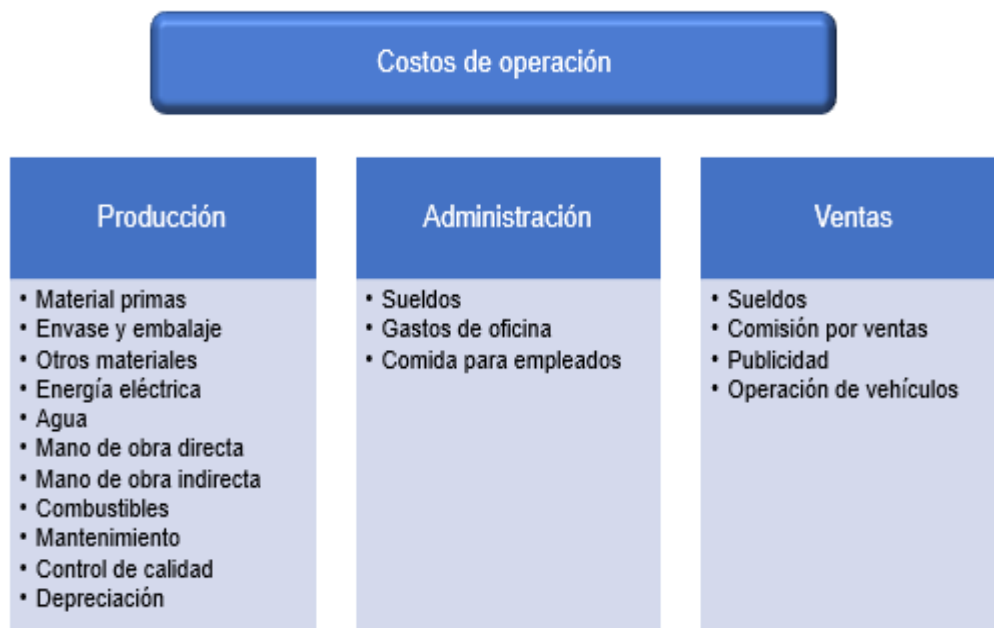


Figura 5.3. Rubros para obtener el costo de operación (Baca Uribe, 2010)

5.2.1 Consumo de energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica es un costo variable, este costo variable hace referencia a los costos de producción que varía dependiendo del nivel de producción.

En el área de fundición y recubrimiento y extrusión la energía eléctrica se representa en la tabla 5.7.

Tabla 5.7. Costo de energía eléctrica por consumo industrial por KW/h

Concepto	Unidad	Costo mes (Pesos)	Costo anual (Pesos)
Energía eléctrica	KW/h	\$180,000.00	\$2,160,000.00

En las demás áreas de la empresa incluyendo la zona administrativa la cantidad de energía eléctrica es menor en estas zonas por decir focos computadoras y demás utensilios que la cantidad de energía sería menor y estos costos se representan en la siguiente tabla 5.8 se muestra el costo de la energía eléctrica consumida por las oficinas.

Tabla 5.8. Costo de energía eléctrica por consumo regular por KW/h

Concepto	Unidad	Costo mes (Pesos)	Costo anual (Pesos)
Energía eléctrica	KW/h	\$ 9,000.00	\$ 108,000.00

El costo total anual de energía eléctrica de \$2,268,000.00

5.2.2 Consumo de agua

De acuerdo con el reglamento de seguridad e higiene vigente, el trabajador debe contar con una disponibilidad de 150 litros diarios de agua potable por día.

La empresa tiene otros procesos que requieren de agua como son:

- Limpieza general de la empresa y labore
- Agua disponible para el personal
- Agua del proceso de enfriamiento
- Agua para los tratamientos térmicos
- Procesos de limpieza y anodizado
- Suministro para laboratorio

Consumo anual: \$1,200,386.3 pesos al año.

5.2.3 Costo de mano de obra directa

Los costos de mano de obra directa es el personal asignado para la producción de bases en las áreas de fundición y las áreas de recubrimiento y secciones posteriores para obtener el producto final se representan en la tabla 5.9.

Tabla 5.9. Costos de mano de obra directa

Área	Número de operarios	Salario Mensual (Pesos)	Prestaciones %35 (Pesos)	Costo anual (Pesos)
Recepción materia	3	\$16,500.00	\$5,775.00	\$138,600.00
Equipo de Sand blast	3	\$18,000.00	\$6,300.00	\$151,200.00
Fundición	6	\$43,200.00	\$15,120.00	\$362,880.00
Recubrimientos	12	\$86,400.00	\$30,240.00	\$725,760.00
Extrusión	6	\$43,200.00	\$15,120.00	\$362,880.00
Hornos de tratamientos térmicos	6	\$43,200.00	\$15,120.00	\$362,880.00
Anodizado	6	\$43,200.00	\$15,120.00	\$362,880.00
Empaque	3	\$18,000.00	\$6,300.00	\$151,200.00
Chofer	2	\$15,000.00	\$5,250.00	\$126,000.00
Montacarguista	3	\$18,000.00	\$6,300.00	\$151,200.00
Almacenista	3	\$15,000.00	\$5,250.00	\$126,000.00
		Total	\$125,895.00	\$3,021,480.00

El costo por mano de obra directa da un total al año de \$3,021,480.00 pesos por el personal de producción.

5.2.4 Personal de operación

Además del personal operativo se considera algunos puestos para la administración y

control de la producción, este personal y su costo se enlista en la tabla 5.10.

Tabla 5.10. Costos de plantilla de personal de operación

Cantidad	Puesto	Salario mensual (Pesos)	Prestaciones -35% [Pesos]	Total (pesos)	Salario total ANUAL (Pesos)
3	Supervisor producción	\$17,000.00	\$5,950.00	\$22,950.00	\$826,200.00
1	Ingeniero en procesos	\$10,000.00	\$3,500.00	\$13,500.00	\$486,000.00
3	Laboratorista	\$6,500.00	\$2,275.00	\$8,775.00	\$315,900.00
3	Supervisor de seguridad	\$10,000.00	\$3,500.00	\$13,500.00	\$486,000.00
				TOTAL	\$2,114,100.00

5.2.5 Mantenimiento

El costo de mantenimiento se eleva si es mantenimiento correctivo o preventivo ya que se busca un mantenimiento preventivo para que los costos sean más bajos y la producción no se detenga los costos de mantenimiento para la planta se observa en el siguiente desglose de la tabla 5.11:

Tabla 5.11. Costos de mantenimiento

Concepto	Costo mensual (Pesos)	Costo anual (Pesos)
Refacciones	\$624,920.00	\$7,499,040.00
Consumibles	\$60,000.00	\$720,000.00
Total	\$26,920.00	\$8,219,040.00

Los costos de mantenimientos expuestos en la tabla anterior son mantenimientos preventivos ya que puede variar si son mantenimientos correctivos y esta suma anual de costos es de \$8,219,040.00 pesos sería el total para el mantenimiento de toda la planta.

5.2.6 Control de calidad

El control de calidad está asociado a los análisis de composición química que se realiza en la empresa sacando probetas de hornos de fusión, este análisis se realiza por medio de un espectrómetro óptico de chispa.

Para llevarlo a cabo se fabrican probetas de dimensiones normalizadas, con el mismo lote de materia prima que se utilizará para fabricar las piezas; estas probetas se ensayan mediante distintas técnicas (como ensayo de tracción y compresión para determinar la ductilidad y la tenacidad del material, etcétera).

En la tabla 5.12 se muestran los costos derivados de las muestras y pruebas de calidad con un total anual de \$315,600.00.

Tabla 5.12. Costos de calidad

Concepto	Costo mensual (Pesos)	Costo anual (Pesos)
Muestras y probetas de ensayo	\$8,000.00	\$96,000.00
Equipo de desbaste	\$6,000.00	\$72,000.00
Pulido	\$5800.00	\$69,600.00
Ataque químico	\$6,500.00	\$78,000.00
Total		\$315,600.00

5.3 Capital de trabajo

El capital de trabajo contempla la diferencia entre activos y pasivos circulantes, que son los costos que se desglosan en la figura 5.4 respectivamente.

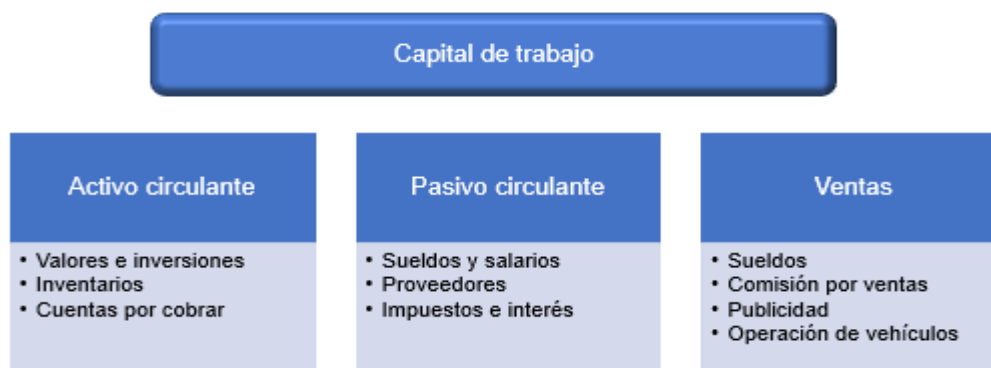


Figura 5.4. Rubros para obtener el capital de trabajo (Blancas Uribe, 2010).

5.3.1 Presupuesto de gastos de administración

Se enlistan en la tabla 5.13 los puestos administrativos con sus respectivos costos anuales.

Tabla 5.13 Plantilla del personal de administración.

Cantidad	Puesto	Salario mensual (Pesos)	Prestaciones (35%)	Salario total (Pesos)	Salario anual (Pesos)
1	Director general	\$53,000.00	\$18,550.00	\$71,550.00	\$858,600.00
1	Gerente de administración*	\$37,000.00	\$12,950.00	\$49,950.00	\$599,400.00
1	Secretaria**	\$5,500.00	\$1,925.00	\$7,425.00	\$89,100.00
5	Jefes de área	\$25,000.00	\$8,750.00	\$33,750.00	\$2,025,000.00
1	Compras*	\$6,000.00	\$2,100.00	\$8,100.00	\$97,200.00
1	Auxiliar administrativo	\$6,000.00	\$2,100.00	\$8,100.00	\$97,200.00
1	Contabilidad***	\$7,000.00	\$2,450.00	\$9,450.00	\$113,400.00
1	Tesorería	\$6,000.00	\$2,100.00	\$8,100.00	\$97,200.00
1	Limpieza general	\$3,500.00	\$1,225.00	\$4,725.00	\$56,700.00
3	Vigilancia	\$4,500.00	\$1,575.00	\$6,075.00	\$72,900.00
				Total	\$4,106,700.00

* Estas funciones serán realizadas por el director General, ** Este cargo será ocupado para el área de ventas y administración y *** Este servicio será Externo

El área de oficinas es un espacio común para el personal administrativo para fomentar la productividad, comunicación y trabajo en equipo, la información de un área administrativa se puede contactar rápidamente y solucionar problemas en conjunto, se consideran los costos en la tabla 5.14 con un monto de \$496,200.00.

Tabla 5.14. Costos de mobiliario y equipos para oficinas.

Cantidad	Equipo	Precio unitario (Pesos)	Costo total puesto en planta (Pesos)
50	Computadora	\$7,000.00	\$350,000.00
50	Sillas de oficina	\$600.00	\$30,000.00
5	Impresora	\$4,000.00	\$20,000.00
5	Mesa para comedor	\$1,000.00	\$5,000.00
20	Escritorios	\$2,300.00	\$46,000.00
1	Artículos de oficina	\$5,000.00	\$5,000.00
2	Servicio a impresora	\$5,000.00	\$10,000.00
6	Reguladores para los equipos	\$1,200.00	\$7,200.00
3	Disco duro respaldo	\$2,000.00	\$6,000.00
1	Servicio Internet	\$14,000.00	\$14,000.00
	Total		\$493,200.00

Los costos correspondientes de gastos administrativos como salarios y gastos de oficina generan un monto total de \$9,199,800.00 en la tabla 5.15.

Tabla.5.15 Costos administración y oficinas

Concepto	Costo Anual
Sueldos de personal	\$4,106,700.00
Gastos de oficina	\$493,200.00
Costos de ventas	\$4,599,900.00
TOTAL	\$9,199,800.00

5.3.2 Presupuesto de gastos de ventas

Se considera comenzar las ventas en el estado de Querétaro, promocionando los productos con los distribuidores y consumidores locales, por lo que se requieren vendedores que visiten los 18 municipios del estado, 3 vendedores para que cubran 6 municipios cada uno. Se les otorgará un vehículo para trasladarse de la planta hacia su zona de ventas.

Se les asigna un vehículo para trasladarse, no se consideran viáticos por el momento para alimentos, solo gastos del auto como combustibles, servicio de mantenimiento, verificaciones, lubricantes, refacciones, etc.

En los gastos de oficina de la tabla 5.16 se considera el uso de las impresoras, consumibles, internet, teléfono, servicios de electricidad, agua, costos de ventas y prospección.

Tabla 5.16 Costos de ventas.

Concepto	Costo anual (Pesos)
Sueldos del personal total	\$342,000.00
Gastos de oficina de ventas	\$12,000.00
Costos de entregas y envíos	\$74,190.00
Costo de operaciones de vehículos	\$562,000.00
Total Anual	\$1,657,900.00

5.4 Costos totales de producción

Los costos totales de producción contemplan los gastos en que se incurre para la administración, producción y energía y material prima requerida para la fabricación del producto, en la tabla 5.17 se muestra la suma de estos rubros y en la tabla 5.18 se desglosan los costos considerados en la operación de la empresa:

Tabla 5.17. Costos totales de producción

Concepto	Costo anual total
Materia Prima	\$224,774,150.40
Costos de producción	\$27,407,524.00
Energía Eléctrica	\$2,268,000.00
Agua	\$1,200,386.30
Mano de obra directa	\$3,021,480.00
Costos de plantilla de personal de operación	\$323,040.00
Costos de mantenimiento	\$8,219,040.00
Control de Calidad	\$315,600.00
Total	\$267,529,220.70

Tabla 5.18. Costo total de operación de la empresa

Concepto	Costo (Pesos)	Porcentaje (%)
Costo de producción	\$267,529,220.70	96.68
Costo de administración	\$9,199,800.00	3.32
Total	\$276,729,020.70	100

5.5 Precio unitario

Los productos fabricados en conjunto conforman un ensamble para ventanas y puertas, se dividen en series por su tamaño que va desde 1 ½ in hasta 3 in, que son las medidas más comerciales de los perfiles de aluminio, cada serie a su vez se compone de cierto número de piezas respecto a su tamaño, en la tabla 5.19 se enlista el costo por serie acorde al número de piezas producidas, estimando un total por día de \$ 1,432,000.00.

Tabla 5.19. Precio unitario de los perfiles

Serie	Piezas x serie	Pieza x día	Precio promedio (Pesos)	Costo x pieza (Pesos)
Ventana corrediza de 1.5"	4	800	\$160.00	\$128,000.00
Ventana fija de 2"	9	800	\$270.00	\$216,000.00
Ventana y puerta corrediza de 2"	12	800	\$350.00	\$280,000.00
Ventana fija de 3"	9	800	\$460.00	\$368,000.00
Ventana y puerta corrediza de 3"	18	800	\$550.00	\$440,000.00
Total	52	4000	\$358.00	\$1,432,000.00

5.6 Determinación de los ingresos por ventas con inflación

Para realizar un análisis útil para visualizar el desarrollo de la empresa se considera la inflación dentro del precio venta anual de los próximos 5 años en la tabla 5.20 se encuentran los precios por año.

Tabla 5.20. Ventas anuales considerando la inflación

Periodo Anual	Producción anual (Ton)	Precio Anual (Pesos)	Precio anual + inflación (Pesos)
1	10000	\$412,416,000.00	\$438,398,208.00
2	10000	\$412,416,000.00	\$428,458,982.40
3	10000	\$412,416,000.00	\$425,943,244.80
4	10000	\$412,416,000.00	\$425,159,654.40
5	10000	\$412,416,000.00	\$424,912,204.80
TOTAL	50000	\$ 2,062,080,000.00	\$ 2,142,872,294.40

5.7 Inflación.

Para la estimación de los costos en los años siguiente a 2022, se consideran los pronósticos de la inflación para los 5 años consecuentes en base a los datos de statista, portal web de estadística proveniente de Alemania que se genera datos acerca de estudios de mercado, indicadores económicos y estadísticas, como se observa en la figura 5.5, existe una variación por año pero se mantiene estable por los siguientes años. A su vez afectaron el valor de los costos de operación, ventas y administración.

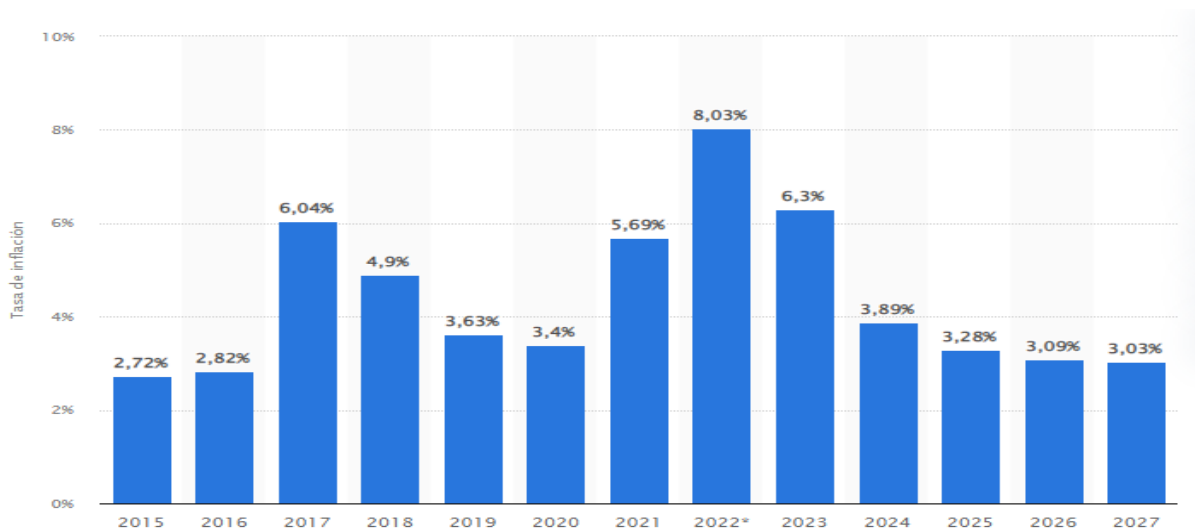


Figura 5.5. Evolución anual de la tasa de inflación en México desde 2015 hasta 2027 (Statista 2022).

5.8 Proforma a 5 años

El estado de resultado proforma es la base para calcular los flujos netos de efectivo, con los que se realiza la evaluación económica en el año cero se considera realizar la inversión usualmente, se obtiene restando de los ingresos los costos de la planta y los impuestos, este desglose se muestra en la figura 5.6.

Flujo	Concepto	Observaciones
+	Ingresos	Precio de venta * número de unidades vendidas
-	Costo de producción	
=	Utilidad marginal	
-	Costos de administración	
-	Costo de ventas	
-	Costos financieros	
=	Utilidad bruta	
-	ISR (42%)	Impuesto sobre la renta
-	RUT (10%)	Reparto de utilidades
=	Utilidad neta	
+	Depreciación y amortización	
-	Pago principal	
=	Flujo neto de efectivo (FNE)	

Figura 5.6 Operaciones para obtener el flujo neto de efectivo (Baca Uribe, 2010).

En la tabla 5.21 se encuentra la proforma de los 5 años estimando la producción propuesta por año y en la tabla 5.22 se calcula en base a los resultados de la proforma el flujo neto de efectivo.

Tabla 5.21. Proforma a 5 años

Concepto	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos	\$438,398,208.00	\$455,451,898.29	\$470,390,720.56	\$484,925,793.82	\$499,619,045.37
Costo de Producción	\$267,529,220.70	\$277,936,107.39	\$287,052,411.71	\$295,922,331.23	\$304,888,777.87
Utilidad marginal	\$170,868,987.30	\$177,515,790.91	\$183,338,308.85	\$189,003,462.59	\$194,730,267.51
Costo Control de Calidad	\$315,600	\$327,876.84	\$338,631.20	\$338,631.20	\$338,631.20
Costo de ventas	\$1,657,900.00	\$1,712,279.12	\$1,712,279.12	\$1,765,188.54	\$1,818,673.76
Costo de administración	\$9,199,800.00	\$9,557,672.22	\$9,871,163.87	\$10,194,938.04	\$10,503,844.67
Utilidad bruta	\$159,695,687.30	\$165,917,962.73	\$171,416,234.66	\$176,704,704.80	\$182,069,117.88
Impuestos (40%)	\$63,878,274.92	\$66,367,185.09	\$68,566,493.86	\$70,681,881.92	\$72,827,647.15
Utilidades(10%)	\$6,387,827.49	\$6,636,718.51	\$6,856,649.39	\$7,068,188.19	\$7,282,764.72
Utilidad neta	\$89,429,584.89	\$92,914,059.13	\$95,993,091.41	\$98,954,634.69	\$101,958,706.01
Depreciación	\$28,738,752.38	\$29,856,689.84	\$29,681,383.45	\$29,626,779.82	\$29,609,536.57
Flujo neto de efectivo (FNE)	\$118,168,337.26	\$122,770,748.97	\$125,674,474.86	\$128,581,414.51	\$131,568,242.59

Tabla 5.22 Flujo neto de efectivo.

Año	Ingresos (pesos)	Egresos (pesos)	FNE
			\$1,368,542,801.4
0		-	\$359,234,404.70
1	\$438,398,208.00	\$118,168,337.26	\$320,229,870.74
2	\$455,451,898.29	\$122,770,748.97	\$332,681,149.32
3	\$470,390,720.56	\$125,674,474.86	\$344,716,245.69
4	\$484,925,793.82	\$128,581,414.51	\$356,344,379.31
5	\$499,619,045.37	\$131,568,242.59	\$368,050,802.79

5.9 Resultados del estudio económico

Para la Determinación de TIR, la tasa interna de retorno se calculó en base al flujo neto de efectivo de los siguientes años acorde a la tabla 5.22, resultó de 21%.

En el cálculo de TMAR se tomó un riesgo del 10% ya que existía un bajo peligro debido a que la demanda se mostró en crecimiento por el desarrollo del sector de la construcción y un 3.32 % de la inflación promedio.

Al determinar la viabilidad económica del proyecto, la Tasa Interna de Retorno debe ser mayor a la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento, que en este caso fue mayor la TIR es de 21% vs TMAR del 13.32% con lo cual se comprobó que el estudio económico fue factible.

En base a la proforma proyectada a 5 años, se mostró un flujo neto de efectivo del 21% en promedio, lo que representó la factibilidad del proceso propuesto.

Capítulo VI Estudio Socioeconómico

6.0. Estudio socioeconómico

Según la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo del tercer trimestre del 2022 del INEGI, se obtuvo una tasa de ocupación del 96.8% en Querétaro y un 22.1 % labora en la industria manufacturera (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2022).

La tasa de desocupación fue de 4.28% (44.1k personas), lo que implicó un aumento de 0.66 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (3.62%). Se observa en la figura 6.1 que la población económicamente activa tiene un efecto similar al comportamiento del país, manteniendo sin variaciones considerables a excepción del inicio de la pandemia donde se identifica una disminución de la ocupación.

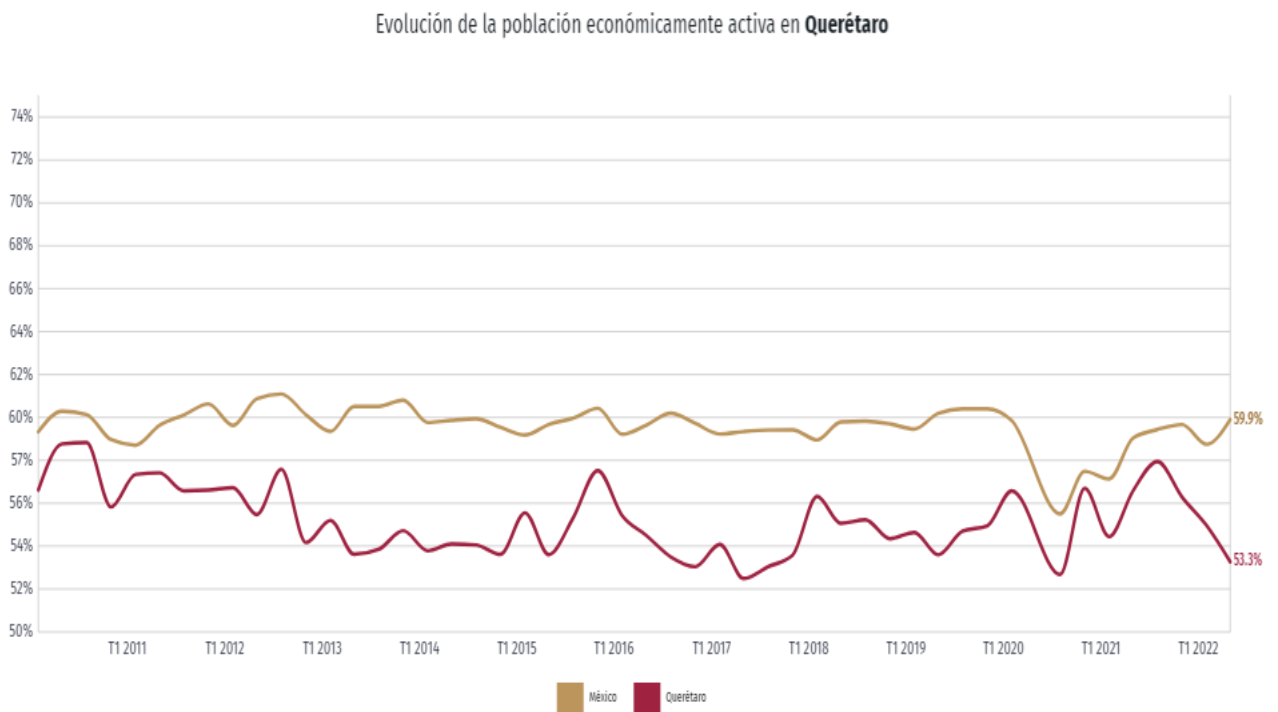


Figura 6.1. Evolución de la población económicamente activa en Querétaro y en México (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2022).

Su población económicamente activa es de 1,029,663, acorde al reporte del segundo trimestre del INEGI ((Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2022). En el segundo trimestre de 2022, la tasa de participación laboral en Querétaro fue 53.3%, lo que implicó una reducción de 1.69 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (55%).

Con base a los indicadores de ocupación del estado de Querétaro, se obtiene información sobre la edad, sector, nivel de ingreso y tasa de desempleo o desocupación, para conocer la mano de obra local, sintetizados en la figura 6.2.

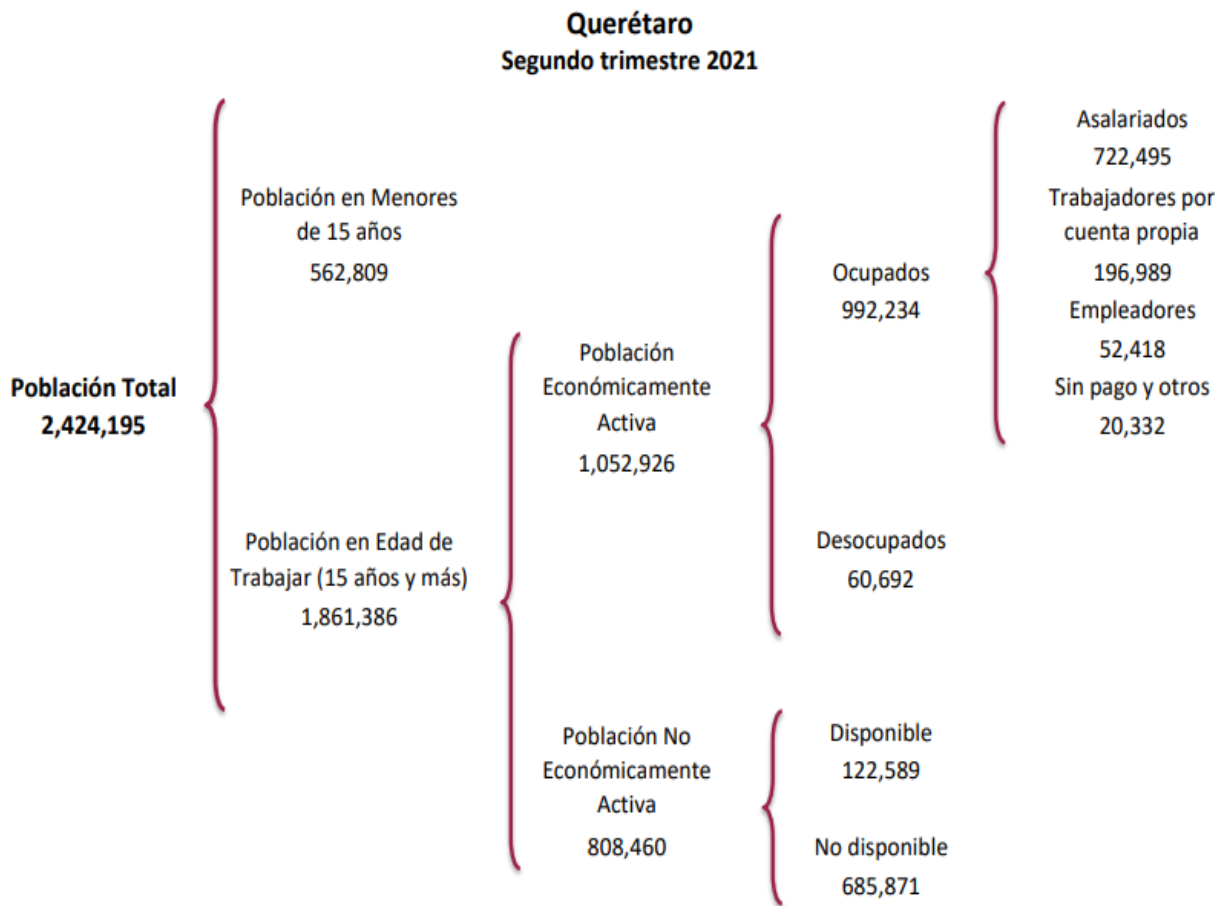


Figura 6.2. Distribución económica de la población, (INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo Nueva Edición 2021).

De la población encuestada por INEGI, el 34.8% en 2020 y el 36.2% en 2021 laboran en el sector secundario, que comprende actividades de la industria extractiva y de la electricidad, industria manufacturera y construcción.

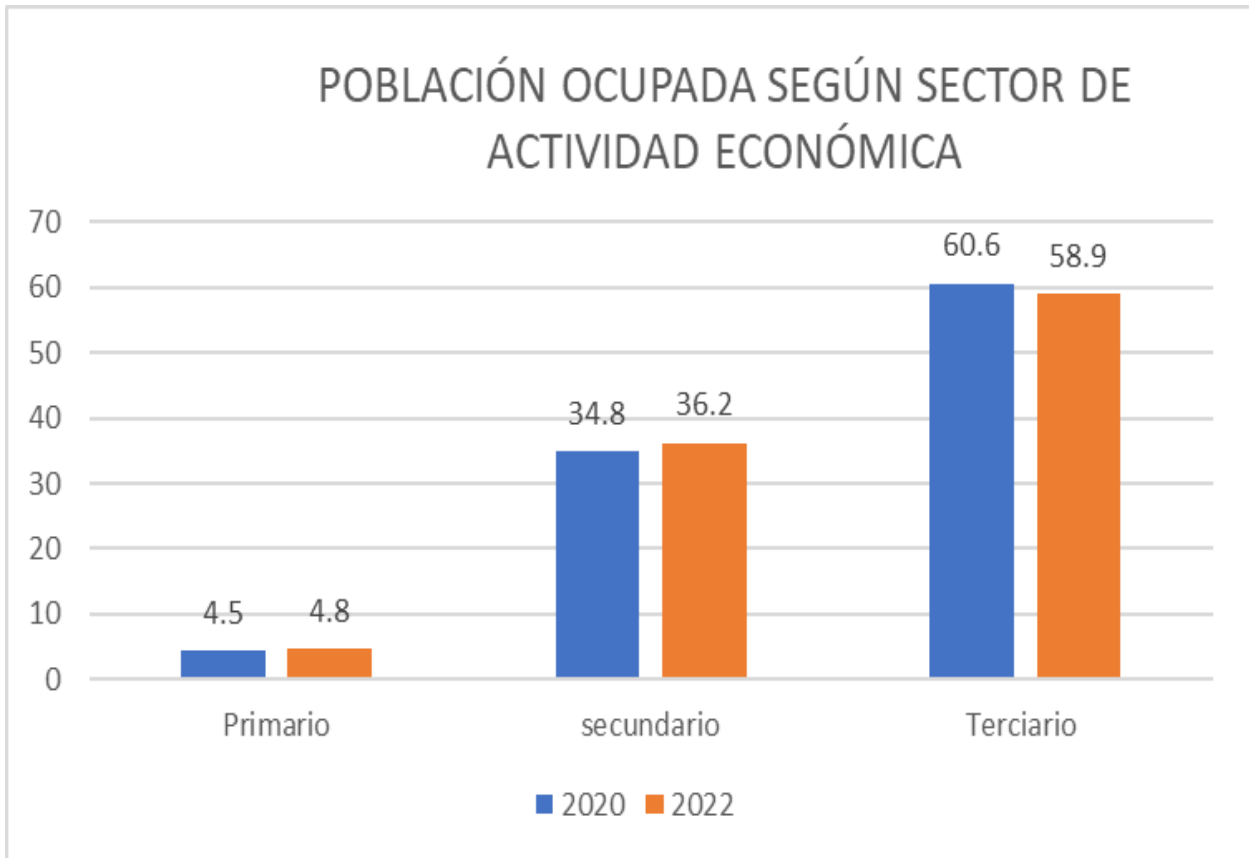


Figura 6.3. Ocupación por sectores industriales en Querétaro del 2020 y 2021.

En base a la figura 6.3 se puede concluir que en el estado se encuentra personal calificado ya que tiene experiencia en la industria de manufacturera.

6.1. Resultados del estudio socioeconómico

En la población económicamente activa de la región se encontró que el 36.2% trabajan en la industria manufacturera, minería, electricidad y construcción, asegurando contar con personal clasificado para el momento de la reclutación de personal.

En comparación de los resultados obtenidos en los censos económicos del INEGI, incrementó el grado de ocupación en el sector secundario, como resultante del crecimiento industrial del estado de Querétaro.

En el organigrama proyectado se requerían 80 empleados, de los cuales acorde a la Cámara Nacional de la Industria del Aluminio por cada empleo directo se generaron 5 empleos indirectos, continuando con esta relación, se estimaron 400 empleos indirectos, aportando a la economía de la zona y a la sociedad con más fuentes de trabajo.

Capítulo VII Conclusiones

7.1 Conclusiones

Con base en los estudios de análisis y evaluación para comprobar la viabilidad del proyecto de perfiles de aluminio a partir de chatarra concluye lo siguiente:

- Se encontró que la demanda de perfiles de aluminio en el Estado de Querétaro acorde a las empresas y negocios registrados en el DENU, existían 415 empresas dedicadas a la fabricación de cancelería, 367 en el giro de la construcción y 15 distribuidores de metales en diferentes presentaciones, aunado a que la ubicación de la empresa está localizada en la región conocida como "Megalópolis de la zona Metropolitana y Valle de México" abarcando los Estados de México, Ciudad de México, Puebla Querétaro Tlaxcala, Morelos e Hidalgo con un mercado potencial.
- En la oferta de perfiles de aluminio, existen 8 empresas (Extral, Aluminext, Alyex Aluminio, AIPESA, CUPRUM, GAO, INDALUM y VALSA) que fabrican perfiles para la industria de la construcción y otros ramos para el consumo nacional y de exportación, dichas empresas produjeron en el 2022 313,162 Ton que representó un valor de \$2,496,4720,000.00 de pesos, se obtuvo un incremento del 2.37% con respecto al año anterior.
- En el estudio técnico se analizó que los equipos y maquinaria propuestos para la fabricación de perfiles de aluminio, es viable el proceso productivo de extrusión del material con la capacidad de producir 4000 piezas por día. Se determinó que el tamaño óptimo de planta es de 3817 m² de superficie de la nave para adquirir y remodelar en el municipio de San Juan del Río.
- Para el estudio técnico metalúrgico se requiere controlar las impurezas en la aleación 6063 si se desea utilizar 100% chatarra, en especial el Fe, de lo contrario se necesitará hacer una relación de aluminio primario más chatarra. Un exceso de elementos aleantes e impurezas provocará una disminución de la capacidad de extrusión, las propiedades mecánicas y calidad superficial.

- Los estados financieros proforma mostraron que la situación del proyecto presenta una ganancia promedio de \$ \$125,352,643.64 de pesos en los 5 años proyectados, que representaron el 27.42% con respecto a las ventas anuales, considerando la inflación anual. Al obtener una Tasa de retorno de inversión de 21% se determinó que el proyecto es factible ya que fue mayor que la Tasa mínima aceptable de rendimiento del 13.32%, se demostró que el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, por lo que la inversión es económicamente viable.

- En cuanto al análisis socioeconómico se validaron los datos de los censos socioeconómicos del INEGI del 2020, se determinó que en la zona existe personal capacitado que ha laborado en el sector manufacturero tanto en la industria primaria como secundaria. El proyecto contribuye al desarrollo de la economía local generando 80 empleos directos y 400 empleos indirectos, acorde a la relación entre empleos directos e indirectos que informó la Cámara Nacional del Aluminio para la industria del aluminio, aumentando así la población económicamente activa.

Para la ingeniería minero-metalúrgica es sumamente relevante conocer y comprender los aspectos económicos de los procesos industriales ya que uno de los objetivos es obtener un beneficio de los productos elaborados, con lo cual las decisiones tienen consecuencias económicas tanto en materia prima como producción.

No se encontró literatura que mencione que se utilice chatarra como materia prima principal en México, sin embargo el proceso es posible realizarlo, se sugiere el desarrollo de más estudios de los siguientes temas:

- Clasificación y manejo de chatarra de aluminio.
- Selección de chatarra con rayos X.
- Proceso de homogeneizado para evitar segregaciones.
- Agregar un sobreprecio al perfil al ser un proceso sustentable (uso de solo el

5% de energía en comparación al aluminio primario) buscando un negocio rentable económicamente y amigable con el medio ambiente.

Capítulo VII Bibliografía

8.0 Bibliografía

Ab Rahim, S. N., Lajis, M. A., & Ariffin, S. (2016, febrero 01). Effect of extrusion speed and temperature on hot extrusion process of 6061 aluminum alloy chip. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(4).

Akhtar, S. S., Arif, A. F. M., & Yilbas, B. S. (2009). Performance of Al-6063 primary and secondary billets used in hot aluminum extrusion.

Alaekwe, I. O. (2019, Mayo). Aluminium Recycling, Energy Conservation and Environmental Concerns: A Review. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, VI(V), 317-322.

Alumed. (2017, Noviembre 8). *Hablando de Aluminio en la Construcción*. Alumed Sistemas. <https://alumedistemas.com/hablando-de-aluminio-en-la-construccion/>

Askeland, D. R., Fulay, P. P., & Wright, W. J. (2011). *The Science and Engineering of Materials*. Cengage Learning.

ASM International. (1991). *ASM Handbook* (Vol. 4). ASM.

Ávila, C. A. B., Cetina, M. S., & Lemus, J. (2010). Influencia del tratamiento térmico de envejecimiento en las propiedades mecánicas de los aluminios 6061 T6 y 6063 T5. *AVANCES: Investigación en Ingeniería*, 1(13), 20-25.

Baca Urbina, G. (1997). *Evaluación de proyectos* (4th ed.). McGraw-Hill.

Bertram, M. (2022, Enero 01). *Monday Stats Post - 2021 Annual Compiled Posts*. International Aluminium Institute. <https://international-aluminium.org/resource/aluminium-recycling-fact-sheet-2/>

Bralla, J. G. (2007). *Handbook of Manufacturing Processes: How Products, Components and Materials are Made* (1st ed.). Industrial Press.

Capuzzi, S., & Timelli, G. (2018, Abril 8). *Preparation and Melting of Scrap in Aluminum Recycling: A Review*. Department of Management and Engineering, University of Padova, Italy.

Cárcel Carrasco, F. J. (2014). *La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial*. OmniaScience.

Castells, X. E. (2000). *Reciclaje de residuos industriales: aplicación a la fabricación de*

materiales para la construcción. Díaz de Santos.

Chahare, A. S., & Inamdar, K. H. (2017, marzo 18). Optimization of Aluminium Extrusion Process using Taguchi Method. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 65. 10.9790/1684-17010016165.

Chen, W. Q., & Wang, W. (2022, Junio 1). *Global Impacts of Aluminium Flows from End-of-life Buildings in China*. Institute of Urban Environment.

Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos. (2017, March 7). *CANALUM, actor fundamental para impulsar el desarrollo productivo mexicano*. Foro Consultivo. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. <http://foroconsultivo.org.mx/FCCyT/sector-cti/canalum-actor-fundamental-para-impulsar-el-desarrollo-productivo-mexicano>.

Crowson, R. (Ed.). (2006). *Parts Fabrication: Principles and Process* (2nd ed.). Taylor & Francis.

DeGarmo, E. P., Kohser, R. A., & Black, J. T. (1994). *Materiales y procesos de fabricación: Vol. 1* (J. Vilardell, Trans.). Editorial Reverté.

Departamento de Educación del Gobierno Vasco. (2018). *Conformado volumétrico*.

Maquinaria y utillaje empleado en extrusión. DUPCE04.- Conformado volumétrico. https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DUPCE/DUPCE04/es_DFM_DUPCE04_Contenidos/website_34_maquinaria_y_utillaje_empleado_en_extrusion.html.

de Querétaro, G. D. E. (2016). Plan estatal de desarrollo Querétaro 2016-2021.

Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. DENUE. (n.d.). Inegi. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

Equipo Vértice. (2008). *Análisis de mercados*. Publicaciones Vértice SL.

Estructura de información (SIE). (n.d.). Estructura de información (SIE, Banco de México).

<https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=2&accion=consultarCuadro&idCuadro=CR209&locale=es>.

Extrusora Aluminio-Extrusora Aluminio Manufacturers, Suppliers and Exporters on Alibaba.com Aluminum Profiles. (s/f). Alibaba.com. https://www.alibaba.com/products/EXTRUSORA_ALUMINIO.html

Figuroa M, J. L. (2009, enero 15). *Selección y Aplicación de Fundentes en la fusión*

de Aluminio para piezas de Fundición. Fundytec. http://fundytec.com.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=6&Itemid=6

Fuente García, D. d. I., & Fernández Quesada, I. (2005). *Distribución en planta*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Oviedo.

Gaustad, G., Olivetti, E., & Kirchain, R. (2012). Improving aluminum recycling: A survey of sorting and impurity removal technologies. *Resources, Conservation and Recycling*, 58, 79-87.

Groover, M. P. (2007). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems* (3rd ed.). John Wiley & Sons, Inc.

Harp, M. (2021). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2020 Edición 2021*. Servicio Geológico Mexicano. https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2020_Edicion_2021.pdf.

Hatayama, H., Achiró Daigo, I., Matungo, Y., & Adachi, Y. (2009, enero 28). Assessment of the Recycling Potential of Aluminum in Japan, the United States, Europe and China. *Materials Transactions*, 50(3), 650-656.

Hufnagel, W. (Ed.). (2009). *Manual del aluminio* (P. Coca, Trans.). Reverté.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1998). Banco de indicadores. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0&ind=646372>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (n.d.). *Pedidos manufactureros*. Inegi. <https://www.inegi.org.mx/temas/pedidosman/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022, octubre 01). *Querétaro: Economía, empleo, equidad, calidad de vida, educación, salud y seguridad pública*. Data México. <https://datamexico.org/es/profile/geo/queretaro-qt>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022, noviembre 01). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo Nueva Edición*. ENOEN Tercer trimestre de 2022. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enoe/15ymas/doc/resultados_ciudad_es_enoe_2022_trim3.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022, agosto). *Tablero de indicadores económicos*. Inegi. <https://www.inegi.org.mx/app/tablero/default.html>

International Aluminium Institute. (2009). *Global Aluminium Recycling: A Cornerstone of Sustainable Development*.

Ishikawa, K. (1986). *!Qué es el control total de calidad? la modalidad japonesa*. Norma.

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2002). *Manufactura, ingeniería y tecnología* (4th ed.). Pearson Educación.

Kaufman, J. G., & Rooy, E. L. (2004). *Aluminum Alloy Castings: Properties, Processes, and Applications*. ASM International.

Liesa Mestres, F., Iribarren Laco, J. I., & Bilurbina Alter, L. (2003). *Corrosión y protección*. Edicions de la UPC, S.L.

Lumley, R. (Ed.). (2010). *Fundamentals of Aluminium Metallurgy: Production, Processing and Applications*. Elsevier Science.

Minoda, T., & Yoshida, H. (2002). *Effect of grain boundary characteristics on intergranular corrosion resistance of 6061 aluminum alloy extrusion*. https://www.researchgate.net/profile/TadashiMinoda/publication/225428875_Effect_of_grain_boundary_characteristics_on_intergranular_corrosion_resistance_of_6061_aluminum_alloy_extrusion/links/5790205308ae4e917cff3c1f/Effect-of-grain-boundary-characteristic

Mokate, K. M. (2004). *Evaluación financiera de proyectos de inversión* (4th ed.). Universidad de los Andes.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

Norgate, T. (2013, 05). *Metal recycling: The need for a life cycle approach*. CSIRO Research Publications Repository.

Olmedo, B. H. N., & Moscoso, H. A. N. (2018). Comparación y Efecto del Homogeneizado en Billets de Aluminio AA 6063. *KnE Engineering*, 322-331.

Rethwisch, D. G., & Callister, W. D. (2020). *Ciencia e Ingeniería de Materiales* (N. Salán Ballesteros, Trans.; 2nd ed.). Editorial Reverte.

Rodríguez, H. (2022, August 24). *Propiedades del aluminio (Al)*. National Geographic. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-aluminio-al_18221

Salán Ballesteros, M. N. (2009). *Tecnología de proceso y transformación de materiales*. UPC, S.L., Edicions.

Schramm, M. (2019, September 4). » *Perfiles de aluminio • Su gran variedad de uso | Blog de Aluminio*. Aluminio Industrial. <https://aluminioindustrial.mx/blog/que-puede-hacerse-con-los-perfiles-de-aluminio/>

Secretaría de Economía. (2021). *Barras y Perfiles, de Aluminio: Intercambio comercial*,

compras y ventas internacionales, mercado y especialización. Data México. <https://datamexico.org/es/profile/product/bars-and-rods-of-aluminum>.

Secretaría de Economía. (2021, enero 1). *Desperdicios y Desechos, de Aluminio: Intercambio comercial, compras y ventas internacionales, mercado y especialización*. Data México. <https://datamexico.org/es/profile/product/waste-and-scrap-aluminum>.

Secretaría Del Medio Ambiente Y Recursos Naturales. (2020, mayo 15). *Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos*. DBGIR-15-mayo-2020. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>

Sheppard, T. (1999). Homogenization and extrusion conditions for specific alloys. In: *Extrusion of Aluminium Alloys*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3001-2_5.

SIE - Inflación. (n.d.). Banco de México. <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=inf&idioma=sp>.

Smith, W. F., & Hashemi, J. (2006). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales* (G. Nagore Cázares, Trans.). McGraw-Hill Interamericana.

Tasa de inflación en México hasta 2027. (2022, octubre 14). Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/608330/tasa-de-inflacion-mexico/>

Vaca-Ortega, W. H., Paredes-Salinas, J. G., Morales-Fiallos, F. R., & Núñez-Núñez, D. F. (2017). Análisis cuantitativo de los elementos aleantes principales precipitados en billets de aluminio de aleación 6063 en equipo de fundición de colada continua horizontal para el proceso de extrusión. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, (17), 42-50.

Capítulo IX Anexos

Anexo 1. Rango de composición química de las series aleaciones de aluminio deformables

Serie	Aleante principal	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Zr	Otros
1XXX	Al > 99%	0.006 - 0.70	0.006 - 0.60	0.006 - 0.35	0.002 - 0.05	0.006 - 0.25	0.01 - 0.03	---	0.006 - 0.05	0.002 - 0.06	---	
2XXX	Cu	0.10 - 1.30	0.12 - 1.30	0.80 - 6.80	0.05 - 1.30	0.02 - 0.80	0.05 - 0.20	0.05 - 2.30	0.10 - 0.80	0.02 - 0.30	0.05 - 0.50	
3XXX	Mn	0.30 - 1.80	0.10 - 1.0	0.05 - 0.50	0.05 - 1.80	0.05 - 1.30	0.05 - 0.40	0.05 (Max)	0.05 - 1.0	0.05 - 0.10	0.10 - 0.50	
4XXX	Si	0.80 - 13.50	0.20 - 1.0	0.05 - 1.50	0.03 - 1.50	0.05 - 2.0	0.05 - 0.25	0.15 - 1.30	0.05 - 0.25	0.04 - 0.30	---	
5XXX	Mg	0.08 - 0.70	0.10 - 0.70	0.03 - 0.35	0.03 - 1.40	0.20 - 5.60	0.05 - 0.35	0.03 - 0.05	0.05 - 2.80	0.05 - 0.20	---	
6XXX	Mg+Si	0.20 - 1.80	0.08 - 1.0	0.10 - 1.20	0.03 - 1.0	0.05 - 1.50	0.03 - 0.035	0.20 (Max)	0.05 - 2.40	0.08 - 0.20	0.05 - 0.20	
7XXX	Zn	0.10 - 0.50	0.10 - 0.70	0.05 - 2.60	0.02 - 1.50	0.10 - 3.70	0.04 - 0.35	0.10 (Max)	0.80 - 8.70	0.03 - 0.15	0.05 - 1.18	
8XXX	Otros	0.10 - 1.0	0.10 - 2.0	0.03 - 2.20	0.02 - 1.0	0.02 - 1.40	0.01 - 0.20	0.20 - 1.30	0.03 - 1.80	0.08 - 0.20	0.04 - 0.16	Li, B, Sn, Ga

Anexo 2. Rango de composición química de las series aleaciones de aluminio forjadas

Serie	Aleante principal	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Tratamiento
1XX.X	Al>99%	0.10 - 0.15	0.25 - 0.80	0.05 - 0.10	---	---	---	---	0.05 (Max)	0.15 - 0.35	Sin tratamiento
2XX.X	Cu	0.05 - 3.50	0.04 - 1.50	3.50 - 10.70	0.05 - 0.70	0.03 - 2.30	0.15 - 0.40	0.03 - 2.30	0.05 - 2.50	0.06 - 0.35	Endurecido por envejecimiento
3XX.X	Si + Cu Si + Mg	4.50 - 23.0	0.06 - 1.50	0.03 - 5.0	0.03 - 0.80	0.03 - 0.15	0.05 - 0.35	0.10 - 3.0	0.03 - 4.50	0.04 - 0.25	Algunas son endurecidas por envejecimiento
4XX.X	Si	3.30 - 13.0	0.12 - 1.30	0.05 - 1.0	0.05 - 0.50	0.05 - 1.0	0.25 (Max)	0.05 - 0.50	0.05 - 0.50	0.20 - 0.25	Sin tratamiento
5XX.X	Mg	0.10 - 2.20	0.10 - 1.30	0.05 - 0.30	0.05 - 0.60	1.40 - 10.60	0.25 (Max)	0.05 - 0.40	0.05 - 0.20	0.10 - 0.25	Sin tratamiento
7XX.X	Zn	0.10 - 0.30	0.10 - 1.40	0.10 - 1.0	0.05 - 0.60	0.20 - 2.40	0.06 - 0.60	0.15	2.0 - 7.80	0.10 - 0.25	Endurecido por envejecimiento
8XX.X	Sn	0.40 - 6.50	0.50 - 0.70	0.70 - 4.0	0.10 - 0.50	0.10 - 0.90	---	0.30 - 1.50	5.50 - 7.0	0.20	Endurecido por envejecimiento

Anexo 3. Composición química de algunas aleaciones de aluminio deformables

Aleación	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Otros		Al
										C/U	Total	
1050	0.25 Max	0.40 Max	0.05 Max	0.05 Max	0.05 Max	---	---	0.05 Max	0.03 Max	0.03 Max	---	99.50 Min
1100	0.95 (Si + Fe)		0.05 - 0.20	0.05 Max	---	---	---	0.10 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	99.00 Min
1200	1.0 (Si + Fe)		0.05 - 0.30	0.06 (Max)	---	---	---	0.10 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	99.00 Min
1145	0.55 (Si + Fe)		0.05 Max	0.05 Max	0.05 Max	---	---	0.05 Max	0.03 Max	0.03 Max	---	99.45 Min
1350	0.10 Max	0.40 Max	0.05 Max	0.01 Max	---	0.01 Max	---	0.05 Max	---	0.03 Max	0.10 Max	99.50 Min
2014	0.80 (Max)	---	4.4 (Max)	0.80 (Max)	0.40 (Max)	---	---	---	0.05 Max	0.05 Max	0.15 Max	Resto
2017	0.80 Max	---	4.0 Max	0.50 Max	0.50 Max	0.10 Max	---	---	0.05 Max	0.05 Max	0.15 Max	Resto
3003	0.06 Max	0.70 Max	0.05 - 0.20	1.0 - 1.50	---	---	---	0.10 Max	0.03 Max	0.05 Max	0.15 Max	Resto
3105	0.60 Max	0.70 Max	0.30 Max	0.30 - 0.80	0.20 - 0.80	0.20 Max	---	0.40 Max	0.10 Max	0.05 Max	0.15 Max	Resto
4032	11.0 - 13.5	1.0 Max	0.50 - 1.30	---	0.80 - 1.30	0.10 Max	0.50 - 1.30	0.25 Max				
5005	0.40 Max	---	---	---	0.80 Max	---	---	---	0.05 Max	0.05 Max	0.15 Max	Resto
5050	0.40 Max	---	---	---	1.20 Max	---	---	---	0.05 Max	0.05 Max	0.15 Max	Resto
5182	0.20 Max	0.35 Max	0.15 Max	0.20 - 0.50	4.0 - 5.0	0.10 Max	---	0.25 Max	0.10 Max	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6061	0.40 - 0.80	0.70 Max	0.15 - 0.40	0.10 Max	0.45 - 0.90	0.10 Max	---	0.25 Max	0.20 Max	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6063	0.20 - 0.60	0.35 Max	0.10 Max	0.10 Max	0.45 - 0.90	0.10 Max	---	0.25 Max	0.10 Max	0.05 Max	0.15 Max	Resto
7072	0.70 (Si+ Fe)		0.10 Max	0.10 Max	0.10 Max	---	---	0.80 - 1.30	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
8011	0.50 - 0.90	0.60 - 1.0	0.10 Max	0.20 Max	0.05 Max	0.05 Max	---	0.10 Max	0.08 Max	0.05 Max	0.15 Max	Resto

Anexo 4. Composición química de algunas aleaciones de aluminio fundidas

Aleación	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Otros		Al
										C/U	Total	
238	3.50 - 4.50	1.50 (Max)	9.0 - 11.0	0.60 (Max)	0.15 - 0.35	---	1.0 (Max)	1.50 (Max)	0.25 (Max)	0.05 (Max)	0.15 (Max)	Resto
295	0.70 - 1.50	1.00 (Max)	4.0 - 5.0	0.35 (Max)	0.03 (Max)	---	---	0.35 (Max)	0.25 (Max)	0.05 (Max)	0.15 (Max)	Resto
319	5.50 - 6.50	1.00 (Max)	3.0 - 4.0	0.50 (Max)	0.10 (Max)	---	0.35 (Max)	1.0 (Max)	0.25 (Max)	0.05 (Max)	0.15 (Max)	Resto
332	8.50 - 10.50	1.20 (Max)	2.0 - 4.0	0.50 (Max)	0.50 - 1.50	---	0.50 (Max)	1.0 (Max)	0.25 (Max)	0.05 (Max)	0.15 (Max)	Resto
336	11.0 - 13.0	1.20 (Max)	0.50 - 1.50	0.35 (Max)	0.70 - 1.30	---	2.0 - 3.0	0.35 (Max)	0.25 (Max)	0.05 (Max)	0.15 (Max)	Resto
356	6.50 - 7.50	0.60 (Max)	0.25 (Max)	0.35 (Max)	0.20 - 0.45	---	---	0.35 (Max)	0.25 (Max)	0.05 (Max)	0.15 (Max)	Resto
360	9.0 - 10.0	1.30 (Max)	0.60 (Max)	0.35 (Max)	0.40 - 0.60	---	0.50 (Max)	0.50 (Max)	---	0.05 (Max)	0.15 (Max)	Resto
280	7.50 - 9.50	2.00 (Max)	3.0 - 4.0	0.50 (Max)	0.10 (Max)	---	0.50 (Max)	3.0 (Max)	---	0.05 (Max)	0.15 (Max)	Resto
390	16.0 - 18.0	0.50 (Max)	4.0 - 5.0	0.10 (Max)	0.45 - 0.65	---	0.10 (Max)	---	0.20 (Max)	0.05 (Max)	0.15 (Max)	Resto
413	11.0 - 13.0	2.00 (Max)	1.0 (Max)	0.35 (Max)	0.10 (Max)	---	0.50 (Max)	0.50 (Max)	---	0.05 (Max)	0.15 (Max)	Resto
443	4.50 - 6.00	0.80 (Max)	0.60 (Max)	0.50 (Max)	0.05 (Max)	0.25 (Max)	---	0.50 (Max)	0.25 (Max)	0.05 (Max)	0.15 (Max)	Resto

Anexo 5. Propiedades mecánicas de algunas aleaciones de aluminio

Aleación	Propiedades		
	Límite elástico (PSI)	Resistencia máxima (PSI)	Elongación (%)
1100-O	5000	13000	40
1100-H18	22000	24000	2
3004-O	10000	26000	25
3004-H18	36000	41000	9
4043-O	10000	21000	22
4043-H18	39000	41000	1
5182-O	19000	42000	25
5182-H19	57000	61000	4
2024-T4	47000	68000	20
2090-T6	75000	80000	6
4032-T6	46000	55000	9
6061-T6	40000	45000	15
7075-T6	73000	83000	11
201-T6	63000	70000	7
319-F	18000	27000	2
356-T6	24000	33000	3
380-F	23000	46000	3
390-F	35000	41000	1
443-F	8000	19000	8
	9000	23000	10
	16000	33000	9

Anexo 6. Composición química de algunas aleaciones de la serie 6XXX

Aleación	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zr	Zn	Ti	B	Otros		Al
											C/U	Total	
6005	0.60 - 0.90	0.35 Max	0.10 Max	0.10 Max	0.40 - 0.60	0.10 Max	---	0.10	0.10 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6009	0.60 - 1.0	0.50 Max	0.15 - 0.60	0.20 - 0.80	0.40 - 0.80	0.10 Max	---	0.25 Max	0.10 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6010	0.80 - 1.20	0.50 Max	0.15 - 0.60	0.20 - 0.80	0.60 - 1.0	0.10 Max	---	0.25 Max	0.10 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6061	0.40 - 0.80	0.70 Max	0.15 - 0.40	0.10 Max	0.45 - 0.90	0.10 Max	---	0.25 Max	0.20 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6063	0.20 - 0.60	0.35 Max	0.10 Max	0.10 Max	0.45 - 0.90	0.10 Max	---	0.25 Max	0.10 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6066	0.90 - 1.80	0.50 Max	0.70 - 1.20	0.60 - 1.10	0.80 - 1.40	0.40 Max	---	0.25 Max	0.20 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6070	1.0 - 1.70	0.50 Max	0.15 - 0.40	0.40 - 1.0	0.50 - 1.20	0.10 Max	---	0.25 Max	0.15 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6101	0.30 - 0.70	0.50 Max	0.10 Max	0.03 Max	0.35 - 0.80	0.03 Max	---	0.10 Max	---	0.06 Max	0.03 Max	0.10 Max	Resto
6151	0.60 - 1.20	1.0 Max	0.35 Max	0.20 Max	0.45 - 0.80	0.15 - 0.35	---	0.25 Max	0.15 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6201	0.50 - 0.95	0.50 Max	0.10 Max	0.03 Max	0.60 - 0.90	0.03 Max	---	0.10 Max	---	0.06 Max	0.03 Max	0.10 Max	Resto
6205	0.60 - 0.90	0.70 Max	0.20 Max	0.05 - 0.15	0.40 - 0.60	0.05 - 0.15	0.05 - 0.15	0.25 Max	0.15 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6262*	0.40 - 0.80	0.70 Max	0.15 - 0.40	0.15 Max	0.80 - 1.20	0.04 - 0.14	--	0.25 Max	0.15 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6351	0.70 - 1.30	0.50 Max	0.10 Max	0.40 - 0.80	0.40 - 0.80	---	---	0.20 Max	0.20 Max	---	0.05 Max	0.15 Max	Resto
6463	0.20 - 0.60	0.15 Max	0.20 Max	0.05 Max	0.45 - 0.90	---	---	0.05	--	--	0.05 Max	0.15 Max	Resto

* Contenido de Bi= 0.40 – 0.70% y Pb= 0.40 – 0.70%

Anexo 7. Propiedades mecánicas de algunas aleaciones de la serie 6XXX

Aleación	Propiedades				Aplicación
	Temple	Límite elástico (MPa)	Resistencia máxima (MPa)	Elongación (%)	
6005	T-5	241	262	8 - 10	Tubos y perfiles extruidos para aplicaciones comerciales en donde requieran una resistencia superior a la 6063, escaleras y antenas.
6009	T-4	131	234	24	Hojas para carrocería de automóviles
6010	T-4	172	290	24	Hojas para carrocería de automóviles
6061	T-4	145	241	22	Camiones, torres, canoas, vagones de ferrocarril, muebles, tuberías y otras aplicaciones estructurales donde se necesite resistencia, soldabilidad y resistencia a la corrosión.
	T-6	276	310	12	
6063	T-4	90	172	22	Tuberías, barandillas, extrusiones arquitectónicas, pisos para camiones y remolques, puertas, ventanas y tuberías de riego.
	T-6	214	241	12	
6066	T-4	207	360	18	Piezas forjadas y extruidas para estructuras soldadas.
	T-6	359	395	12	
6070	T-4	172	317	20	Estructuras soldadas de servicio pesado, tuberías, componentes estructurales extruidos para automóviles.
	T-6	352	379	10	
6101	T-6	193	221	19	Barras de alta resistencia, conductores eléctricos y disipadores de calor.
6151	T-6	255	303	37	Troqueles forjados y anillos laminados para cárteres. Aplicaciones donde requieran una buena forjabilidad, resistencia y resistencia a la corrosión.
6201	T-8	310	331	6	Barras y alambres de alta resistencia para conductores eléctricos.
6205	T-5	290	310	11	Placa, placa realzada y piezas donde se requiera una alta resistencia al impacto
6262	T-9	379	400	10	Productos para torno de mayor resistencia donde requieran alta resistencia a la corrosión
6351	T-4	152	248	20	Estructuras de automóviles y material ferroviario, tubería para transportar agua, aceite o gasolina.
	T-6	283	310	14	
6463	T-6	214	241	12	Piezas automotrices anodizadas brillantes, electrodomésticos y arquitectónico

Anexo 8. Producción anual aluminio en México y su valor económico

Producción Aluminio						
Año	Lingote	Perfiles	Lámina	Incremento		
	(Ton)			Lingote	Perfiles	Lámina
2013	65,861	139,533	28,328			
2014	62,661	157,701	38,696	-4.86	13.02	36.60
2015	79,194	180,121	37,459	26.38	14.22	-3.20
2016	91,306	198,401	34,714	15.29	10.15	-7.33
2017	115,897	202,420	36,589	26.93	2.03	5.40
2018	115,897	202,420	36,589	0.00	0.00	0.00
2019	201,331	219,836	29,011	73.72	8.60	-20.71
2020	244,436	226,518	31,543	21.41	3.04	8.73
2021	202,592	305,918	39,897	-17.12	35.05	26.48
2022	189,321	313,162	39,766	-6.55	2.37	-0.33

Valor del (miles pesos)			
Año	Lingote	Perfiles	Lámina
2013	7,394,867	7,784,323	1,199,630
2014	8,371,860	8,769,595	1,818,999
2015	9,080,498	11,198,881	2,142,527
2016	9,664,241	13,091,658	1,827,303
2017	9,968,883	13,412,062	2,459,176
2018	9,968,883	13,412,062	2,459,176
2019	9,247,328	14,73,3124	1,819,104
2020	8,510,879	15,498,302	2,128,866
2021	11,822,532	22,914,302	3,418,611
2022	11,531,017	24,964,720	4,364,309

Precio del aluminio procesado (pesos/Kg)			
Año	Lingote	Perfiles	Lámina
2013	112.28	55.79	42.35
2014	133.61	55.61	47.01
2015	114.66	62.17	57.20
2016	105.84	65.99	52.64
2017	86.02	66.26	67.21
2018	86.02	66.26	67.21
2019	45.93	67.02	62.70
2020	34.82	68.42	67.49
2021	58.36	74.90	85.69
2022	60.91	79.72	109.75

Anexo 9. Ficha técnica de extrusora

NO,	Artículo	Especificación
1	Presión de trabajo	21Mpa
2	De la fuerza	
3	Atrás de la fuerza	32T
4	Fuerza de cierre	63T
5	Cizalla de la fuerza	42T
6	Velocidad de extrusora	0,3-13 mm/s
7	Rápido, la velocidad de avance	389 mm/s
8	Rápido hacia atrás velocidad	353 mm/s
9	De velocidad	272 mm/s
10	Abierto de velocidad	165 mm/s
11	Velocidad de corte.	331 mm/s
12	Velocidad de corte.	544 mm/s
13	Tamaño del contenedor	Diámetro: $\Phi 125\text{-}\Phi 155\text{mm}$ L:600mm
14	Billet tamaño	Diámetro: $\Phi 120\text{-}\Phi 150\text{mm}$ L:500mm
15	Potencia Total de motores	55KW * 2 conjuntos
16	Poder de contenedor de calefacción	1.3KW * 15 = 19.5KW
17	Modo de funcionamiento	Manual o automático solo golpe
18	Cuatro cerraduras en el frente	
19	Dimensión de prensa	7,8 m * 3,9 m * 3,7 m