



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
**CIENCIAS APLICADAS
A LA INDUSTRIA**

PROYECTO FINAL

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD



Autores: CABRERA, Nicolás – CATERBETTI, Rainero – SCARZO, Emiliano

San Rafael, Mendoza, Argentina. 2018



PROYECTO FINAL

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Autores: CABRERA, Nicolás – CATERBETTI, Rainero – SCARZO, Emiliano

Carrera: Ingeniería Química con Orientación en Petroquímica

Tutores: DI SANTO, Rogelio - MAGGIONI, Ricardo

Aprobado por:

.....

Titular: Nombre y Firma

...../...../.....

Fecha

.....

Vocal: Nombre y Firma

...../...../.....

Fecha

.....

Tutor: Nombre y Firma

...../...../.....

Fecha



AGRADECIMIENTOS

De parte de los tres queremos dar las gracias a todas aquellas personas que nos brindaron su apoyo y colaboración durante nuestro paso por nuestra querida facultad.

Queremos, también, agradecer a todos aquellos que nos apoyaron durante el desarrollo de este trabajo.

Los ingenieros Rogelio Di Santo y Ricardo Maggioni, nuestros tutores, nos brindaron su apoyo incondicional y sus aportes fueron fundamentales para que este proyecto prospere.

La ingeniera Silvana Martínez y el ingeniero Luis Hanon nos brindaron su asesoría técnica y por eso estamos agradecidos. Los ingenieros Carlos Llorente y Alejandro Gentile nos asesoraron en la parte económica, y por esto también queremos agradecerles.

A nuestras familias y amigos por ser un pilar fundamental en todo este período, por su apoyo incondicional, por su preocupación, comprensión y paciencia durante todos estos años.



ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
FIRMA DE LAS AUTORIDADES DE MESA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
RESUMEN EJECUTIVO	XIV
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 El proceso corrosivo.....	2
1.2 Criterio de protección	7
1.3 Campo de aplicación de la corriente impresa	11
1.3.1 Sistemas de corriente impresa.....	12
1.4 El grafito.....	14
1.4.1 Estructura cristalina del grafito	15
1.4.2 Propiedades físicas del grafito	20
1.4.3 Propiedades térmicas del grafito	23
1.4.4 Propiedades eléctricas de grafito.....	25
1.4.5 Propiedades químicas	25
1.4.6 Características generales del grafito sintético y el carbono.....	26



CAPÍTULO 2.....	47
2 ESTUDIO DE MERCADO	48
2.1 INTRODUCCIÓN	48
2.2 MERCADO CONSUMIDOR	48
2.2.1 Demanda nacional.....	48
2.2.2 Demanda potencial	53
2.3 MERCADO PROVEEDOR	58
2.3.1 Coque de petróleo calcinado	58
2.3.2 Brea de alquitrán.....	62
2.4 MERCADO COMPETIDOR	63
2.4.1 Competidores directos	63
2.4.2 Competidores indirectos.....	66
2.4.3 FODA	72
CAPÍTULO 3.....	73
3 INGENIERÍA DE PROYECTO	74
3.1 Tamaño	74
3.1.1 Factores que definen el Tamaño:.....	74
3.1.2 Tamaño Vs Tecnología:	74
3.1.3 Tamaño Vs Disponibilidad de Materia Prima:.....	75
3.1.4 Tamaño Vs Recursos Humanos:	75
3.1.5 Tamaño Vs Medio Ambiente:.....	75
3.1.6 Tamaño Vs Localización.....	75
3.1.7 Demanda Pronosticada:.....	75
3.1.8 Resultado de Análisis:	76
3.1.9 Programa de Producción:.....	77
3.1.10 Conclusión:	77
3.2 Localización:	78
3.2.1 Análisis y caracterización de los factores para la macrolocalización:	79
3.2.2 Evaluación: método de los factores ponderados.....	81
3.2.3 Análisis y caracterización de los factores para la microlocalización	82
3.2.4 Localización definitiva	84
3.2.5 Conclusión:.....	91
3.3 Tecnología:	92
3.3.1 Descripción del Proceso:	92
3.3.2 Equipamiento	94
3.3.3 Conclusión:.....	98
CAPÍTULO 4.....	99



4	INGENIERÍA DE DETALLE	100
4.1	Introducción:	100
4.2	Organización de la Empresa:	100
4.2.1	Organigrama:.....	101
4.2.2	Puestos de Trabajo:.....	101
4.2.3	Fichas de Funciones:	102
4.2.4	Diagrama de Flujo de Procesos:	108
4.2.5	Formulación para un ánodo de grafito:	109
4.2.6	Programa de producción:.....	109
4.2.7	Programa de abastecimiento	110
4.2.8	Proceso Productivo:	110
4.2.9	Descripción del proceso:	112
4.2.10	Selección de equipos:	117
4.2.11	Diseño y cálculo del equipo de extrusión	123
4.2.12	Diseño y Distribución de Planta:.....	133
4.2.13	Disposición de la empresa:.....	136
4.2.14	Conclusión:	139
	CAPÍTULO 5	140
5	ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL	141
5.1	INTRODUCCIÓN	141
5.2	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	141
5.2.1	Actividades del proyecto en sus distintas fases	141
5.2.2	Caracterización de residuos	143
5.2.3	Prevención de la contaminación	143
5.2.4	Prácticas operativas	144
5.2.5	Lista de chequeo.	147
5.3	LEGISLACION NACIONAL, PROVINCIAL Y MUNICIPAL CONSULTADA	149
5.3.1	Ley nacional 25675: “ley general del ambiente”	149
5.3.2	Ley nacional 25612: “gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios.”	150
5.3.3	Ley nº 11.723/95: “ley integral del medio ambiente y los recursos naturales de la provincia de Buenos Aires”	150
5.3.4	Decreto Ley 8912/77, con las modificaciones del Decreto Ley N° 10128 y las Leyes N° 10653 y 10764 - Ley de Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo.....	151
5.3.5	Ordenanza 10.703 /10 – Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo para el Partido de La Plata -	151
5.4	NORMATIVA AMBIENTAL ISO 14001:2004	152
5.4.1	Modelo de sistema de gestión ambiental para esta norma internacional.....	154
5.4.2	Beneficios de la certificación ISO 14001	154
5.5	HIGIENE Y SEGURIDAD	155



5.5.1	Condiciones generales de construcción y sanitarias	155
5.5.2	Ruidos.....	156
5.5.3	Ventilación	156
5.5.4	Iluminación.....	157
5.5.5	Equipos de protección personal.....	157
5.5.6	Elementos de protección industrial	158
5.5.7	Información de seguridad a la hora de manipular la maquinaria	159
5.5.8	Advertencias.....	160
5.5.9	Señalización y equipos extintores	162
5.5.10	Sistema de alarma de evacuación	164
5.6	CONCLUSIÓN	165
CAPÍTULO 6.....		166
6	ASPECTOS JURÍDICOS	167
6.1	RAZÓN SOCIAL Y FUNCIONES	167
6.2	CONSTITUCIÓN LEGAL.....	167
6.3	CLASIFICACIÓN DE LA EMPRESA	168
6.4	MARCO LEGAL	169
6.4.1	Legislación nacional.....	169
6.4.2	Legislación provincial	170
6.5	CONCLUSIÓN	173
CAPÍTULO 7.....		174
7	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	175
7.1	INTRODUCCIÓN	175
7.2	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO: PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.....	175
7.2.1	TASA DE DESCUENTO	175
7.3	EVALUACIÓN CUANTITATIVA	177
7.3.1	ESTRUCTURA DE COSTOS.....	177
7.3.2	CRONOGRAMA DE INVERSIÓN.....	179
7.3.3	INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO	180
7.3.4	COSTOS FIJOS	183
7.3.5	COSTOS VARIABLES	188
7.3.6	COSTOS TOTALES.....	192
7.4	PUNTO DE EQUILIBRIO.....	193



7.5	BENEFICIOS DEL PROYECTO PROPUESTO	196
7.5.1	PRECIO DE VENTA.....	196
7.5.2	INGRESOS ANUALES	196
7.5.3	CONTRIBUCIÓN MARGINAL	197
7.5.4	UTILIDAD ANUAL	197
7.5.5	FLUJO DE CAJA.....	197
7.5.6	VAN	199
7.5.7	TIR	199
7.6	CONCLUSIÓN PARCIAL DEL CAPÍTULO 7.....	200
	CAPÍTULO 8.....	201
8	ANÁLISIS DE RIESGO	202
8.1	INTRODUCCIÓN	202
8.2	RIESGOS IDENTIFICADOS.....	202
8.2.1	ASPECTOS ECONÓMICOS	203
8.2.2	ASPECTOS TECNOLÓGICOS.....	205
8.2.3	SINIESTROS E IMPREVISTOS	206
8.3	MATRIZ DE RIESGOS DEL PROYECTO	207
8.4	CONCLUSIÓN PARCIAL DEL CAPÍTULO 8.....	208
	CAPÍTULO 9.....	209
9	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	210
9.1	INTRODUCCIÓN	210
9.2	CRITERIO DE SELECCIÓN DE LA VARIABLE A SENSIBILIZAR.....	211
9.2.1	SENSIBILIDAD DEL PRECIO DE VENTA.....	211
9.2.2	SENSIBILIDAD DE LA TARIFA ELECTRICA.....	214
9.3	CONCLUSIÓN PARCIAL DEL CAPÍTULO 9.....	216
	BIBLIOGRAFÍA	218
	ANEXOS.....	221



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1 – INTERACCIÓN DE IONES. _____	3
FIGURA 1-2 – ÁNODOS DE SACRIFICIO _____	6
FIGURA 1-3 – CORRIENTE IMPRESA _____	7
FIGURA 1-4 – POTENCIALES DE ACERO SUMERGIDO RESPECTO A DISTINTOS ELECTRODOS DE REFERENCIA _____	9
FIGURA 1-5 – POTENCIALES DE ELECTRODOS TÍPICOS _____	9
FIGURA 1-6 – ELECTRODOS DE COBRE Y DE CALOMELANOS _____	10
FIGURA 1-7 – MEDICIÓN DE POTENCIALES EN ESTRUCTURAS ENTERRADAS Y SUMERGIDAS _____	10
FIGURA 1-8 – ELECTRODOS Y PROBETAS PARA MEDICIÓN DE POTENCIAL _____	11
FIGURA 1-9 – ESQUEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA POR CORRIENTE IMPRESA _____	13
FIGURA 1-10 – HIBRIDACIÓN SP ² _____	14
FIGURA 1-11 – ESTRUCTURA CRISTALINA DE GRAFITO QUE MUESTRA LA SECUENCIA DE APILAMIENTO ABAB Y LA UNIDAD CELDA _____	15
FIGURA 1-12 – ESQUEMA DE CRISTAL DE GRAFITO HEXAGONAL. LA VISTA ES PERPENDICULAR AL PLANO BASAL _____	16
FIGURA 1-13 – ESQUEMA DEL CRISTAL DE GRAFITO ROMBOÉDRICO. LA VISTA ES PERPENDICULAR A PLANO BASAL _____	17
FIGURA 1-14 – ESTRUCTURA DEL GRAFITO TURBOESTRÁTICO. NOTE LOS DEFECTOS Y LAS VACANTES DE LA RED _____	18
FIGURA 1-15 – ESQUEMA DE LAS IMPERFECCIONES DE LOS CRISTALES EN GRAFITO QUE MUESTRA ESPACIOS VACÍOS EN LA RED, FALLA DE APILAMIENTO Y FALTA DE INCLINACIÓN _____	19
FIGURA 1-16 – DISLOCACIONES EN UN CRISTAL DE GRAFITO _____	20
FIGURA 1-17 – PRESIÓN DE VAPOR Y PUNTO TRIPLE DEL GRAFITO. _____	22
FIGURA 1-18 – CALOR ESPECÍFICO DEL GRAFITO VS TEMPERATURA A 1ATM _____	24
FIGURA 1-19 – ESTRUCTURA DEL BENCENO _____	27
FIGURA 1-20 – ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE ALGUNOS HIDROCARBUROS AROMÁTICOS COMPONENTES DEL COQUE _____	27
FIGURA 1-21 – PROCESO DE OBTENCIÓN DEL COQUE _____	34
FIGURA 1-22 – DIAGRAMA DE BLOQUES PROCESO DE OBTENCIÓN DE COQUE _____	34
FIGURA 1-23 – OBTENCIÓN DE COQUE _____	37
FIGURA 1-24 – MICROESTRUCTURA DE COQUE CONFORME A LA TEMPERATURA DE CALCINACIÓN _____	39
FIGURA 1-25 – EQUIPO DE CALCINACIÓN _____	40
FIGURA 1-26 – DIFERENTES ESTRUCTURAS DE COQUE _____	41
FIGURA 1-27 – RELACIÓN ENTRE POROSIDAD Y DENSIDAD DE COQUE _____	42
FIGURA 1-28 – RELACIÓN ENTRE LA DESULFURACIÓN Y RESILIENCIA DE COQUE _____	43
FIGURA 1-29 – DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE PORO EN COQUES ISOTRÓPICOS Y ANISOTRÓPICOS _____	43
FIGURA 1-30 – DISTRIBUCIÓN DE RADIO AXIAL EN COQUES ISOTRÓPICOS Y ANISOTRÓPICOS _____	44
FIGURA 1-31 – INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DEL COQUE EN LA DENSIDAD APARENTE DEL ÁNODO _____	44
FIGURA 1-32 – INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DEL COQUE EN LA PERMEABILIDAD AL AIRE DEL ÁNODO _____	45
FIGURA 1-33 – INFLUENCIA DE LA MACROESTRUCTURA EN EL CTE Y EL MÓDULO DE ELASTICIDAD E INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA ESPECÍFICA DEL COQUE EN LA RESISTENCIA ELÉCTRICA ESPECÍFICA DEL ÁNODO _____	45
FIGURA 1-34 – SEGREGACIÓN DEL COQUE DURANTE EL VACIADO DEL SILO _____	46
FIGURA 2-1 – RESISTIVIDADES EN SUELOS _____	51
FIGURA 2-2 – AGUA DISPONIBLE EN SUELO. _____	52
FIGURA 2-3 – POZOS NO CONVENCIONALES TERMINADOS 2016-2017 _____	53



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

FIGURA 2-4 - POZOS TOTALES TERMINADOS	54
FIGURA 2-5 - PRODUCCIÓN DE GAS NATURAL	55
FIGURA 2-6 - CONSUMO DE GAS NATURAL POR TIPO DE USUARIO	56
FIGURA 2-7 - CANTIDAD DE EQUIPOS EN PERFORACIÓN	57
FIGURA 2-8 - CAPACIDAD DE REFINACIÓN NACIONAL	59
FIGURA 2-9 - DERIVADOS FINALES DE LA INDUSTRIA PETROLERA	59
FIGURA 2-10 - EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN DE PRODUCTOS FINALES	60
FIGURA 2-11 - MAPA DE IMPORTADORES DE GRAFITO ARTIFICIAL	64
FIGURA 2-12 - MAPA DE EXPORTADORES DE GRAFITO ARTIFICIAL	64
FIGURA 3-1. MAPA LOCALIDAD DE ABASTO, ARGENTINA	84
FIGURA 3-2. IMAGEN SATELITAL PARQUE INDUSTRIAL ABASTO, LA PLATA	90
FIGURA 3-3. DETALLE IMAGEN SATELITAL PARQUE INDUSTRIAL ABASTO, LA PLATA	90
FIGURA 3-4. PLANO PARQUE INDUSTRIAL ABASTO	91
FIGURA 3-5 – ZARANDA ELÉCTRICA	94
FIGURA 3-6 – MEZCLADOR GRAVIMÉTRICO	95
FIGURA 3-7 - AMASADORA	95
FIGURA 3-8 – HORNO DE GRAFITIZACIÓN	96
FIGURA 3-9 – HORNO DE CALCINACIÓN	96
FIGURA 3-10 – MOLINO	97
FIGURA 3-11 - AUTOCLAVE	97
FIGURA 4-1. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.	101
FIGURA 4-2. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.	108
FIGURA 4-3. DIAGRAMA DE BLOQUES PROCESO PRODUCTIVO.	111
FIGURA 4-4. EXTRUSORA TÍPICA UTILIZADA EN LA ELABORACIÓN DE ÁNODOS.	114
FIGURA 4-5. FUNCIONAMIENTO DE UNA ZARANDA.	118
FIGURA 4-6. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN HORNO DE INDUCCIÓN.	121
FIGURA 4-7. ESQUEMA DE EXTRUSORA DE TORNILLO	123
FIGURA 4-8. ESQUEMA DE EXTRUSORA DE TORNILLO	124
FIGURA 4-9. ESQUEMA DE EXTRUSORA DE TORNILLO	124
FIGURA 4-10. DETALLE DE LA GEOMETRÍA DEL TORNILLO EXTRUSOR.	125
FIGURA 4-11. PLANO SECCIÓN ALMACENAMIENTO.	135
FIGURA 4-12. PLANO GENERAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁNODOS.	136
FIGURA 4-13. PLANO SECCIÓN ADMINISTRATIVA.	137
FIGURA 4-14. PLANO GENERAL DE LA PLANTA.	138
FIGURA 5-1. CUADRO RESUMEN ZONAS NORMALES	151
FIGURA 5-2. CUADRO RESUMEN ZONAS ESPECIALES.	152
FIGURA 5-3. REPRESENTACIÓN DE LA MEJORA CONTINUA.	154
FIGURA 5-4. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN AUDITIVA.	156
FIGURA 5-5 – ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	158
FIGURA 5-6 – SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA	161
FIGURA 5-7. CLASES DE FUEGO Y TIPOS DE EXTINTORES.	163



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1-1 – SERIE ELECTROQUÍMICA DE METALES	4
TABLA 1-2 PROPIEDADES FÍSICAS DEL GRAFITO	21
TABLA 1-3 - PROPIEDADES TÉRMICAS DEL GRAFITO	23
TABLA 1-4 – PROPIEDADES DE LA BREA	31
TABLA 1-5 – ESPECIFICACIONES DEL COQUE	36
TABLA 2-1. CONSUMOS DE EMPRESAS DE SERVICIO DE PROTECCIÓN CATÓDICA.....	49
TABLA 2-2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE EMPRESAS DE SERVICIO DE PROTECCIÓN CATÓDICA.....	49
TABLA 2-3. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN RESISTIVIDAD	51
TABLA 2-4. PRODUCCIÓN DE GAS NATURAL POR TIPO DE RECURSO (MMM ³).....	55
TABLA 2-5. PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO POR TIPO DE RECURSO	56
TABLA 2-6. EMPRESAS PROVEEDORAS DE COQUE CALCINADO	58
TABLA 2-7. ESPECIFICACIONES REQUERIDAS DE COQUE DE PETRÓLEO	61
TABLA 2-8. ESPECIFICACIONES REQUERIDAS DE BREA DE ALQUITRÁN	63
TABLA 2-9. EXPORTADORES DE GRAFITO ARTIFICIAL	65
TABLA 2-10. IMPORTADORES DE GRAFITO ARTIFICIAL	65
TABLA 2-11 COMPOSICIÓN ELECTRODO DE MG	67
TABLA 2-12. PROPIEDADES ELECTROMECÁNICAS DE ELECTRODOS DE MG.....	67
TABLA 2-13. COMPOSICIÓN ÁNODOS DE ZN.....	68
TABLA 2-14. PROPIEDADES ELECTROMECÁNICAS ELECTRODOS DE ZN.	68
TABLA 2-15. COMPOSICIÓN ELECTRODOS DE AL.	68
TABLA 2-16. PROPIEDADES ELECTROMECÁNICAS ELECTRODOS DE AL.....	69
TABLA 2-17. PROPIEDADES FÍSICAS DE ELECTRODOS DE GRAFITO.....	69
TABLA 2-18. PROPIEDADES ELECTROMECÁNICAS DE ELECTRODOS DE GRAFITO	70
TABLA 2-19. COMPOSICIÓN ELECTRODOS DE HIERRO SILICIO.....	70
TABLA 2-20. PROPIEDADES ELECTROMECÁNICAS ELECTRODOS DE HIERRO SILICIO.....	71
TABLA 2-21. PROPIEDADES ELECTROMECÁNICAS DE ELECTRODOS DE TITANIO MMO.....	71
TABLA 3-1 PROGRAMA DE PRODUCCIÓN.....	77
TABLA 3-2. EMPRESAS DEDICADAS A LA COMERCIALIZACIÓN DE ELECTRODOS DE GRAFITO.	78
TABLA 3-3. TABLA DE FACTORES PONDERADOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA MACROLOCALIZACIÓN.....	81
TABLA 3-4. TABLA DE FACTORES PONDERADOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA MICROLOCALIZACIÓN.....	83
TABLA 3-5. TABLA COMPARATIVA DE LOS TIPOS DE ALMACENAMIENTO DE COQUE.	93
TABLA 4-1. DETALLE PUESTOS DE TRABAJO.	102
TABLA 4-2. FICHA DE FUNCIÓN DE LA GERENCIA GENERAL.	102
TABLA 4-3. FICHA DE FUNCIÓN DEL JEFE DE PRODUCCIÓN	103
TABLA 4-4. FICHA DE FUNCIÓN DEL OPERARIO DE LÍNEA.....	103
TABLA 4-5. FICHA DE FUNCIÓN DE OPERARIO DE COCCIÓN.....	104
TABLA 4-6. FICHA DE FUNCIÓN DE JEFE DE CALIDAD.	104
TABLA 4-7. FICHA DE FUNCIÓN DE AUXILIAR DE LABORATORIO	105
TABLA 4-8. FICHA DE FUNCIÓN DE JEFE DE MANTENIMIENTO.	105
TABLA 4-9. FICHA DE FUNCIÓN DE AUXILIAR DE MANTENIMIENTO.....	106
TABLA 4-10. FICHA DE FUNCIÓN DE JEFE DE ALMACÉN.	106
TABLA 4-11. FICHA DE FUNCIÓN DE AUXILIAR DE ALMACÉN.	107
TABLA 4-12. FICHA DE FUNCIÓN JEFE DE ADMINISTRACIÓN.....	107



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

TABLA 4-13. FÓRMULA PARA UN ÁNODO	109
TABLA 4-14. FÓRMULA PARA UNA TANDA DE COCCIÓN.	109
TABLA 4-15. PROGRAMA DE VENTAS.	109
TABLA 4-16. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN.....	110
TABLA 4-17. PROGRAMA DE ABASTECIMIENTO.	110
TABLA 4-18. TAMAÑOS DE PARTÍCULAS DEL GRAFITO.....	112
TABLA 4-19. CATÁLOGO DE CALENTADORES DE ACEITE XUANYUAN.	119
TABLA 4-20. TABLA DE RENDIMIENTOS Y SELECCIÓN DE BOMBAS DE ENGRANAJES.....	120
TABLA 4-21. DIMENSIONES DE LA EXTRUSORA	128
TABLA 4-22 – VARIABLES DE DISEÑO	131
TABLA 5-1. LISTA DE CHEQUEO, CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	147
TABLA 5-2. LISTA DE CHEQUEO, AMBIENTE AFECTADO.	148
TABLA 5-3LISTA DE CRITERIOS PARA EVALUAR IMPACTOS.	148
TABLA 5-4 – CAUDAL DE AIRE NECESARIO CONFORME AL VOLUMEN DEL LOCAL	157
TABLA 6-1 CLASIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS SEGÚN VENTAS ANUALES.	168
TABLA 7-1. LISTA DE TANGIBLES E INTANGIBLES NECESARIOS PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LA INDUSTRIA	179
TABLA 7-2. CRONOGRAMA DE INVERSIÓN.	180
TABLA 7-3. TABLA DE INVERSIONES PARA DETERMINAR EL CAPITAL DE TRABAJO.....	182
TABLA 7-4. TABLA DE AMORTIZACIONES Y DEPRECIACIONES.....	185
TABLA 7-5. TABLA DE COSTOS POR PERSONAL PERMANENTE.....	186
TABLA 7-6. DETALLE GASTOS VARIOS.	187
TABLA 7-7. DETALLE COSTOS FIJOS.	188
TABLA 7-8. TABLA CON COSTOS POR MATERIA PRIMA.....	189
TABLA 7-9. TABLA DE COSTOS POR MANO DE OBRA DIRECTA.....	190
TABLA 7-10. TABLA DE COSTOS POR CARGOS VARIABLES DE LA TARIFA ELÉCTRICA.	191
TABLA 7-11. CARGOS VARIABLES TOTALES PARA EL PERIODO 1 Y EL 2 DE PRODUCCIÓN.	191
TABLA 7-12. DETALLE COSTOS VARIABLES.....	191
TABLA 7-13. DETALLE COSTOS TOTALES.....	192
TABLA 7-14 - TABLA PARA DETERMINAR EL PUNTO DE EQUILIBRIO	195
TABLA 7-15. DETALLE INGRESOS ANUALES.	196
TABLA 7-16. TABLA DE CONTRIBUCIÓN MARGINAL.	197
TABLA 7-17. DETALLE UTILIDAD ANUAL.	197
TABLA 7-18. DETALLE FLUJO DE CAJA.	198
TABLA 8-1 - MATRIZ DE RIESGO	208
TABLA 9-1 – VARIACIÓN DE VAN Y TIR CON RESPECTO AL PRECIO DE VENTA	212
TABLA 9-2 - VARIACIÓN DE VAN Y TIR CON RESPECTO A LA DEMANDA.....	214
TABLA 9-3 - VARIACIÓN DE VAN Y TIR CON RESPECTO A LA TARIFA ELÉCTRICA.....	215



ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 7-1 – COSTOS FIJOS.....	188
GRÁFICO 7-2 - COSTOS VARIABLES	192
GRÁFICO 7-3 - COSTOS TOTALES NO EROGABLES.	192
GRÁFICO 7-4 - GRÁFICO COSTOS TOTALES EROGABLES.....	193
GRÁFICO 7-5 - PUNTO DE EQUILIBRIO	195
GRÁFICO 7-6 - VARIACIÓN DEL VAN CON RESPECTO A LA TIR.....	200
GRÁFICO 9-1 - VARIACIÓN DEL VAN POR DISMINUCIÓN DEL PRECIO DE VENTA.	213
GRÁFICO 9-2 - VARIACIÓN DEL VAN CON RESPECTO A LA DEMANDA.	214
GRÁFICO 9-3 - VARIACIÓN DEL VAN CON RESPECTO A LA TARIFA ELÉCTRICA.	216



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

RESUMEN EJECUTIVO



Resumen ejecutivo

El presente trabajo contiene el análisis y la evaluación técnica y económica de la fabricación de *Ánodos de grafito para protección catódica por corriente impresa* a nivel industrial. El estudio realizado alcanza el nivel de prefactibilidad.

Uno de los mayores problemas que tienen las estructuras metálicas es, sin lugar a dudas, la corrosión. La corrosión es un proceso de destrucción de metales y aleaciones que ocurre, de forma espontánea, sobre la superficie de los mismos. Sin importar el tamaño ni la ubicación, los metales, en especial el acero, se corroen generando anualmente, millones de dólares en pérdidas. Es por esto que una buena protección es fundamental para evitar dichos problemas.

No existe en la actualidad ningún recubrimiento ni tratamiento superficial capaz de proteger totalmente a los metales, por el contrario, estas protecciones suelen tener fallas además de no perdurar en el tiempo.

Se puede decir que, exceptuando los procesos de corrosión a alta temperatura, todos los demás se producen en presencia de agua, mediante un mecanismo electroquímico de intercambio de electrones. Es decir, un átomo de metal pierde electrones, quedando como un ión soluble, es por esto que el metal comienza a desaparecer, queda en solución en el medio. Se evidencia que esa pérdida de electrones genera una diferencia de potencial entre dos zonas, el ánodo que es el metal que queda cargado positivamente luego de ceder electrones, y un cátodo que es el medio receptor de los electrones.

En la protección catódica lo que se busca es hacer trabajar al metal a proteger como cátodo en vez de como ánodo. Esto se puede lograr de diversas formas, pero nos vamos a concentrar en el método por corriente impresa.

Este método consiste en suministrarle una corriente eléctrica a la estructura de tal manera que actúe como cátodo, esto se logra con ánodos que pueden ser de distintos materiales y que, en instalaciones en tierra firme, van enterrados en las inmediaciones de las estructuras protegidas.

La corriente eléctrica es brindada por una fuente, sale de los ánodos al medio (suelo), lo circula hasta llegar a la estructura protegida (que actúa como cátodo).

De esta manera se logra invertir, artificialmente, el sentido normal de la corriente, y se evita la pérdida de iones solubles de los metales protegidos.



El material más utilizado para los ánodos es el grafito por su gran conductividad y bajo consumo en la mayoría de los suelos además de una alta resistencia al ataque de cloruros.

Los ánodos de grafito son muy utilizados en la industria petrolera para la protección de estructuras tales como oleoductos, poliductos, tanques de almacenamiento, entre otras.

La fabricación de este tipo de ánodos es compleja ya que se tiene que lograr una estructura microscópica en capas planares típica del grafito. Esto se logra a temperaturas que pueden exceder los 2800°C utilizando materias primas con características muy específicas, básicamente coque proveniente de la destilación del petróleo y brea de hulla subproducto de la industria siderúrgica, esta última cumple la función de aglutinante.

El proceso que se propone en el presente trabajo incluye las siguientes etapas: Clasificación del coque por tamaño, fundición de la brea, mezclado, amasado, extrusión del ánodo, carbonización, impregnación, grafitización y mecanizado.

Tanto la carbonización como la grafitización utilizan grandes cantidades de energía eléctrica, por lo que serán estudiadas con detenimiento en este trabajo.

Al no ser los ánodos productos de consumo masivo, la recopilación de datos para el estudio de mercado fue una tarea laboriosa. Cabe destacar que en la actualidad ninguna empresa manufactura los ánodos en el país. Por el contrario, son importados en su totalidad, principalmente de China.

Para establecer la demanda del mercado nacional, se contactó con las principales empresas que se dedican a la protección catódica en el país. La zona de mayor demanda es la patagónica, debido a la efervescente industria petrolera, donde se protegen gasoductos, oleoductos, poliductos, tanques, cañerías de producción (casing), etc.

El consumo de electrodos varía, lógicamente, según el tamaño, localización, capacidad y contratos disponibles de cada empresa de servicios; se observó también que el tamaño de electrodo más utilizado ronda entre las 3" y 4" de diámetro y los 1500 mm de largo, el precio promedio de los mismos se ubica en aproximadamente USD 300 por unidad terminada, considerando como unidad terminada a la barra de grafito impregnada y con el cable conductor anexado.

Los proveedores mayoritarios de ánodos para las empresas de servicios son dos:

- Laiken SA
- Protan SA



Estas empresas se dedican a importar las barras de grafito para luego realizarles una impregnación con parafina o cera y posteriormente anexarles un cable de cobre y proveer a las empresas de servicios. Continuando con la metodología de encuestas telefónicas se pudo establecer contacto con Laiken SA y se obtuvo que la demanda anual de electrodos de grafito ronda entre 2800 y 3000 unidades anuales y que el precio de importación de dichas barras se ubica entre los USD 48 y USD 55.

En cuanto a los proveedores de las materias primas, se hizo un estudio del mercado oferente y se llegó a la conclusión que los más convenientes son: Oxbow Argentina- Copetro, para el coque y Química del Nalón, para la brea.

El tamaño del proyecto se estimó a partir de producción mínima limitada por la tecnología, en este caso el horno de grafitización. El horno más pequeño que se encontró tiene una capacidad de 70 ánodos por cocción, a partir de eso, se estableció una producción de 100 ánodos por tanda, lo que se traduciría en unos 3000 ánodos producidos anualmente. La demanda obtenida por la encuesta telefónica arroja un valor de más de 6000 ánodos consumidos anualmente en el mercado nacional, por lo que la producción podría ser absorbida por el mismo.

Como se verá en el presente, la selección de la ubicación del proyecto se realizó a partir del análisis de diversos factores. Uno de los factores preponderantes es el costo de transporte, debido a que los proveedores del coque, que es la materia prima de mayor incidencia se encuentran en Buenos Aires. Se decidió mediante el análisis de macrolocalización que la provincia de Buenos Aires posee una excelente proximidad al mercado proveedor.

Para el análisis de microlocalización, fue de vital importancia la logística, que es un factor que define los costos, El Parque Industrial La Plata, posee cercanía al puerto y al potencial cliente.

En cuanto a la tecnología elegida, por medio del análisis de las distintas alternativas tecnológicas disponibles en el mercado, se seleccionó la más adecuada, desde un punto de vista técnico-económico, estableciendo comparaciones y teniendo en cuenta el equipamiento actualmente usado en industrias similares, disponibilidad, eficiencia y eficacia, adaptabilidad al proceso, entre otros factores. Como parámetro principal se tiene un equipamiento flexible a posibles aumentos de demandas debido a la flexibilidad del equipamiento.

La empresa contará con una estructura de organización funcional, conformada por una gerencia general y cuatro departamentos principales. El personal fijo estará integrado por 10 personas, y se necesitarán cuatro especialistas que brinden asesoría externa.



Se conformaron diagramas de flujos para las operaciones principales de fabricación, como así también se describieron las tareas a realizar durante los procesos productivos y se detallaron las materias primas necesarias. Además, se realizó el diseño de equipos.

Por último, se realizó el diseño y distribución de la planta y almacenes, y se confeccionó el diagrama de áreas unitarias, adicionando estacionamiento de vehículos.

A los fines de la evaluación económica, los costos y beneficios identificados y valorizados en el proyecto fueron de tipo directos, valorados a precio de mercado y no se incluyen efectos indirectos, externalidades, y tampoco intangibles. Todos los precios están exentos de Impuesto al Valor Agregado. El capital de trabajo fue estimado por el Método del Déficit Acumulado Máximo y por el Método del Período de Desfase. Para el cálculo de los ingresos se utilizó un precio de venta de USD150 y un tamaño de ventas de 3000, lo que representaría un 40% de la demanda anual en el país.

La inversión inicial alcanzaría un total de **\$11.201.480,80**, con Cargos Diferidos y Gastos Asimilables \$ 100.000 y Capital de Trabajo \$ **4.835.138,03**.

Los costos de operación totales anuales promedios ascienden a \$ 7.823.397,28 por año, siendo los costos fijos un 48% del total.

La tasa de descuento utilizada se calculó por el método CAPM (Capital Asset Pricing Model), con las siguientes consideraciones: el coeficiente beta se estableció como la media ponderada de las betas del sector *Electrical Equipment*, resultando 1.08, alcanzando la tasa de descuento un valor de 10,4, al cual se le adicionó una prima por riesgo país del 6%, resultando un valor final **$r = 16,4\%$** .

La evaluación se realizó para un horizonte de 10 años resultando un VAN de **\$ 807.826,64**, con una TIR del **17,582%**.

El análisis de riesgo fue abarcativo de todos los aspectos analizados en el proyecto identificándose, como crítico, dentro del Estudio de Mercado: el precio de venta del producto final y la disminución de la demanda.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN



1 INTRODUCCIÓN

1.1 EL PROCESO CORROSIVO

La corrosión es un proceso de destrucción de metales y aleaciones que ocurre, de forma espontánea, sobre la superficie de los mismos.

En la industria petrolera, el estudio del proceso de corrosión es de esencial importancia, ya que dicho fenómeno implica el deterioro de las tuberías, producto del contacto con el medio (el suelo). Este deterioro, en la mayoría de los casos, implica la necesidad de reemplazar largas longitudes de tuberías, para evitar roturas, fugas, pérdidas de producción, daños ambientales, incendios, etc., lo que estriba en tener que hacer gastos económicos considerables. En consecuencia, la industria petrolera ha sido motor en la investigación y comprensión de los aspectos asociados a la corrosión, utilizando enfoques amplios, encabezados por aquellos que han estado dirigidos, en general, a controlar y/o evitar el fenómeno de corrosión externa de las tuberías enterradas.

Podemos decir que, exceptuando los procesos de corrosión a alta temperatura, todos los demás se producen en presencia de agua, mediante un mecanismo electroquímico de intercambio de electrones. Este mecanismo se puede explicar con la siguiente expresión:



En la que M representa el metal en estado inmune que, al perder uno o varios electrones, pasa a ión metálico M^{+} capaz de reaccionar con el medio acuoso que le rodea.

La presencia de agua, no solo aparece alrededor de un metal sumergido, sino también en los enterrados, por humedad de la tierra, y en la superficie de los metales que se encuentran al aire, por condensación y salpicaduras. Cualquiera de estos medios que rodean a un metal, actuará como electrolito de las innumerables pilas que se forman sobre la superficie del metal.

La diferencia de potencial que genera el electrolito entre dos zonas del mismo metal, produce una circulación de corriente que, saliendo del ánodo, llega al cátodo a través del electrolito, cerrándose el circuito a través de la masa metálica.

La zona por donde sale la corriente hacia el electrolito (ánodo), al ceder electrones se corroe y la zona que recibe la corriente desde el electrolito (cátodo), queda inmune a la corrosión.

Los electrones libres, procedentes de la zona anódica, circulan por la masa metálica, acumulándose en la zona catódica (Circulación de electrones en sentido contrario a la circulación de corriente).

Al circular una corriente por el electrolito acuoso, se producirá disociación del agua en iones H^+ e hidroxilos OH^- , los cuales reaccionarán de la siguiente forma:

INMEDIACIONES DEL ÁNODO:

Los hidroxilos se combinan con los iones metálicos, para formar hidróxido metálico (MOH) que precipita formando productos de corrosión, al mismo tiempo, los iones H^+ acidifican el electrolito próximo al ánodo.

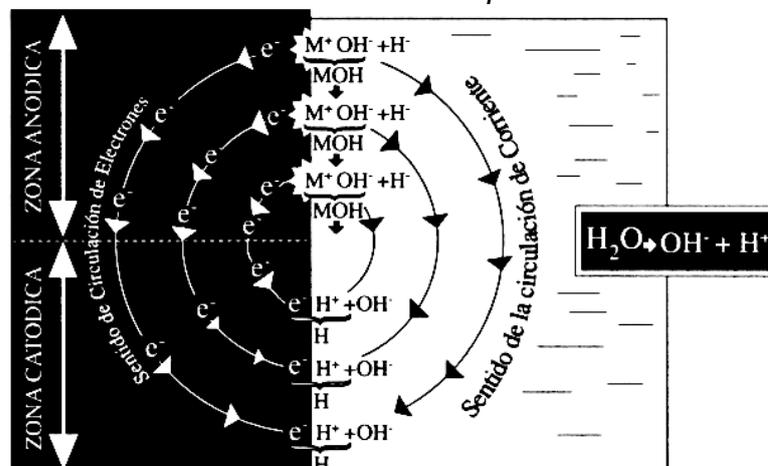


Figura 1-1 – Interacción de iones.

Fuente: Principios de protección catódica. ARGO SA

INMEDIACIONES DEL CÁTODO:

Los electrones (e^-) acumulados en exceso, se combinan con los iones H^+ para formar hidrógeno atómico que pasa a molecular, en forma de gas, que se deposita en la superficie del cátodo, para terminar, desprendiéndose. Esta desaparición de iones H^+ , creará una concentración de hidroxilos (OH^-) que alcalinizará el electrolito en contacto con el cátodo.

Las pilas que se forman sobre la superficie del metal, tendrán un determinado potencial, que será diferente para cada metal y en cada electrolito (agua dulce, agua de mar, tierra, etc.).

Midiendo el potencial, respecto al electrodo patrón de hidrógeno (de potencial 0), de los distintos metales sumergidos en agua destilada, se obtiene la serie electroquímica de los metales (tabla 1-1).



TENDENCIA ELECTROQUÍMICA DE LOS METALES

K	K+	+	e-	-2,92
Ca	Ca ⁺⁺	+	2e-	-2,87
Na	Na+	+	e-	-2,71
Mg	Mg ⁺⁺	+	2e-	-2,34
Be	Be ⁺⁺	+	2e-	-1,70
Al	Al ⁺⁺⁺	+	3e-	-1,67
Mn	Mn ⁺⁺	+	2e-	-1,05
Zn	Zn ⁺⁺	+	2e-	-0,76
Cr	Cr ⁺⁺	+	3e-	-0,71
Ga	Ga ⁺⁺	+	3e-	-0,52
Fe	Fe ⁺⁺	+	2e-	-0,44
Cd	Cd ⁺⁺	+	2e-	-0,40
In	In ⁺⁺⁺	+	3e-	-0,34
Ti	Ti+	+	e-	-0,34
Co	Co ⁺⁺	+	2e-	-0,28
Ni	Ni ⁺⁺	+	2e-	-0,25
Sn	Sn ⁺⁺	+	2e-	-0,14
Pb	Pb ⁺⁺	+	2e-	-0,13
H ₂	2H+	+	2e-	-0,00
Cu	Cu ⁺⁺	+	2e-	0,34
Cu	Cu+	+	e-	0,52
2Hg	Hg ⁺⁺	+	2e-	0,80
Ag	Ag+	+	e-	0,80
Pd	Pd ⁺⁺	+	2e-	0,83
Hg	Hg ⁺⁺	+	2e-	0,85
Pt	Pt ⁺⁺	+	2e-	ca 1,20
Au	Au ⁺⁺	+	3e-	1,42
Au	Au+	+	e-	1,68

Tabla 1-1 – Serie electroquímica de metales

Fuente: Principios de protección catódica. ARGO SA

Las causas por las que se forman las pilas de corrosión son diversas, impurezas acumuladas en la superficie metálica, contactos entre distintos metales, presencia de oxígeno, distintas concentraciones salinas, etc. La corrosión de un metal puede verse frenada por un proceso natural llamado POLARIZACIÓN.

La deposición de productos de corrosión sobre la superficie anódica, acumulación de gases en el ánodo y de hidrógeno en el cátodo, concentración de iones, etc. son procesos naturales de polarización que frenan el proceso de corrosión.



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

De lo anteriormente expuesto, deducimos que, para atenuar o evitar la corrosión de un metal rodeado por un electrolito acuoso, podríamos utilizar dos métodos:

- Evitando el contacto del metal con el electrolito, cubriéndolo con un material impermeable y aislante, habremos impedido la formación de pilas de corrosión, por eliminación del electrolito.

Por muy buenas características que tenga un revestimiento, no es posible conseguir un aislamiento total entre el metal y el medio que le rodea, quedando siempre zonas de metal al descubierto.

Las zonas de metal desnudo, actuarán como ánodos, frente al resto de la superficie metálica recubierta, dando lugar a un proceso de corrosión muy rápido, concentrado en estas pequeñas zonas, en las que pronto aparecerán taladros producidos por corrosión

- Consiguiendo que toda la superficie trabaje como cátodo de una pila, el metal no cederá electrones y, por lo tanto, permanecerá inmune a la corrosión.

Este concepto nos da idea del segundo método de combatir la corrosión, que es la **PROTECCIÓN CATÓDICA**.

Al unir eléctricamente dos metales de distinto potencial electroquímico, estando ambos en el mismo electrolito (tierra, agua de mar, agua dulce, etc.) se establecerá entre ellos, una pila galvánica en la que el metal más electronegativo (ánodo) cederá electrones al más electropositivo (cátodo), protegiéndose éste a expensas de la corrosión del primero.

En la serie electroquímica de los metales (tabla 1), vemos que el hierro y el acero podrán ser protegidos conectándolo a piezas de aluminio, zinc y magnesio, cuyas piezas se denominarán ÁNODOS DE SACRIFICIO, (figura 1-2) ya que se irán disolviendo, a expensas de suministrar la corriente necesaria, para mantener al acero en estado de inmunidad.

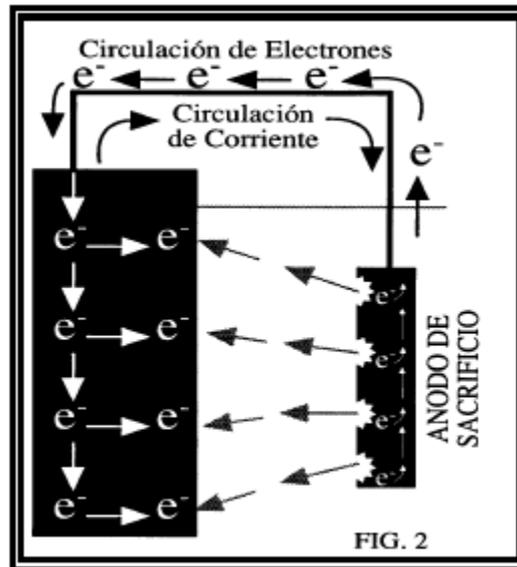


Figura 1-2 – Ánodos de sacrificio

Fuente: Principios de protección catódica. ARGO SA

Este suministro constante de electrones, puede hacerse también desde una fuente de corriente eléctrica continua, la cual tendrá su polo negativo conectado a un conductor eléctrico, sumergido en el mismo medio, a distancia conveniente de la estructura.

Con esta disposición, la corriente eléctrica continua pasará, desde el conductor (ánodo) a la estructura, a través del electrolito, estableciéndose así la misma pila de protección que en el caso anterior.

A este último procedimiento se le denomina CORRIENTE IMPRESA. (figura 1-3)

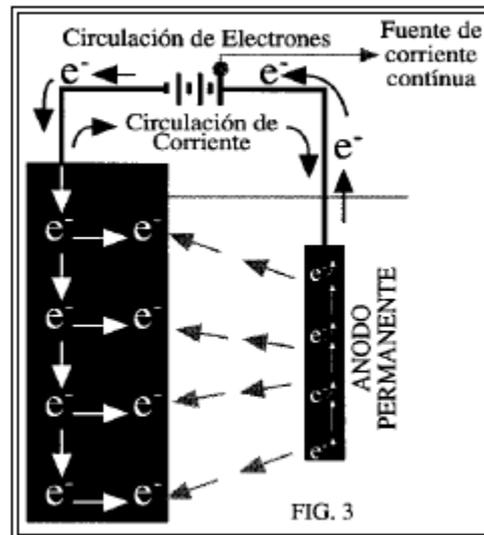


Figura 1-3 – Corriente impresa

Fuente: Principios de protección catódica. ARGO SA

Los recubrimientos por si solos, no son suficientes para evitar la corrosión, debiendo ser complementados con un Sistema de Protección Catódica. Cuanto mejor sea la calidad de un recubrimiento menor cantidad de corriente consumirá la estructura protegida.

La elección entre uno de los métodos de Protección Catódica, ánodos de sacrificio o corriente impresa, dependerá de factores tales como: tamaño de la estructura a proteger, forma de su superficie, naturaleza del medio, disponibilidad de corriente eléctrica, proximidad de otras estructuras que puedan influir sobre la que nos ocupa, o bien, que nuestro equipo pueda influir sobre estructuras ajenas próximas, criterio económico, etc.

1.2 CRITERIO DE PROTECCIÓN

Cada metal, sumergido en un electrolito, tiene un potencial respecto al electrodo de hidrógeno, de potencial 0. Este potencial particular de cada metal, es la suma algebraica de los potenciales de las innumerables pilas formadas sobre su superficie. Al proteger a este metal catódicamente, su potencial se hará más electronegativo

El CRITERIO DE PROTECCIÓN, fija el valor del potencial que debe adquirir el metal, para permanecer inmune a la corrosión, así como respecto a qué patrón debe realizarse la medida.

Los potenciales de los metales que aparecen en la serie electroquímica, están medidos respecto al electrodo hidrógeno, instrumento para uso en laboratorio. En la práctica, se dispone de electrodos patrones robustos y fácilmente transportables, que tienen un potencial fijo y conocido, respecto al electrodo patrón de hidrógeno.



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

En la tabla 1-1, se representa, en esquema, la serie electroquímica de los metales, apareciendo solamente el hidrógeno, el acero (como metal más comúnmente utilizado) y los posibles electrodos de referencia, que se van a emplear en la práctica. Dado que el potencial del acero protegido, es de -530 mV (Nerst), este potencial medido respecto a los diferentes electrodos industriales será, según se ve en la figura.

Además, hay que tener en cuenta que, en presencia de bacterias sulfatorreductoras, el potencial de protección del acero deberá de ser 100mV más electronegativo (-950mV) respecto a Cu/SO₄Cu. Cuando se trata de proteger acero galvanizado, el potencial de protección deberá de ser 150 mV más electronegativo (1.000Mv r./ Cu/SO₄Cu). Para acero a alta temperatura el potencial de protección deberá de ser 2mV más electronegativo por cada °C superior a la temperatura ambiente de 25°C.

Así una tubería trabajando a 70°C, deberá tener, para estar protegida, un potencial de 940 mV.

Cuando medimos el potencial de una estructura enterrada o sumergida, estamos midiendo el potencial de una pila, formada por dos semipilas: una es el acero (electrodo) y la tierra o agua (electrolito). La otra la forma una barra de cobre sumergida en solución saturada de sulfato de cobre. Ambas semipilas están conectadas a través del tapón poroso del electrodo patrón, en contacto con el suelo. (Pila de Daniels)

Los electrodos de cobre y de calomelanos (figura 1-6) se emplean para medir potenciales de estructuras enterradas (figura 1-7), mientras que el electrodo de plata se utiliza principalmente, para medir potenciales de estructuras sumergidas (figura 1-7).

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

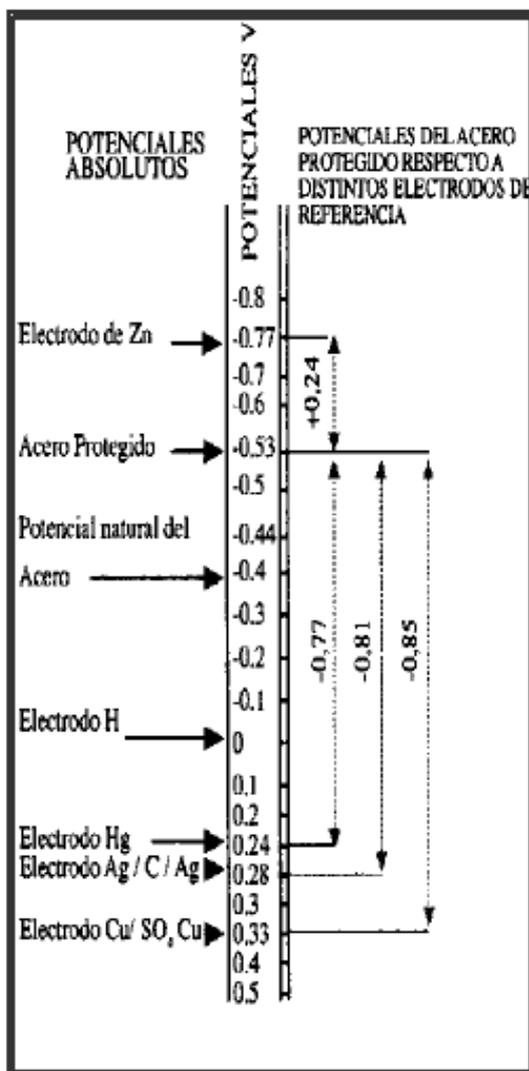


Figura 1-4 – Potenciales de acero sumergido respecto a distintos electrodos de referencia

Fuente: Principios de protección catódica. ARGO SA

ELECTRODO	POTENCIAL
Cu/SO ₄ Cu	-850 mV
Ag/ClAg	-810 mV
Hg/ClHg	-770 mV
Zn	+240 mV

Figura 1-5 – Potenciales de electrodos típicos

Fuente: Principios de protección catódica. ARGO SA

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

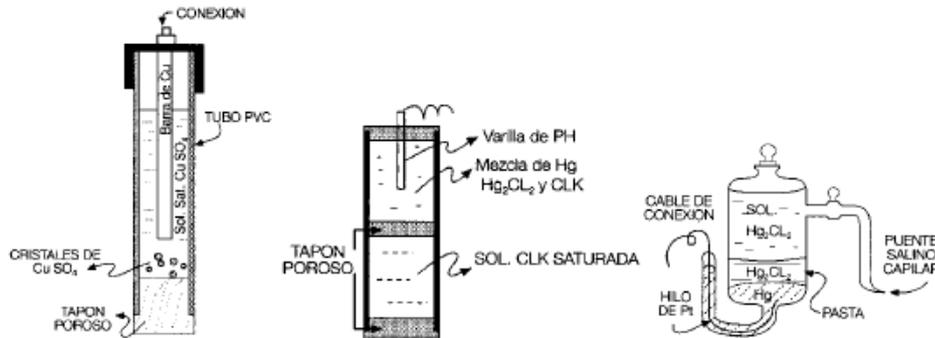


Figura 1-6 - Electrodos de cobre y de calomelanos

Fuente: Principios de protección catódica. ARGO SA

Cuando medimos el potencial de una tubería enterrada, lo hacemos, tal como muestra la (Figura 1-7), posicionando el electrodo de referencia, con el tapón poroso sobre la vertical de la tubería; entre la capa límite del acero de la tubería y el electrodo de referencia, hay interpuesta una resistencia ohmica R, suma de la resistencia propia del electrodo, la del terreno y la del revestimiento de la tubería.

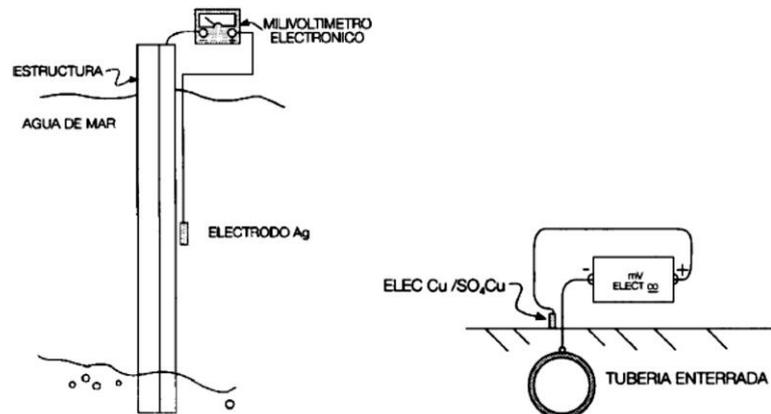


Figura 1-7 – Medición de potenciales en estructuras enterradas y sumergidas

Fuente: Principios de protección catódica. ARGO SA

Esta resistencia R, por grande que sea, es despreciable frente a la resistencia interna del aparato de medida ($10M\Omega$ min) por lo que, la medida del potencial natural, antes de aplicar la corriente de Protección Catódica, es perfectamente válida, pero no lo será la medida del potencial de protección, ya que el paso de la corriente I a través de la resistencia R, producirá una diferencia de potencial, denominada “factor IR”, que mide nuestro voltímetro, sumada al potencial verdadero de polarización de la tubería.

La medida de potenciales verdaderos de polarización, de una estructura protegida catódicamente, se ha de realizar eliminando el factor IR, Haciéndose cero cuando no hay corriente de protección.

En Sistemas de Protección Catódica por corriente impresa, el factor IR se elimina midiendo el potencial de la estructura, en el momento de la interrupción del rectificador, mediante un interruptor temporizado y programable, en el que se establecen secuencias de conexión (ON) y desconexión (OFF).

Este procedimiento no es válido cuando la tubería, además de recibir corriente del rectificador, está influenciada por corrientes eléctricas continuas externas. En este caso, el potencial de polarización se mide mediante probetas, tal y como se muestra en la figura 6.

Una pequeña superficie de acero (C), está enterrada junto a la tubería (T) y conectada a ella, en una caja de toma de potencial (TP), a través de un disruptor. Junto a la probeta, se ha colocado un electrodo de referencia permanente (E), conectado a la misma caja. Midiendo con el milivoltímetro (mV) entre el borne de la probeta y el del electrodo y pulsado el disruptor (P), se medirá el potencial de polarización.

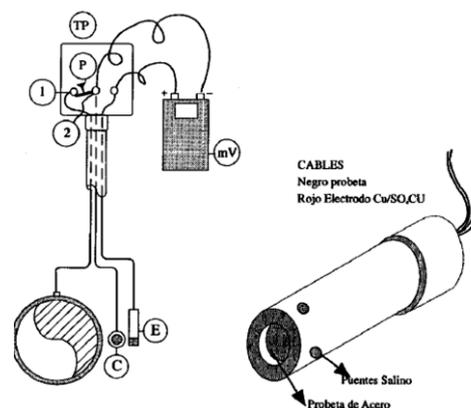


Figura 1-8 – Electrodo y probetas para medición de potencial

Fuente: Principios de protección catódica. ARGO SA

1.3 CAMPO DE APLICACIÓN DE LA CORRIENTE IMPRESA

El sistema de protección catódica por corriente impresa es ampliamente utilizado para la protección de grandes estructuras, especialmente construidas en acero, entre las cuales se encuentran gasoductos, oleoductos, tanques de almacenamiento de petróleo, agua. También en la protección de puentes, plataformas petroleras y barcos, entre otras grandes estructuras.



1.3.1 Sistemas de corriente impresa

1.3.1.1 Ánodos:

Los ánodos de corriente impresa deben ser de materiales como el grafito; el hierro fundido con alto contenido de silicio; metales platinizados; la magnetita y mezcla de óxidos metálicos, entre otros.

Estos ánodos se instalan desnudos con material de relleno especial (como el grafito pulverizado, con alto contenido de carbón). Están conectados, individualmente o en grupos, a una terminal positiva o a una fuente de corriente directa, mediante conductores aislados. La estructura se conecta a la terminal negativa, desde una fuente de corriente directa (rectificador) (figura 1-9).

Para instalaciones en el suelo se prefiere el grafito, el hierro fundido con alto contenido de silicio o mezcla de óxidos metálicos.

Cada material del ánodo tiene una densidad de corriente óptima que da una máxima vida de servicio al ánodo.

Los ánodos pueden ser localizados en camas o distribuidos cerca, abajo o alrededor, de las estructuras que se van a proteger.

Un diseño adecuado para una cama de ánodos debe:

- a)** Evitar interferencias físicas con las estructuras existentes, particularmente con los sistemas de tierra física.
- b)** Suministrar una corriente uniformemente distribuida.
- c)** Evitar interferencias de corrientes parásitas de estructuras adyacentes.

El número de ánodos para un diseño particular de protección catódica, se determina por el requerimiento total de corriente de las estructuras por proteger y por la densidad de corriente óptima del material seleccionado para el ánodo. Al diseñar la distribución de los ánodos, deben instalarse ánodos adicionales para un flujo más uniforme de la corriente y para permitir un margen en caso de fallas aisladas en la conexión, o por agotamiento de algunos ánodos.

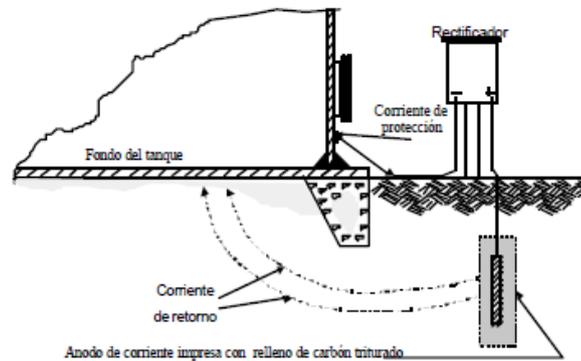


Figura 1-9 – Esquema de protección catódica por corriente impresa

Fuente: Principios de protección catódica. ARGO SA

Ánodos inertes para corriente impresa.

Los ánodos inertes más comúnmente utilizados en los sistemas de protección catódica por corriente impresa son:

a) Ánodo de grafito

El grafito es el material más empleado para la instalación de dispositivos anódicos en tierra, por su gran conductividad y bajo consumo en la mayoría de los suelos además de una alta resistencia al ataque de cloruros.

Uso: en todo tipo de suelo, preferentemente con baja humedad

b) Ánodo de acero al alto silicio

Este tipo de ánodos son más conocidos como de “Ferro-silicio” y se producen en dos aleaciones de acero al alto silicio cuyas características son:

b.1. Ánodo de acero al alto silicio (ferrosilicio).

Uso: Terreno de baja resistividad.

b.2. Ánodo de acero al alto silicio y cromo.

Se fabrican en forma cilíndrica, tanto sólidos como tubulares.

Uso: en condiciones de muy baja resistividad y agua salada.

c) Ánodo de mezcla de óxidos metálicos (MMO).

Estos ánodos son fabricados de un sustrato de titanio el cual es recubierto con un catalizador de mezcla de óxidos metálicos. Debido a que el sustrato de titanio es protegido en forma natural por una capa oxidante, el ánodo conserva sus dimensiones durante el tiempo de vida del sistema. La

conducción de la corriente se lleva a cabo a través del catalizador de mezcla de óxidos metálicos, el cual es altamente conductor y totalmente oxidante por lo que se pueden lograr corrientes de alta intensidad.

d) Ánodo platinizado.

El platino siendo un buen conductor presenta un consumo prácticamente nulo a cualquier densidad de corriente. Pero debido a su alto costo su uso es muy restringido.

Uso: en forma de recubrimiento sobre otro metal base como la plata o el titanio.

1.4 EL GRAFITO

El origen de la palabra "grafito" es la palabra griega "graphein" que significa "para escribir". De hecho, el grafito se ha utilizado para escribir (y dibujar) desde el comienzo de la historia y los primeros lápices fueron fabricados en Inglaterra en el siglo XV. En el siglo XVIII, se demostró que el grafito en realidad es un alótropo de carbono.

El grafito es notable por la gran variedad de materiales que pueden ser producidos a partir de su forma básica, como fibras extremadamente fuertes, fácilmente cizalladas, lubricantes, barreras estancas a los gases y adsorbedores de gas. Todos estos diversos materiales tienen una característica en común: todos están contruidos sobre la unión trigonal sp^2 de átomos de carbono.

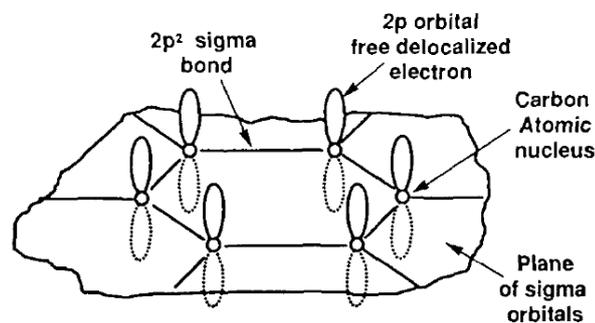


Figura 1-10 – Hibridación sp^2

Fuente: Handbook of graphite

Estrictamente hablando, el término "grafito" en sí mismo describe un material ideal con una estructura de grafito perfecta y sin defectos de ningún tipo.

Sin embargo, también se usa comúnmente, aunque incorrectamente, para describir materiales grafiticos. Estos materiales son "carbones grafiticos", es decir, materiales que consisten en carbono con la estructura de grafito, pero con una serie de defectos estructurales, o "carbones no grafiticos", es decir, materiales que consisten en átomos de carbono con las redes planas hexagonales de la estructura de grafito, pero carecen del orden cristalográfico en la dirección c. Esta es una diferencia fundamental y estos dos grupos de materiales son distintos en muchos aspectos, con propiedades distintas y diferentes aplicaciones.

1.4.1 Estructura cristalina del grafito

El grafito se compone de series de planos apilados de capas paralelas que se muestran esquemáticamente en la siguiente figura, con el enlace trigonal sp².

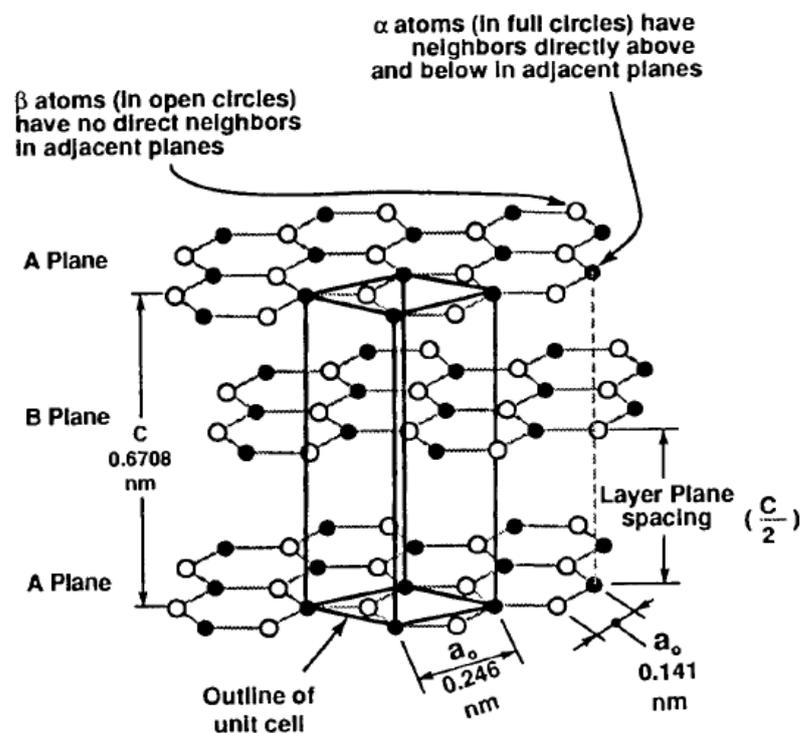


Figura 1-11 - Estructura cristalina de grafito que muestra la secuencia de apilamiento ABAB y la unidad celda

Fuente: Handbook of graphite

Dentro del plano de cada capa, el átomo de carbono está unido a otros tres, formando una serie de hexágonos continuos en lo que se puede considerar como esencialmente una molécula bidimensional infinita. El enlace es covalente (sigma) y tiene una longitud corta (0.141 nm) y alta resistencia (524 kJ / mol). El cuarto electrón de valencia hibridado se empareja con otro electrón deslocalizado del plano adyacente por un enlace de Van der Waals mucho más débil (un enlace secundario que surge de la polarización estructural) de sólo 7 kJ/mol (enlace pi). El carbono es el único elemento capaz de tener esta particular estructura hexagonal en capas.

El espacio entre los planos de capa es relativamente grande (0,335 nm) o más del doble del espacio entre los átomos dentro del plano basal y aproximadamente el doble del radio de Van der Waals del carbono. El apilamiento de estos planos de capa se produce de dos maneras ligeramente diferentes: hexagonal y romboédrico.

Grafito hexagonal.

La secuencia de apilamiento más común del cristal de grafito es hexagonal (alfa) con un orden de apilamiento -ABABAB-, en otras palabras, los átomos de carbono de cada capa se superponen uno sobre el otro con los de la capa siguiente, como se muestra en la Fig. 2.

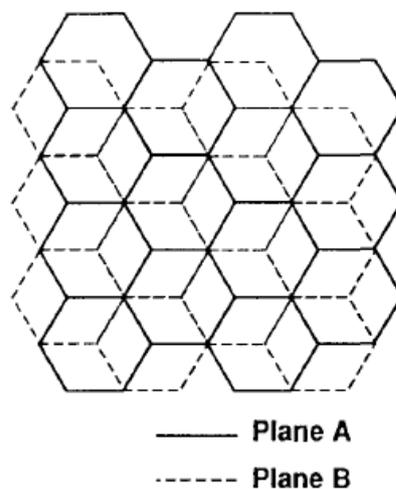


Figura 1-12 - Esquema de cristal de grafito hexagonal. La vista es perpendicular al plano basal

Fuente: Handbook of graphite

Los átomos del tipo alfa, que tienen átomos vecinos en los planos adyacentes directamente arriba y abajo, se muestran con círculos abiertos. Los átomos del tipo beta, sin átomos correspondientes en estos planos, se

muestran con círculos. Una vista de la secuencia de apilamiento perpendicular al plano basal se da en la figura 1-12.

Grafito romboédrico.

La otra estructura de grafito es romboédrica con el orden de apilamiento - ABCABCABC-. Los átomos de carbono en cada tercera capa se superponen.

Una vista de la secuencia de apilamiento perpendicular al plano basal se da en la figura 1-13.

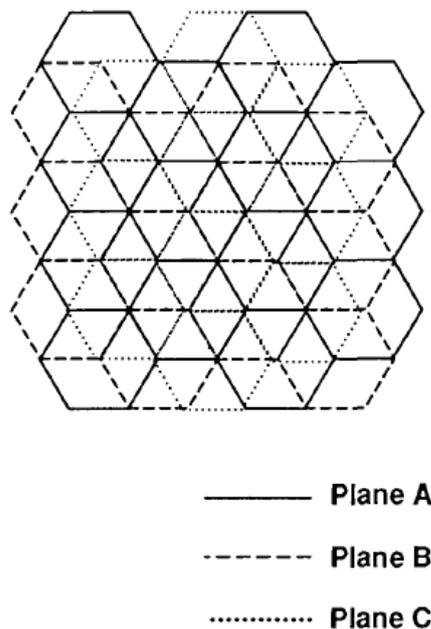


Figura 1-13 - Esquema del cristal de grafito romboédrico. La vista es perpendicular a plano basal

Fuente: Handbook of graphite

El grafito romboédrico es termodinámicamente inestable, y puede ser considerado como una falla de apilamiento extendido de grafito hexagonal. Nunca es encontrado en forma pura, sino en combinación con grafito hexagonal, a veces hasta 40% en algunos materiales naturales y sintéticos. Por lo general, revierte a la forma hexagonal durante el tratamiento térmico por encima de 1300 ° C. Nótese que, en ambas estructuras, hexagonal y romboédrica, no hay plano basal que yazca directamente sobre otro.

La estructura de grafito hexagonal ideal descrita anteriormente está compuesta de planos basales teóricamente infinitos con apilado perfecto - ABAB-, sin defectos de ningún tipo. Tal estructura ideal, por supuesto, nunca se encuentra, ya sea en grafito natural o sintético.

Imperfecciones cristalinas

Dentro de cada cristal, puede haber un número variable de imperfecciones encontrado como se muestra en las Figs. 1-14 y 1-15. Éstas incluyen:

- Vacantes, cuando los sitios de la red no están llenos, lo que indica la falta de un átomo dentro de un plano basal.
- Errores de apilamiento cuando la secuencia ABAB de los planos de las capas ya no se mantiene.
- Disclinación cuando los planos ya no son perfectamente paralelos

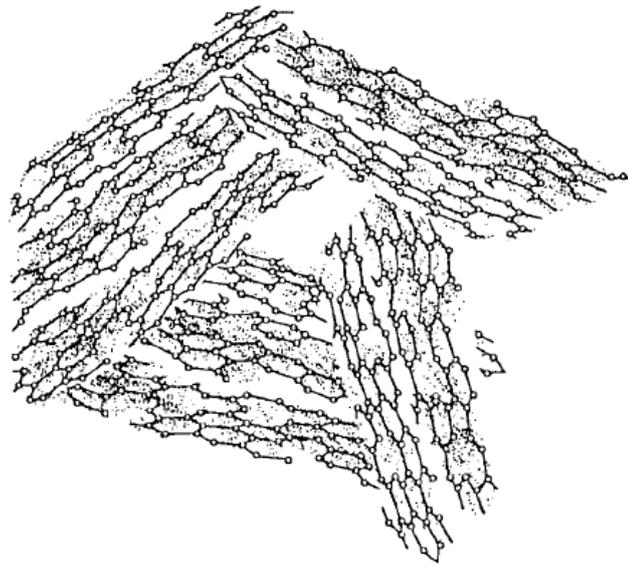


Figura 1-14 - Estructura del grafito turboestrático. Note los defectos y las vacantes de la red

Fuente: Handbook of graphite

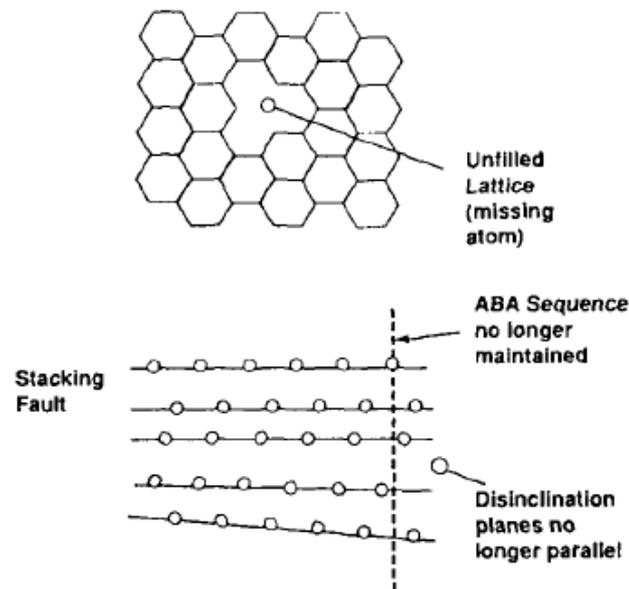


Figura 1-15 - Esquema de las imperfecciones de los cristales en grafito que muestra espacios vacíos en la red, falla de apilamiento y falta de inclinación

Fuente: Handbook of graphite

Otras imperfecciones cristalinas probablemente causadas por defectos de crecimiento son dislocaciones de los tornillos y dislocaciones de los bordes (figura 1-16). La presencia de estas imperfecciones pueden tener una influencia considerable en las propiedades de material a granel.

Así, en cada material gráfitico, el tamaño, la forma y el grado de imperfección del cristal básico, la orientación general de estos cristalitas, así como las características generales, como la porosidad y la cantidad de impurezas, pueden variar considerablemente de un material a otro. Como resultado, las propiedades de estos materiales pueden mostrar diferencias considerables.

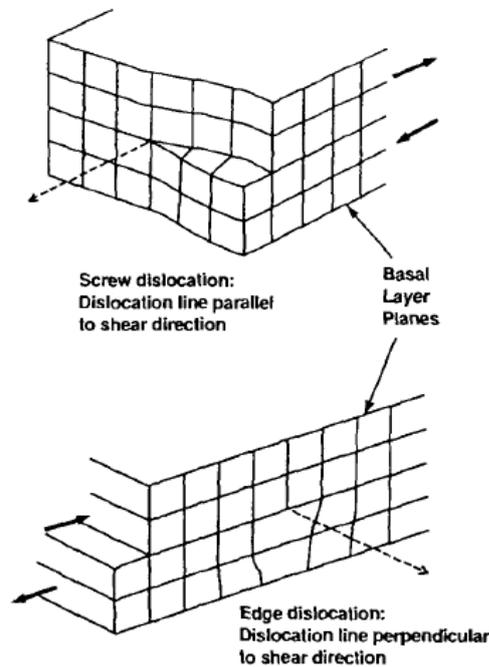


Figura 1-16 - Dislocaciones en un cristal de grafito

Fuente: Handbook of graphite

1.4.2 Propiedades físicas del grafito

Las propiedades del material de grafito ideal, que es un material que se corresponde más a un cristal de grafito infinitamente grande, se revisan en esta sección. Tal material no existe en el mundo real y las propiedades que figuran a continuación se calculan o se basan en las propiedades de los cristales de grafito acercándose a esta estructura ideal.

Anisotropía del cristal de grafito

La peculiar estructura cristalina del grafito da como resultado una considerable anisotropía, es decir, las propiedades del material pueden variar considerablemente cuando se mide a lo largo de las direcciones ab (dentro del plano) o la dirección c (perpendicular a los planos). Tal anisotropía, especialmente en propiedades eléctricas y térmicas, a menudo pueden ser muy útiles.



Resumen de propiedades físicas

Las propiedades físicas del grafito se resumen en la tabla 1-2. Debe destacarse que para obtener mediciones precisas de las propiedades de materiales muy por encima de 3000 K es una tarea difícil. En el caso del grafito, muchas de estas mediciones se basan en experimentos de arco de carbono que son difíciles de interpretar. Los resultados deben verse en críticamente y algunos de estos resultados y conclusiones aún son controvertidos.

Forma cristalina:	hexagonal
Parámetros de la red:	ao= 0.246nm
	co= 0.671nm
Color:	Negro
Densidad a 300 K, 1 atm:	2.26 g / cm ³
Volumen atómico:	5.315 cm ³ / mol
Punto de sublimación a 1 atm (estimado):	4000K
Punto triple (estimado):	4200K
Punto de ebullición (estimado):	4600K
Calor de fusión:	46.84 kJ / mol
Calor de vaporización a gas monoatómico (estimado):	716.9 kJ / mol
Electronegatividad de Pauling:	2.5

Tabla 1-2 Propiedades físicas del grafito

Fuente: Handbook of graphite

Densidad

La densidad del cristal perfecto que se enumera en la Tabla 1 es la densidad teórica. La mayoría de los materiales de grafito tendrán densidades menores debido a la presencia de imperfecciones estructurales como porosidad, vacíos en la red y dislocaciones.

Con la excepción del nitruro de boro, los materiales de grafito tienen una menor densidad que todos los demás materiales refractarios. Esta es una característica ventajosa especialmente en aplicaciones aeroespaciales.

Fusión, sublimación y punto triple

El punto de fusión de un material cristalino como el grafito es la temperatura a la cual el estado sólido está en equilibrio con el líquido en una determinada presión. El punto de fusión "normal" se produce a una presión de una atmósfera.

El grafito no tiene un punto de fusión normal ya que, en una atmósfera, no se funde, pero sublima cuando la temperatura alcanza aproximadamente 4000 K. Para observar la fusión, la presión debe ser de 100 atm y la temperatura de 4200 K.

El punto triple (donde se encuentran las tres fases, sólido, líquido y gaseoso en equilibrio) se logra, según estimaciones recientes, a una temperatura de 4200 K y una presión de 100 atm, como se muestra en la curva de presión de vapor de la figura 1-17.

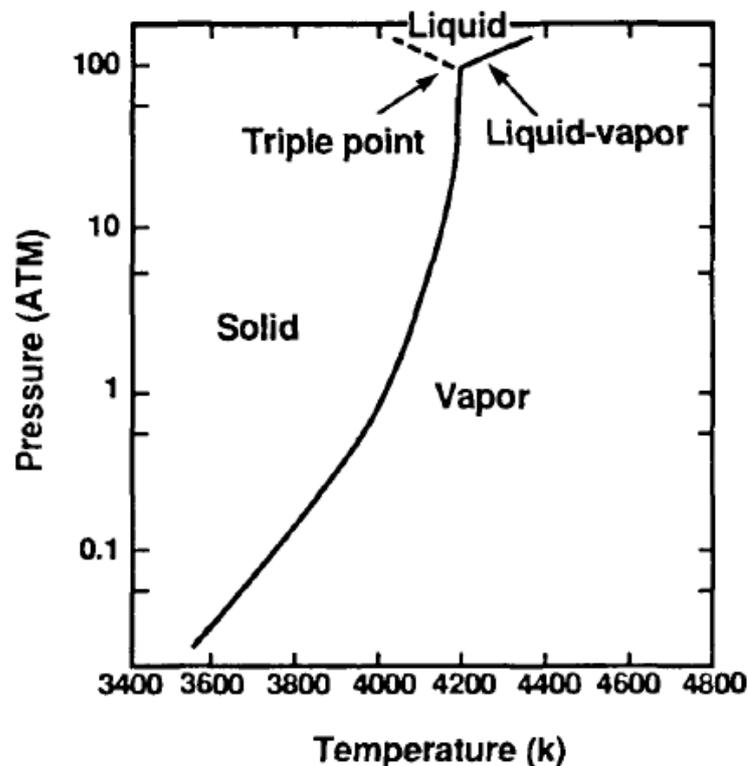


Figura 1-17 - Presión de vapor y punto triple del grafito.

Fuente: Handbook of graphite

Todavía existe una gran incertidumbre con respecto a estos valores de presión y temperatura, lo que refleja en parte la dificultad de realizar experimentos bajo tales condiciones extremas.

El inicio de la sublimación y las temperaturas de fusión son aparentemente cerca. A temperaturas superiores a la del punto triple y a presiones de argón mayor a 100 atm, se detecta una mezcla de carbono sólido y líquido.

El grafito puede ser considerado el más refractario de todos los elementos, siendo el tungsteno el segundo mejor con un punto de fusión de 3680 K. Sin embargo, el carburo de hafnio (HfC) y el carburo de tantalio (TaC), tienen



puntos de fusión más altos (aproximadamente 4220 K y 4270 K respectivamente) y son los materiales más refractarios.

1.4.3 Propiedades térmicas del grafito

Resumen de propiedades térmicas

Las propiedades físicas revisadas en la sección anterior no se ven esencialmente afectadas por el tamaño y la orientación de los cristales (con la excepción de la densidad). Como resultado, pueden ser consideradas válidas para todas las formas de grafito.

Esto ya no es cierto para algunas de las propiedades enumeradas en esta y las siguientes secciones, y estas propiedades pueden variar considerablemente según el tamaño y la orientación del cristal y otros factores relacionados con las condiciones de procesamiento.

Las propiedades térmicas se resumen en la Tabla 2. Cuando es posible, se da un rango de valores de la propiedad.

Calor de combustión ΔH_{co} a 25°C y presión constante para formar gas CO_2 , kJ/mol	393.13
Entropía ΔS_{298} , J/mol.K	152.3
Entalpia ΔH_{298} , kJ/mol	716.88
Calor específico a 25°C, kJ/kg.K	0.690 - 0.719
Conductividad Térmica a 25°C, W/m.K.	
dirección ab	398
dirección c	2.2

Tabla 1-3 - Propiedades térmicas del grafito

Fuente: Handbook of graphite

Calor específico

La capacidad calorífica molar del grafito a 25°C es de 8.033 - 8.635 J/mol.K. Como con todos los elementos, esta aumenta con la temperatura con la siguiente relación:

$$C_p = 4.03 + (1.14 \times 10^{-3})T - (2.04 \times 10^5)/T^2$$

El calor específico aumenta rápidamente con la temperatura, hasta los 1500K donde se nivela a aproximadamente 2.2 kJ/kg.K como se muestra en la figura 1-18. Se cree que es relativamente insensible a las diferencias entre los diversos grados de grafito sintético, y la difusión de los valores encontrados en la literatura puede atribuirse a variaciones experimentales.

Conductividad térmica

Las propiedades térmicas de conductividad y expansión son fuertemente influenciadas por la anisotropía del cristal de grafito. La conductividad térmica (K) es la tasa de tiempo de transferencia de calor por conducción. En el grafito, ocurre esencialmente por vibración de la red y está representado por la siguiente relación (ecuación de Debye):

$$K = b \cdot C_p \cdot v \cdot L$$

Donde:

b = es una constante

C_p = calor específico por unidad de volumen del cristal

v = velocidad de onda acústica transportadora de calor (fonón)

L = ruta libre media para dispersión de onda

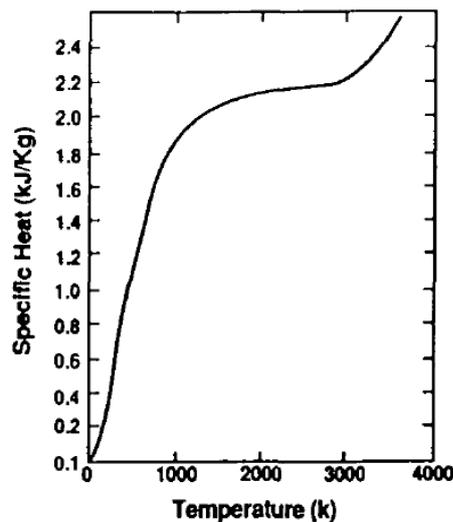


Figura 1-18 - Calor específico del grafito vs temperatura a 1atm

Fuente: Handbook of graphite

La conductividad térmica de un cristal de grafito ha sido reportada como alta con 4180 W/m.K en las direcciones ab para grafito pirolítico altamente cristalino. Sin embargo, el valor promedio para el grafito pirolítico comercial es considerablemente más pequeño (aproximadamente 390 W/m.K). Aun así, este es un alto valor y el grafito, en las direcciones ab, se puede considerar un buen conductor térmico comparable a los metales y cerámicas de alta conductividad.



La conductividad térmica en la dirección c es aproximadamente 2.0 W/m.K y, en esa dirección, el grafito es un buen aislante térmico, comparable a plástico fenólico.

1.4.4 Propiedades eléctricas de grafito

Resistividad eléctrica

En conductores eléctricos como los metales, la atracción entre los electrones externos y el núcleo del átomo es débil; los electrones externos pueden moverse con facilidad y, dado que una corriente eléctrica es esencialmente un flujo de electrones, los metales son buenos conductores de la electricidad. En aislantes eléctricos (o dieléctricos), los electrones están fuertemente ligados al núcleo y no son libres para moverse.

Eléctricamente, el grafito se puede considerar como un material semimetálico, que es un conductor en el plano basal y un aislante en el plano normal al plano basal. Su estructura atómica es tal que los electrones libres de su último nivel forman una banda de conducción parcialmente llena entre los planos basales donde pueden moverse fácilmente en un patrón de onda equivalentes a campos eléctricos. En consecuencia, la resistividad eléctrica del grafito paralelo a los planos basales (direcciones ab) es bajo y el material es un conductor relativamente bueno de la electricidad.

En la dirección c, el espacio entre planos es comparativamente grande, y no hay un mecanismo comparable para que los electrones se muevan desde uno plano a otro, en otras palabras, normal al plano basal. Como resultado, la resistividad eléctrica en esa dirección es alta y el material se considera un aislador eléctrico. En algunos casos, puede ser 10.000 veces mayor que en las direcciones ab. ^ 20 'Los valores de resistividad a menudo citados son 3000×10^{-6} ohm.m en la dirección c y $2.5 - 5.0 \times 10^{-6}$ ohm.m en las direcciones ab.

1.4.5 Propiedades químicas

Consideraciones Generales

El grafito puro es uno de los materiales químicamente más inertes. Es resistente a la mayoría de los ácidos, álcalis y gases corrosivos. Sin embargo, las impurezas casi siempre están presentes en cierto grado tanto en los grafitos naturales como en los artificiales y, a menudo tienen un efecto catalítico importante con el consecuente aumento en la reactividad química.



La reactividad química también se ve afectada de manera apreciable por el grado de porosidad, ya que la alta porosidad conduce a un gran aumento en el área de superficie con aumento resultante de la reactividad.

La reactividad también generalmente aumenta con el aumento de la temperatura y, a altas temperaturas, el grafito se vuelve mucho más reactivo. Por ejemplo, por encima de los 450 ° C, se oxida fácilmente con agua, oxígeno, algunos óxidos y otras sustancias.

1.4.6 Características generales del grafito sintético y el carbono

Muchos nuevos materiales de grafito con características mejoradas se han desarrollado en las últimas cuatro décadas. Algunos de estos materiales tienen una estructura y propiedades fuertemente anisotrópicas que se acercan a las del cristal de grafito perfecto. Otros tienen un menor grado de anisotropía lo cual no siempre es una desventaja ya que, en muchos casos, las propiedades isotrópicas son una característica deseable.

Una característica común del grafito y de los materiales de carbono, cualquiera que sea su origen o procesamiento, es que todos se derivan de precursores orgánicos: grafito moldeado de coque de petróleo y brea de hulla, grafito pirolítico de metano y otros hidrocarburos gaseosos, carbono vítreo y fibras de polímeros, negro de humo del gas natural, carbón de leña, carbón de plantas, etc.

Estos precursores orgánicos deben ser carbonizados y, frecuentemente, grafitizados, para formar materiales de carbono y grafito. La carbonización y la grafitización son las etapas críticas y complejas comunes de la producción de todos estos materiales sintéticos con la excepción notable del grafito pirolítico, que es producido por el proceso de deposición de vapor.

1.4.6.1 Materiales precursores

Estructura de Hidrocarburos Aromáticos.

El término hidrocarburo se refiere a un compuesto orgánico que contiene solo carbono e hidrógeno. Los aromáticos son hidrocarburos caracterizados por la presencia de al menos un anillo de benceno. Los aromáticos tienen

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

una estructura similar al grafito, que es la meta a conseguir. La estructura del benceno se muestra a continuación:

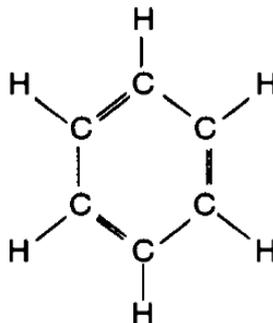


Figura 1-19 – Estructura del benceno

Fuente: Handbook of graphite

Algunos de los más importantes aromáticos son los siguientes:

- El antraceno es una molécula lineal y plana con tres anillos de benceno. En una autoclave a aproximadamente 450°C, comienza a perder los átomos de hidrógeno en las posiciones 9 y 10. Los radicales libres se forman y se condensan gradualmente en moléculas planares más grandes y eventualmente se forma coque.

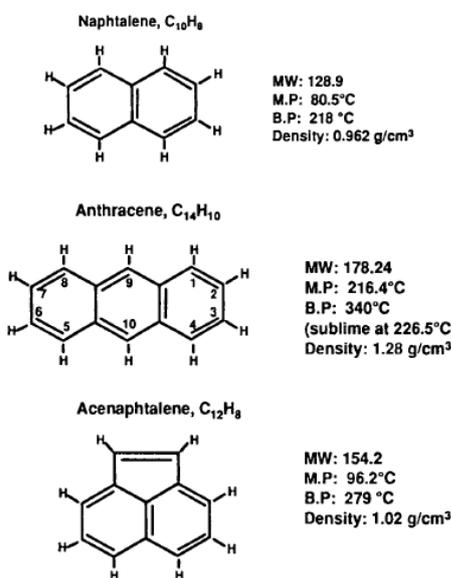


Figura 1-20 - Estructura y propiedades de algunos hidrocarburos aromáticos componentes del coque

Fuente: Handbook of graphite



- El fenantreno es un isómero del antraceno ramificado y plano. Se carboniza a un carbón de una manera similar al antraceno, pero con un rendimiento menor.
- El bifenilo tiene dos anillos de benceno conectados por un solo enlace carbono-carbono. Es no planar con rotación libre alrededor de este vínculo. Se carboniza a carbón.

1.4.6.2 Selección de materias primas.

La selección de la materia prima adecuada (precursor) es el primer y más crítico paso en el proceso de fabricación. Determina en gran medida, las propiedades y el costo del producto final. Las características de estas materias primas, como el tamaño de la partícula y el contenido de cenizas de los coques, el grado de carbonización de la brea, y las impurezas y el tamaño de partícula de grafito natural debe tenerse en cuenta.

Las materias primas se pueden dividir en cuatro categorías genéricas: rellenos, aglutinantes, impregnantes y aditivos.

Rellenos

El relleno generalmente se selecciona de materiales de carbono que grafitizan fácilmente. Como se mencionó, tales materiales son generalmente coques, también conocidos en la industria como "rellenos suaves". Ellos grafitizan rápidamente arriba de 2700°C. Otro de los principales rellenos son el grafito sintético de los electrodos reciclados, grafito natural, y negro de humo.

El coque de petróleo es el relleno elegido en la mayoría de las aplicaciones. Es un poroso subproducto de la industria del petróleo y un carbón sólido casi puro a temperatura ambiente. Se produce por destilación destructiva sin la adición de hidrógeno, ya sea por un proceso continuo (coquización fluida) o, más comúnmente, por un proceso por lotes (coque diferido).

El proceso por lotes consiste en calentar petróleo de alto punto de ebullición bajo presión a aproximadamente 430°C, generalmente durante varios días. Esto promueve el crecimiento de cristales policíclicos mesofásicos líquidos. El material se calcina hasta 1200 ° C, para eliminar casi todo el residuo de hidrógeno, y finalmente es molido y dimensionado.



Al variar la fuente de petróleo y los parámetros del proceso, es posible obtener varios tipos de coque de petróleo con diferentes propiedades. La industria comúnmente usa tres grados:

- Coque de aguja, una calidad superior con partículas con distintiva forma de agujas, producidas por la coquización retrasada de materias primas con baja concentración de insolubles. Es usado en aplicaciones que requieren alta resistencia al choque térmico y baja resistividad eléctrica.
- Coque tipo ánodo para aplicaciones menos exigentes.
- Coque isotrópico en aplicaciones donde las propiedades isotrópicas y de grado fino se necesitan.

Aglutinantes.

El aglutinante más común es la brea de hulla, que es un material duro, frágil y vidrioso. Es un subproducto de la producción de coque metalúrgico y se obtiene por destilación o el tratamiento térmico del alquitrán de hulla. Entre 35 y 60 kg de brea se producen por tonelada métrica de carbón.

La composición de la brea de hulla es compleja y puede variar considerablemente ya que depende del grado de refinamiento. Dos factores pueden influir notablemente en la calidad y las características de grafitización de la brea, (a) su punto de reblandecimiento y (b) el contenido de complejos insolubles de quinolina (C_9H_7N). Este contenido puede variar ampliamente de una brea a otra.

Otros aglutinantes como la brea de petróleo y las resinas termoestables son utilizados para aplicaciones especiales.

1.4.6.3 Materias Primas utilizadas en el proceso:

1.4.6.3.1 Brea de hulla:

La brea es una compleja mezcla de aromáticos policíclicos y heterocíclicos con diversos grupos funcionales enlazados al anillo. Aproximadamente, el 90% de la brea de hulla de alquitrán consiste en 3 a 7 anillos aromáticos compuestos, con pesos moleculares entre 170 y 380. El 10% restante, está conformado por materiales carbonáceos de alto peso molecular, no solubles.



Las propiedades más importantes de la brea como agente ligante son:

- Fuerte adherencia
- Buenas características de humidificación.
- A valores altos de cocción se obtienen fuertes estructuras de coque (grafitizadas)
- Costo relativamente bajo y alta disponibilidad
- Bajo contenido de azufre y de ceniza
- Forma matrices resistentes a la oxidación
- Mientras se realiza la cocción del ánodo, los vapores de aromáticos liberados, pulen las superficies del mismo.

La brea, se obtiene a partir de la destilación a altas temperaturas de hulla de alquitrán o residuos de petróleo (de industrias de acero o refinerías). Las propiedades físicas y químicas de la brea, se pueden ver afectadas por:

- El proceso de carbonización y la naturaleza de las materias primas.
- El método de destilación del alquitrán: continuo o discontinuo
- La eficiencia del proceso de destilación
- Tipos de tratamientos adicionales: térmicos, etc.

El alquitrán se obtiene a partir de un proceso de pirolisis de la hulla para obtener coque de uso metalúrgico. Por cada tonelada de hulla se obtienen alrededor de 25-40 litros de alquitrán.

Si se somete a un proceso de extracción de agua, luego se lo calienta a 350°C y se lo flashea para remover los volátiles, estaremos produciendo brea a partir de alquitrán.

Las dos propiedades que describen los comportamientos de la brea son:

1. Punto de ablandamiento: es la temperatura en el punto exacto donde la brea sólida comienza a convertirse en un líquido viscoso.
2. Contenido de Quinolinas Insolubles (QI): es el porcentaje de material de brea remanente que no se disuelve en solvente luego de un tiempo/temperatura estándar. Las QI pueden ser primarias, las cuales se producen en los hornos de cocción o secundarias (también conocidas como mesofase) que se producen por tratamiento térmico posterior de la brea.



Tabla de especificación de propiedades de la brea:

PROPERTY	METHOD	UNITS	RANGE	
Water Content	ISO 5939	%	0.0-0.2	
Distillation 0-270°C	AKK 109	%	0.10-0.60	
Distillation 0-360°C	AKK 109	%	3-8	
Softening Point (Mettler)	ASTM D3104-87	°C	110-115	
Viscosity at 140°C	ASTM D4402-87	cP	3000-12000	
Viscosity at 160°C	ASTM D4402-87	cP	1000-2000	
Viscosity at 180°C	ASTM D4402-87	cP	200-500	
Density in Water	ISO 6999	kg/dm ³	1.30-1.33	
Coking Value	ISO 6998	%	56-60	
Quioline Insoluble	ISO 6791	%	7-15	
Toluene Insoluble	ISO 6376	%	26-34	
Ash Content	DIN 51903	%	0.1-0.2	
Elements	S	ISO 12980	%	0.3-0.6
Na	ISO 12980	ppm	10-400	
K	ISO 12980	ppm	10-50	
Mg	ISO 12980	ppm	5-30	
Ca	ISO 12980	ppm	20-80	
Cl	ISO 12980	ppm	100-300	
Al	ISO 12980	ppm	50-200	
Si	ISO 12980	ppm	50-200	
Fe	ISO 12980	ppm	50-300	
Zn	ISO 12980	ppm	100-500	
Pb	ISO 12980	ppm	100-300	

Tabla 1-4 – Propiedades de la brea

Fuente: Handbook of graphite

Descripción de las propiedades:

Destilación: de fracciones livianas a bajas temperaturas, son la medida del contenido de volátiles en la brea.

Punto de Fusión: La brea es un material termoplástico no cristalino, que no tiene definido un punto de fusión determinado, sino que el cambio de sólido, a líquido más viscoso, es gradual. Los paquetes anódicos, por lo general utilizan breas con puntos de fusión entre 100 y 120 °C.



Viscosidad: Es la medida de fluidez de la brea. Es una propiedad que se utiliza como referente para la manipulación, condiciones de mezcla y formado de ánodos. Por lo general depende de la temperatura, y si el amasado es a bajas temperaturas, el poder de penetración de la brea disminuye.

Densidad: Es una indicación de la aromaticidad de la brea, cuando más densa sea, más densos serán los ánodos producidos. Está directamente relacionada al coeficiente C/H y al valor de cocción.

El valor de cocción representa la cantidad de brea perdida durante la cocción. Una forma de conocerlo, es calculando la cantidad de aromáticos liberados.

Quinoleinas Insolubles (mesofase): La brea se caracteriza por ser soluble en algunos solventes como quinoleinas, benceno y tolueno. La cantidad de quinolina presente no influye sobre el poder ligante de la brea, pero sí sobre su densidad (punto de fusión). Las quinolinas primarias se forman en los hornos de coque y en general, a mayor presencia de estas, mayores cantidades de brea utilizadas. Las secundarias o mesofase aparecen luego del tratamiento térmico de la brea y sigue la misma relación que las anteriores.

Tolueno Insoluble: La cantidad de tolueno en la brea, influye sobre el poder ligante de ésta.

Impurezas: La cantidad de azufre se puede utilizar para calcular las emisiones de vapores de azufre liberados en la etapa de cocción o en el proceso electrolítico.

Tensión superficial: es una fuerza que actúa en los líquidos y tiende a minimizar el área superficial. La relación de esta propiedad con la temperatura varía según rangos particulares y composición de la brea.

Angulo de contacto: Conocido como “grado de humidificación”, representa la habilidad de los líquidos a mojar o humedecer la superficie de un sólido. Depende de la temperatura.

La brea producto de refinerías de petróleo, tiene muy poco contenido de quinoleinas, altos puntos de fusión, escasa presencia de tolueno y baja densidad.



Influencias sobre la calidad del ánodo:

La propiedad de la brea que tiene mayor incidencia en la calidad de los ánodos es el valor de cocción.

La habilidad de la brea de ligar y mantener la estructura contribuye al desarrollo continuo de puentes interparticulares, lo que se traduce en una disminución de la resistencia eléctrica. Por otro lado, si se incrementa en 10°C el punto de fusión, entonces deberemos aumentar las temperaturas de formado y mezcla en la misma proporción, siempre que la relación viscosidad-temperatura sea una constante.

La brea humedece la superficie del coque y de los restos durante el mezclado y asegura la cohesión de la pasta dentro del ánodo crudo durante el formado.

La incorrecta alimentación de brea puede resultar:

1- Si el contenido es bajo:

- Grietas en los ánodos verdes
- Mala cocción por falta de volátiles.
- Alta permeabilidad
- Propiedades mecánicas pobres
- Problemas de ataques por O₂

2- Si el contenido es en exceso:

- Pegado de ánodos
- Mayor encogimiento.
- Deformaciones de los agujeros.
- Grietas, roturas en los ánodos cocidos (volátiles)
- Alta permeabilidad
- Más propenso a shock térmico.

1.4.6.3.2 Coque:

El proceso de obtención del coque, sencillamente es:

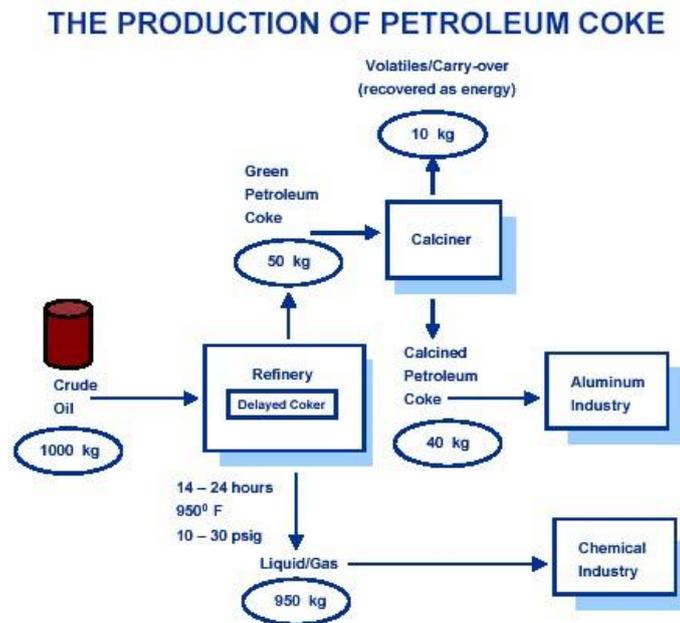


Figura 1-21 – Proceso de obtención del coque

Fuente: Handbook of graphite

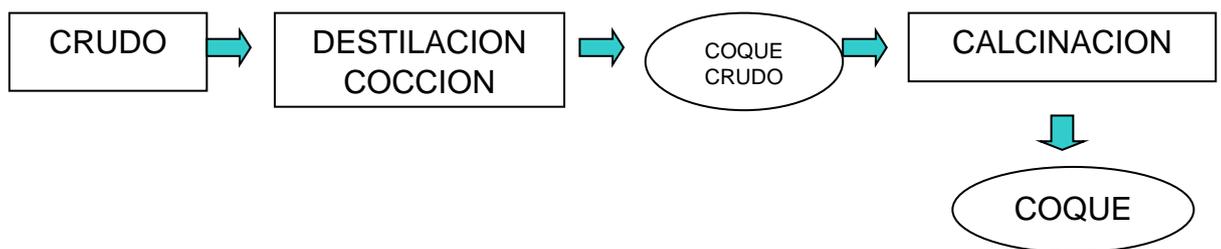


Figura 1-22 – Diagrama de bloques proceso de obtención de coque

Fuente: elaboración propia



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

La siguiente tabla, muestra la especificación típica del coque.

PROPERTY	METHOD	UNITS	RANGE
Water Content	DIN 51904	%	0.0-0.2
Oil Content	ISO 8723	%	0.10-0.30
Dust Forming Factor	RDC 177	%	0.002-0.001
Grain Size >8 mm	ISO 2325	%	10-20
8-4 mm	ISO 2325	%	15-25
4-2 mm	ISO 2325	%	15-25
2-1 mm	ISO 2325	%	10-20
1-0.5 mm	ISO 2325	%	5-15
0.5-0.25 mm	ISO 2325	%	5-15
0.25 mm <	ISO 2325	%	2-8
	ISO DIS 10236	kg/dm ³	0.64-0.70
4-2 mm	ISO DIS 10236	kg/dm ³	0.73-0.79
2-1 mm	ISO DIS 10236	kg/dm ³	0.80-0.86
1-0.5 mm	ISO DIS 10236	kg/dm ³	0.86-0.92
0.5-0.25 mm	ISO DIS 10236	kg/dm ³	0.88-0.93
Mean Bulk Density	-	kg/dm ³	0.78-0.84
Grain Stability	ISO DIS 10142	%	75-90
Density in Xylene	ISO 8004	kg/dm ³	2.05-2.10
Specific Electrical Resistance	ISO DIS 10143	μΩm	460-540
CO ₂ Reactivity Loss (1000°C)	ISO N 802	%	3-15
Air Reactivity at 525 °C	ISO N 803	%/min	0.05-0.3
Crystallite Size (Lc)	-	⊕	25-32
Ash Content	ISO N 837	%	0.10-0.20
Elements S	ISO N 837	%	0.5-3.5



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

V	ISO N 837	ppm	30-350
Ni	ISO N 837	ppm	50-220
Si	ISO N 837	ppm	50-250
Fe	ISO N 837	ppm	50-400
Al	ISO N 837	ppm	50-250
Na	ISO N 837	ppm	30-120
Ca	ISO N 837	ppm	20-100
Mg	ISO N 837	ppm	10-30

Tabla 1-5 – Especificaciones del coque

Fuente: Handbook of graphite

El coque crudo o verde se obtiene a partir de los residuos del fraccionamiento del petróleo. Tiene una estructura muy débil y amorfa con un 8-12% de volátiles. Luego se lo somete a un proceso de calcinación, para darle características eléctricas y poder utilizarlo como electrodo.

Cocción:

Las variables de este proceso son: tiempo, temperatura, grado de recirculación. La temperatura del proceso influye sobre la densidad y tensión del coque crudo, y el grado de reciclaje influye sobre el módulo de yield como en la isotropía.

La calidad del petróleo crudo me determina la composición del coque crudo, sobre todo la cantidad de S.

El proceso se resume en:

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

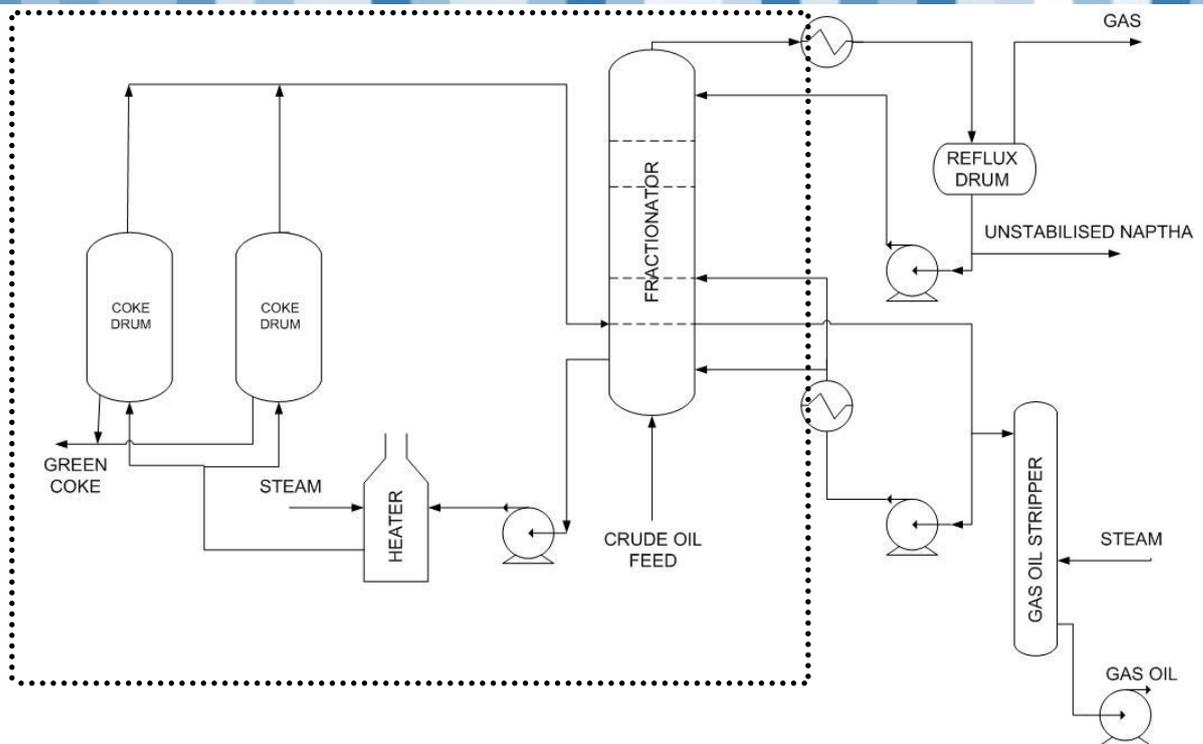


Figura 1-23 – Obtención de coque

Fuente: Handbook of graphite

Para este proceso se utilizan dos o más (algunas plantas cuentan con 6) tambores de cracking de aproximadamente 1500m³ de capacidad. El coque se obtiene como residuo en una fraccionadora de petróleo y se polimeriza y crackea en estos tanques que operan a 450°C y grandes presiones. El ciclo completo de producción lleva 2 días, uno tarda en cargarse el tanque y otro tarda en reaccionar. El proceso es semi continuo, los vapores aromáticos se extraen por el tope y vuelven a la refinería, mientras que por el fondo se extraen las fracciones de coque (de textura liviana). El mismo, se forma a razón de 1m/h y por medio de un sistema hidráulico se tardan 4 horas para sacarlo completamente del tanque.

El coque verde se utiliza como combustible 40% en diferentes tipos de industrias, como materia prima del coque calcinado, 45% y en metalurgia 15%, aproximadamente.

La calidad del coque crudo es:

- Material carbonáceo -----70 – 80 %
- Volátiles----- 10 – 12 %
- Agua----- 5 – 15 %

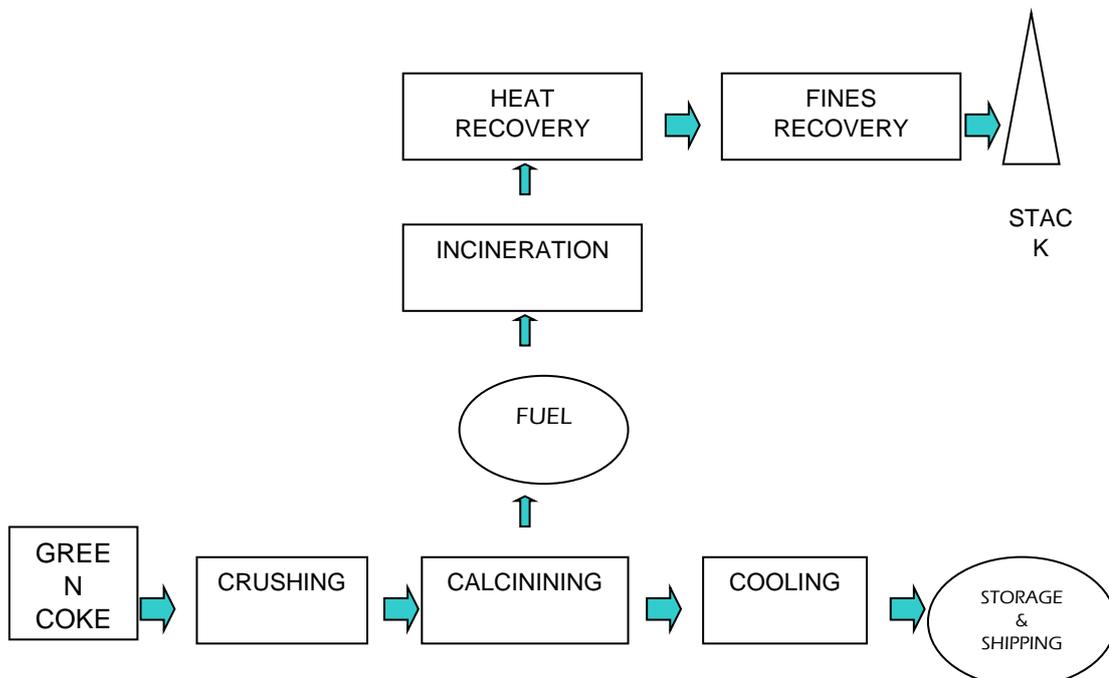


PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

- Azufre----- 1 – 3 %
- Impurezas metálicas----- ≤ 0.1 %

Cada unidad productiva puede tener de 4 a 6 tanques. El proceso de cracking y polimerización del coque es lento y semi continuo. El coque que se encuentra en los estratos superiores del tanque, está expuesto menor tiempo a las altas temperaturas, esto produce coque de características livianas, con mayor contenido de VCM y finos. El coque de la parte inferior del tanque va a encontrarse totalmente carbonizado, con una estructura más esponjosa. La cantidad de coque liviano es de aproximadamente 10% de la producción del tanque y es esencial tratar de disminuir este porcentaje mediante la manipulación de variables de proceso, como por ejemplo:

- Tiempo
- Temperatura (Influye sobre la densidad del producto y las propiedades mecánicas)
- Presión
- Radio de Reciclo (Influye en el grado de Isotropía)



Calcinación:

Este es el proceso se define como el tratamiento térmico (a unos 1250°C) del coque, para mejorar sus propiedades: mecánicas, granulométricas y porosidad. Se remueve la humedad y los volátiles.

Existen dos tipos de mecanismos utilizados, los hornos giratorios y las estufas giratorias.

El primero consiste en un tubo de acero recubierto por material refractario que gira lentamente. Tiene un ángulo de inclinación, por lo que el coque cae por gravedad desde un extremo hasta el otro del horno.

En el segundo sistema, el coque es depositado en el extremo opuesto al quemador y gira lentamente. El coque se mueve por gravedad.

Algunos estudios indican que el primer caso rompe más las partículas de coque.

El coque es sometido a cambios en su estructura durante la calcinación, como mejoras en su estructura cristalina y densidad.

La microestructura del coque varía de acuerdo a la temperatura de calcinación ordenándose, como se muestra en la siguiente figura:

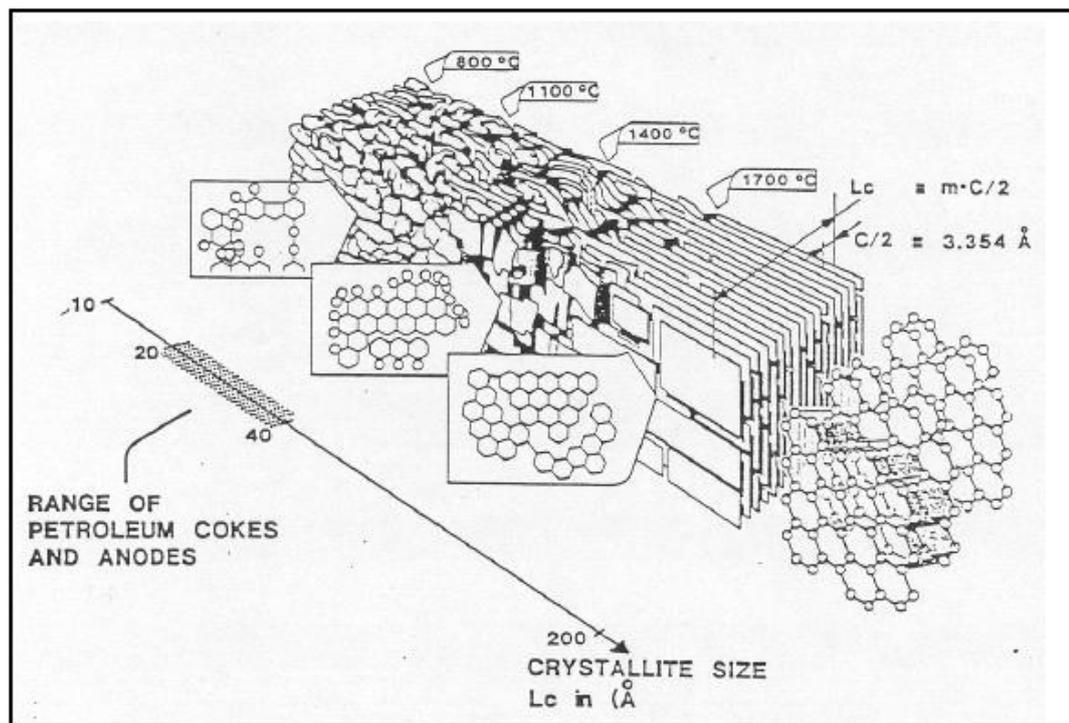


Figura 1-24 – Microestructura de coque conforme a la temperatura de calcinación

Fuente: Handbook of graphite

La temperatura final de calcinación y el tiempo de residencia del coque en el horno, determinan la densidad real del coque calcinado. La velocidad de calentamiento durante el proceso influye en la porosidad.

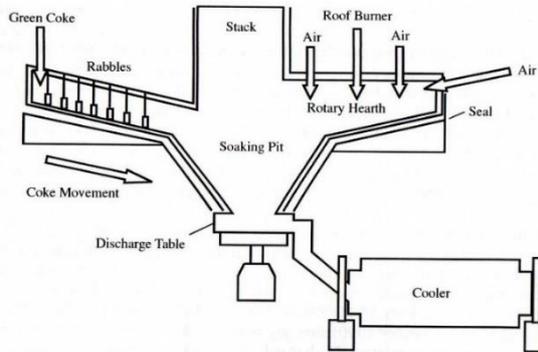


Figure 3.4 Calcination Equipment: Rotary Hearth (Hume 1993)

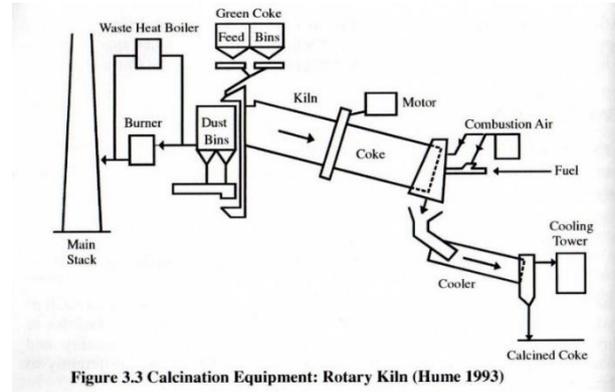


Figure 3.3 Calcination Equipment: Rotary Kiln (Hume 1993)

Figura 1-25 – Equipo de calcinación

Fuente: Handbook of graphite.

Propiedades del coque calcinado vs propiedades del petróleo crudo

La producción de petróleo de alta calidad en el mundo está decreciendo, está conteniendo mayores concentraciones de azufre y metales. Esto impacta directamente sobre la calidad del coque obtenido.

Las propiedades del coque calcinado y las relaciones con el petróleo crudo, se pueden organizar en tres grupos:

Propiedades fuertemente influenciadas por el crudo:

- Azufre, Níquel y Vanadio.

Los niveles de estos elementos en el crudo afectan directamente al coque calcinado. Además, estos componentes están asociados directamente con el contenido de “asfalteno” del crudo, es decir, el peso molecular y la concentración de los mismos en el crudo, tienen una gran influencia sobre la estructura y la densidad total del coque. Por supuesto que la cantidad de “asfalteno” en el crudo depende de la fuente de extracción.

- Estructura del Coque:

Hace pocos años atrás fue desarrollado el método del análisis computarizado de una imagen, para analizar la estructura del coque calcinado y cuantificarla. Se demostró que existe variación de acuerdo a diferentes tipos de crudo. Todos los coques poseen una estructura del tipo mosaico, fibrosa o ambas.

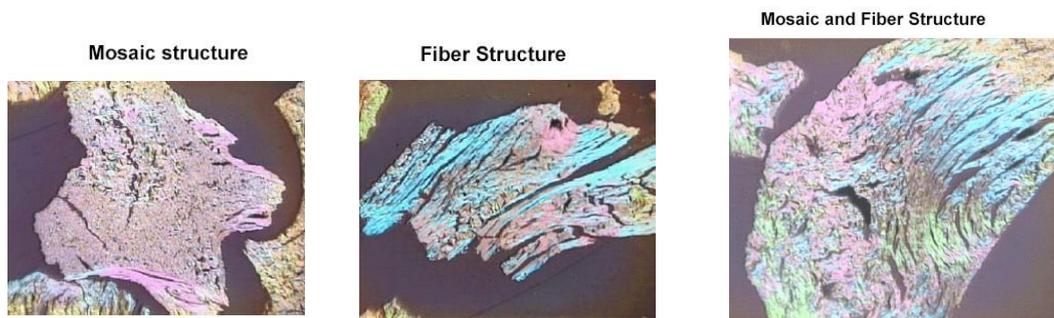


Figura 1-26 – Diferentes estructuras de coque

Fuente: Handbook of graphite

Propiedades parcialmente afectadas por el crudo:

- Porosidad

Esta propiedad es afectada por la calidad del crudo, el proceso de refinado y de calcinación. Esto nos indica que cambios en la calidad de la materia prima pueden ajustarse modificando condiciones operativas.

La porosidad del coque calcinado está influenciada por la cantidad de volátiles de hidrocarburos evaporados durante la calcinación del coque crudo.

Esto significa que la cantidad de volátiles en el coque verde queda determinada por: calidad de crudo; condiciones de cocción; velocidad de calcinación (es decir, cuán rápido se evaporan los volátiles) y debe controlarse, para controlar la porosidad del coque.

- Densidad Total

Las partículas más pequeñas tienen un valor mayor de densidad total (peso total, incluido el aire – porosidad).

Esto significa que cambios en el tamaño del coque calcinado afectan su densidad total. En consecuencia, los cambios del proceso que modifiquen el tamaño del coque verde van a afectar las propiedades del coque calcinado.

- Tamaño de partículas

Esta propiedad está directamente afectada por el tipo de petróleo utilizado, las variaciones en el refinado y las condiciones operativas del proceso productivo de coque. De esta manera, petróleo que tienden a dar coques con distribuciones de partículas pequeñas y frágiles/livianas pueden mejorarse adaptando o modificando las variables del proceso.

PROPIEDADES DEL COQUE:

Porosidad: puede clasificarse en dos tipos de poros: abiertos y cerrados. Los poros abiertos son los que conectan el interior de la partícula con la superficie externa y son accesibles a ser recubiertos con brea. Los poros cerrados representan porosidad inaccesible. Un coque de buena calidad, debe tener mayor cantidad de poros abiertos que cerrados. Los poros son el resultado de la rápida evolución de volátiles cuando el material se encuentra en un estado no plástico.

- Elasticidad: se define como la expansión inversa observada luego de aplicada la fuerza. Esta propiedad afecta la habilidad del coque para compactarse dentro del molde del ánodo (contribuye a la densidad del ánodo).

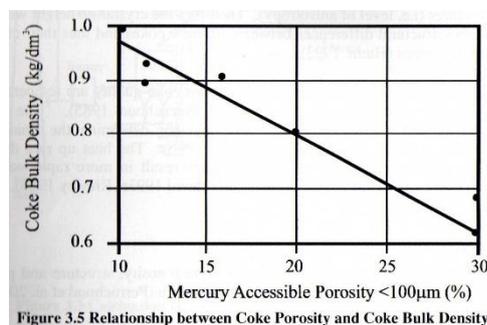


Figura 1-27 – Relación entre porosidad y densidad de coque

Fuente: Handbook of graphite

Altos valores de elasticidad en el coque, causan altos valores de elasticidad en los ánodos, si es excesivamente alta puede provocar rajaduras o

aumentar la resistencia a la corriente. El grado de calcinación o la desulfurización impactan sobre esta propiedad.

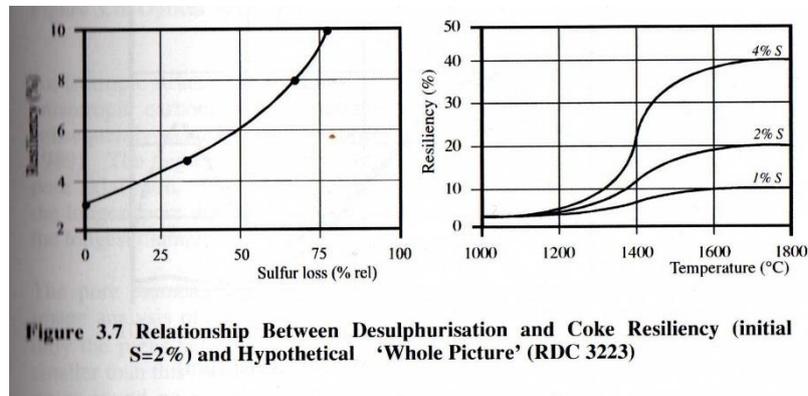


Figura 1-28 – Relación entre la desulfuración y resiliencia de coque

Fuente: Handbook of graphite

- Estructura:

Una estructura isotrópica, es un arreglo que posee los mismos valores de propiedades en todas las direcciones, es decir, poseen el mismo radio axial en todas las direcciones. El no isotrópico tiene esencialmente, un arreglo paralelo. Estas diferencias en la macroestructura, solo se pueden notar en un microscopio. El carbón isotrópico es más duro para triturar o aplastar y produce tamaños de partículas finas comparadas con el no isotrópico. La producción de mayor cantidad de finos puede producir problemas de polvo en los filtros de planta.

La microestructura está fuertemente influenciada por el grado de calcinación, se modifica el tamaño cristalino.

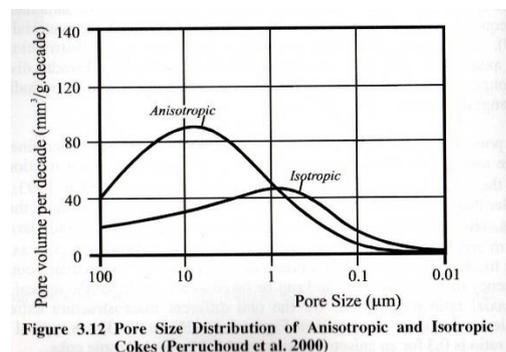


Figura 1-29 – Distribución de tamaño de poro en coques isotrópicos y anisotrópicos

Fuente: Handbook of graphite

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

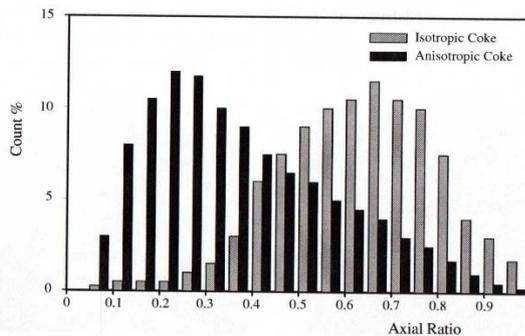


Figure 3.11 Axial Ratio Distribution of an Anisotropic and an Isotropic Petroleum Coke (Hume 1993)

Figura 1-30 - Distribución de radio axial en coques isotrópicos y anisotrópicos

Fuente: Handbook of graphite

- Influencias sobre la calidad del ánodo:

La calidad del coque influye sobre la calidad de los ánodos. La porosidad (en el grafico siguiente indicada como densidad global del coque, esto es, la densidad calculada como masa sobre volumen para un determinado todo: coque, aire, etc.) tiene un impacto directo sobre la densidad aparente.

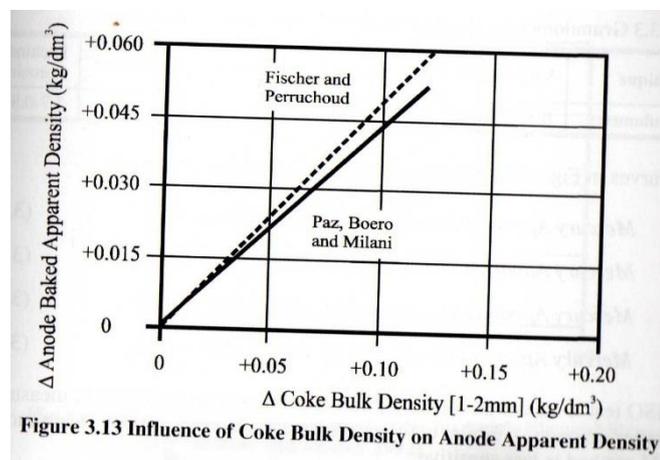


Figure 3.13 Influence of Coke Bulk Density on Anode Apparent Density

Figura 1-31 – Influencia de la densidad del coque en la densidad aparente del ánodo

Fuente: Handbook of graphite

Hay diferentes métodos (vibración, por drenado, etc.) de medir una densidad global o porosidad. Luego existen varias correlaciones para calcular la densidad aparente (es conocido como método de densidad aparente de mercurio o método Pechiney).

- Otra propiedad modificada es la permeabilidad del aire.

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

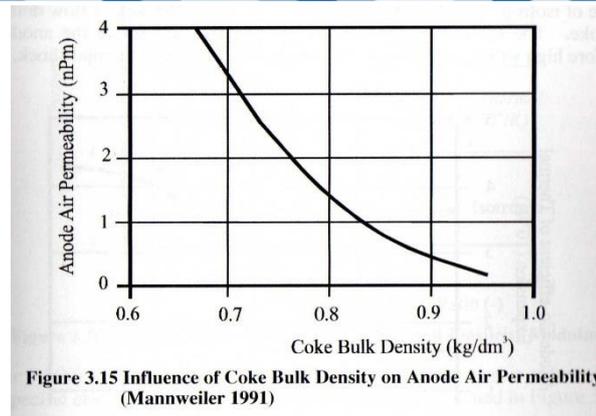


Figura 1-32- Influencia de la densidad del coque en la permeabilidad al aire del ánodo

Fuente: Handbook of graphite

La elasticidad del paquete anódico está influenciada por la del coque y directamente relacionada con la resistencia eléctrica.

La macroestructura del coque influye en las propiedades mecánicas del ánodo. El mejor caso, sería aquel en el que se obtenga buena resistencia, es decir mayor elasticidad bajo compresión (modulo elástico), y menor coeficiente de expansión térmica (mayor resistencia de los ánodos al shock térmico).

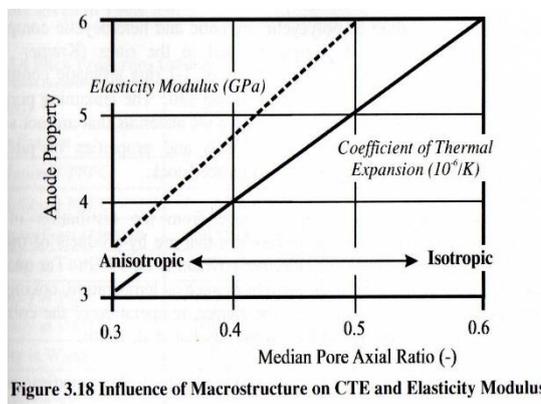


Figure 3.18 Influence of Macrostructure on CTE and Elasticity Modulus

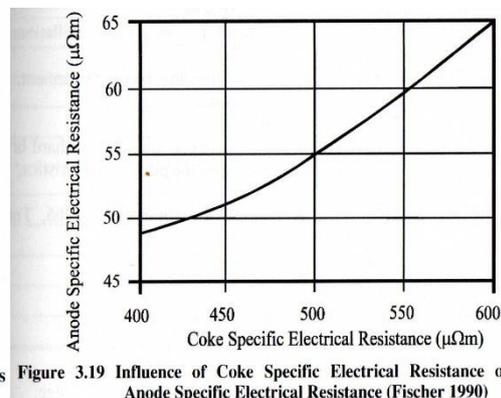


Figure 3.19 Influence of Coke Specific Electrical Resistance on Anode Specific Electrical Resistance (Fischer 1990)

Figura 1-33 - Influencia de la macroestructura en el CTE y el módulo de elasticidad e Influencia de la resistencia eléctrica específica del coque en la resistencia eléctrica específica del ánodo

Fuente: Handbook of graphite

- Segregación:

Todos los sólidos, al manipularlos, se segregan. Lo importante es determinar la influencia de este fenómeno en la fabricación de ánodos crudos, en especial sobre la demanda de brea.

Del fenómeno de segregación, proceso a través del cual se produce la separación y acumulación del material grueso y fino en capas distintas y alternativas. Raramente responden a alguna ley sencilla. La segregación del material en los silos de almacenamiento ocurre de manera inconsciente y algunas de las opciones para evitar que suceda son: Mezcla en los silos, Tubos anti segregación, etc.

Realizando observaciones visuales, nos damos cuenta que las partículas más gruesas se colocan a los laterales mientras que las más finas se ubican en el centro.

SEGREGACIÓN DEL COQUE DURANTE EL VACIADO DEL SILO

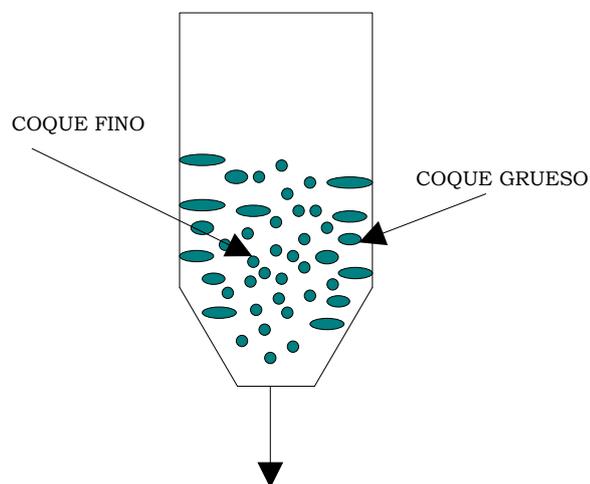


Figura 1-34 – Segregación del coque durante el vaciado del silo

Fuente: Handbook of graphite

Este fenómeno, afecta las propiedades del coque, porosidad, porque: la cantidad de volátiles presentes en las partículas finas es mayor que los contenidos en las partículas gruesas. Si la calcinación del coque verde se produce sin control de segregación, entonces obtendremos coque de baja calidad. Para su control es importante la forma de alimentación a los hornos.

En la fabricación de la pasta, es importante el diseño de los silos y el sistema de transporte, así el control sobre varios silos chicos es mejor y más fácil que en un solo silo, pero grande.

Además, si disminuye la calidad del coque: aumenta la porosidad el funcionamiento del molino productor de harina, va notar cambios en su alimentación y va a producir tamaños diferentes.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DE MERCADO



2 ESTUDIO DE MERCADO

2.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de realizar este estudio radica en conocer la viabilidad comercial de la actividad del proyecto y la posibilidad real de colocar el producto en el mercado.

Para esto vemos necesario conocer los canales de comercialización, determinar la magnitud de la demanda que podría esperarse y conocer la composición, características y ubicación de los potenciales consumidores. Se lleva a cabo un análisis de la oferta y la demanda, estudiando los mercados involucrados como son el mercado consumidor, el mercado proveedor de insumos y/o materia prima y competidor. Antes de ahondar en estos temas es importante definir el producto que se pretende comercializar para poder determinar las variables necesarias para el estudio de mercado. Nuestro producto es un electrodo de grafito destinado básicamente a la protección catódica de estructuras de acero.

Estos electrodos se pueden clasificar en dos categorías:

- Como producto de consumo en *Bienes de Consumo Durables*, debido a que tienen un ciclo de vida bastante largo, y normalmente sufren desperfectos y desgaste después de varios años de uso;
- Como bienes industriales en *Productos para Mantenimiento*.

Este producto no es producido en el país, por ello el mercado consumidor debe importar este producto para su consumo.

2.2 MERCADO CONSUMIDOR

2.2.1 Demanda nacional

La información recaudada para este estudio se basó principalmente en encuestas telefónicas de forma personal, catálogos y guías de productos y servicios. En base a esto se determinó que el número de empresas que realizan el servicio de protección catódica con electrodos de grafito en la zona patagónica es elevado y se estableció contacto con algunas de ellas



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

obteniendo los siguientes resultados con respecto a los electrodos de grafito utilizados:

Empresa	Un/año	Medidas	Precio de compra
Petromark Servicios Petroleros	800	3" x 60" 4" x 80"	USD 240
Protección Catódica del Comahue S.R.L. 1	-	4" x 80"	USD 300
Selec SRL	-	3" x 60"	-
Terra Ingeniería	100	3" x 60"	USD 132
Omnitronic SA	100	3" x 60"	USD 215
Laiken SA 2	2800-3000	3" x 60" 4" x 80"	USD 48-55
Protan SA 2	2000	3" x 60" 4" x 80"	-

1- El 65% de sus instalaciones se realizan con ánodos de grafito
2- Importa las barras de grafito y las provee a las demás empresas de la tabla como electrodo terminado.

Tabla 2-1. Consumos de empresas de servicio de protección catódica

Fuente: elaboración propia

Empresa	Ubicación Geográfica
Petromark Servicios Petroleros	Ciudad de Neuquén, Neuquén, Argentina
Protección Catódica del Comahue S.R.L.	Ciudad de Neuquén, Neuquén, Argentina
Selec SRL	Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
Terra Ingeniería	Cipolletti, Río Negro, Argentina
Omnitronic SA	Godoy Cruz, Mendoza, Argentina
Laiken SA	CABA, Buenos Aires, Argentina
Protan SA	Ciudad de Santa Fe, Santa Fe, Argentina

Tabla 2-2. Ubicación geográfica de empresas de servicio de protección catódica

Fuente: elaboración propia.

Se puede concluir, según *tablas 2-1 y 2-2*, que el mercado más prometedor se ubica en la zona patagónica enfocándose a proveer a las empresas de servicio de protección catódica para la industria petrolera protegiendo desde gasoductos, oleoductos, poliductos, tanques, cañerías de producción (casing), etc. Se trata de empresas que compran los electrodos listos para su utilización y brindan el servicio de instalación del sistema o lecho dispersor de protección catódica por corriente impresa; dichas empresas se movilizan hacia la locación o ubicación geográfica de la estructura a



proteger y realizan la instalación, puesta en marcha y control periódico del mismo.

El consumo de electrodos varía, lógicamente, según el tamaño, localización, capacidad y contratos disponibles de cada empresa de servicios; se observó también que el tamaño de electrodo más utilizado ronda entre las 3" y 4" de diámetro y los 1500 mm de largo, el precio promedio de los mismos se ubica en aproximadamente USD 300 por unidad terminada, considerando como unidad terminada a la barra de grafito impregnada y con el cable conductor anexado.

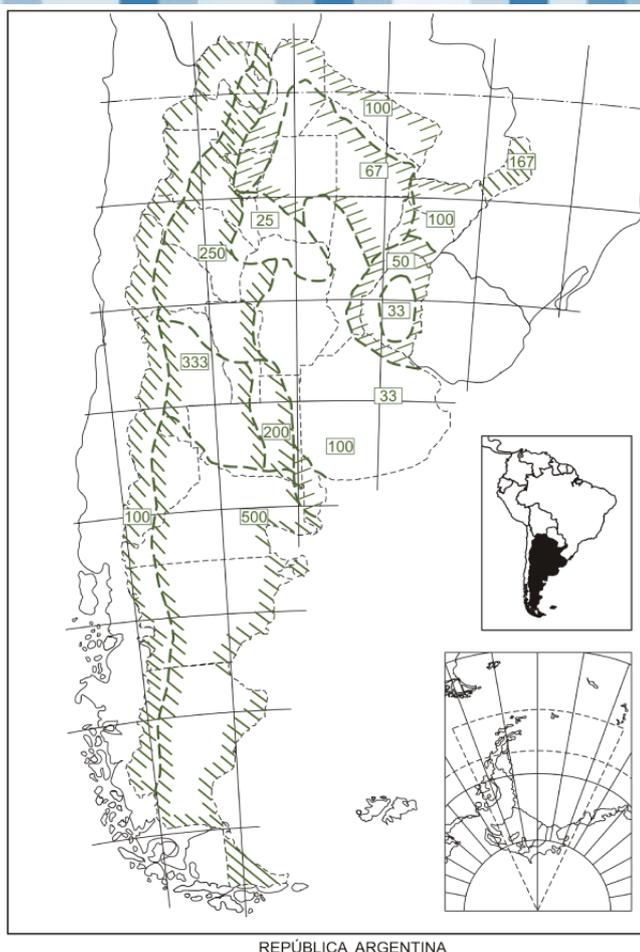
Los proveedores mayoritarios de ánodos para las empresas de servicios son dos:

- Laiken SA
- Protan SA

Estas empresas se dedican a importar las barras de grafito para luego realizarles una impregnación con parafina o cera y posteriormente anexarles un cable de cobre y proveer a las empresas de servicios. Continuando con la metodología de encuestas telefónicas se pudo establecer contacto con Laiken SA y se obtuvo que la demanda anual de electrodos de grafito ronda entre 2800 y 3000 unidades anuales y que el precio de importación de dichas barras se ubica entre los USD 48 y USD 55; posteriormente se estableció contacto con Protan SA y se indagó que su demanda anual es de 2000 unidades.

Otro aspecto a analizar para justificar el estudio y utilización de los ánodos de grafito es la característica de los suelos patagónicos donde pueden ser aplicados:

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD



REPÚBLICA ARGENTINA

Mapa orientativo de resistividades eléctricas de suelos

Referencias:

ρ = Resistividad a profundidades de hasta 5 m aproximadamente
[33] Valores promedio típicos locales en Ωm

Zonas geográficas:

○ $\rho < 50 \Omega m$
● $50 \Omega m < \rho \leq 100 \Omega m$
● $\rho > 100 \Omega m$

Figura 2-1 - Resistividades en suelos

Fuente: INTA

Resistividad ($\Omega\text{-m}$)	Grado de agresividad
< 10	Severo
10 - 100	Discreto
100 - 1000	Escaso
> 1000	Nulo

Tabla 2-3. Clasificación de suelos según resistividad

Con respecto a la resistividad puede observarse en la *figura 2-1* que los suelos cercanos al sector cordillerano se ubican en una franja con una resistividad promedio de 100 Ωm lo que indica según *tabla 2-3* que su grado de agresividad con respecto a la corrosión es discreta o escasa.

AGUA UTIL EN EL PERFIL

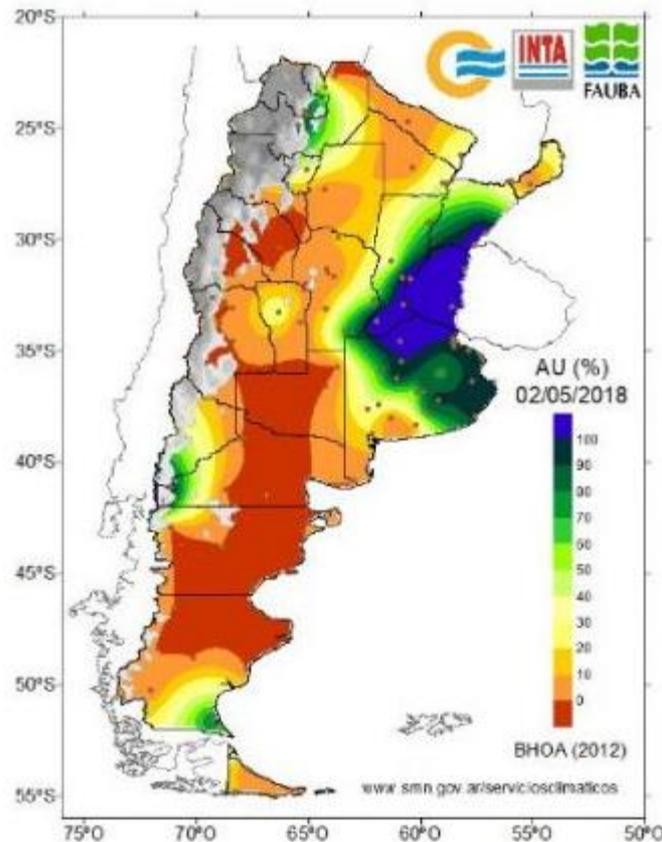


Figura 2-2 - Agua disponible en suelo.

Fuente: INTA

Con respecto a la humedad se observa en la *figura 2-2* que los suelos de la Patagonia poseen un agua disponible menor a 40% lo que los clasifica como suelos secos.

Como conclusión debido a los valores de resistividad y humedad de los suelos patagónicos se justifica el uso de electrodos de grafito ya que los mismos son apropiados para suelos con resistividad media, bajo contenido de humedad y con relación a esto último resisten una alta presencia de cloruros que suele darse en lugares de producción de hidrocarburos debido a la movilidad de agua con alto contenido salino.

2.2.2 Demanda potencial

Por otra parte se puede decir que en cuestión de potencialidad la demanda puede incrementarse en gran medida debido al desarrollo de Vaca Muerta actualmente en una transición entre la exploración y la explotación y con grandes expectativas en los próximos años; sólo desde 2015 la producción de gas se incrementó en un 75% según un informe del Instituto Argentino del Petróleo y el Gas (IAPG); el informe indica que **en el período 2015-2035 se deberían invertir cerca de USD 22 mil millones en obras para aumentar las redes, modernizar los sistemas de distribución, mejorar los gasoductos y demás infraestructura** necesaria para desarrollar Vaca Muerta y estima que la situación mejorará y que para 2021-22 se producirán 140 millones de metros cúbicos de gas por día (18 millones más que hoy, o sea, un 15% de aumento)

La producción de petróleo total país del año 2017 fue de 27,8 millones de m³, es decir 76.202 m³/día, un 6,12 % menos que el año anterior que fue de 81.168 m³/día. La producción de petróleo no convencional creció un 30 % en el año 2017, alcanzando los 7.055 m³/día, contra los 5.429 m³/día correspondiente al año 2016. La producción de gas natural total país en 2017 alcanzó los 45 miles de millones de m³, o sea 122,2 millones de m³/día, un 0,6 % inferior a lo producido en el año anterior que fue de 122,9 millones de m³/día. La producción de gas no convencional de 2017 se incrementó el 22,2 %, alcanzando los 11,5 miles de millones de m³, es decir 31,4 millones de m³/día superando los 25,7 millones de m³/día registrados en el año 2016.

Pozos no convencionales terminados. Período 2006-2017.

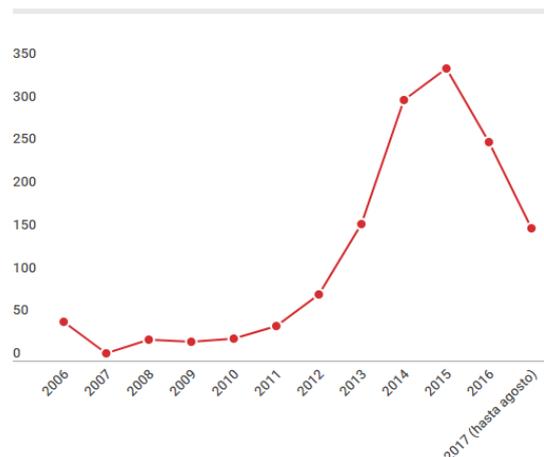


Figura 2-3 - Pozos no convencionales terminados 2016-2017

Fuente: IAPG - MmEM

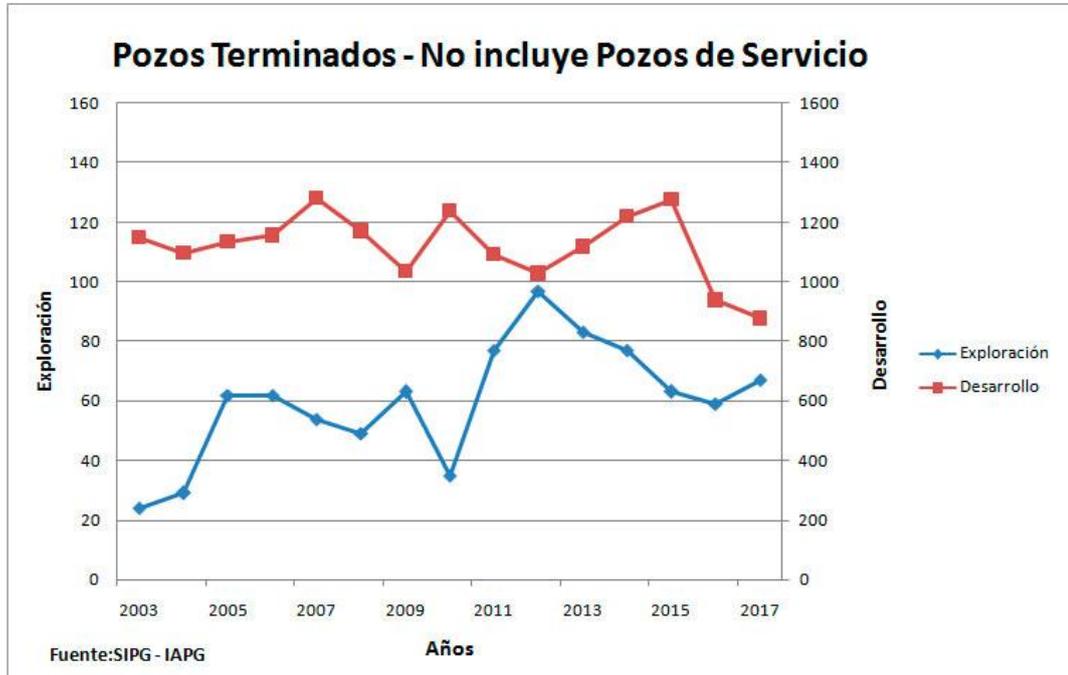


Figura 2-4 - Pozos totales terminados

Fuente: SIPG-IAPG.

Según datos oficiales del Ministerio de Energía y Minería de la Nación (MmEM) (*figura 2-3*), 2015 fue un año récord si se analizan los metros perforados. Si bien en 2016 hubo una caída del 22%, en 2017 hubo un repunte debido a la puesta en marcha de nuevos proyectos vinculados fundamentalmente al gas y se proyecta un crecimiento cercano al 15%. Puede observarse que los pozos de exploración están en crecimiento

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

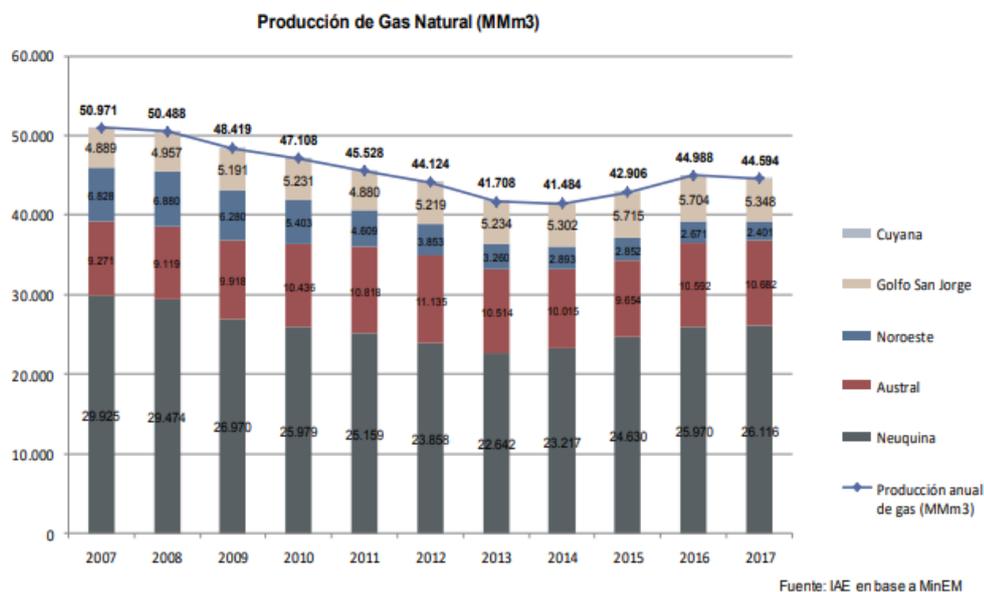


Figura 2-5 - Producción de gas natural

Fuente: IAE-MnEM.

	Convencional	Shale	Tight	Total no convencional	% No convencional	Total C+NC
2007	50.567	2	402	404	0,8%	50.971
2008	50.028	5	406	411	0,8%	50.439
2009	47.993	10	416	426	0,9%	48.419
2010	46.562	14	532	546	1,2%	47.108
2011	44.747	31	750	781	1,7%	45.528
2012	42.864	110	1.150	1.260	2,9%	44.124
2013	39.635	216	1.857	2.073	5,0%	41.708
2014	37.225	564	3.695	4.259	10,3%	41.484
2015	36.157	1.161	5.587	6.748	15,7%	42.905
2016	35.387	1.607	7.994	9.601	21,3%	44.988
2017	33.076	2.341	9.201	11.542	25,9%	44.618
% 2007-2017	-34,6%	116950,0%	2188,8%	2756,9%		
% 2016-2017	-6,5%	45,7%	15,1%	20,2%		
% eq.	-4,2%	102,7%	36,8%	39,8%		

Fuente: IAE en base a Ministerio de Energía y Minería

* Datos provisorios

Tabla 2-4. Producción de gas natural por tipo de recurso (MMm³)

Fuente IAE-MnEM

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

	Convencional	Shale	Tight	Total no convencional	% No convencional	Total C+NC
2007	36.806	8	11	19	0,1%	36.825
2008	36.397	8	11	19	0,1%	36.416
2009	35.014	10	8	18	0,1%	35.032
2010	34.171	20	9	29	0,1%	34.200
2011	32.025	78	12	90	0,3%	32.115
2012	31.766	182	20	202	0,6%	31.968
2013	30.864	400	69	469	1,5%	31.333
2014	29.810	969	100	1.069	3,5%	30.879
2015	29.390	1.346	162	1.508	4,9%	30.898
2016	27.693	1.725	290	2.015	6,8%	29.708
2017*	25.729	2.181	397	2.578	9,1%	28.307
% 2007-2017	-30%	27163%	3509%	13468%		
% 2016-2017	-7%	26%	37%	28%		
% eq.	-4%	75%	43%	63%		

Fuente: IAE en base a Ministerio de Energía y Minería

* Datos provisorios

Tabla 2-5. Producción de petróleo por tipo de recurso

Fuente: IAE-MnEM.

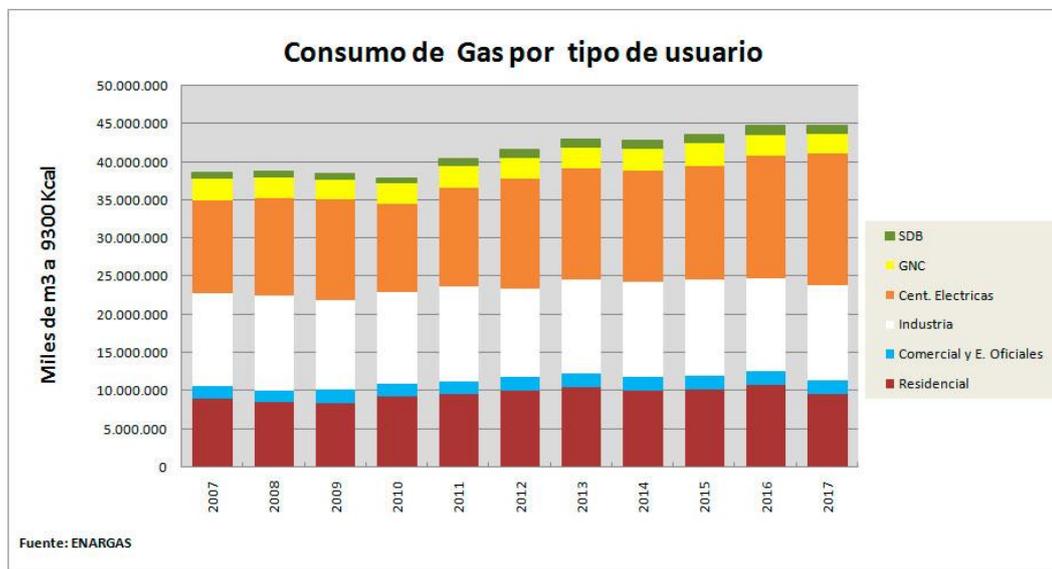


Figura 2-6 - Consumo de gas natural por tipo de usuario

Fuente: SIPG-IAPG



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

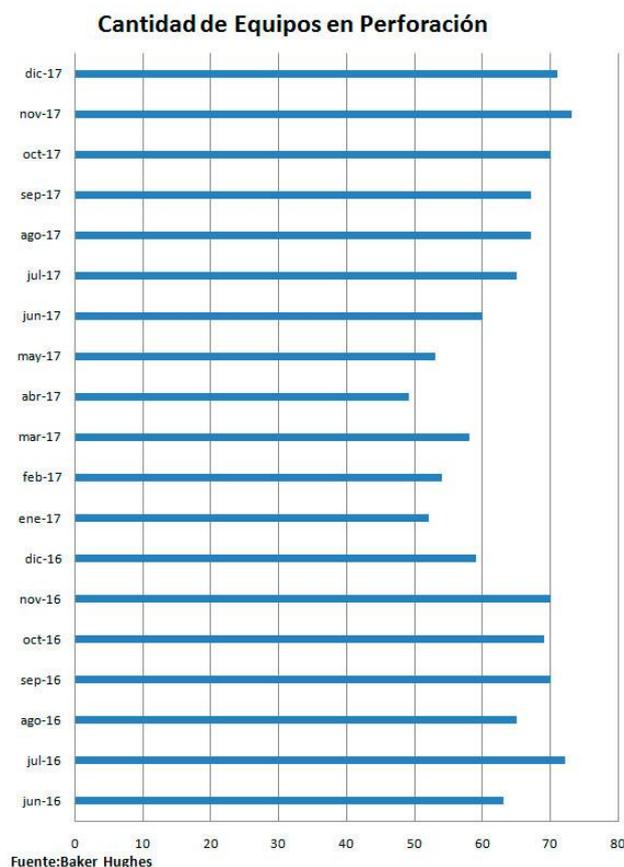


Figura 2-7 - Cantidad de equipos en perforación

Fuente: SIPG-IAPG.

Con estas estadísticas se puede concluir que si bien la producción de gas y petróleo disminuyó en el periodo 2016-2017 la expectativa del sector en general coincide en que se elevará en los próximos años con el desarrollo y posterior aporte de la explotación no convencional; que de hecho se ve incrementado en un 13468% en el caso del petróleo y 2758% en el caso del gas natural en un período de 10 años (2007-2017). En el caso del gas el consumo por su parte se ve incrementado en 2017 y se estima que continuará con esta tendencia.

Esto podría verse reflejado en la perforación de nuevos pozos, solo en 2017 más de 700 fueron realizados, y la construcción y reacondicionamiento de una infraestructura de gasoductos, oleoductos y poliductos que deberán ser protegidos contra la corrosión; se deben considerar también el recambio de los lechos dispersores actualmente en funcionamiento ya que se estima que los electrodos de grafito tienen una vida útil de entre 10 a 15 años y no está demás mencionar también la protección de cañerías, tanques y equipos tanto en yacimiento como en otras etapas comprendidas en el upstream e inclusive el downstream.



2.3 MERCADO PROVEEDOR

La fabricación de electrodos de grafito, por su naturaleza, no demanda una gran diversidad de materias primas e insumos, lo que es ventajoso ya que se homogenizan las compras y esto permite comprar mayores cantidades de lo mismo y obtener mejores precios.

En productos que requieren muchos insumos para su fabricación, la falta de uno de ellos, cualquiera sea, implicaría parar la producción aunque se cuente con todos los otros suministros necesarios. Esto no sucedería con el producto en cuestión, ya que no utiliza materias primas secundarias (es decir, que contienen o acompañan al producto acabado) tales como tapas, recipientes, distintos productos químicos, etc.

En primer lugar haremos una identificación de los suministros más relevantes al proceso de obtención del producto, cuya disponibilidad es crítica. Estos se enumeran y analizan a continuación.

Haremos un análisis sobre las dos materias primas para obtener electrodos de grafito, el coque de petróleo calcinado y la brea de hulla.

2.3.1 Coque de petróleo calcinado

Es la materia prima principal de este proceso, se obtiene a partir de un proceso de refinado del petróleo y contiene una elevada proporción de carbono en forma de compuestos aromáticos.

En el país hay diversas empresas que compran este coque a las refinerías, les realizan un proceso de calcinado en hornos rotativos y luego lo venden; estas empresas satisfacen la demanda nacional y también son exportadoras.

Empresa	Ubicación Geográfica	Contacto
Oxbow Argentina-Copetro	Ensenada, La Plata, Argentina	221-460 1303
BMI Austral	Villa Lynch, Buenos Aires, Argentina	11- 47541559
Acecar SA	San Nicolás, Buenos Aires, Argentina	336-446 2879
CP Tecnologías SA	Avellaneda, Buenos Aires, Argentina	11-42018900

Tabla 2-6. Empresas proveedoras de coque calcinado

Fuente: elaboración propia

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Puede observarse a continuación que las refineras de Luján de Cuyo (YPF), La Plata (YPF), Campana (AXION) y Dock Sud (SHELL) son las productoras de coque de petróleo del país, en 2014 se produjeron 1.284.124 m³ (1.027.299 Kg) con las cuales se cumplió con la demanda nacional y se exportó un excedente de 4.497 m³ (3.597 Kg). Con estos datos puede concluirse que, si bien no se utiliza toda la producción nacional para calcinar, se puede asegurar la disponibilidad en el mercado nacional.

CAPACIDAD DE REFINACIÓN (m ³ por día operativo)												
	Destilación Atmosférica	Vacío	Reductor Viscosidad	Craqueo Térmico	Reformación Catalítica	Coque Fondo de Vacío	Hidrocracking	Craqueo catalítico	Hidrotatamiento D.O.	Hidrotatamiento Nafta	Alquilación	Isomerización
YPF S.A.	50.800	20.900	—	—	3.580	11.200	2.700	12.900	5.200	—	360	—
La Plata	30.000	10.400	—	—	1.600	5.500	—	9.500	2.400	—	—	—
Luján de Cuyo	16.800	10.500	—	—	1.500	5.700	2.700	3.400	2.800	—	360	—
Plaza Huincul	4.000	—	—	—	480	—	—	—	—	—	—	—
AXION (Campana)	14.000	7.500	—	—	1.600	3.800	—	4.300	2.500	2.800	—	—
DAPSA	1.741	495	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dock Sud	1.170	245	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lomas de Zamora	571	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
REFINOR (Campo Durán)	4.150	—	—	—	500	—	—	—	—	—	—	—
PETROBRAS ARGENTINA	4.850	2.000	700	—	3.700	—	—	1.250	—	—	—	480
Bahía Blanca	4.850	2.000	700	—	1.400	—	—	1.250	—	—	—	480
Pto. Gral. San Martín	—	—	—	—	2.300	—	—	—	—	—	—	—
OIL COMBUSTIBLES (S. Lorenzo)	6.000	2.400	670	826	—	—	—	—	—	—	—	—
SHELL (Dock Sud)	18.000	6.500	2.000	—	2.500	1.000	—	4.100	4.000	—	280	—
PETROLERA DEL CONOSUR	1.000	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTALES	100.541	40.295	3.370	826	11.880	16.000	2.700	22.550	11.700	2.800	640	480

Observaciones: Existen otras pequeñas refineras que en total tienen una capacidad menor a 1.000 m³ /día
Fuente: Secretaría de Energía y empresas.

Figura 2-8 - Capacidad de refinación nacional

Fuente: Secretaria de Energía y empresas

DERIVADOS FINALES DE LA INDUSTRIA PETROLERA										
PRODUCCION DE DERIVADOS FINALES (m ³)										
Producto	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Nafta común	1.833.226	849.148	686.585	545.420	388.550	279.629	205.432	141.735	119.910	29.026
Nafta especial	4.226.404	4.983.662	5.124.708	5.294.099	5.370.695	5.870.601	6.646.224	7.159.518	7.489.874	7.251.140
Aeronafta	0	0	0	0	9.920	0	1.657	1.657	0	0
Gas oil	11.688.167	12.583.131	12.610.579	12.420.704	12.482.541	12.135.920	12.082.665	11.977.158	11.675.939	11.518.231
Diesel Oil	150.990	125.859	112.051	125.585	32.945	44.358	9.737	15.989	29.490	10.521
Fuel Oil (t)	2.740.277	3.422.311	4.114.376	4.639.129	1.286.512	3.595.573	3.293.775	3.911.558	4.269.625	4.576.463
Querosén	27.997	27.214	25.189	15.483	64.253	53.496	41.409	24.106	24.282	16.428
Combust. p. retropr.	1.586.759	1.492.036	1.532.604	1.548.979	1.502.981	1.644.253	1.593.913	1.680.737	1.669.663	1.606.687
Lubricantes y base para										
lubricantes	397.246	387.184	340.493	341.930	199.980	384.841	360.245	357.095	324.677	343.899
Grasas (t)	1.390	1.564	1.605	1.570	5.358	10.392	11.017	9.293	8.186	8.702
Asfaltos (t)	667.712	653.786	664.754	603.691	566.518	631.825	675.164	531.831	607.207	548.223
Solventes	210.257	222.223	195.838	171.204	67.931	354.825	303.309	358.995	500.200	403.950
Aguarnás	46.551	52.081	67.673	41.220	17.697	34.700	43.954	40.505	39.540	34.766
Coque y carbón residual (t)	1.498.168	1.506.472	1.474.909	1.454.010	1.137.531	1.398.053	1.392.592	1.473.694	1.342.803	1.286.124
Biodiesel (t)				712.100	1.179.150	1.814.900	2.426.680	2.455.140	1.997.070	2.554.900
Bioetanol (t)						116.840	164.820	235.940	473.210	657.360

Fuente: Secretaría de Energía, IAPG.

Figura 2-9 - Derivados finales de la industria petrolera

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

EXPORTACION DE DERIVADOS FINALES (m³)										
Producto	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Motoneftas	4.031.016	3.244.536	3.952.184	1.610.314	1.311.154	454.492	173.995	270.886	355.492	448.960
Aeronafta	420	70	—	—	—	—	—	223	—	94
Gas Oil	402.839	118.834	324.210	7.540	28.896	—	—	74.156	125.916	123.785
Diesel Oil	10.101	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fuel Oil (t)	979.938	1.709.842	1.743.306	1.737.672	851.592	580.254	33.916	46.298	242.689	188.816
Combust.p. retropr	121.072	74.595	93.072	—	—	—	519	—	—	—
Lubricantes y base para lubricantes	66.144	56.744	66.205	22.904	23.353	47.194	52.258	46.325	27.202	20.305
Asfaltos (t)	19.801	3.777	67.809	—	227.610	3.561	—	—	—	—
Grasas (t)	1.572	1.176	1.658	928	993	1.240	994	422	390	329
Solventes	30.924	57.114	154.296	55.081	32.054	129.174	105.137	134.128	293.364	204.727
Aguarrás	13.865	11.156	35.699	4.177	3.249	4.098	806	473	186	—
Coque (t)	25.238	30.599	53.450	76.765	67.208	24.847	—	—	—	4.497
Biodiesel (t)	—	—	—	680.350	1.147.990	1.325.320	1.624.980	1.515.430	1.149.260	1.627.830

Fuente: Secretaría de Energía, IAPG.

IMPORTACION DE DERIVADOS FINALES (m³)										
Producto	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Nafta especial	12.963	14.750	29.129	51.621	S/D	140.244	143.029	52.962	378.721	449.155
Aeronafta	14.826	6.567	7.170	9.881	11.353	14.372	10.531	12.231	11.394	11.534
Gas oil	680.573	446.949	951.247	843.567	533.674	2.565.886	4.198.832	3.617.219	4.892.818	3.429.615
Querosén y Combust. p. retropr.	—	2.542	2.997	14.971	22.326	42.819	103.252	40.922	58.200	75.760
Lubricantes y base para lubricantes	23.310	46.838	67.248	54.711	34.840	43.075	61.455	47.415	64.122	64.105
Grasas (t)	32	55	41	33	18	407	447	435	525	590
Asfaltos (t)	66	80	172	315	420	252	171	426	—	—
Solventes	492	1.374	13.483	—	199	20.275	33.197	19.889	10.053	4.713
Diesel Oil	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fuel Oil (t)	339.453	972.495	927.975	820.208	729.218	704.013	1.458.949	1.140.907	787.118	543.378
Aguarrás	538	671	8.232	—	—	—	—	—	—	—
Coque (t)	145.406	322.877	—	—	—	—	—	—	—	—

Fuente: Secretaría de Energía, IAPG.

Figura 2-10 - Exportación e importación de productos finales

Fuente: Secretaria de Energía, IAPG

En la siguiente tabla puede observarse los rangos en los que puede encontrarse cada propiedad del coque para ser utilizado en el proceso.

PROPERTY	METHOD	UNITS	RANGE
Water Content	DIN 51904	%	0.0-0.2
Oil Content	ISO 8723	%	0.10-0.30
Dust Forming Factor	RDC 177	%	0.002-0.001
Grain Size >8 mm	ISO 2325	%	10-20
8-4 mm	ISO 2325	%	15-25
4-2 mm	ISO 2325	%	15-25
2-1 mm	ISO 2325	%	10-20
1-0.5 mm	ISO 2325	%	5-15
0.5-0.25 mm	ISO 2325	%	5-15
< 0.25 mm	ISO 2325	%	2-8
	ISO DIS 10236	kg/dm3	0.64-0.70



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

4-2 mm	ISO DIS 10236	kg/dm ³	0.73-0.79
2-1 mm	ISO DIS 10236	kg/dm ³	0.80-0.86
1-0.5 mm	ISO DIS 10236	kg/dm ³	0.86-0.92
0.5-0.25 mm	ISO DIS 10236	kg/dm ³	0.88-0.93
Mean Bulk Density	-	kg/dm ³	0.78-0.84
Grain Stability	ISO DIS 10142	%	75-90
Density in Xylene	ISO 8004	kg/dm ³	2.05-2.10
Specific Electrical Resistance	ISO DIS 10143	μΩm	460-540
CO₂ Reactivity Loss (1000°C)	ISO N 802	%	3-15
Air Reactivity at 525 °C	ISO N 803	%/min	0.05-0.3
Crystallite Size (Lc)	-	⊕	25-32
Ash Content	ISO N 837	%	0.10-0.20
Elements	ISO N 837	%	0.5-3.5
S	ISO N 837	ppm	30-350
V	ISO N 837	ppm	50-220
Ni	ISO N 837	ppm	50-250
Si	ISO N 837	ppm	50-400
Fe	ISO N 837	ppm	50-250
Al	ISO N 837	ppm	30-120
Na	ISO N 837	ppm	20-100
Ca	ISO N 837	ppm	10-30
Mg	ISO N 837	ppm	

Tabla 2-7. Especificaciones requeridas de coque de petróleo

Fuente: Aluar SAIC

Se estableció contacto con la empresa española Oxbow-Copetro que resultó ser proveedora de empresas nacionales como Aluar SAIC que lo utiliza para la elaboración de electrodos para fundición de aluminio. Se estableció también contacto con la empresa Aluar SAIC que recomendó a Oxbow-Copetro como proveedor tomando como criterio el cumplimiento de especificaciones, cumplimiento en entrega de pedidos y precio conveniente por lo que se seleccionó a dicha empresa. La empresa Oxbow-Copetro comercializa coque con estas características a un precio de USD 450 la tonelada.



2.3.2 Brea de alquitrán

La brea es una compleja mezcla de aromáticos policíclicos y heterocíclicos con diversos grupos funcionales enlazados al anillo. Aproximadamente, el 90% de la brea de hulla de alquitrán consiste en 3 a 7 anillos aromáticos compuestos, con pesos moleculares entre 170 y 380. El 10% restante, está conformado por materiales carbonáceos de alto peso molecular, no solubles. En la constitución del electrodo cumple el papel de aglomerante del coque además de proporcionar y mejorar propiedades.

En Argentina no se produce brea por lo tanto toda la demanda debe ser importada. Se estableció contacto con la empresa española Química del Nalón que resultó ser proveedora de empresas nacionales como Aluar SAIC que la utiliza para la elaboración de electrodos para fundición de aluminio. Se estableció también contacto con la empresa Aluar SAIC que recomendó a Química del Nalón como proveedor tomando como criterio el cumplimiento de especificaciones, cumplimiento en entrega de pedidos y precio conveniente por lo que se seleccionó a dicha empresa. De todas maneras, se realizó una investigación de posibles proveedores y resultó que los mismos pueden ser también de España como así también de México y se encuentran numerosos proveedores también en China.

En la siguiente tabla puede observarse los rangos en los que puede encontrarse cada propiedad de la brea para ser utilizada en el proceso.

PROPERTY	METHOD	UNITS	RANGE
Water Content	ISO 5939	%	0.0-0.2
Distillation 0-270°C	AKK 109	%	0.10-0.60
Distillation 0-360°C	AKK 109	%	3-8
Softening Point (Mettler)	ASTM D3104-87	°C	110-115
Viscosity at 140°C	ASTM D4402-87	cP	3000-12000
Viscosity at 160°C	ASTM D4402-87	cP	1000-2000
Viscosity at 180°C	ASTM D4402-87	cP	200-500
Density in Water	ISO 6999	kg/dm ³	1.30-1.33
Coking Value	ISO 6998	%	56-60
Quiline Insoluble	ISO 6791	%	7-15
Toluene Insoluble	ISO 6376	%	26-34
Ash Content	DIN 51903	%	0.1-0.2
Elements			
S	ISO 12980	%	0.3-0.6
Na	ISO 12980	ppm	10-400
K	ISO 12980	ppm	10-50
Mg	ISO 12980	ppm	5-30
Ca	ISO 12980	ppm	20-80



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Cl	ISO 12980	ppm	100-300
Al	ISO 12980	ppm	50-200
Si	ISO 12980	ppm	50-200
Fe	ISO 12980	ppm	50-300
Zn	ISO 12980	ppm	100-500
Pb	ISO 12980	ppm	100-300

Tabla 2-8. Especificaciones requeridas de brea de alquitrán

Fuente: Aluar SAIC

La empresa Química del Nalón comercializa brea con estas características a un precio de USD 700 la tonelada.

2.4 MERCADO COMPETIDOR

La situación en la cual los agentes económicos tienen la libertad de ofrecer bienes y servicios en el mercado y elegir de donde obtenerlos se denomina competencia. Esto significa que hay más de un oferente, y más de un demandante.

Se puede definir como competidor directo, a aquellas empresas que ofrecen en el mercado el mismo producto; y competidor indirecto a quienes ofrecen un producto distinto que puede satisfacer la misma necesidad, denominándose a este producto como sustituto.

2.4.1 Competidores directos

No hay empresas nacionales que se encuentren en la posibilidad de producir electrodos de grafito, pero sí de importarlo a través de compañías generalmente asiáticas aunque también hay participación europea y norteamericana.

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD



Figura 2-11 - Mapa de importadores de grafito artificial

Fuente: The Observatory of Economic Complexity-MIT Media Lab.



Figura 2-12 - Mapa de exportadores de grafito artificial

Fuente: The Observatory of Economic Complexity-MIT Media Lab.



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

País	Exportaciones	% mundial
China	USD 505 M	26%
Japón	USD 272 M	14%
Estados Unidos	USD 207 M	11%
Alemania	USD 168 M	8,8%
Francia	USD 114 M	5,9%
Corea del Sur	USD 42 M	2,2%
India	USD 29,3 M	1,5%
Malasia	USD 21,7 M	1,1%
Brasil	USD 10,4 M	0,54%
Argentina	USD 284.000	0,015%

Tabla 2-9. Exportadores de grafito artificial

Fuente: The Observatory of Economic Complexity-MIT Media Lab

País	Importaciones	% mundial
Corea del Sur	USD 232 M	12%
China	USD 215 M	11%
Malasia	USD 182 M	9,5%
Estados Unidos	USD 138 M	7,2%
Alemania	USD 129 M	6,7%
Francia	USD 74 M	3,9%
India	USD 63 M	3,3 %
Brasil	USD 45 M	2,3%
Japón	USD 141	1,3%
Argentina	USD 5,3 M	0,28%

Tabla 2-10. Importadores de grafito artificial

Fuente: The Observatory of Economic Complexity-MIT Media Lab

Puede observarse en las figuras 2-11 y 2-12 y las tablas 2-9 y 2-10 que China es el líder mundial tanto en importaciones como exportaciones de grafito artificial, seguido en menor medida por Japón y sus mayores clientes son Corea del Sur, Malasia, Estados Unidos, Alemania. China se queda con gran ventaja con el liderazgo de las ventas mundiales de grafito con el 26% de la participación en un mercado mundial que genera USD 1,92 billones y por ende en gran medida es el que establece los precios del mercado ya que países como Estados Unidos, Alemania y Francia compran grafito a China para venderlo como productos finales.

Nuestro país tiene porcentajes insignificantes de participación en el mercado mundial con 0,015% en las exportaciones y 0,28% en las importaciones y es el segundo en Sudamérica detrás de Brasil; sin duda



que empresas chinas, norteamericanas y europeas serán la principal competencia en la venta de electrodos de grafito, cabe hacer la salvedad de que estos valores representan el grafito total en el mercado mundial y no solo el utilizado para elaborar ánodos para protección catódica y también que por cuestiones de normativas ambientales muchas empresas chinas están reduciendo o inclusive cesando sus producciones, lo que abre un nuevo espacio en el mercado mundial.

2.4.2 Competidores indirectos

El método de protección catódica seleccionado será el aspecto principal para seleccionar los electrodos a emplear, considerando también los revestimientos anticorrosivos, que suelen ser un complemento para la protección catódica, se pueden utilizar ánodos de sacrificio y ánodos dispersores para corriente impresa.

Estos productos, denominados sustitutos, compiten en el mercado ya que cumplen funciones similares y los consumidores pueden optar por el consumo de ellos en lugar del producto propuesto en nuestro caso.

2.4.2.1 Ánodos de sacrificio

Algunas de las ventajas de los sistemas de protección por ánodos de sacrificio son que estos no requieren de alimentación externa de corriente, necesitan de poco mantenimiento e inspecciones, son fáciles de instalar y tienen poca interferencia catódica. Sin embargo, se deben tomar en cuenta las siguientes desventajas: la corriente de salida es limitada, los costos de reemplazo son altos, se necesita de un buen revestimiento además de un aislamiento eléctrico de la estructura protegida.

Los sistemas de protección por ánodos de sacrificio se utilizan generalmente en estructuras costa afuera, en los cascos de los barcos, en las cajas de agua de los intercambiadores de calor, entre otros. Existen de varios materiales:

- Aleación base Magnesio

Usos: cañerías enterradas, fondos de tanques de almacenamiento de agua, casco de barcos, termotanques, intercambiadores de calor.



Composición	
ELEMENTO	%
Aluminio	0.01
Mn	0.50 – 1.30
Cu	0.02 Max
Ni	0.001 Max
Fe	0.03 Max
Otros	0.05 c/u o 0.3 Max Total
Magnesio	Base

Tabla 2-11 Composición electrodo de Mg

Propiedades electromecánicas	
Gravedad Específica	1.94
Kg/m ³	1938.23
Amp Hora / Kg Teórico	2204.62
Kg / Amp Año Teórico	3.97
Eficiencia de Corriente	50%
Amp Hora / Kg Real	1102.31
Kg / Amp Año Real	1.98
Potencial en Solución - Volts a CSE	
Aleación AZ63	-1.50 a -1.55 Volts
Aleación Alto Potencial	-1.75 a -1.77 Volts

Tabla 2-12. Propiedades electromecánicas de electrodos de Mg.

- Zinc

Composición			
ELEMENTO	%	ELEMENTO	%
Fe (MAX)	0.005	Fe (MAX)	0.0014
Pb (MAX)	0.006	Pb (MAX)	0.003
Cu(MAX)	0.005	Cu(MAX)	0.002
Al	0.1 – 0.5	Al	0.005
Cd	0.025 – 0.07	Cd	0.003
Zn	BASE	Zn	BASE

Tabla 2-13. Composición ánodos de Zn.

Propiedades electromecánicas	
Gravedad Específica	7
Kg/m ³	7048.12
Amp Hora / Kg Teórico	820.28
Kg / Amp Año Teórico	10.68
Eficiencia de Corriente	90%
Amp Hora / Kg Real	738.25
Kg / Amp Año Real	9.61
Potencial en Solución - Volts a CSE	- 1.10 V

Tabla 2-14. Propiedades electromecánicas electrodos de Zn.

Usos: cañerías enterradas, torres de alta tensión.

- Aluminio



Composición	
ELEMENTO	%
Zn	2.80 – 3.50 %
Hg	0.00 %
In	0.010 – 0.02 %
Si	0.08 – 0.2 %
Cu (max)	0.006 %
Fe (max)	0.10 %
Otros (max)	0.02 %
Aluminio	Base

Tabla 2-15. Composición electrodos de Al.

Propiedades electromecánicas	
Gravedad Específica	2.7
Kg/m³	2700
Amp Hora / Kg Teórico	2983.33
Kg / Amp Año Teórico	2.94
Eficiencia de Corriente	85%
Amp Hora / Kg Real	2535.83
Kg / Amp Año Real	2.49
Potencial en Solución - Volts a CSE	- 1.15 Vts

Tabla 2-16. Propiedades electromecánicas electrodos de Al.

Usos: separadores de petróleo, casco de barcos, fondos de tanques de almacenamiento de petróleo, estructuras metálicas en ambiente, estructuras metálicas en ambientes marinos, cañerías sumergidas, plataformas offshore

2.4.2.2 Ánodos de corriente impresa

- Grafito

Estos se utilizan principalmente en terrenos de resistividad media para protecciones catódicas en tuberías bajo tierra, en los cuales, los ánodos pueden ser enterrados en múltiples lechos de ánodos. Generalmente están disponibles en 75mm de diámetro x 1525 de largo y barras de 100mm de diámetro x 2000mm de largo. Debido a la naturaleza frágil del material, el grafito debe ser almacenado y manipulado con cuidado



Propiedades Físicas	
Densidad	1680 Kg/m ³
Contenido de Carbón	99,90%
Cenizas	0,10%
Porosidad	<3%
Tamaño de Partícula	<0.155 mm
Tratamiento Superficial	Impregnación con Parafina

Tabla 2-17. Propiedades físicas de electrodos de Grafito

Propiedades electromecánicas

Tasa de Consumo	0.90 Kg/Amp- Año
Densidad de Corriente Recomendada	1 A/ft ²
3"x60"	3.92 Amp
4"x80"	6.92 Amp

Tabla 2-18. Propiedades electromecánicas de electrodos de Grafito

- Hierro-Silicio

Son usados para aplicaciones de protección catódica en tierra y en otros lugares donde la resistencia a la abrasión y otras consideraciones de daños mecánicos son importantes. Son recomendables en terrenos de media y baja resistividad. Estos ánodos están disponibles en barras sólidas, formas tubulares y muchas otras formas en una amplia variedad de tamaños para satisfacer las demandas de aplicaciones específicas. Por ejemplo el rango de las barras solidas pueden estar desde 30mm de diámetro x 230mm de longitud y 0,45 kg hasta 115mm de diámetro x 1525mm de longitud y 100kg. Las barras más pequeñas se utilizan para proteger tanques subterráneos de almacenamiento de agua dulce, y las barras más grandes se utilizan en medios más agresivos tales como el agua de mar.



Composición	
ELEMENTO	%
C	0.70 - 1.10
Mn (max)	1,5
Si	14.20 - 14.75
Cr	3.25 - 5.00
Mo (max)	0,2
Cu (max)	0,5
Hierro	Base

Tabla 2-19. Composición electrodos de Hierro Silicio

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Tasa de Consumo	0.12 Kg/Amp-Año
Densidad de Corriente Recomendada	1 A/ft ²
2"x60" F	2.6 Amp
2"x60" G	2.9 Amp

Tabla 2-20. Propiedades electromecánicas electrodos de Hierro Silicio

- Titanio con recubrimiento de MMO:

Este tipo de ánodo puede ser utilizado en terrenos de resistividad elevada y es aconsejable que este rodeado de un relleno artificial constituido por carbón de coque. El consumo medio de estos lechos de dispersión de corriente es de 9Kg/Am*año Son usados en ambientes clorados y consisten de una mezcla de dióxido de rutenio y recubrimiento de óxido de titanio sinterizado en un sustrato de titanio puro.



Propiedades electromecánicas	
Tasa de Consumo	3-6 mg/Amp-Año = 20 Años
Densidad de Corriente Recomendada	9.3 A/ft ² (1*)
1" x 39.4"	8 Amp
Densidad de Corriente Recomendada	4.6 A/ft ² (2*)
1" x 60"	4.5 Amp

Tabla 2-21. Propiedades electromecánicas de electrodos de Titanio MMO



2.4.3 FODA

➤ Fortalezas

- Localización de la Planta;
- Capacidad para aumentar los niveles de producción;
- Capacidad para garantizar una provisión uniforme;
- Capacidad de producir otros tipos de piezas de grafito con la misma tecnología implementada.

➤ Oportunidades

- Crecimiento constante de la demanda;
- Beneficios debido a la localización;
- Generación de puestos de trabajo;
- Aprovechamiento del nicho de mercado que se genera a partir de las necesidades constantes de la industria petrolera, petroquímica, distribución de hidrocarburos, construcción entre otras.

➤ Debilidades

- Posible respuesta tardía a aumentos espontáneos de demanda;
- Periodo de incorporación del producto en el mercado;
- Instalaciones a pequeña escala;

➤ Amenazas

- Variación del precio de las materias primas;
- Competencia con empresas extranjeras de alta capacidad productiva y una larga trayectoria;
- Existencia de numerosos productos de reemplazo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

CAPÍTULO 3

INGENIERÍA DE PROYECTO



3 INGENIERÍA DE PROYECTO

3.1 Tamaño

Uno de los aspectos de mayor consideración de un proyecto es la determinación del tamaño del mismo, puesto que define elementos fundamentales tales como los costos tanto de inversión como de operación e ingresos máximos determinados por la capacidad de producción.

La definición de tamaño del proyecto es la capacidad de producción durante un periodo de tiempo determinado.

Cabe destacar que es de suma importancia el tamaño para análisis de inversión inicial y la rentabilidad del proyecto.

En el siguiente capítulo de determinación de tamaño, se llevará a cabo una estimación preliminar de la capacidad del proyecto, en una etapa de prefactibilidad, dicho análisis se basará en solo algunas de las variables.

Se determinará un rango de tamaño, que va de un mínimo, el cual está definido por la disponibilidad de tecnologías, y uno máximo, el que quedará fijado por la Disponibilidad de materias primas y recursos humanos. Otros aspectos que pueden acotar el tamaño del proyecto son la capacidad de gestión, las restricciones ambientales y reglamentaciones vigentes aplicables. La demanda del mercado fijará un límite por el lado del máximo, y finalmente el rango quedará acotado por la capacidad de financiamiento propio o terceros para abordar la inversión.

3.1.1 Factores que definen el Tamaño:

Entre los factores que determinan el tamaño de un proyecto se encuentran una gran cantidad de variables tales como: demanda, disponibilidad de insumos, localización y plan estratégico comercial de desarrollo futuro de la empresa que se crearía con el proyecto, entre otras.

3.1.2 Tamaño Vs Tecnología:

Como se verá posteriormente en el capítulo de tecnología, el proceso productivo de nuestro producto se lleva a cabo en dos etapas: proceso de producción de ánodo crudo y cocción.

En nuestro caso resulta limitante el horno para el proceso de grafitización, debido a su acotada capacidad y su elevado costo de funcionamiento.



3.1.3 Tamaño Vs Disponibilidad de Materia Prima:

Los insumos podrían no estar disponibles en la cantidad y calidad deseada, limitando la capacidad de uso del proyecto o aumentando los costos del abastecimiento, pudiendo incluso hacer recomendable el abandono de la idea que lo originó. En este caso, es preciso analizar, además de los niveles de recursos existentes en el momento del estudio, aquellos que se esperan a futuro. Entre otros aspectos, será importante estudiar la existencia de sustitutos e incluso la posibilidad de cambios en los precios reales de los insumos a futuro.

En nuestro caso se debe analizar los principales insumos: coque y brea. El primero está disponible en el país, mientras que el segundo se debe importar del exterior, siendo esto una posible limitación debido a la cotización de la moneda nacional respecto a monedas extranjeras, ej: **peso-dólar (\$28,08)** y políticas de importación.

3.1.4 Tamaño Vs Recursos Humanos:

La oferta de personal profesional y técnico es muy amplia en todo el territorio del país, sumado a un alto nivel de desocupación, por lo que, la disponibilidad del recurso humano para la organización no representa un problema, por ende no es un aspecto limitante del proyecto.

3.1.5 Tamaño Vs Medio Ambiente:

En la actualidad, se han especificado distintas normas a través de las cuales todo lo referente al medioambiente en nuestro proyecto, queda perfectamente enmarcado, por lo que este aspecto no será determinante en la decisión del tamaño.

Otro factor a considerar, es que la generación de residuos de nuestro proceso no es significativa, por lo que implicaría bajos costos para su tratamiento.

Por otro lado, el equipamiento necesario para el tratamiento de los residuos no presenta una alta complejidad, por lo que los costos no serán elevados comparado a otro tipo de industria.

3.1.6 Tamaño Vs Localización

La disponibilidad de insumos se interrelaciona a su vez con otro factor determinante del tamaño: la localización del proyecto.

Mientras más lejos esté de las fuentes de insumos, más alto será el costo de su abastecimiento. Por lo tanto, abordaremos este factor mediante la posibilidad de realizar la localización de la planta en las cercanías del mercado proveedor y consumidor.

Otro punto a tener en cuenta, los costos de transporte de algunas de nuestras materias primas serán elevados por tratarse de insumos categorizados como cargas peligrosas.

3.1.7 Demanda Pronosticada:

Al analizar las anteriores variables determinantes del tamaño del proyecto, surge la necesidad de considerar el comportamiento futuro de la demanda como una forma de optimizar la decisión.



En nuestro caso debido a la carencia de información de fuentes estadísticas de consumos de ánodos de grafito, se procedió a consultar el consumo de ánodos por empresas de servicios de protección catódica y proveedores de electrodos (detallado en estudio de mercado).
Lo cual nos da una demanda esperada de aproximadamente 3000 ánodos anuales.

3.1.8 Resultado de Análisis:

Los factores enumerados al inicio del capítulo, determinamos a la demanda del mercado como el parámetro más significativo para la determinación del límite máximo.

Para llevar a cabo la evaluación del tamaño de la planta, nos basamos en la producción anual de empresas similares (competidores directos) determinadas en el estudio de mercado, las que conforman un mercado de carácter oligopólico imperfecto, con empresas muy grandes como Laiken y Protan, entre otras, siendo las que podríamos abastecer con nuestros ánodos de grafito.

Teniendo en cuenta la demanda anual de las empresas, y que sus proveedores son extranjeros, se pretende cubrir al menos la mitad del mercado.

Acorde a la demanda requerida calcularemos la capacidad necesaria de la línea de producción.

Para satisfacer dicha cantidad de producto supondremos que se trabajaran 20 días al mes, cinco días a la semana, 8 horas diarias, con turnos rotativos para encargados de los hornos.

Se producirán unas 3000 unidades anuales.



3.1.9 Programa de Producción:

Meses	Días Hábiles	Demanda	Turno único	Producción + Stock	Stock	
			Horas	Producción		
Ene	23	125	184	200	200	75
Feb	16	300	128	300	375	75
Mar	21	200	168	200	275	75
Abr	22	250	176	300	375	125
May	23	200	184	200	325	125
Jun	20	350	160	300	425	75
Jul	19	250	152	200	275	25
Ago	19	250	152	300	325	75
Sep	22	225	176	200	275	50
Oct	17	250	136	300	350	100
Nov	23	300	184	300	300	100
Dic	15	300	120	300	300	100
Año	240	3000	1920	3000		

Tabla 3-1 Programa de producción.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.10 Conclusión:

En este capítulo se estableció el tamaño del proyecto, se llevó a cabo un análisis de los factores que determinan el lote óptimo de producción, estableciendo así una comparación entre el tamaño y diversos factores, entre ellos la tecnología disponible, la disponibilidad de recursos humanos y materia prima.

Se puede decir que, el tamaño del proyecto se estimó a partir de producción mínima limitada por la tecnología, en este caso el horno de grafitización. El horno más pequeño que se encontró tiene una capacidad de 70 ánodos por cocción, a partir de eso, se estableció una producción de 100 ánodos por tanda, lo que se traduciría en unos 3000 ánodos producidos anualmente. La demanda obtenida por la encuesta telefónica arroja un valor de más de 6000 ánodos consumidos anualmente en el mercado nacional, por lo que la producción podría ser absorbida por el mismo.



3.2 Localización:

En este capítulo se analizará la localización física del proyecto. El objetivo de estudio de la misma es el de maximizar los beneficios, sacando el máximo provecho minimizando los costos de inversión y los del ciclo operativo del proyecto. Se debe analizar que son decisiones a largo plazo y que una vez tomada, se presenta una gran dificultad para dar marcha atrás. Se estudiará y determinará la ubicación de la planta para que tenga las mejores características en base a diversos criterios, tales como lo económico, estratégico e institucional. Esto genera que se deban considerar diversas alternativas de localización, analizando de cada una los distintos factores que influyen en mayor o menor medida al momento de tomar la decisión.

La elección de una de las alternativas para la ubicación del proyecto se lleva a cabo en dos etapas: **Macrolocalización**: para determinar la zona donde se ubicará la planta; y **Microlocalización**: donde se analiza y selecciona el sitio exacto considerando distintos factores, entre ellos podemos citar cuestiones sociales, económicas, comerciales, operacionales, etc.

Macrolocalización: como pauta principal se toma como base situarse en la República Argentina.

En capítulos anteriores se ha estudiado las principales fuentes de consumo de nuestro producto, parámetro fundamental para la localización.

Empresa	Un/año	Localización
Petromark Servicios Petroleros	800	Comodoro Rivadavia
Protección Catódica del Comahue S.R.L.		Neuquén
Selec SRL	-	Mar del Plata Bs. As.
Terra Ingeniería	100	Neuquén
Omnitronic SA	100	Godoy Cruz Mendoza
Laiken SA	2800-3000	Ciudad Autónoma de Bs. As.
Protan S.A	2000	Ciudad de Santa Fe, Santa Fe

Tabla 3-2. Empresas dedicadas a la comercialización de electrodos de Grafito.

Fuente: Elaboración propia.

Como principales alternativas en relación a nuestros posibles clientes las posibles ubicaciones serían: Neuquén, Buenos Aires y Mendoza.

La planta será instalada en un parque industrial, esta decisión se justifica por varios motivos, entre ellos: la oferta de infraestructura y servicios



comunes que brindan estos espacios, como el abastecimiento de los servicios esenciales (energía eléctrica, suministro de agua), disposición y tratamiento de aguas servidas, régimen tributario más flexible y menos severo debido a estrategias políticas de promoción.

Al instalar la planta en un complejo industrial se logra obtener grandes beneficios y soluciones a distintos factores (servicios, etc), además de manejar adecuadamente cuestiones impositivas, políticas, legales, ambientales, repercutiendo así de manera favorable en los aspectos socioculturales.

3.2.1 Análisis y caracterización de los factores para la macrolocalización:

Acorde a nuestro criterio se determinarán los factores que tienen injerencia en distinto grado sobre la macrolocalización de nuestro proyecto, pudiendo de esta forma calificarlos.

- **DESEOS EMPRESARIALES**

Dicho factor tiene poca injerencia, por lo que influye muy poco a la hora de seleccionar una alternativa, aunque se lo considera por el origen de los dueños del proyecto. En este caso, se le atribuye una importancia BAJA.

- **DISPONIBILIDAD DE ZONAS INDUSTRIALES**

Las políticas de incentivación y desarrollo industrial inducidas por los gobiernos por medio de leyes nacionales, provinciales y ordenanzas municipales, brindan diversos beneficios a las industrias para que se radiquen en complejos o parques industriales, generando de este modo fuentes de trabajo en las localidades elegidas.

La política estratégica de promoción industrial se aplica en varias provincias de Argentina y en distintos niveles, por lo que se considera un factor relevante en el análisis de la localización óptima. Si se desea gozar de estos beneficios impositivos, al elegir la macro zona es primordial conocer la disponibilidad de estos terrenos en los lugares de estudio.

Para este caso se le da una importancia ALTA.

- **REGLAMENTACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y EFLUENTES**

Respecto al tema medioambiental determinamos que para el estudio de una mejor localización se tendrá en cuenta que este proyecto genera solo efluentes gaseosos, que deberán ser adecuadamente tratados previo su disposición final.

Teniendo conocimiento sobre las leyes sobre contaminación ambiental que rigen sobre toda la República Argentina, tanto a nivel nacional, provincial como municipal, es de carácter obligatorio cumplir con el tratamiento de los efluentes industriales, sin olvidar su destino final.

A este factor se le considera de una importancia BAJA.



- **DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA:**

Los diversos insumos requeridos para la producción de ánodos provienen de la industria petroquímica y el mercado exterior. Argentina tiene la ventaja de ser un país que cuenta con recursos hidrocarburíferos en cantidad y calidad, por lo que posee su propio abastecimiento de petróleo y por ende una vasta industria petroquímica, con instalaciones situadas en Bahía Blanca, el Gran Buenos Aires, Ensenada, Campana, Río Tercero, Lujan de Cuyo, Plaza Huincul y San Lorenzo.

Por otro lado, Argentina, posee zonas portuarias a lo largo de la costa atlántica y actualmente existen 59 aduanas distribuidas en el territorio del país. Por lo cual el tráfico internacional de mercancías y la disponibilidad de insumos nacionales estarían asegurados en variadas localizaciones.

Esta variable tiene una importancia ALTA en la evaluación.

- **DISPONIBILIDAD Y COSTOS DE MANO DE OBRA**

Generalmente el mercado laboral es un factor predominante en la elección de la localización, e inclusive lo es más cuando la tecnología empleada es de elevada complejidad.

Para nuestro proyecto, la tecnología de producción requerida es de relativa sencillez, por lo que no sería necesaria mano de obra altamente calificada para la manipulación de los equipos. Éste hecho es muy favorable, ya que se disminuiría de manera significativa los costos de mano de obra, ya sea por traslado y asentamiento de personal calificado proveniente de otras regiones, o bien en capacitaciones costosas.

Para este tipo de proyectos este factor toma una importancia BAJA

- **CERCANÍAS DEL MERCADO PROVEEDOR**

Los costos de transporte se ven fuertemente afectados por la decisión de localizar el proyecto en las cercanías de las fuentes de materias primas, o bien en las proximidades del mercado consumidor.

Cabe considerar que se debe importar la brea desde el exterior, si bien las cantidades no son excesivamente grandes es de considerar. El coque también tiene importancia debido al proveedor que es Copetro.

Para el análisis de la localización óptima se le asigna una importancia ALTA.

- **PROXIMIDAD A LOS COMPETIDORES**

En Argentina no se registran posibles competidores que fabriquen ánodos de grafito por lo que no es de gran importancia este factor. Se le otorga MUY BAJA.

- **PROXIMIDAD A LOS CLIENTES:**

Nuestros potenciales clientes se sitúan en el gran Buenos Aires principalmente (LAIKEN y PROTAN).



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

El traslado de los ánodos al no ser cargas excesivamente grandes pueden generar un costo elevado por unidad. Por ello este factor cobra gran relevancia.

Importancia ALTA.

3.2.2 Evaluación: método de los factores ponderados

Para llevar a cabo esta evaluación se definieron anteriormente los aspectos más significativos y su interrelación para la localización, determinándole a cada uno de ellos un valor de importancia relativa a los fines del proyecto. Luego se realizó una escala cuyos valores van desde 1 (uno) a 10 (diez), asignándole una calificación a cada ítem, complementando con estadísticas que cotejan dichos valores, como: índice de desempleo provincial, registro de áreas industriales, ubicación geográfica de competidores y proveedores, entre otros más.

Finalmente, cada calificación se multiplicó por el peso de cada factor, de este modo se obtiene un valor de ponderación. Dichos valores se sumaron, y dieron como resultado una ponderación total para cada zona, que se comparan entre sí para determinar cuál es la mejor opción.

Factores	Peso	Buenos Aires		Neuquén		Mendoza	
		Clasificación	Ponderación	Clasificación	Ponderación	Clasificación	Ponderación
Deseos Empresariales	0,1	7	0,7	7	0,7	7	0,7
Disponibilidad de Zonas Industriales	0,15	9	1,35	8	1,2	7	1,05
Reglamentación de M A y Efluentes	0,1	7	0,7	7	0,7	7	0,7
Disponibilidad de Materia Prima	0,15	9	1,35	7	1,05	7	1,05
Disponibilidad y Costo de Mano de Obra	0,1	8	0,8	6	0,6	8	0,8
Cercanía de Mercado Proveedor	0,2	9	1,8	7	1,4	7	1,4
Proximidad Competidores	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05
Proximidad Clientes	0,15	9	1,35	7	1,05	7	1,05
Total	1		8,1		6,75		6,8

Tabla 3-3. Tabla de Factores ponderados para la evaluación de la macrolocalización.

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la evaluación se concluye que Buenos Aires y Mendoza presentan los mayores puntajes, pero la diferencia entre dichas provincias es alta, por lo que el proyecto podría localizarse la primera.



En el estudio de microlocalización se analizarán áreas industriales de la Provincia de Buenos Aires, desafectando así la provincia de Neuquén y de Mendoza para continuar con la selección de la localización óptima.

Microlocalización:

Para abordar el análisis de la microlocalización se detalla en una tabla la disponibilidad de terrenos industriales en la provincia de Buenos Aires. Dato obtenido de www.industria.gov.ar

Sector	Hectáreas
Conurbano	1658
Provincia	2017
Total	3675

Acotando las posibles alternativas, se consideran Parques o Complejos Industriales potenciales focos de localización, que se encuentren dentro de las zonas de influencia del mercado proveedor, y próximo a centros urbanos importantes.

- Parque Industrial Bahía Blanca (Buenos Aires).
- Parque Industrial Campana (Buenos Aires).
- Parque Industrial Abasto La Plata (Buenos Aires).

3.2.3 Análisis y caracterización de los factores para la microlocalización

- DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS

Es necesario contar con todos los servicios necesarios, donde se pueda disponer cómodamente de todos los ellos, incluidas las comunicaciones y grandes suministros de energía. Los parques industriales proveen estos servicios en mayor o menor medida y se les considera de una importancia ALTA para este estudio, debido al alto consumo energético de nuestro proceso.

- COSTO Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS

Otro aspecto que se consideraría en un análisis de localización es la existencia de terrenos disponibles para instalar la planta en una zona con infraestructura industrial adecuada. Este factor, para el estudio de la localización óptima, debería tener una importancia MEDIA.



- COSTO DE TRANSPORTE

Como se mencionó anteriormente, para este tipo de proyecto donde se transportan grandes volúmenes de materiales inflamables esta variable es de importancia MUY ALTA e influye en gran medida en los costos de operación. Está relacionada con la zona donde se localice la planta y las distancias al mercado proveedor y consumidor.

- MERCADO CONSUMIDOR

Se considera para este estudio la cercanía de potenciales clientes, tomando una ALTA importancia.

- AL MERCADO PROVEEDOR

Los proveedores de esta industria se encuentran en La Plata y zonas portuarias. Se considera para la evaluación de microlocalización, la cercanía por ruta terrestre desde cada parque industrial a dicha capital. Se le da una importancia ALTA debido a los costos que pueden significar.

- DISTANCIA DEL PUERTO

Para la producción de ánodos de grafito se requiere Brea la cual es importada por lo que la cercanía al puerto es buena, si bien los volúmenes no son significativamente elevados. A esta variable se le asigna una importancia MEDIA.

- EVALUACIÓN: MÉTODO DE LOS FACTORES PONDERADOS

Para asignar las calificaciones a cada factor se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: Estudios de los parques industriales seleccionados, precios de combustibles y distancias geográficas a centros urbanos importantes, a Capital Federal y a puertos.

Factores	Peso	Bahía Blanca		Campana		La Plata	
		Clasificación	Ponderación	Clasificación	Ponderación	Clasificación	Ponderación
Disponibilidad de Servicios	0,1	8	0,8	9	0,9	9	0,9
Costo y Disponibilidad de Terrenos	0,15	7	1,05	8	1,2	9	1,35
Costo de Transporte	0,2	7	1,4	8	1,6	9	1,8
Mercado Consumidor	0,2	6	1,2	8	1,6	8	1,6
Distancia al Mercado Proveedor	0,2	7	1,4	7	1,4	9	1,8
Cercanía de Puerto	0,15	9	1,35	8	1,2	9	1,35
Total	1		7,2		7,9		8,8

Tabla 3-4. Tabla de Factores ponderados para la evaluación de la microlocalización.

Según el estudio, los resultados ubican al Parque Industrial Ensenada La Plata con una ponderación total mayor que el resto de las opciones consideradas viables para la localización del proyecto.

3.2.4 Localización definitiva

De acuerdo al método de factores ponderados, la localización óptima para la empresa sería la zona de Abasto La Plata, en la provincia de Buenos Aires, ya que posee diversas ventajas comparativas para la localización del proyecto.

Abasto es una localidad argentina perteneciente al partido de La Plata en la provincia de Buenos Aires, a la altura del km 55 de la Autovía 2.

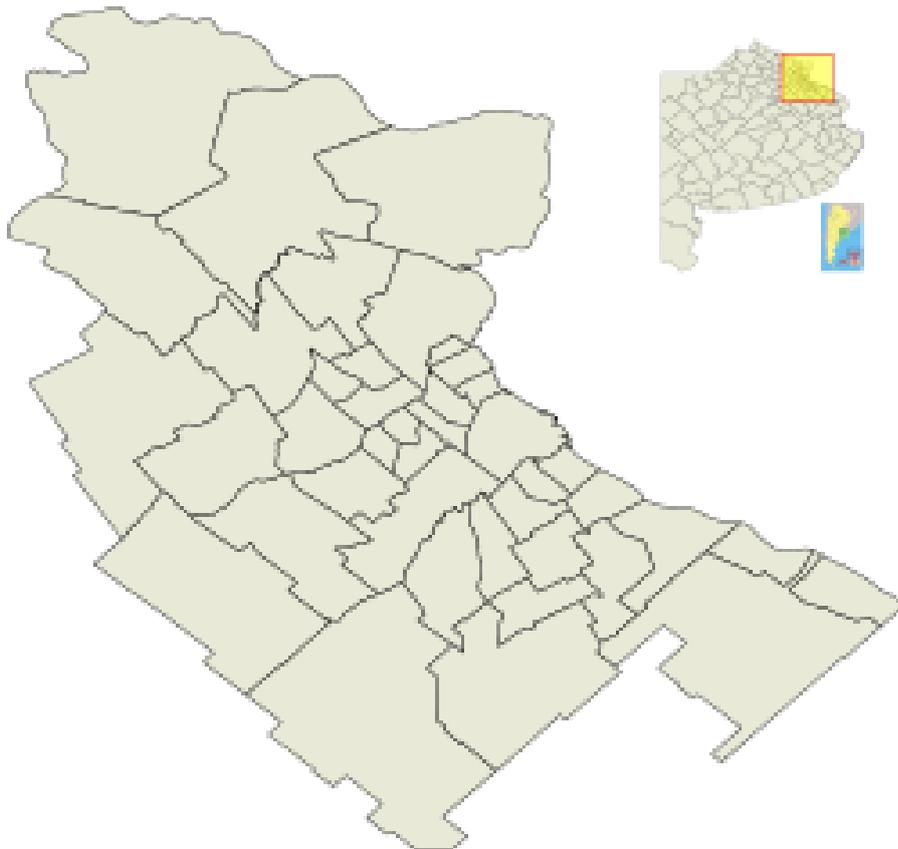


Figura 3-1. Mapa localidad de Abasto, Argentina



Forma parte de la zona que se desarrolló en la línea del entonces Ferrocarril Oeste de Buenos Aires que vinculaba a La Plata con el Ferrocarril del Sud en Brandsen, y a partir de 1889 con Manuel B. Gonnet, City Bell, Villa Elisa. El 13 de julio de 1882 el gobierno provincial comenzó la construcción de nuevos ramales del ferrocarril que comunicaran a la nueva capital provincial con el Ferrocarril Oeste y el Ferrocarril del Sud. La línea Tolosa (luego La Plata) - Ferrari (Brandsen) se inauguró el 1 de julio de 1883. En este ramal el 11 de mayo de 1885 comienza a construirse el desvío a los mataderos y corrales de abasto de la ciudad y una estación ferroviaria que el 6 de mayo de 1886 fue bautizada como Abasto, la que comienza a prestar todos los servicios desde el 1 de junio de 1886. Con estos hechos comienza a poblarse sus alrededores, concretándose el primer loteo para barrio en 1889 con el nombre de San Ponciano.

Es una zona cultural muy interesante que se encuentra en la ciudad de La Plata donde se realizan festivales de doma y folclore principalmente en el *Club Abastense*, que data del año 1901. Posee un centro muy pintoresco, con casas de principio de siglo, que está rodeado por una zona de quintas muy tradicionales, como la "Chacra de la Veleta Azul", y el Club de Campo "La Torre".

Es un pueblo que sigue conservando al día de hoy, las viejas pulperías, lugar de encuentro para los gauchos de la zona donde se convocan a compartir historias de ayer y hoy. También es para mencionar que el pueblo crece también para las nuevas generaciones, ya que se están realizando obras para que todos puedan tener acceso a la red de gas corriente, algo elemental para el día de hoy.

Abasto también se destaca por la numerosa presencia de viveros que posee, una industria muy prospera y que día a día está creciendo a pasos agigantados. También es importante destacar que el pueblo posee un autódromo que se utiliza, en mayor medida, por las grandes marcas para realizar pruebas.

Parque Industrial:

- Red de pavimentos:

El acceso cuenta con Pavimento de Hormigón Armado. El resto de las calles internas, cuenta con pavimento Asfáltico, con cordón cuneta de Hormigón Armado.

Ancho libre entre cordón 7m.

El Radio de Giro: 20 metros para facilitar la circulación de camiones.

Superficie Total: 58 Has.



- Desagües pluviales:

Todas las parcelas desaguan sus pluviales sin anegamientos. Todas las calles internas poseen cordón cuneta y sumideros. No tiene zanja ni conductos a cielo abierto. El parque cuenta con conductos de desagües pluvial en cañerías de Hormigón premoldeado de diámetros variables.

- Red de Gas:

No posee capacidad de gas para la instalación momentáneamente.

- Red eléctrica:

La alimentación de Energía Eléctrica al parque proviene de la Subestación Transformadora La Plata, que cuenta con dos transformadores de 30 MVA de

33/13.2 KV. El transporte hasta la Subestación se realiza a través de un alimentador sobre estructura de H^o A^o con disposición coplanar preparado para doble terna.

- Cierre perimetral:

Cada terreno cuenta con un cierre perimetral y además un cierre forestado en todo el predio.

- Redes de Comunicación:

- Principal Centro Urbano: 8 kms, (La Plata)
- Red Vial: Ruta Nacional N° 2; Rutas Provinciales N° 13 y N° 36
- Aeropuerto de Cabotaje: Ciudad de La Plata , 11 kms
- Aeropuerto Internacional: Ministro Pistarini , 85 kms
- Puerto: 32 Kms, (La Plata)

Acceso tanto por ruta dos, como por avenida 520 (Ruta Provincial N°13) el predio se encuentra en la intersección de las mismas.

- Administración:

Juan Gallardo,

Contacto: (0221) 429-5383 / 425-9198

Fax: (0221)

429-5383

Email: parqueindustrial@laplata.gov.ar;

juangallardo@sinectis.com.ar

Año de Creación: 1997

- Empresas localizadas:

CEDAM (S.A)



Industrias manufactureras - Fabricación y elaboración de conductores eléctricos, sus repuestos, partes y componentes.

Tel.: (0221) 4915180/5185

COOPERATIVA TELEFÓNICA Y OTROS SERVICIOS PÚBLICOS Y CONSUMO DE ABASTO LIMITADA. Cooperativa

Transporte, almacenamiento y comunicaciones - Proveer de infraestructura destinada a prestar el servicio básico telefónico y todo aquel otro que se preste a través del servicio de telecomunicaciones; a cuyo efecto podrá realizar por sí o por terceros las construcciones necesarias, su arrendamiento, instalación y/o distribución, proveyendo de ser necesario de todo material, equipo e infraestructura. Proveer y distribuir todo tipo de servicios en telecomunicaciones y conexos, ya sea gráfico, de voz, de datos, de video con infraestructura propia y/o arrendada. Distribuir la provisión de materiales, útiles y enseres para toda clase de instalaciones en telecomunicaciones y demás servicios públicos y de consumo que la cooperativa brinde. Gestionar ante los poderes públicos, nacionales, provinciales, comunales, normas legales que tiendan al perfeccionamiento del servicio de las telecomunicaciones y los demás servicios públicos y de consumo que la cooperativa brinde. Construcción y conservación de caminos, pavimentación y/o repavimentación en zona urbana y/o rural. Implementación y/o construcción y/o administración del servicio de salud, primeros auxilios, traslados de urgencia a centros hospitalarios en ambulancia. Administración y/o servicio y/o abastecimiento de agua potable, desagües, cloacas, gas. Otorgar a los socios con fondos propios préstamos. Adquirir o producir para ser distribuidos entre los asociados, artículos de consumo, de uso personal y del hogar.

Tel.: 0221-491-3000

E-mail: administracion@cotea.com.ar

ACORAZADO (S.A)

Industrias manufactureras - Empresa Textil

Tel.: (0221) 4915060

E-mail: acorazad@infovia.com.ar

FADECCO (S.R.L)

Industrias manufactureras - Cartón corrugado.



Tel.: (0221) 4915419

E-mail: fadecco@fadecco.com.ar

MILLER VARCO - PRUDEN (S.A)

Industrias manufactureras - Fábrica de estanterías metálicas.

Tel.: (0221) 491-5101

E-mail: miller@millervp.com

ROYAL TECHNOLOGIES MERCOSUR (S.A)

Industrias manufactureras - Viviendas premoldeadas.

Tel.: (0221) 4915400

E-mail: dpinese@royalmercosur.com.ar

AHIMSA (S.A)

Industrias manufactureras - Fabricación de productos medicinales.

Tel.: (0221) 4915333

E-mail: jmoglia@ahimsa.com.ar

HIGH QUALITY FILMS (S.A)

Industrias manufactureras - Producción de films de polietileno p/envoltorios

Tel.: (0221) 4915226

E-mail: hgfilms@hgfilms.com.ar

VERTIFARMA (S.A)

Industrias manufactureras - Productos veterinarios.

Tel.: (0221) 4915500

E-mail: vetifarma@vetifarma.com.ar

HOMEPLAST (S.A)



Industrias manufactureras - Fabricación de perfiles y caños plásticos

Tel.: (0221) 4915251

E-mail: info@homeplast.com.ar

SODECIA (S.R.L)

Industrias manufactureras - Fabricación de auto-partes p/ motocicletas.

Tel.: (0221) 4915038

E-mail: eballester@arnet.com.ar

INMED (S.R.L)

Industrias manufactureras - Laboratorio de productos medicinales.

E-mail: do@bahuerfarm.com.ar

DROGUERÍA INSUMOS (S.A)

Industrias manufactureras - Laboratorio de especialidades medicinales.

E-mail: info@drogueriainsumos.com.ar

VICTORIO AMERICO GUALTIERI (S.A)

Construcción - Empresa constructora.

CERÁMICA CTIBOR S.A. (S.A)

Industrias manufactureras - Ladrillos, tejas, cerámicas.

Tel.: (0221) 491-5555

E-mail: ctibor@amc.com.ar

- Mapas:

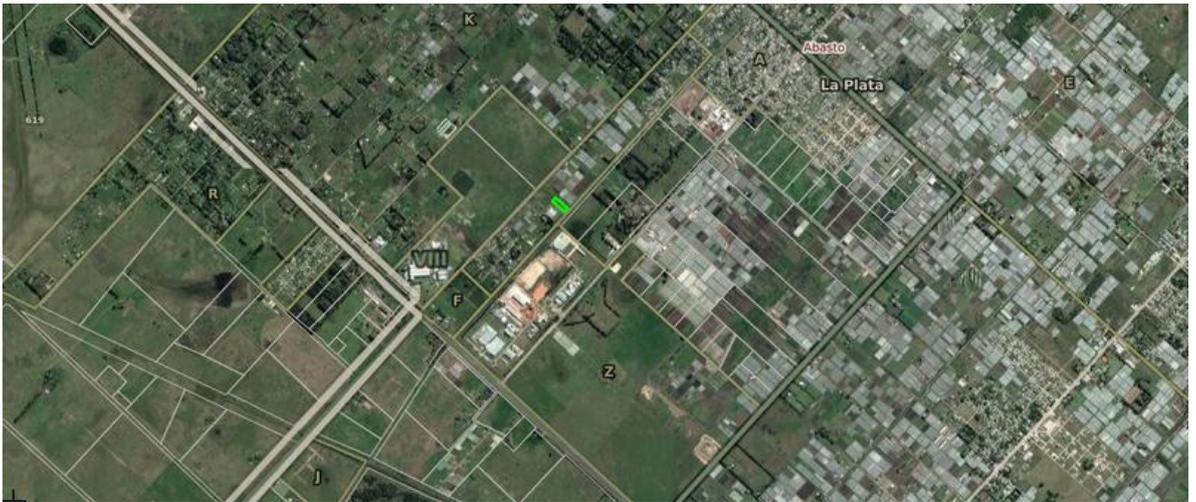


Figura 3-2. Imagen Satelital Parque Industrial Abasto, La Plata

Fuente: Google Earth

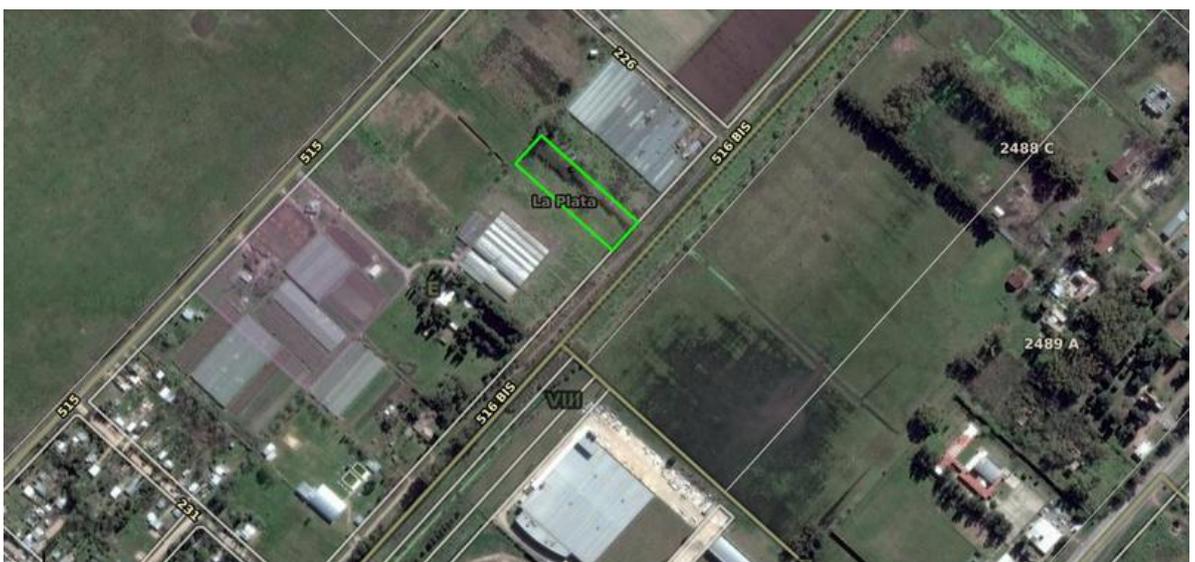


Figura 3-3. Detalle Imagen Satelital Parque Industrial Abasto, La Plata

Fuente: Google Earth

- Terreno:

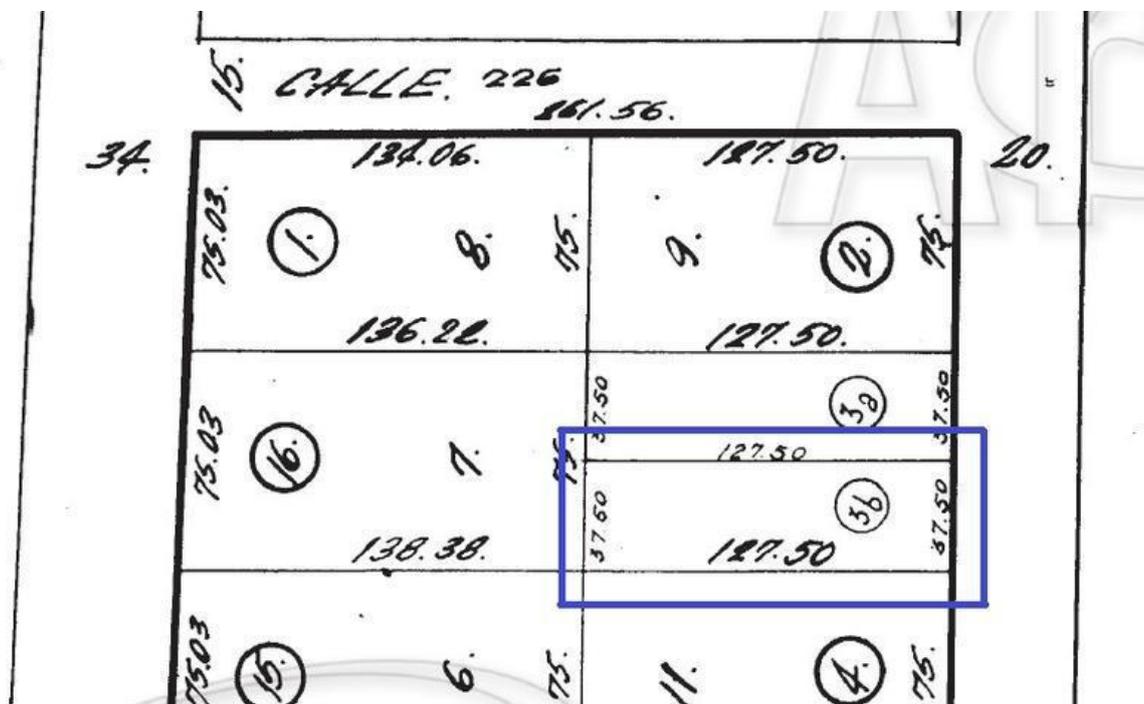


Figura 3-4. Plano parque Industrial Abasto

3.2.5 Conclusión:

Como método para la obtención de la correcta localización de la planta elaboradora de Ánodos de grafito se utilizó el de “Los Factores Ponderados”

Uno de los factores preponderantes de mayor importancia es el costo de transporte, debido a que los proveedores del coque, que es la materia prima de mayor incidencia se encuentran en Buenos Aires. Se decidió mediante el análisis de macrolocalización que la provincia de Buenos Aires posee una excelente proximidad al mercado proveedor.

Para el análisis de microlocalización, fue de vital importancia la logística, que es un factor que define los costos, El Parque Industrial La Plata, posee cercanía al puerto y al potencial cliente.

Este parque industrial, posee todos los servicios necesarios para posicionar el emprendimiento. Además, el parque se adhiere a la Ley 10.547 de Promoción Industrial de la Provincia de Buenos Aires. Otro factor favorable, es que, en el complejo seleccionado, existen industrias del tipo químico y petroquímico, por lo que no existiría el rechazo social a este emprendimiento.



3.3 TECNOLOGÍA:

Introducción: En éste capítulo se hace un análisis de las distintas alternativas y condiciones en las que se combinan los factores productivos para lograr el producto deseado. El objetivo de esto es seleccionar la alternativa considerada óptima para el proceso productivo.

Producto de la elección de una alternativa se derivarán luego las distintas necesidades, sean éstas de equipos y materiales, requerimientos de personal, diversos costos del proyecto.

3.3.1 Descripción del Proceso:

Proceso de Producción de ánodos:

Recepción de Materia Prima:

Existen diversos aspectos por los que es necesario contar con stock necesario para la producción de los ánodos. Se debe considerar la inminente inflación con su respectivo aumento de precio. Esto hace que la empresa deba abastecerse con el mayor número de unidades posible para poder realizar un retorno de efectivo y minimizar la inflación existente.

Otro factor importante por lo que debemos contar con un número significativo de unidades de materias primas es la gran inestabilidad del país, esto genera en ocasiones la imposibilidad de realizar importaciones, por lo que si la empresa cuenta con suministros necesarios, posee una ventaja con respecto a sus competidores. Esta operación es riesgosa en el caso que disminuya la demanda, ya que si el stock disponible es excesivo se corre el riesgo de contar con capital inmovilizado cuantioso que no realiza retorno en el flujo de caja, A la hora de dimensionar un almacén, se debe tener en cuenta el precio de m² de terreno y construcción y compararlo con los precios de las materias primas.

Se debe procurar que la capacidad del almacén sea múltiplo del lote óptimo de transporte, que en la Argentina, por la imposibilidad de contar con vías férreas, se debe realizar en camiones. El peso máximo de carga que se permite que circule por las rutas es de 30 Tn.

- Coque:

Se considera muy importante a los almacenamientos de las materias primas utilizadas para la producción, debido a que abarcan extensas áreas de la planta por el significativo volumen de materiales que deben alojar. Debido a este motivo se estudiará posibles alternativas de almacenamiento.

Un factor preponderante es la imposibilidad de depositar el coque al aire libre, ya que, el material particulado puede ser transportado por el viento y se puede ver afectado por condiciones medioambientales.

El coque se puede obtener en bolsones de 1-1.5 Tn, lo que nos permite estudiar dos alternativas:

- Depósito en silo:
- Depósito en galpón:

	Deposito en Silo	Deposito en Galpón
Necesidad de Autoelevador:	No	Si
Necesidad de Cinta Transportadora	Si	No
Capacidad de Almacenamiento	30 Tn	50 Tn
Costo de Mantenimiento	Bajo	Alto
Costo Estimado	\$ 68.000	
Observaciones	Material altamente resistente y no precisa grandes costos de instalación.	Ocupa demasiado espacio, puede tener algún otro uso útil para el proceso.

Tabla 3-5. Tabla comparativa de los tipos de almacenamiento de coque.

Fuente: Elaboración propia

Se eligió el silo debido a su menor costo y fácil mantenimiento, está construido de chapa galvanizada corrugada, fabricado en el país.



Brea:

Para el caso de la brea se dispondrá de un galpón techado debido al riesgo de emisiones de vapores, el mismo contará con una superficie de 20 m², respondiendo al lote óptimo.

Proceso de Separación de Granas:

El mismo se realiza de tal modo de obtener los tamaños de partícula necesarios, los cuales son: 0-1mm, 1-3mm y 3-5mm, las de mayor a 5mm son dirigidas al molino. El proceso de separación se realizará por medio de zarandas.

3.3.2 Equipamiento

Las zarandas funcionan por accionamiento eléctrico, constan de un motor excéntrico que genera la vibración, tiene a disposición 5 selectores de los cuales se usarán 4. Está construida de acero y será provista por HD S.A. Con una capacidad máxima de 20 Tn.
Denominación: DZSF1025.

Equipo:



Figura 3-5 – Zaranda eléctrica

Mezclador Gravimétrico:

Consta de 4 depósitos con un programador que permite agregar la cantidad justa de cada grana para el proceso batch, las cuales provienen de la zaranda clasificadora.

Denominación: Mezclador Gravimétrico.

Marca: WEIGHT BATCH.

Equipo:



Figura 3-6 – Mezclador gravimétrico

Amasadora:

Se requiere un amasado uniforme y a una temperatura de 175°C por lo que se acude a una amasadora Buss calefaccionada por vapor. Con una capacidad de 150 a 700 kg/día.

Denominación: NHZ-KNEADER

Equipo:



Figura 3-7 - Amasadora

Horno de Grafitización:

Con funcionamiento a vacío o en atmosfera inerte, calentamiento mediante inducción electromagnética. Alcanzando la temperatura optima de nuestro proceso 2800°C. Con una capacidad de 100 ánodos por cocción. Posee una potencia de 700KW
Denominación: NTI-SML-1280W2.

Equipo:



Figura 3-8 – Horno de grafitización

Horno de Calcinación:

Funcionamiento eléctrico, el mismo alcanza una temperatura de 800 °C, su potencia es de 80 KW.
Denominación: Luwei KSS-1000

Equipo:



Figura 3-9 – Horno de calcinación

Molino:

Con una capacidad de 10 a 120 Kg/h suficientes para las necesidades del proceso. Funciona por accionamiento eléctrico.

Denominación: Double Win FS230

Equipo:



Figura 3-10 – Molino

Cinta transportadora:

Autoclave:

Utilizada para realizar la impregnación de los ánodos con Brea. Trabaja a una temperatura de 130°C, la misma tiene un diámetro de 1,6 metros.

Denominación: ICH 1600

Equipo:



Figura 3-11 - Autoclave



Fundidor de brea:

Se requiere un recipiente cerrado con calefacción indirecta con vapor, alcanzando una temperatura de 130 °C. Con una capacidad de 50 Kg/día. Posee una agitación constante. Se utiliza el mismo equipo que en la impregnación.

3.3.3 Conclusión:

Por medio del análisis de las distintas alternativas tecnológicas disponibles en el mercado, se seleccionó la más adecuada, desde un punto de vista técnico-económico, estableciendo comparaciones y teniendo en cuenta el equipamiento actualmente usado en industrias similares, disponibilidad, eficiencia y eficacia, adaptabilidad al proceso, entre otros factores. Como parámetro principal se tiene un equipamiento flexible a posibles aumentos de demandas debido a la flexibilidad del equipamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

CAPÍTULO 4

INGENIERÍA DE DETALLE



4 INGENIERÍA DE DETALLE

4.1 INTRODUCCIÓN:

En dicho capítulo se desarrollará toda la documentación requerida para la materialización del proyecto al momento de la inversión. Se amplía la información técnica y describe el diagrama del proceso productivo, diseño y cálculo de equipos, organigramas y demás generalidades.

4.2 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA:

La estructura organizativa, acorde con los requerimientos que exija su ejecución, queda definida por medio de las características específicas y únicas de cada proyecto de inversión.

Es de considerable importancia el análisis y estudio de las variables organizacionales, puesto que la estructura que se adopta para la implementación y operación del proyecto está ligada con los egresos de inversión y costos operativos que pueden determinar su rentabilidad.

Para determinar una aproximación de la estructura orgánica que tendrá la empresa, se debe tener presente que el proceso es sencillo, por lo que no se requiere de mano de obra intensiva, y que al elaborarse un solo producto y tener pocas materias primas, la estructura administrativa no será compleja.

Para lograr una óptima producción, y así reducir costos en salarios se intentará tener una estructura lo más acotada y sencilla posible, con la menor cantidad de empleados.

4.2.1 Organigrama:

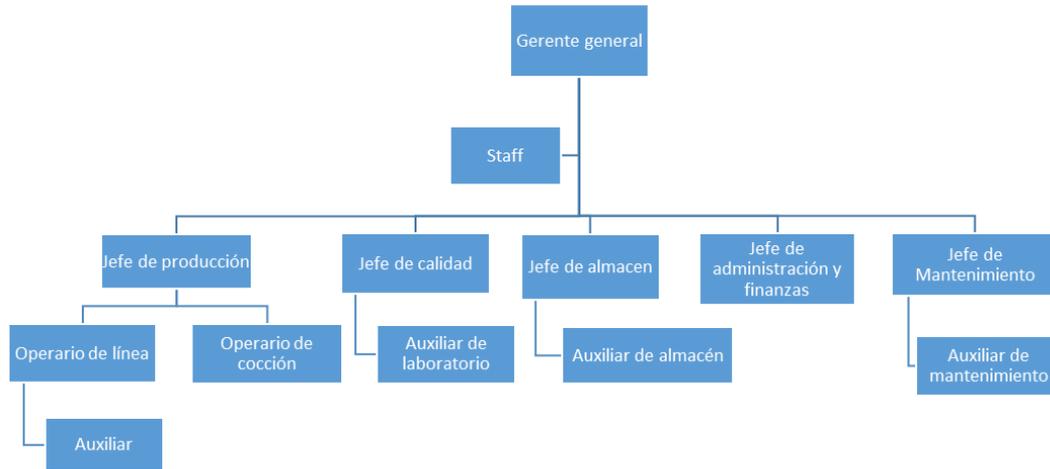


Figura 4-1. Organigrama de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Puestos de Trabajo:

Puestos		
Gerencia General		
Gerente General	1 Persona (Jefe de Almacén)	8hs diarias, 5 días
Departamento de Producción		
Jefe de Producción	1 Persona	8hs diarias, 5 días
Operario de Línea	1 Persona	8hs diarias, 5 días
Operarios de Cocción	3 Personas	8hs diarias rotativas, 7 días
Auxiliar de línea	1 Persona	8hs diarias rotativas, 7 días
Departamento de Control de Calidad		
Jefe de Calidad	1 Persona (Jefe de Producción)	8hs diarias, 5 días
Auxiliar de Laboratorio	1 Persona	8hs diarias, 5 días
Departamento de Mantenimiento		
Jefe de Mantenimiento	1 Persona (Jefe de Producción)	8hs diarias, 5 días



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Auxiliar de Mantenimiento	de	1 Persona	8hs diarias, 5 días
Departamento de Logísticas y Almacenes			
Jefe de Almacén		1 Persona	8hs diarias, 5 días
Auxiliar de Almacén		1 Persona	8hs diarias, 5 días
Departamento de Administración			
Jefe de Administración	de	1 Persona (Jefe de Almacén)	8hs diarias, 5 días

Tabla 4-1. Detalle puestos de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

Sumando un total de personal requerido de 14 Personas.

4.2.3 Fichas de Funciones:

- Gerencia General:

Ficha de Función
ÁREA: Gerencia General
SECTOR: Oficina de Administración General
FUNCIÓN: Gerente
SUPERVISADO POR: -
SUPERVISA A: Jefe de Producción, Mantenimiento, Control de Calidad, Administración y Finanzas
REPORTA A: -
DEBERES
1- Planificar e identificar los objetivos de la empresa a corto y largo plazo.
2- Organizar la estructura organizacional.
3- Dirigir, supervisar y liderar la empresa.
4- Controlar las actividades planificadas y corregir desviaciones, y las funciones y cargos.
5- Organizar la estructura organizacional actual y a futuro.
PERFIL DEL PUESTO
1- Estudio de grado en organización empresarial.
2- conocimiento en normativa laboral, relaciones laborales y administración de personal.
3- Formación en normativas y procedimientos vigentes del organismo y de la administración pública.
4- Formación en gestión, motivación y desarrollo de personal.

Tabla 4-2. Ficha de función de la gerencia general.



- Departamento de Producción:
 - Jefe de Producción:

Ficha de Función
ÁREA: Departamento de Producción
SECTOR: Oficina de Administración General
FUNCIÓN: Jefe
SUPERVISADO POR: Gerente General
SUPERVISA A: Operario de línea, auxiliar de línea, operarios de cocción
REPORTA A: Gerente General
DEBERES
1- Definir en forma conjunta con la gerencia general, los objetivos de la parte productiva.
2- Gestionar tanto el recurso humano como los materiales y bienes de usos para cumplir con el plan de producción.
3- Corregir desviaciones en el proceso y productos manteniendo la calidad oprima.
4- Cumplir con el plan y programa de producción.
PERFIL DEL PUESTO
1- Estudio de grado en Ingeniería Química.
3- Conocimiento en gestión de procesos y selección de equipos.

Tabla 4-3. Ficha de función del Jefe de producción

- Operario de Línea:

Ficha de Función
ÁREA: Departamento de Producción
SECTOR: Planta de Procesos
FUNCIÓN: Operario de línea
SUPERVISADO POR: Jefe de Producción
SUPERVISA A: Auxiliar
REPORTA A: Jefe de Producción
DEBERES
1- Controlar las variables para las cuales esté capacitado.
2- Comandar tareas al auxiliar de proceso.
3- Mantener el correcto funcionamiento de la línea.
4- Perforar los ánodos terminados.
PERFIL DEL PUESTO
1- Estudio secundario nivel técnico
2- Conocimiento en tornería básica.
3- Conocimiento en equipamiento industrial.

Tabla 4-4. Ficha de función del operario de línea.



- Operarios de Cocción:

Ficha de Función
ÁREA: Departamento de Producción
SECTOR: Cocción
FUNCIÓN: Operario
SUPERVISADO POR: Jefe de Producción
SUPERVISA A: -
REPORTA A: Jefe de Producción
DEBERES
1- Controlar las variables para las cuales esté capacitado en el proceso de Cocción.
2- Mantener las condiciones dentro de la máxima eficiencia.
3- Mantener el correcto funcionamiento de los hornos.
4- Introducir y extraer los ánodos de ambos hornos.
PERFIL DEL PUESTO
1- Estudio secundario nivel técnico.
2- Manejo de equipamiento térmico.
3- Conocimiento en equipamiento industrial.

Tabla 4-5. Ficha de función de operario de cocción.

- Departamento de Calidad:
 - Jefe de Calidad:

Ficha de Función
ÁREA: Departamento de Calidad
SECTOR: Oficina de Administración General
FUNCIÓN: Jefe
SUPERVISADO POR: Gerente General
SUPERVISA A: Auxiliar de laboratorio
REPORTA A: Gerente General
DEBERES
1- Hacerse cargo y registrar reclamos de los clientes.
2- Controlar las propiedades de materia prima, productos intermedios y terminados.
3- Realizar reclamos a proveedores por deficiencia de calidad.
4- Controlar el cronograma de inspecciones y auditorías.
PERFIL DEL PUESTO
1- Estudio de grado en Ingeniería Química.
2- Conocimiento en normas de calidad a nivel nacional y global.
3- Conocimiento en gestión de procesos y selección de equipos.

Tabla 4-6. Ficha de función de Jefe de calidad.



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

▪ Auxiliar de Laboratorio:

Ficha de Función
ÁREA: Departamento de Calidad
SECTOR: Laboratorio
FUNCIÓN: Auxiliar
SUPERVISADO POR: Jefe de Producción y Calidad
SUPERVISA A: -
REPORTA A: Jefe de Producción y Calidad
DEBERES
1- Análisis cuantitativo y cualitativo de las diferentes variables críticas del proceso.
2- Análisis de la materia prima y producto terminado.
3- Cuidado y limpieza del material de laboratorio.
4- Informar al jefe de producción ante cualquier eventualidad.
PERFIL DEL PUESTO
1- Estudio secundario técnico químico o técnico analista.
2- Manejo de equipamiento de laboratorio.

Tabla 4-7. Ficha de función de auxiliar de laboratorio

• Departamento de Mantenimiento:

▪ Jefe de Mantenimiento:

Ficha de Función
ÁREA: Departamento de Mantenimiento
SECTOR: Taller de Mantenimiento
FUNCIÓN: Jefe de Mantenimiento
SUPERVISADO POR: Gerente General
SUPERVISA A: Auxiliar de Mantenimiento
REPORTA A: Gerente General
DEBERES
1- Coordinar las tareas del personal a su cargo, para la correcta realización de las mismas.
2- Preparar planes de mantenimiento predictivo y preventivo.
3- Administrar los trabajos de mantenimientos emitidos por los partes.
4- Administrar y controlar posibles modificaciones del proceso productivo.
5- Controlar el correcto funcionamiento del equipamiento necesario.
6- Evaluación de posibles trabajos a realizar por terceros.
PERFIL DEL PUESTO
1- Estudio de grado Ingeniero Químico o Mecánico.
2- Conocimiento de equipamientos y herramientas.
3- Capacidad de resolución de problemas.

Tabla 4-8. Ficha de función de Jefe de Mantenimiento.



▪ Auxiliar de Mantenimiento:

Ficha de Función
ÁREA: Departamento de Mantenimiento
SECTOR: Taller de Mantenimiento
FUNCIÓN: Auxiliar
SUPERVISADO POR: Jefe de Mantenimiento
SUPERVISA A: -
REPORTA A: Jefe de Mantenimiento
DEBERES
1- Acatar los planes de mantenimiento predictivo.
2- Reparar y mantener tanto las herramientas como equipamiento según lo indique el jefe de mantenimiento.
3- Capacitarse con los manuales de cada equipamiento de manera continua.
PERFIL DEL PUESTO
1- Secundario Técnico Mecánico
2- Conocimiento de equipamientos y herramientas.
3- Capacidad de resolución de problemas.

Tabla 4-9. Ficha de función de auxiliar de mantenimiento.

- Departamento de Logística y Almacenes:
 - Jefe de Almacén:

Ficha de Función
ÁREA: Departamento de Logística y Almacenes
SECTOR: Almacén
FUNCIÓN: Jefe de Logística y Almacén
SUPERVISADO POR: Gerente General
SUPERVISA A: Auxiliar de Almacén
REPORTA A: Gerente General
DEBERES
1- Coordinar las tareas del personal a su cargo, para la correcta realización de las mismas.
2- Gestionar de forma correcta los materiales a su cargo.
3- Cuidar de las materias primas y productos.
4- Llevar un inventario actualizado.
5- Supervisar las solicitudes emitidas por compras.
6- Analizar con el jefe de producción los consumos del proceso.
PERFIL DEL PUESTO
1- Estudio de Grado Ingeniero Industrial.
2- Conocimiento de control de Stock.

Tabla 4-10. Ficha de función de Jefe de Almacén.



- Auxiliar de Almacén:

Ficha de Función
ÁREA: Departamento Logística y Almacén
SECTOR: Almacén
FUNCIÓN: Auxiliar
SUPERVISADO POR: Jefe de Logística y Almacén
SUPERVISA A: -
REPORTA A: Jefe de Logística y Almacén
DEBERES
1- Realizar la correcta denominación de los materiales.
2- Seguimiento de cantidades de materia prima y producto terminado.
3- Conducción de la materia prima desde almacén hasta la planta de procesos.
4- Traslado del producto terminado a depósito.
PERFIL DEL PUESTO
1- Secundario Completo.
2- Capacidad de conducción de auto-elevador.

Tabla 4-11. Ficha de función de auxiliar de almacén.

- Departamento de Administración:
 - Jefe de Administración:

Ficha de Función
ÁREA: Departamento de Administración
SECTOR: Oficina Administración
FUNCIÓN: Jefe de Administración
SUPERVISADO POR: Gerente General
SUPERVISA A: -
REPORTA A: Gerente General
DEBERES
1- Coordinar y gestionar la liquidación de sueldos.
2- Gestionar de forma correcta las compras y ventas.
3- Mantener la empresa en un rol competitivo.
4- Búsqueda constante de mejores materias primas.
5- Cumplir en tiempo y forma con los requerimientos del proceso.
PERFIL DEL PUESTO
1- Estudio de Grado Ingeniero Industrial.
2- Conocimiento en mercado internacional.

Tabla 4-12. Ficha de función Jefe de Administración.

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Debido al tamaño de la empresa un mismo empleado puede ocupar más de una función, como es el caso del jefe de producción, gerente general y otros.

- Staff o Asesoría externa:

La asesoría externa o staff se compone de personas que cumplen actividades específicas, y que por razones económicas no es conveniente que formen parte del personal permanente de la empresa, sino en situaciones que así lo requiera.

El staff estará integrado por un abogado, encargado de la asesoría legal; un contador encargado de los balances anuales, liquidación de sueldos, etc.; un técnico en seguridad e higiene para auditorías y capacitaciones; y un agente asesor que se encargue de la gestión de recursos humanos.

4.2.4 Diagrama de Flujo de Procesos:

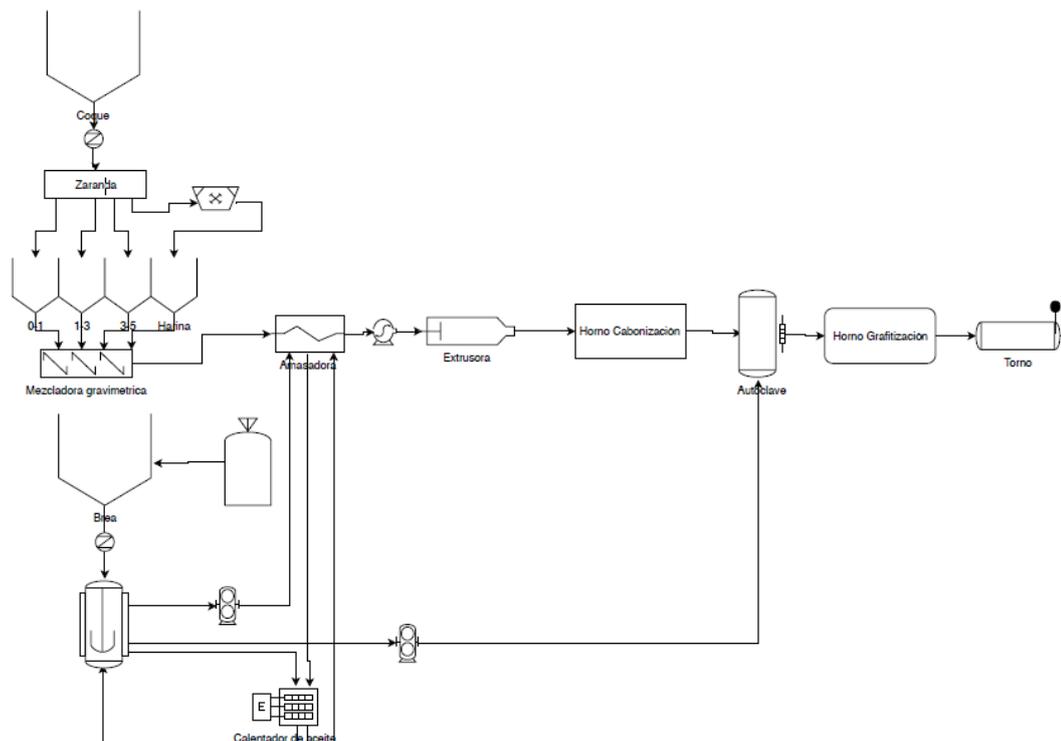


Figura 4-2. Diagrama de flujo de Procesos.

Fuente: Elaboración propia.



4.2.5 Formulación para un ánodo de grafito:

Insumo	Cantidad	Unidad de medida
Coque de petróleo (calcinado)	12.60	kg
Brea de Hulla	2.22	kg

Tabla 4-13. Fórmula para un ánodo

Formula por tanda de cocción (100 ánodos):

Insumo	Cantidad	Unidad de medida
Coque de petróleo (calcinado)	1260	kg
Brea de Hulla	222	kg
Cajas de madera	10	unidades

Tabla 4-14. Fórmula para una tanda de cocción.

Programa de ventas

Productos		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ánodos de grafito 3"x60"	Unidades	200	300	200	300	200	300	200	300	300	300	200	300	3000
	USD	10000	15000	10000	15000	10000	15000	10000	15000	15000	15000	10000	15000	150000

Tabla 4-15. Programa de ventas.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Programa de producción:

Meses	Días Hábiles	Demanda	Turno único		Producción + Stock	Stock
			Horas	Producción		
Ene	23	125	184	200	200	75
Feb	16	300	128	300	375	75
Mar	21	200	168	200	275	75
Abr	22	250	176	300	375	125
May	23	200	184	200	325	125
Jun	20	350	160	300	425	75
Jul	19	250	152	200	275	25
Ago	19	250	152	300	325	75
Sep	22	225	176	200	275	50
Oct	17	250	136	300	350	100



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Nov	23	300	184	300	300	100
Dic	15	300	120	300	300	100
Año	240	3000	1920	3000		

Tabla 4-16. Programa de producción.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.7 Programa de abastecimiento

Insu mo	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma y	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tota l	Unidad medida
Coque	255 7,8	381 7,8	381 7,8	381 7,8	3951 3,6	kg								
Brea	450, 66	672, 66	672, 66	672, 66	6961 ,92	kg								
Cajas	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	300	unidad es

Tabla 4-17. Programa de abastecimiento.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.8 Proceso Productivo:

El proceso productivo de los ánodos de grafito se basa en la combinación de coque y brea, y su posterior amasado y cocción. El proceso se lleva a por lotes. La calidad dependerá de las calidades de materia prima y las condiciones de cada operación unitaria.

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

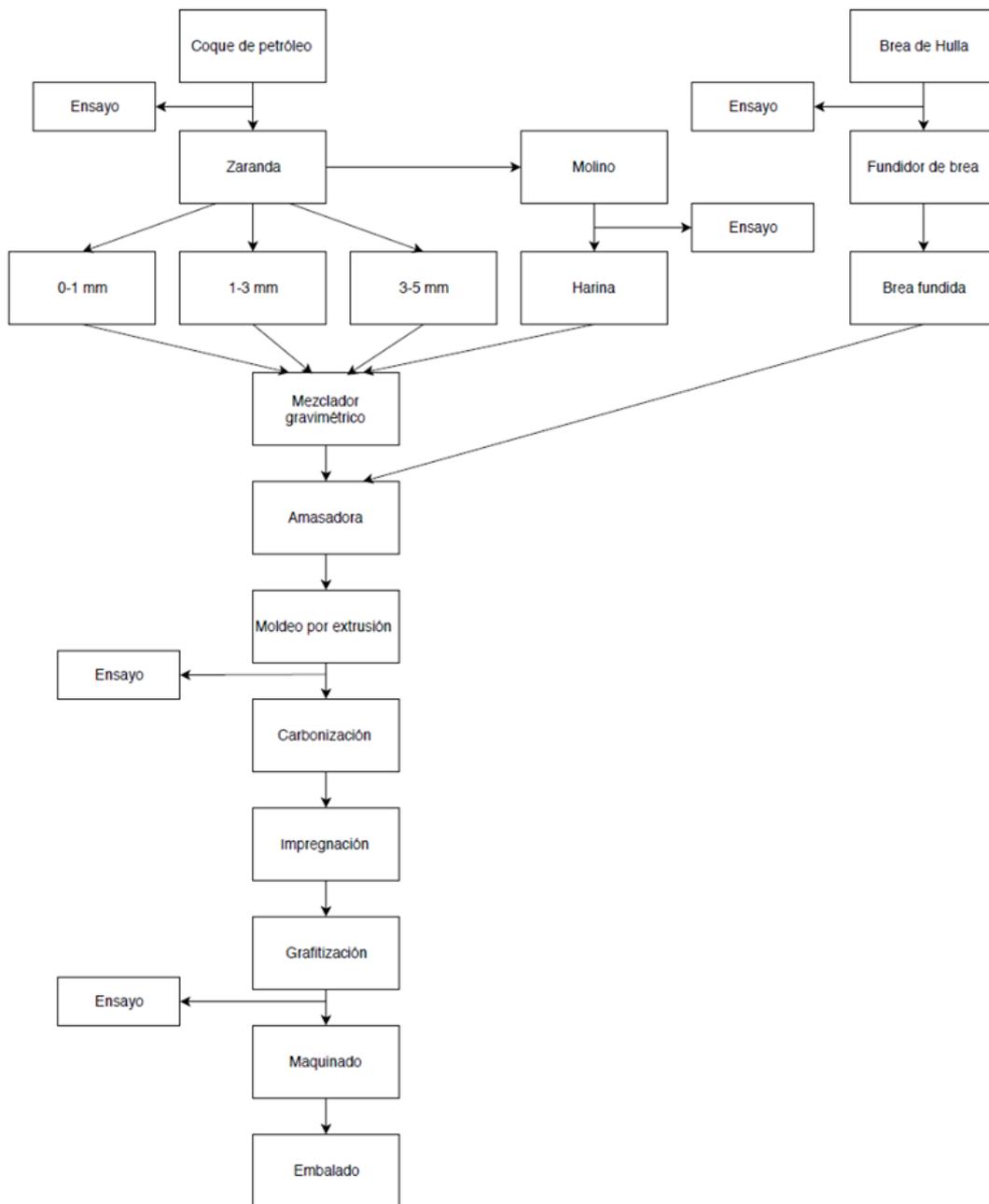


Figura 4-3. Diagrama de bloques proceso productivo.

Fuente: Elaboración propia.



4.2.9 Descripción del proceso:

El proceso de producción de los electrodos de grafito comienza con la selección por tamaño de las partículas de la materia prima. A partir de esto y de la selección del aglutinante, se va a realizar una mezcla y un amasado para producir la pasta anódica. Esta mezcla es moldeada por extrusión o compresión, posteriormente se somete a un tratamiento térmico a alrededor de 800°C (carbonización), para luego pasar a un proceso de impregnación y finalizar con la grafitización a 2800 °C. La pieza cocida es maquinada y embalada.

4.2.9.1 Separación de tamaños:

El control sobre el tamaño de la partícula de coque es fundamental para la densidad y las características finales de nuestro producto.

Table 4. Particle sizes and characteristics of graphite grades [5]

Grade	Grain size	Properties
Medium grain	Up to 1.25 cm	Low density Low thermal expansion Low strength High permeability
Fine grain	0.05 to 0.15 cm	Medium density Medium thermal expansion Medium strength Medium permeability
Micro grain	<1 to 75 μm	High density High thermal expansion High strength Low permeability

Tabla 4-18. Tamaños de partículas del grafito.

Fuente: Handbook of Graphite

Para este proceso se requieren granas de tamaño de entre 0-1 mm, 1-3 mm y 3 a 5mm. Los que excedan estos tamaños, además de los descartes del proceso y devoluciones de clientes o control de calidad por fallas, serán sometidos a un proceso de molienda en un molino, lo cual produce una harina que es usada en la mezcla anódica seca. Luego de haber sido



clasificados según su tamaño se dirigen a los depósitos de almacenamiento interno que sirven de reserva para el dosificador.

4.2.9.2 Mezclado y Amasado:

- Mezcla anódica seca:

La mezcla anódica seca es aquella constituida por:

- 27% de coque tamaño 0-1mm.
- 20% de coque tamaño 1-3mm.
- 20% de coque tamaño 3-5mm.
- 33% de Harina < 0.25mm.

La misma se lleva a cabo en el dosificador gravimétrico con posterior mezclado.

- Pasta Verde:

Se constituye a partir de la mezcla anódica seca y el agregado del aglutinante, en nuestro caso brea de hulla. La proporción varía entre un 85-86% de M.A.S y el resto brea, este porcentaje varía de acuerdo a la densidad del coque del que se parte.

Este proceso ocurre en la amasadora a una temperatura de 175°C, debido al punto de ablandamiento de la brea, la misma es fundida previamente con un intercambiador de calor.

El proceso de amasado garantiza una composición uniforme y es logrado mediante un tornillo con desplazamiento axial que genera la distribución de las partículas.

4.2.9.3 Moldeo:

Una de las metas del moldeo es comprimir la mezcla para obtener una alta densidad, al mismo tiempo de manufacturar productos con formas y tamaños acordes con su propósito. En nuestro caso el moldeo se llevara a cabo por medio de la extrusión.

La mezcla es enfriada a aproximadamente a 125°C y es extruida a través de una boquilla de acero e inmediatamente refrigerada por agua para evitar que ocurra cualquier deformación. De esta manera se constituye el ánodo crudo. La presión con la que se extruye es de 100 PSI, la extrusora posee una bomba de vacío que protege a la mezcla de la posible contaminación con aire. Una cuchilla se desliza sobre el material extruido a una longitud de 1.5m.

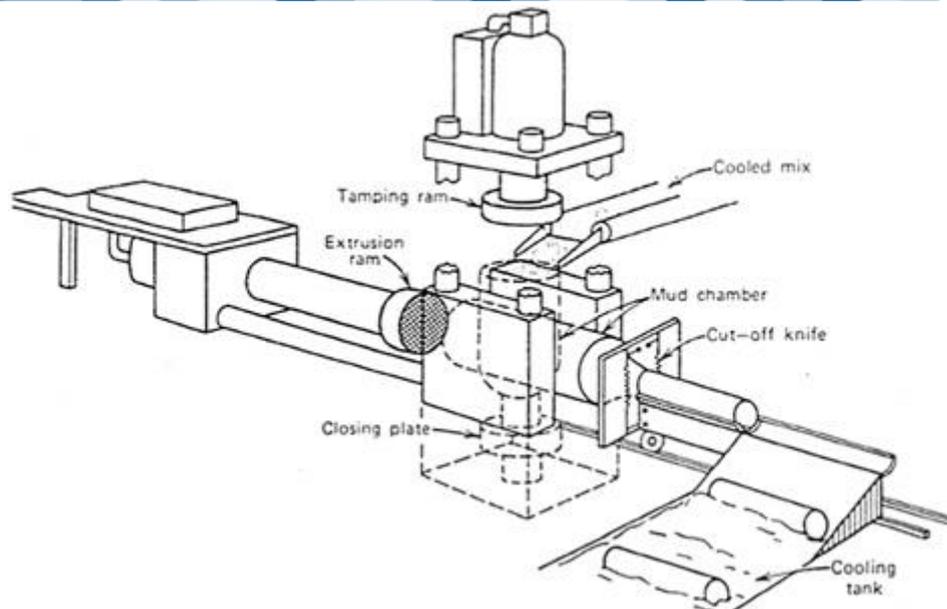


Figura 4-4. Extrusora típica utilizada en la elaboración de ánodos.

Fuente: *Bulk Graphite: materials and manufacturing process*

4.2.9.4 Carbonización:

La carbonización, también llamada pirolisis, consiste en el calentamiento del ánodo de grafito crudo en una atmósfera inerte, este proceso lleva varios días o semanas dependiendo del tamaño del electrodo (en nuestro caso 4 días). Los materiales orgánicos son descompuestos a carbono, mientras que los volátiles son dispersados y liberados a la atmósfera. Es una etapa importante y se debe realizar lentamente para evitar la ruptura en las cadenas de carbono. Como resultado, la carbonización es muy lenta y demanda mucho tiempo.

Por ejemplo la temperatura debe ser incrementada lentamente, ya que los componentes volátiles de la brea pueden causar grietas en el grafito hasta los 600°C. En este punto el ánodo puede llegar a achicarse hasta un 6%. La carbonización se lleva a cabo a los 800°C. Seguido al proceso de carbonización se encuentra un periodo de enfriamiento de 3 días.

El contenido de carbono en el ánodo cocido varía en función de la naturaleza del precursor y de la naturaleza de la pirolisis. Usualmente excede el 90% a 900°C y el 99% a 1300°C.

Después de la carbonización la constitución del ánodo es esencialmente toda de carbono. Sin embargo su estructura tiene muy poco de grafito ordenado y consiste de pequeños cristales de muy pocas capas de espesor que son pocos paralelos y tienen muchas imperfecciones.



4.2.9.5 Impregnación:

La misma se refiere al proceso de remoción del aire residual presente en la estructura porosa del ánodo debido a la pérdida de los componentes volátiles.

Se lleva a cabo en una autoclave. En una primera etapa se aplica una presión (vacío) de 26mmHg por una hora para eliminar vestigios de aire. A continuación la brea calentada se introduce en la autoclave hasta enraizar el nivel, el sistema se somete a una presión de entre 7 y 15 atm por varias horas.

Para tener una idea la porosidad del ánodo crudo es del 25%, luego de la impregnación se reduce la porosidad a la vez que se aumenta la densidad.

4.2.9.6 Grafitización:

El ciclo de grafitización es más corto que el de carbonización y demora en torno a las 3 Hs. La grafitización se lleva a cabo a una temperatura de 2800°C.

Durante el proceso de grafitización, la más o menos estructura pre-ordenada de carbono (estructura turboestrática), formada en la carbonización, es convertida en una estructura ordenada tridimensionalmente de grafito. Dependiendo de la materia prima y de los parámetros del proceso, se puede llegar a distintos grados de estructura cristalina de grafito.

Ya que la grafitización aumenta el orden reticular y produce la disminución de las distancias intercapa, simultáneamente lleva a un aumento considerable dentro del grado de orden de la estructura. Sin embargo dicho grado de orden va a depender en gran medida del cristalito pre-ordenado del que se partió. Esta reducción en las distancias intercapa se notan macroscópicamente en la contracción del volumen. Este encogimiento de la grafitización es de aproximadamente un 3 a un 5%. Debido a esto la densidad del grafito aumenta.

Como consecuencia de la grafitización el ánodo formado tiene una mayor resistencia al ataque químico y al shock térmico. También aumenta la conductividad térmica y eléctrica.

4.2.9.7 Maquinado:

El material grafitizado puede ser ahora maquinado a su forma final. Ya que es esencialmente todo grafito, el maquinado es relativamente sencillo, y es mejor llevarlo a cabo en seco para evitar la contaminación con agua. Los materiales utilizados en las herramientas de corte son: carburo de tungsteno, cerámicas y diamante. Un buen sistema de ventilación es necesario para controlar y recolectar el polvo producido.



4.2.9.8 Control de Calidad:

Dentro de nuestro proceso es fundamental caracterizar nuestro producto terminado de acuerdo a normas internacionales, garantizando a nuestros clientes el cumplimiento de dichas propiedades.

- Densidad Ánodo: Se realiza por medio de una medición mediante calibre y control de la masa con una balanza de precisión. Esta caracterización nos permite conocer la densidad que posee el ánodo lo cual se traduce de manera directa a su conductividad, resistencia y durabilidad del mismo. Este análisis no se rige bajo norma por su sencillez expresando la propiedad en g/cm^3 . El valor debe rondar los 1.3 a 1.5 g/cm^3 .
- Resistividad Eléctrica: Este análisis es de crucial importancia ya que me brinda indirectamente cual será la conductividad del ánodo en su utilización. Se recuerda que cuanto mayor sea esta mejor será la calidad del mismo. Se utiliza un equipo de RyD carbón el cual genera una corriente conocida y mediante el registro de la temperatura nos brinda un dato de la conductividad de la muestra. Se rige por la norma ISO 11713-2012.
- Ensayo de Flexión y Compresión: Este ensayo nos brinda una perspectiva del aspecto físico del producto evaluando su capacidad de resistencia a las condiciones del medio donde se realizará. Se utiliza una maquina universal de ensayos. Se rige por las normas: ISO 12986-2012 e ISO 18515-2007.

Otro factor a tener en cuenta es la caracterización de la materia prima, teniendo en cuenta parámetros fundamentales, tanto para la brea como para el coque.

- Densidad Real de Coque: La misma se realiza por medio de un equipo que utiliza una corriente de Helio para evaluar la densidad real del coque de proceso. Parámetro fundamental para la evaluación de la cantidad de brea necesaria y la cantidad de coque que se precisa para cumplir la receta. El análisis se realiza bajo norma ASTM D-2638.
- Densidad Vibrada: La misma se determina por un análisis de la densidad con cada granulometría siguiendo la norma ISO 10236, esta densidad se determina mediante el vibrado y compresión de un recipiente con sección conocida.
- Densidad de Brea: Se realiza una densidad real, es fundamental para el proceso de amasado, fundido y extrusión. Se rige bajo la



- norma ISO 6999. Se realiza por medio de picnómetro. El valor debe ser de alrededor de 1.3 g/cm^3 .
- Viscosidad: La misma se realiza por mediciones mediante un rotor que evalúa la energía consumida a diferentes temperaturas y lo traduce a viscosidad. El método se rige por la norma ISO 6791. Es un parámetro indispensable para poder realizar un control operativo del proceso de amasado.
 - Insoluble en Quinoleína: Solvente muy fuerte que me permite diagnosticar moléculas de alto peso molecular como son las resinas alfa, las cuales me quitan poder de mojabilidad de la brea. Bajo la norma 6791. No debe superar el 9%.

4.2.10 Selección de equipos:

En la siguiente sección se va a detallar el motivo por el que se han seleccionado los distintos equipos. Muchos de ellos se encuentran calculados.

Zaranda:

La zaranda fue seleccionada a partir de la cantidad de la mezcla de mallas de coque necesario para la producción. Se necesitan tres granulometrías necesarias que luego van a alimentar al mezclador gravimétrico. Para este proceso se requieren granas de tamaño de entre 0-1 mm, 1-3 mm y 3 a 5mm. Los que excedan estos tamaños, además de los descartes del proceso y devoluciones de clientes o control de calidad por fallas, serán sometidos a un proceso de molienda en un molino, lo cual produce una harina que es usada en la mezcla anódica seca.

Se buscó una zaranda capaz de satisfacer estas necesidades, es decir una que separe 4 mallas distintas y una capacidad de separación de unas 5 ton/h, cantidad necesaria para lograr llenar los silos de las distintas granulometrías.

Se encontró en la página Alibaba.com la zaranda DZSF1025 que tiene una capacidad que oscila entre las 0,7 ton/h y las 20 ton/h, además de poseer hasta cinco tamices de separación. También, tiene un rango de tamaño en la alimentación que es compatible con el tamaño de nuestra materia prima, el coque, y que oscila entre 0.074-10mm.

El principio de funcionamiento es el siguiente:

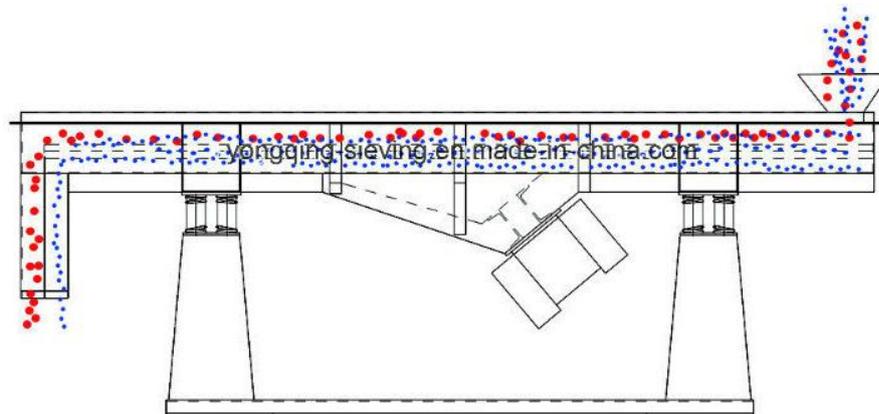


Figura 4-5. Funcionamiento de una zaranda.

Fuente: Alibaba.com

Molino:

El mismo se seleccionó a partir de su capacidad para moler el coque descartado de la zaranda a razón de entre 10 y 120 kg/h. Al mismo tiempo su construcción es maciza, capaz de soportar el desgaste y la abrasión. La granulometría de la salida, al mismo tiempo, es la adecuada para la receta, entre 10-120 mesh.

Se buscó en la página alibaba.com el modelo Double Win FS230.

Calentador de Aceite:

El calentador de aceite es el equipo responsable de suministrar el calor necesario tanto para fundir la brea como de mantener la temperatura en la amasadora.

El funcionamiento del mismo se basa en la utilización de una resistencia eléctrica que calentará a un aceite industrial directamente.

A continuación, se calculará el volumen de aceite necesario para satisfacer los requisitos térmicos. El aceite se calentará hasta los 240°C, así se evitará que llegue a su punto de ebullición, 267°C.

Se necesita elevar la temperatura de la brea a 180 °C; el calor específico de la misma es de 0,35 Kcal/Kg°C.

Se necesitan para cada tanda de producción, 222 Kg de brea.

Balance de energía

$$Q_{req} = C_{esp}(brea) * m(brea) * (T_f - T_i)$$

$$Q_{req} = 0,35 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} * 222Kg * (180^{\circ}C - 25^{\circ}C) = 12.043,5kcal = 14KWh$$

$$Q_{requerido} = Q_{cedido}$$

$$Q_{ced} = C_{esp}(\text{aceite}) * Vol(\text{aceite}) * \rho(\text{aceite}) * (T_f - T_i)$$

$$Q_{ced} = 12.043,5 \text{ kcal} = 0,52 \frac{\text{kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * Vol * 0,83 \frac{\text{kg}}{\text{L}} * (240^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})$$

$$Vol = 129,8 \text{ L}$$

Con el volumen calculado buscamos un calentador de aceite industrial que cumpla con los requisitos calculados y encontramos en la página Alibaba.com el calentador de aceite XYD18 de la marca china XUANYUAN.

XUANYUAN electric heating oil Furnace

Model	XYD10	XYD18	XYD24	XYD36	XYD48	XYD60	XYD70	XYD90	XYD120	XYD150	XYD180	XYD240	XYD300	XYD400	XYD600	XYD700
Heating Power	KW	10	18	24	36	48	60	70	90	120	150	180	240	300	400	700
	*10kcal/h	0.8	1.5	2	3	4	5	6	7.5	10	12.5	15	20	25	30	60
Accuracy temperature controller °C	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1
Oil tube diameter	25	32	50	50	50	50	50/65	50/65	65/65	65/65	65/80	65/80	65/100	65/100	65/100	65/100
Overall Dimension	L (m)	1100×500	1600×500	1950×650	1950×650	1950×650	2150×700	2150×700	2200×700	2200×900	2200×1000	2300×1000	2600×1200	2800×1200	2800×1500	3000×1800
	W (m)	1100	1250	1450	1450	1450	1750	1750	1880	1880	1880	1950	2000	2000	2000	2150
	H (m)	1100	1250	1450	1450	1450	1750	1750	1880	1880	1880	1950	2000	2000	2000	2150
	H (m)	1100	1250	1450	1450	1450	1750	1750	1880	1880	1880	1950	2000	2000	2000	2150
High temp recycle Pump	Flow m ³ /h	6	6	12.5	12.5	18	18	30	30	30	30	45	80	80	80	80
	Pumping Head M	27	27	30	30	40	40	48	48	48	48	48	38	38	38	38
	Power KW	1.5	1.5	3	3	5.5	5.5	7.5	7.5	7.5	7.5	11	15	15	15	15
Weight KG	200	200	350	350	350	350	550	550	750	750	1200	1200	1600	1750	1850	2200
Elevated tank L	100	130	150	200	230	230	280	280	300	300	320	350	350	450	600	650

Tabla 4-19. Catálogo de calentadores de aceite XUANYUAN.

Fuente: alibaba.com

El calentador de aceite seleccionado tiene una potencia de 18 kW y un volumen de 130L de aceite, por lo que cumple con los requisitos térmicos.

Bombas:

La breca fundida es transportada tanto a la amasadora como a la autoclave, mediante bombas de engranajes. Los caudales manejados por ambas son similares, por lo que se decidió utilizar bombas iguales.

La selección de la bomba se hizo a partir de la tabla de rendimientos del fabricante Drotec, mostrada a continuación.

Se seleccionó un caudal de 10,9 m³/h de breca con una viscosidad de 4000cp (dato de proveedor, a 175°C). Por la elevada viscosidad, se recomienda una velocidad de 600 rpm, con motores de 5kW.

Obteniendo una bomba GP80-110.

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

TABLA DE RENDIMIENTO

CAUDALES (M3/H) SEGÚN VELOCIDAD Y PRESIONES DE DESCARGA									
MODELO	DIAM. SUCC. Y DESC.	VELOCIDAD DE ROTACIÓN 1000 RPM				VELOCIDAD DE ROTACIÓN 1500 RPM			
		PRESIÓN DE DESCARGA			POTENCIA Recomendada (Kw)	PRESIÓN DE DESCARGA			POTENCIA Recomendada (Kw)
		5 bar	10 bar	15 bar		5 bar	10 bar	15 bar	
GP12-20	1/2"	0,30	0,29	0,28	0,37	0,47	0,45	0,42	0,37-0,55
GP19-30	3/4"	0,45	0,43	0,40	0,37-0,55	0,72	0,70	0,65	0,55-0,75
GP19-25	3/4"	0,65	0,63	0,60	0,55-0,75	1,00	0,98	0,95	0,55-1,1
GP19-40	3/4"	0,95	0,93	0,90	0,75-1,1	1,43	1,39	1,35	0,75-1,5
GP25-35	1"	1,40	1,35	1,30	0,75-1,5	2,20	2,10	2,00	1,5-2,2
GP25-50	1"	2,10	2,00	1,90	1,1-2,2	3,20	3,00	2,80	1,5-3
GP32-60	1-1/4"	2,40	2,30	2,20	1,1-3	3,80	3,60	3,30	2,2-4
GP38-80	1-1/2"	3,20	3,10	3,00	1,5-3	5,00	4,80	4,60	2,2-4
GP38-100	1-1/2"	3,90	3,80	3,70	2,2-3	6,00	5,80	5,60	3-4
GP50-90	2"	5,00	4,80	4,60	2,2-4	7,80	7,50	7,00	4-5,5
GP50-110	2"	6,50	6,30	6,00	2,2-5,5	10,00	9,60	9,00	4-7,5
GP50-125	2"	7,50	7,00	6,50	3-5,5	11,50	11,00	10,50	4-7,5
GP50-145	2"	8,50	8,00	CF	3-5,5	13,00	12,00	CF	5,5-7,5
GP80-110	3"	14,00	13,00	CF	4-7,5	22,00	20,00	CF	5,5-11
GP80-125	3"	16,00	14,00	CF	5,5-7,5	25,00	23,00	CF	7,5-11
GP80-145	3"	20,00	18,00	CF	7,5-11	30,00	18,00	CF	11-15
GP80-165	3"	24,00	22,00	CF	9-15	36,00	34,00	CF	11-18,5
GP100-180	4"	33,00	31,00	CF	11-15	49,00	48,00	CF	15-18,5
GP100-200	4"	36,00	34,00	CF	11-18,5	53,00	51,00	CF	18,5-22
GP100-220	4"	40,00	38,00	CF	15-18,5	59,00	57,00	CF	18,5-30
GP125-220-160	5"	45,00	43,00	CF	15-18,5	CF	CF	CF	CF
GP125-220-180	5"	53,00	52,00	CF	22-30	CF	CF	CF	CF
GP125-220-200	5"	60,00	59,00	CF	22-30	CF	CF	CF	CF
GP125-230-220	5"	67,00	66,00	CF	30-40	CF	CF	CF	CF
GP125-230-200M	5"	73,00	71,00	CF	30-40	CF	CF	CF	CF
GP125-230-220M	5"	93,00	90,00	CF	30-44	CF	CF	CF	CF

Por rendimientos a diferentes RPM que las indicadas, consultar a fábrica.
Valores obtenidos para aceites lubricantes de 500 cPs a 1500 RPM y de 1500 cPs para 1000 RPM.
CF: Consultar a fábrica

Tabla 4-20. Tabla de rendimientos y selección de bombas de engranajes.

Fuente: Drotec S.A.

Horno de carbonización

El horno de carbonización fue seleccionado principalmente por la temperatura a la que llega, unos 800°C. Al mismo tiempo el tamaño del horno es ideal para la cantidad de ánodos fabricados por lote. Es un horno que ha sido diseñado para funcionar durante largos periodos de tiempo, que se ajusta a nuestro proceso perfectamente. Como se ha detallado en secciones anteriores, el horno va a funcionar durante cuatro días seguidos. En el proceso de carbonización, los materiales orgánicos son descompuestos a carbono, mientras que los volátiles son dispersados y liberados a la atmosfera.

Cabe destacar que el horno seleccionado trabaja con una atmosfera inerte de nitrógeno, lo que evita la combustión de la mezcla anódica antes de su transformación a carbono.

El calor es suministrado por una resistencia eléctrica con una potencia eléctrica de 80kW.

Por cada tanda de cocción, la energía que se suministrará es de:

$$\text{Energía} = \text{Potencia} * \text{tiempo}$$

$$\text{Energía} = 80\text{kW} * (24\text{hs}/\text{dia} * 4\text{días})$$

$$\text{Energía} = 7.680\text{kWh} = 6.603.611,44\text{kcal}$$

La bibliografía no propone un requerimiento energético específico, sin embargo, si da un rango de temperaturas de entre 600 y 900°C, por lo que el horno seleccionado, cumple las especificaciones.

El horno seleccionado, fue encontrado en la página alibaba.com y es el modelo Luwei KSS-1000.

Horno de grafitización

El horno de grafitización, es sin lugar a dudas, el equipo mas complicado de seleccionar. En los grandes procesos de producción de ánodos de grafito se usan dos tipos de hornos, los hornos Acheson y los hornos LWG. La escala de este emprendimiento no justificaba, de ninguna manera, la utilización de este tipo de hornos. Los mismos consumen cantidades descomunales de energía, ya que, para la formación del grafito, los ánodos deben calentarse hasta los 3000°C, y tienen capacidades que están en el orden de toneladas.

Para el proceso, se necesitaba un horno que llegue a los 3000°C, sin embargo, las cantidades producidas debían ser de alrededor de 100 ánodos por tanda de tal manera que se lograra cumplir con el tamaño propuesto en el pertinente capitulo.

Es por esto que se buscó hornos capaces de llegar a los 3000°C, pero con tecnologías no tan masivas como las anteriormente nombradas.

Así se dio con los hornos de inducción. Los mismos funcionan a partir de la ley de Faraday de inducción electromagnética. Con respecto a los grandes hornos, mencionados anteriormente nombrados, tienen un gran rendimiento energético.

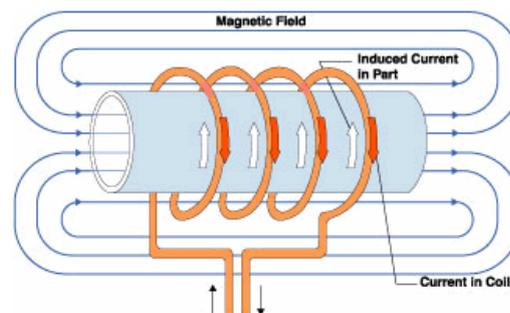


Figura 4-6. Principio de funcionamiento de un horno de inducción.



El inconveniente que presentan es que no son de grandes volúmenes, lo que no representa, en realidad, una dificultad para este proyecto, por su reducido tamaño.

A partir de lo antes mencionado, se buscó un horno de inducción que cumpla con los requisitos del proceso propuesto. Se encontró el horno NTI-SML-1280W2 en la página alibaba.com. El mismo tiene una capacidad de unos 900L capaz de contener los 100 ánodos que se deben producir por tanda. Al mismo tiempo, su potencia de 800kW le permite alcanzar los 3000°C y está diseñado para operar durante varias horas seguidas. La atmosfera dentro del horno es inerte, lo que evita la combustión del carbono a tan altas temperaturas.

El proceso planteado en este proceso propone un periodo de grafitización de 3hs seguidas a unos 2800°C.

El cálculo de las bobinas del horno es un procedimiento que excede la profundidad de este trabajo, sin embargo, se puede calcular el calor suministrado de la siguiente manera:

$$Q_{req} = C_{esp}(mezcla) * m(mezcla) * (T_f - T_i)$$

$$Q_{req} = 0,45kcal/kg^{\circ}C * 1482kg * (2800^{\circ}C - 25^{\circ}C)$$

$$Q_{req} = 1.850.647,5kcal$$

Al mismo tiempo por la ley de Joule se sabe que:

$$Q_{ced} = potencia * tiempo$$

$$Q_{ced} = Q_{req} = 1.850.647,5kcal = 2.152,303kWh$$

$$Q_{ced} = 800kW * tiempo = 2.152,303kWh$$

$$tiempo = \frac{2.152,303kWh}{800kW} = 2,69hs$$

Según estos cálculos el tiempo necesario para la grafitización se había estimado correctamente en 3hs.

4.2.11 Diseño y cálculo del equipo de extrusión

Una de las principales etapas del proceso es el moldeo que consiste en comprimir la mezcla para obtener una alta densidad, al mismo tiempo de manufacturar productos con formas y tamaños acordes con su propósito. En nuestro caso el moldeo se llevará a cabo por medio de la extrusión.

La mezcla es enfriada a aproximadamente a 125°C y es extruida a través de una boquilla de acero e inmediatamente refrigerada por agua para evitar que ocurra cualquier deformación. De esta manera se constituye el ánodo crudo.

Pueden encontrarse 3 diferentes equipos de extrusión: a pistón, con rodillos y de tornillo o hélice. Los equipos de pistón logran uniformidad de presión y velocidad en la sección de salida, sin embargo no otorgan un flujo continuo; con el sistema de rodillos se puede trabajar con vacío, pero no se obtienen distribuciones uniformes de presión y velocidad en la sección de salida ni tampoco se logra buena homogenización. Por ende el sistema de tornillo o hélice es el que se impone ya que logra una producción continua, se puede trabajar con vacío y se consigue una mejor homogenización de la pasta ya que la que no es extruida en la sección de salida retrocede por el tornillo logrando mayor homogenización con la pasta de la sección anterior.

A continuación se presentan esquemas con los sectores y medidas principales de una extrusora de tornillo.

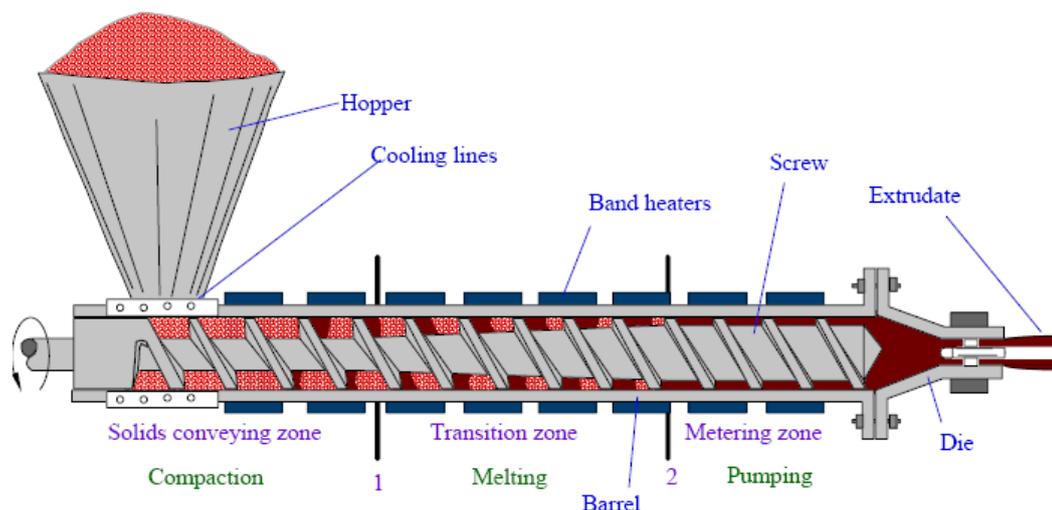


Figura 4-7. Esquema de extrusora de tornillo

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

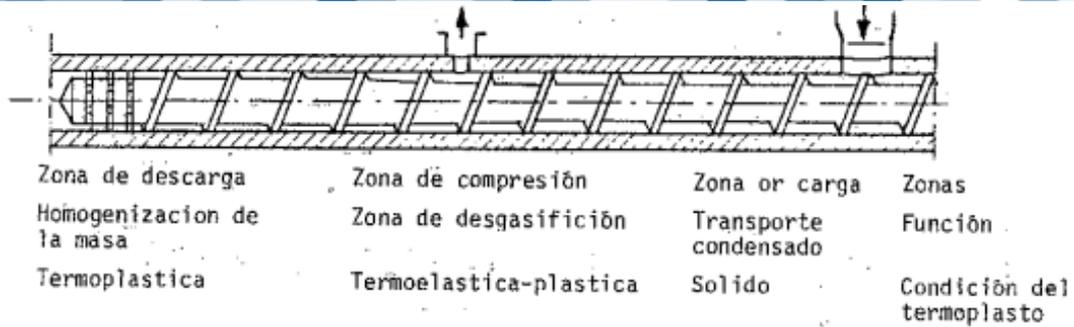


Figura 4-8. Esquema de extrusora de tornillo

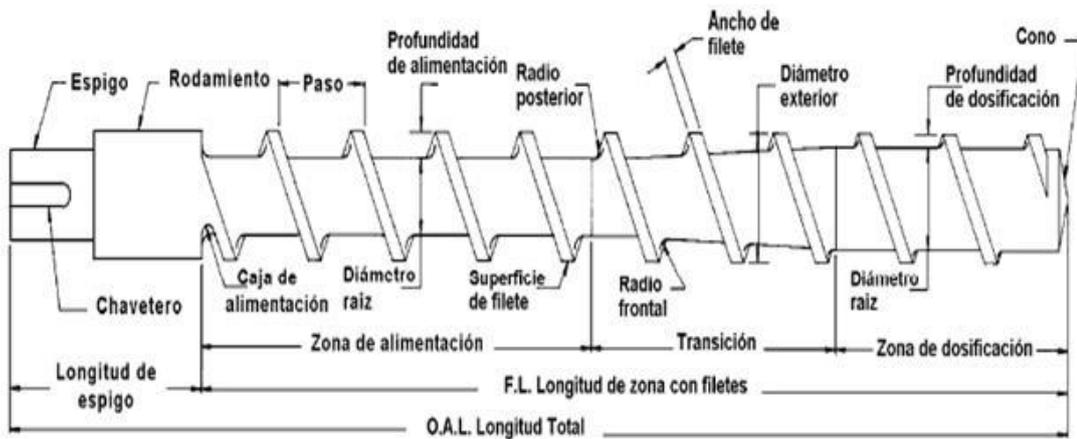


Figura 4-9. Esquema de extrusora de tornillo

Debido a que de la mezcla anódica es un fluido complejo de analizar por sus propiedades reológicas, que involucrarían complejos modelos matemáticos, se decidió asemejarla con el PVC (policloruro de vinilo) fundido que presenta una densidad y una viscosidad dinámica similares a la de una pasta de características afines a la utilizada en este proceso, como resultado se consideran para el diseño, de este equipo, modelos estudiados para la extrusión de polímeros de los que se derivan las expresiones para obtener las dimensiones del tornillo.

Geometría de un tornillo extrusor

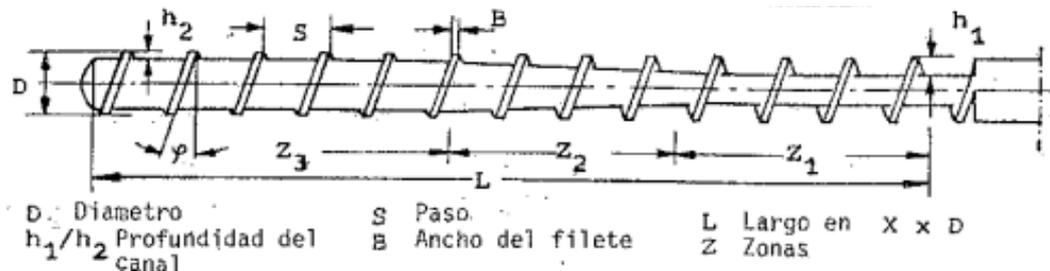


Figura 4-10. Detalle de la geometría del tornillo extrusor.

- Diámetro nominal del tornillo (D): correspondiente al diámetro exterior del mismo, en extrusoras típicas varía entre 5 mm a 500mm; en este caso se propone un diámetro de tornillo de **150 mm**
- Relación L/D: es uno de los parámetros más importantes del diseño, establece la longitud total del tornillo en relación con el diámetro del mismo. Se selecciona una relación corta por las siguientes ventajas:
 - Menor tiempo de permanencia en el barril, manteniendo los materiales sensibles al calor a una temperatura alta por menor tiempo, lo que reduce las posibilidades de degradación.
 - Menor requerimiento de espacio.
 - Requiere menos torque por la resistencia del husillo y la cantidad de HP no es tan importante.
 - Menor costo de inversión inicial y para el reemplazo de partes.

Se establece una relación igual a 10

$$10 = L/D$$

$$L = 150 \text{ mm} * 10 = \mathbf{1500 \text{ mm}}$$

Establecida la longitud total del tornillo puede procederse a dimensionar la longitud de cada una de las zonas:

$$L \text{ alimentación} = \frac{L}{2} = 1500 \text{ mm}/2 = 750 \text{ mm}$$

$$L \text{ transición} = \frac{L}{4} = 1500 \text{ mm}/4 = 375 \text{ mm}$$

$$L \text{ dosificación} = \frac{L}{4} = 1500 \text{ mm}/4 = 375 \text{ mm}$$



- Espesor de filete (e): considerado como el ancho de cada uno de los filetes que compone el tornillo extrusor. La normalización establece que se puede utilizar un espesor de $0,1 * D$. En este caso resulta en 15 mm
- Paso diametral (S): es la distancia consecutiva entre dos puntos del filete. Habitualmente se establece un paso igual al diámetro del tornillo; en este caso resulta en 150 mm
- Altura del filete (h): es la profundidad máxima del canal, desde el punto más alto del filete hasta el diámetro nominal del tornillo. En la mayoría de los diseños se considera como $0,15 * D$ resultando en 22,5 mm en la zona de dosificación (h_2)
- Relación de compresión (β_1): es uno de los términos más utilizados en el diseño, es importantes para determinar problemas de degradación asociados a la profundidad del canal o a la alta velocidad de rotación. Generalmente se establece en 2

$$\beta_1 = h_1/h_2$$

Considerando que h_2 tiene un valor de 22,5 mm

$$h_1 = \beta_1 * h_2$$

$$h_1 = 2 * 22,5 \text{ mm} = \mathbf{45 \text{ mm}}$$

h_1 representa la altura de filete en la zona de alimentación

- Ángulo de paso (φ): El ángulo de desarrollo helicoidal del tornillo, es decir, el ángulo de la hélice en la superficie del cilindro

$$\varphi = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{S}{\pi * D} \right)$$

En la gran mayoría de las extrusoras el paso (S) se considera igual al diámetro (D)

$$\varphi = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{1}{\pi} \right) = \mathbf{17^{\circ}7'}$$

- Ancho del canal (b): es la distancia medida entre un determinado punto de un filete y el correspondiente de uno inmediato.

$$b = (S - e) * \text{Cos}\varphi$$



$$b = (150 \text{ mm} - 15 \text{ mm}) * \text{Cos } 17^{\circ}7' = 128,6 \text{ mm}$$

- Apertura de filete (δ): corresponde a la apertura entre la cresta del filete y la superficie interior del tornillo, cuando la misma es grande el material se mezcla con mayor efectividad pero se reduce el avance del mismo; con tornillos de diámetro constante se considera una apertura igual a $0,002 * D$ resultando en 0,3 mm
- Considerando que el requerimiento de material a extruir se define en 500 Kg/h puede procederse a calcular las RPM del tornillo con la siguiente expresión

$$N = \frac{R}{2,3 * D^2 * h * G}$$

R = Cantidad de material en libras por hora. 500 Kg/h = 1101,3 Lb/h

D = Diámetro del Husillo en Pulgadas. 150 mm = 5,9 pulg

h_2 = Profundidad sección de dosificación en pulgadas. 22,5 mm = 0,89 pulg

G_S = Gravedad Especifica, Para la pasta anódica 1,6 (valor adimensional y coincidente con la densidad)

N = RPM del husillo.

$$N = \frac{R}{2,3 * D^2 * h_2 * G_S}$$

$$N = \frac{1101,3 \text{ Lb/h}}{2,3 * (5,9 \text{ pulg})^2 * 0,89 \text{ pulg} * 1,6} = 9,66 \text{ RPM} = 0,16 \text{ RPS}$$



Considerando:

Dimensión	Símbolo	Valor
Diámetro de tornillo	D	150 mm
Profundidad sección dosificación	h ₂	22,5 mm
Paso diametral	S	150 mm
Espesor de filete	e	15 mm
Velocidad	RPM/RPS	9,66 / 0,16
Apertura de filete	δ	0,3 mm
Ángulo de paso	φ	17,7°
Ancho de canal	b	128,6 mm

Tabla 4-21. Dimensiones de la extrusora

Fuente: elaboración propia

Se procede a calcular los parámetros para obtener la potencia total requerida:

- Largo de la hélice (d_z)

$$d_z = \frac{S * \pi}{\cos \varphi}$$

$$d_z = \frac{150 \text{ mm} * \pi}{\cos 17^{\circ}7'} = 494,6 \text{ mm} = \mathbf{0,495 \text{ m}}$$

- Velocidad longitudinal (V_l)

$$V_l = \pi * D * N * \cos \varphi$$

$$V_l = \pi * 150 \text{ mm} * 0,16 \text{ RPS} * \cos 17^{\circ}7' = 71,8 \frac{\text{mm}}{\text{s}} = \mathbf{0,072 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

- Flujo de arrastre (Q_d)

$$\begin{aligned} Q_d &= \frac{V_l}{2} * b * h = \frac{0,072 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} * 0,129 \text{ m} * 0,0225 \text{ m} = \mathbf{104000 \frac{\text{mm}^3}{\text{s}}} \\ &= \mathbf{1,04 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} \end{aligned}$$



- Razón de la cortante del flujo de arrastre (Y_d)

$$Y_d = \frac{V_l}{h} = \frac{71,8 \text{ mm/s}}{22,5 \text{ mm}} = 3,19 \text{ s}^{-1}$$

- Ancho normal del filete (e_n)

$$e_n = e * \cos\varphi = 15 \text{ mm} * \cos 17^\circ 7' = 14,29 \text{ mm}$$

- Ancho tangencial del filete (e_t)

$$e_t = \frac{e}{\tan\varphi} = \frac{15 \text{ mm}}{\tan 17^\circ 7'} = 47 \text{ mm} = 0,047 \text{ m}$$

- Circunferencia (C)

$$C = \pi * D = \pi * 150 \text{ mm} = 471,24 \text{ mm}$$

- Velocidad tangencial (V_t)

$$V_t = \pi * D * N = \pi * 150 \text{ mm} * 0,16 \text{ RPS} = 75,4 \frac{\text{mm}}{\text{s}} = 0,075 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Razón de la cortante del filete (Y_n)

$$e_t = \frac{V_t}{\delta} = \frac{75,4 \text{ mm/s}}{0,3 \text{ mm}} = 251,3 \text{ s}^{-1}$$



- Potencial del canal (E_{canal})

$$E_{canal} = \frac{V_l^2 * b * d_z}{h} * \left[4 * (1 + \text{Tan}^2 \varphi) - \frac{6 * Q_d}{V_l * b * h} \right]$$

$$E_{canal} = \frac{(71,8 \frac{mm}{s})^2 * 128,6 mm * 494,6 mm}{22,5 mm} * \left[4 * (1 + \text{Tan}^2 17^\circ 7') - \frac{6 * 104000 \frac{mm^3}{s}}{71,8 \frac{mm}{s} * 128,6 mm * 22,5 mm} \right]$$

$$= 2,005 * 10^7 = 200,4 W/vuelta$$

- Potencia del filete

$$E_{filete} = \frac{V_l^2 * e * d_z}{\delta * \cos \varphi}$$

$$E_{filete} = \frac{(71,8 \frac{mm}{s})^2 * 15 mm * 494,6 mm}{0,3 mm * \cos 17^\circ 7'} = 1,33 * 10^8 = 1334 \frac{W}{vuelta}$$

- Potencia del canal a 9,66 RPM

$$E_{canal \ 9,66 \ RPM} = E_{canal} * 9,66 \ RPM = 200,4 \frac{W}{vuelta} * 9,66 \ RPM = 1935,8 \ W$$

- Potencia del filete a 9,66 RPM

$$E_{filete \ 9,66 \ RPM} = E_{filete} * 9,66 \ RPM = 1334 \frac{W}{vuelta} * 9,66 \ RPM = 12886,4 \ W$$

- Potencia total

$$E_{TOTAL} = E_{canal \ 9,66 \ RPM} + E_{filete \ 9,66 \ RPM} = 1935,8 \ W + 12886,4 \ W$$

$$= 14822,2 \ W = 19,9 \ HP$$



Con estos cálculos se concluye que para un tornillo de las dimensiones anteriormente propuestas se necesitará un motor con una potencia mayor a 19,9 HP para poder extruir 500 Kg/h de pasta anódica.

A continuación, se realizará un breve análisis térmico del tornillo de extrusión considerando que el mismo trabajará a una temperatura aproximada de 125° C y que su coeficiente de expansión térmica es de $11,5 \cdot 10^{-6}$ K

$$\alpha = \frac{L_f - L_0}{L_0 * \Delta T}$$

α = coeficiente de expansión térmica

L_f = Longitud final

L_0 = Longitud inicial

ΔT = diferencia de temperatura

$$L_f = \alpha * L_0 * \Delta T = 11,5 * 10^{-6} K^{-1} * 1500 mm * (125^\circ C - 25^\circ C) \\ = 1,725 mm$$

A continuación, se presentan las variables de diseño necesarias para la construcción del tornillo extrusor necesario:

Dimensión	Valor
Flujo másico	500 Kg/h
Diámetro de tornillo	150 mm
Longitud de tornillo	1500 mm
Longitud de tornillo alimentación	750 mm
Longitud de tornillo transición	375 mm
Longitud de tornillo dosificación	375 mm
Paso diametral	150 mm
Altura de filete en dosificación	22,5 mm
Altura de filete en alimentación	45 mm
Espesor de filete	15 mm
Velocidad	9,66 RPM
Apertura de filete	0,3 mm
Ángulo de paso	17,7°
Ancho de canal	128,6 mm
Potencia	19,9 HP

Tabla 4-22 – Variables de diseño

Fuente: elaboración propia



Consideraciones finales de diseño

Como complemento al tornillo de extrusión se considera también el barril que contiene al mismo, el cual tendrá un orificio en la zona de transición que cumplirá tanto la función de desgasificado con un sistema de recolección de vapores con el fin de extraer los posibles vapores generados por la mezcla anódica así como también evitar el ingreso de agentes externos al equipo; en la zona de alimentación se prevé en el barril una entrada acorde y acoplada al transporte de tornillo que proveerá a la extrusora desde el equipo anterior en el proceso (amasadora) con 500 Kg/h de pasta anódica. Se considera también la inclusión de una cuchilla neumática que cumplirá la función de cortar la unidad ya extruida en la longitud deseada según la especificación de producto.

Otra parte indispensable del equipo es el motor eléctrico con una potencia mayor a 20 HP, obtenida en los cálculos de diseño, con su respectivo sistema de reducción y transmisión de movimiento respetando las RPM calculadas.

Se hace mención de la estructura de soporte de todo el equipo, esta soporta todo el peso de la máquina y por tanto debe tener la rigidez adecuada, se plantea una estructura conjunta soldada, que asegure mayor rigidez, se añaden ruedas para permitir su desplazamiento y fácil ubicación, además se deja el centro totalmente descubierto para permitir la ventilación. La parte superior debe ser plana para que soporte el barril, con un soporte de apoyo en el extremo del tornillo, y un cojinete que ayude a dar rigidez al mismo.

Se aclara también que el equipo carecerá de sistemas de calefacción o refrigeración ya que la temperatura necesaria para operar es lograda en el equipo anterior de la línea.

No se pueden dejar de mencionar los elementos de control que ayudarán con la inspección de la operación los cuales serán una sonda de temperatura ubicada en el comienzo de la zona de dosificación, donde se encuentra la mayor homogeneidad de la mezcla, así como también un frecuencímetro para verificar las RPM del tornillo con lo cual se coordinará el corte de la cuchilla y podrá conocerse en tiempo real la cantidad de material procesado.

Finalmente cabe aclarar que se hizo mayor énfasis en el diseño del tornillo extrusor debido a que es el principal componente del equipo y todos los demás elementos del mismo son diseñados con dimensiones y especificaciones derivados del mismo.



4.2.12 Diseño y Distribución de Planta:

El proceso productivo involucra una cierta tecnología que debe permitir la elaboración del producto con especificaciones precisas. En base a esto es posible determinar y optimizar la capacidad de producción en función de la tecnología empleada. Para lograr dicha optimización física de la distribución de la plata, se tiene en cuenta el Diagrama de Recorrido de las materias primas, para disminuirla al mínimo. Mientras menor sea, mayor será la economía de movimientos y de tiempos, aumentando así la eficacia y eficiencia de la empresa. Y por ende, la rentabilidad del proyecto. Para ello se va a adoptar el tipo de disposición por producto, en el cual se agrupan las máquinas de acuerdo a la secuencia de operaciones que experimentan los insumos y materias primas. Se prefiere esta alternativa porque el método de producción es discontinuo.

Cabe aclarar que como existe la posibilidad de ampliar la producción, según el estudio de mercado, y por ende una posterior ampliación de la planta, es conveniente tener en cuenta la disposición dentro del terreno para posteriores modificaciones. Se puede concluir con respecto a lo expuesto anteriormente, que en este proyecto influyen factores arquitectónicos, que condicionan al proceso en cuanto a distribución de los equipos dentro de la planta.

Se dispondrá de un estacionamiento para empleados y un parque para mejorar la vista de la planta.

- Diseño de almacén de Materia prima:

La empresa proveedora de coque se encuentra ubicada cerca del emplazamiento del proyecto por lo que la demora de entrega de producto no debería ser mayor de 1 o 2 días. Este dispondrá en un silo como se describió anteriormente.

Debido a posibles contingencias de la Brea que es importada, se debe tener en cuenta en el diseño de los depósitos una capacidad de almacenamiento de materia prima por lo menos para la producción de 20 (veinte) días. Como se comprará un solo lote anual de 7 Tn se tendrá capacidad de almacén para dicha cantidad. Se compra dicha cantidad ya que es la que viene en un contenedor.

La Brea se almacenará en un almacén completamente cerrado teniendo en cuenta las dimensiones del jumbo bag:



90x90x110 cm.

Dada la medida del contenedor en el cual se importará la brea, por lo que es nuestro lote optimo:

Ancho interno: 2,33m

Alto interno: 2,35m

Largo interno: 5.87m

Nos brinda una capacidad de 20 bolsones de brea, por lo que en el depósito se dispondrán de a una debido a los riesgos de almacenarlas encimadas. Estarán dispuestas sobre pallets.

Sabiendo que un pallet mide 1,20 m de ancho x 1m de largo. Y se deben tener 15 cm de lado para tener margen de maniobra del montacargas, es decir 30 cm. Como superficie se debe tener, entonces, $20 \times 1,95\text{m}^2$ más un pasillo de 6m de ancho y 7 de largo para el tránsito y maniobra del montacargas. Dando un total de.

$$20 \times 1,95\text{m}^2 + 6\text{m} \times 6,5\text{m} = 78\text{m}^2$$

Para las cajas de madera que contendrán el producto, se necesita un almacén cerrado para evitar daños debido a la humedad principalmente. Se comprará un lote de las 60 cajas. Cuyas dimensiones son:

Ancho: 45 cm

Alto: 20 cm

Largo: 1,7 m.

Dando un área de base de: $0,45\text{m} \times 1,7\text{m} = 0,765\text{m}^2$

Se apilarán de a 5 cajas para evitar accidentes, por lo que se requerirá de 14 pilas. Ocupando un total de:

$14\text{pilas} \times 0,765\text{m}^2 = 10,71\text{ m}^2$.

Tamaño total del depósito: $78\text{ m}^2 + 10,71\text{m}^2 = 88,71\text{ m}^2$

- Diseño de almacén producto terminado:

El almacén tendrá una capacidad de almacenamiento de lo producido en un bimestre debido al poco espacio que ocupan. Se considera una producción bimestral de 600 unidades anuales. Como el tamaño de las cajas es el mismo que el de la materia prima, cubrirá un espacio de $10,71\text{ m}^2$.

Dando un tamaño total de: $98,71\text{ m}^2$, que sumado a espacios muertos nos dará un total de **100m^2**

Plano:

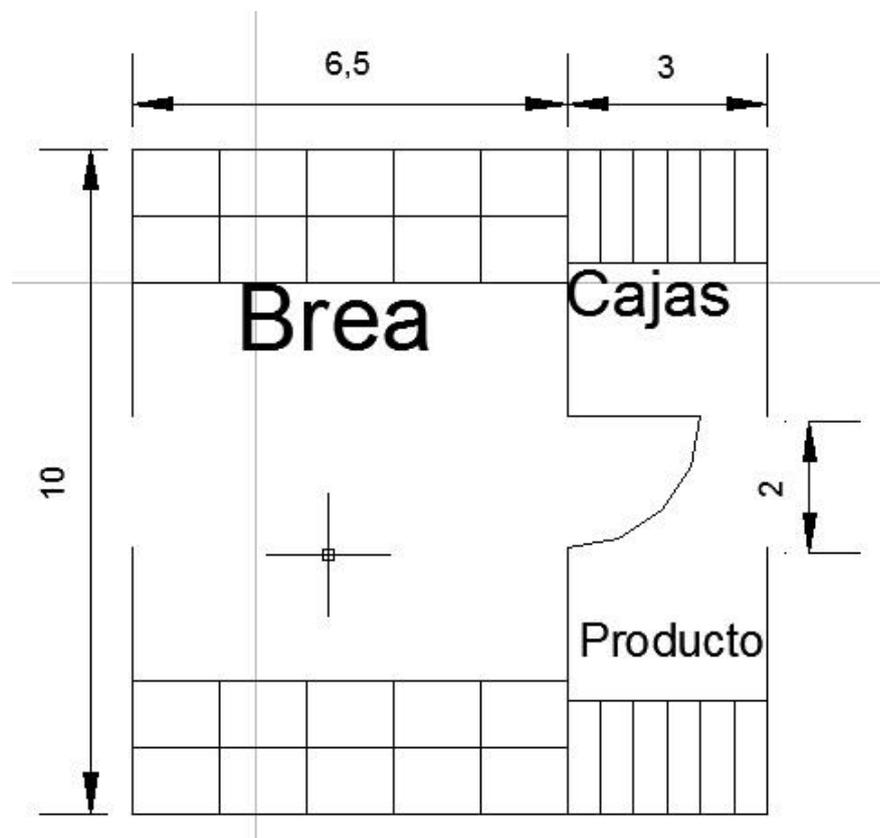


Figura 4-11. Plano sección almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia

4.2.13 Disposición de la empresa:

La disposición de la empresa se realizará por producto, por lo que el lay-out de la misma tendrá este enfoque. Analizando las diferentes superficies tendremos:

- Planta de Producción:

El sector producción se encuentra dispuesto de tal manera que se ahorre la mayor cantidad de energía posible, en nuestro proceso la energía eléctrica es un parámetro clave, por lo que el transformador se encuentra cerca del horno de grafitización, evitando así pérdidas eléctricas por fenómeno de JOULE.

La planta de producción posee una superficie de 322 m².

El comedor cuenta con: 40 m².

El laboratorio 30 m².

El taller de mantenimiento 47.5 m².

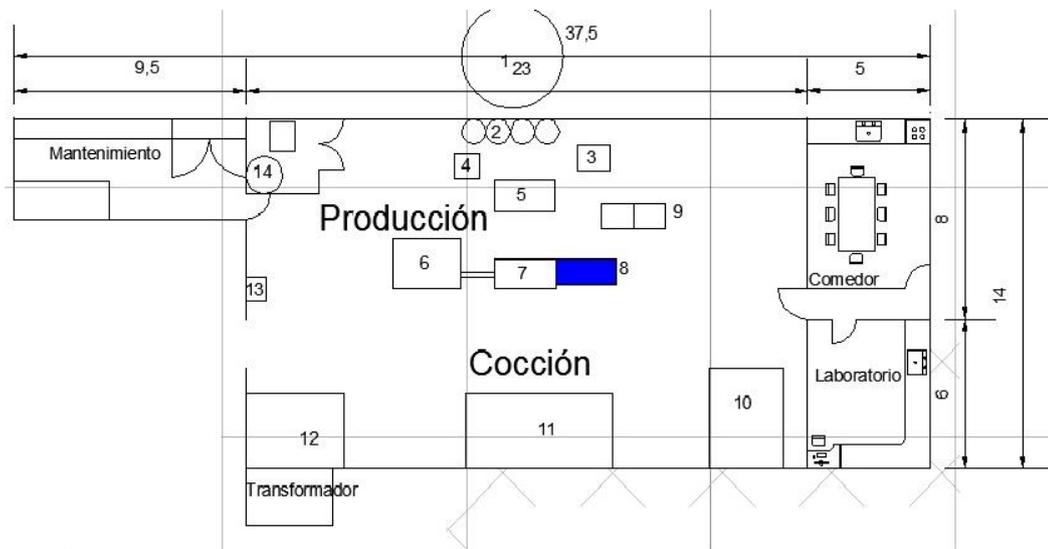


Figura 4-12. Plano general de la planta de producción de ánodos.

Fuente: Elaboración propia

Referencias:

1. Silo de coque.
2. Silos internos para: grana 3-5, 1-3, 0-1 y harina de 3000 Blaine.
3. Molino para generación de harina.
4. Mezclador gravimétrico.
5. Zaranda.
6. Amasadora Buss.
7. Extrusora
8. Pileta de enfriamiento.
9. Deposito intermedio.
10. Horno de carbonización.
11. Impregnación.
12. Horno de grafitización.
13. Torno.
14. Fundidor de Brea.
- Sector de Administración.

El mismo está en la zona frontal de la empresa y cuenta con los sanitarios, recepción, vestuario, oficinas y sala de reunión.

La recepción cuenta con una superficie de 40 m²

Los vestuarios 20 m²

Los Baños 30 m²

La sala de reuniones 35 m³

La oficina 25 m²

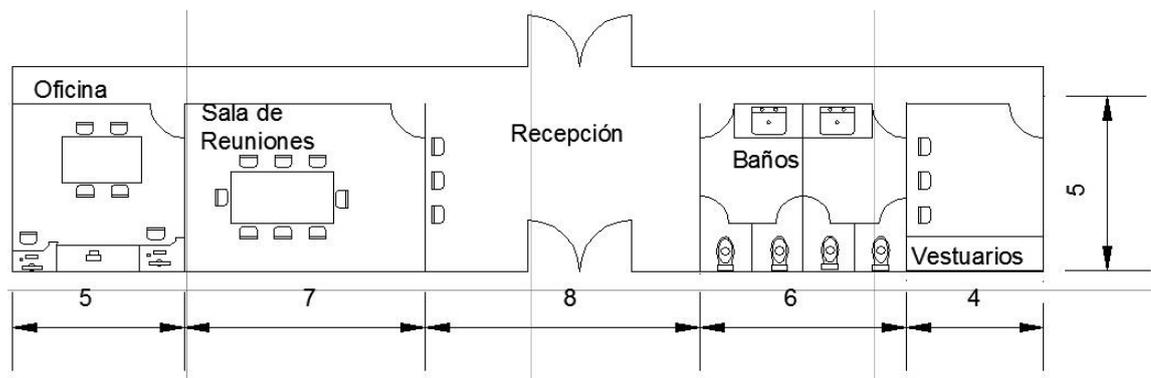
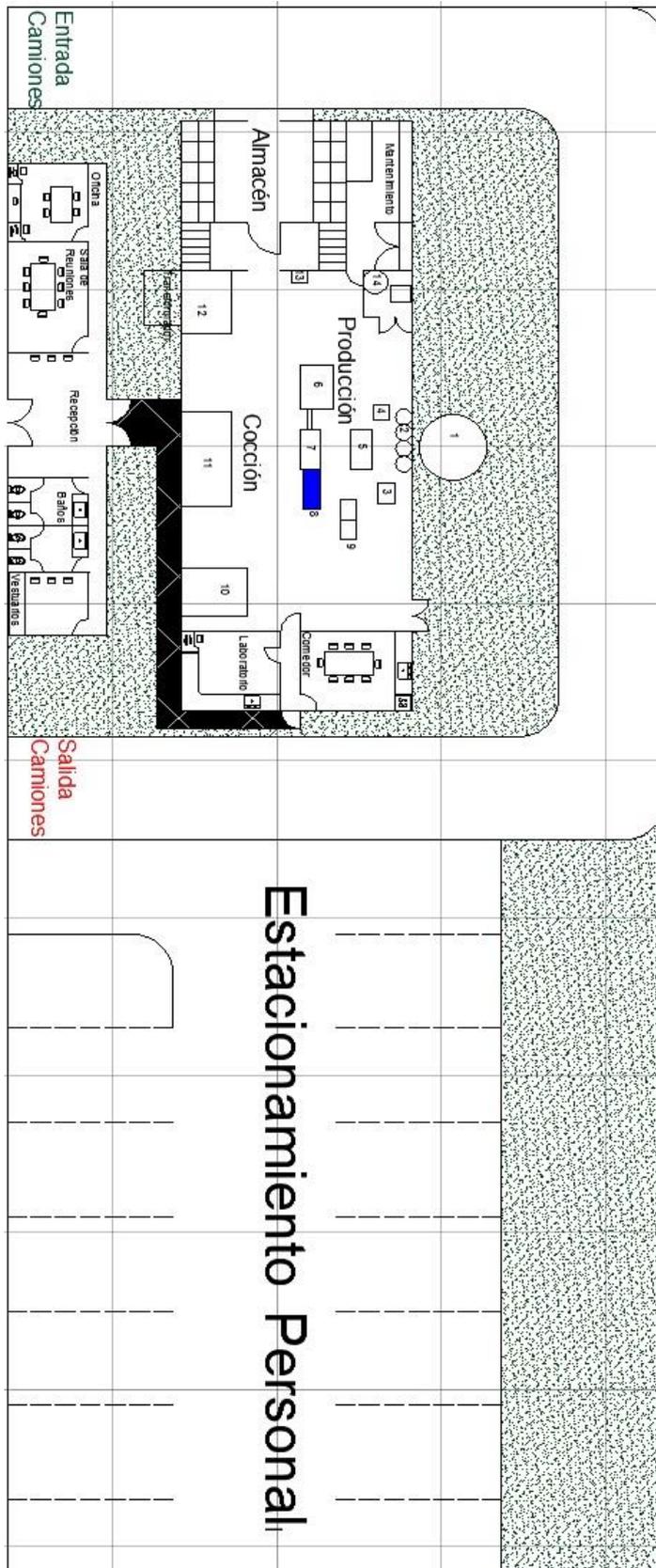


Figura 4-13. Plano sección administrativa.

Fuente: Elaboración propia

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD



- El terreno:

Contará con una playa de estacionamiento para el personal y una entrada de vehículos de carga por separado. Tendrá una región parqueada para una mejor vista del predio.

Figura 4-14. Plano general de la planta.

Fuente: Elaboración propia



4.2.14 Conclusión:

La empresa contará con una estructura de organización funcional, conformada por una gerencia general y cuatro departamentos principales. El personal fijo estará integrado por 14 personas, y se necesitarán cuatro especialistas que brinden asesoría externa.

Se conformaron diagramas de flujos para las operaciones principales de fabricación, como así también se describieron las tareas a realizar durante los procesos productivos y se detallaron las materias primas necesarias. Además, se realizó el diseño de equipos.

Por último, se realizó el diseño y distribución de la planta y almacenes, y se confeccionó el diagrama de áreas unitarias, adicionando estacionamiento de vehículos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

CAPÍTULO 5

ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL



5 ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

5.1 INTRODUCCIÓN

Se define como impacto ambiental a toda acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes de éste. El término impacto no implica negatividad, ya que éstos pueden ser tanto positivos como negativos. Las alteraciones pueden ser de distintos grados de intensidad en el entorno en el que se desarrolle.

El objetivo del presente capítulo, es la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

(EIA) para el montaje de una planta productora de Electroodos de grafito.

La finalidad del estudio es determinar y evaluar los posibles impactos que podría ocasionar la ejecución del proyecto sobre los factores analizados (social, económico, ambiental, etc.) en las etapas de operación, funcionamiento y abandono, y poder dictaminar una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), promulgada por un órgano decisor y con la participación pública. Además, se recomendarán medidas de mitigación correspondientes para minimizar los efectos negativos sobre el medio ambiente.

También se identificarán los residuos generados durante la etapa de operación, los que deberán ser gestionados correctamente con el objetivo de evitar impactos negativos sobre el medio ambiente.

5.2 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

5.2.1 Actividades del proyecto en sus distintas fases



5.2.1.1 Etapa de construcción

- Nivelación del terreno.
- Construcción de los edificios y sector de estacionamiento.
- Terminación y fachada del edificio.
- Acopio de materiales.
- Transporte de maquinarias y equipos pesados.
- Montaje de equipos e instalación de equipos.
- Puesta en marcha: prueba de equipos.
- Montaje del sector de mantenimiento y control de calidad.
- Montaje del sector de almacenamiento de materia prima y producto terminado.
- Parquizado del terreno y señalización.

5.2.1.2 Etapa de operación

- Transporte de insumos y materias primas.
- Almacenamiento de materias primas e insumos.
- Producción de Electroodos de grafito.
- Almacenamiento del producto terminado.
- Tratamiento de residuos sólidos, líquidos y/o gaseosos.
- Transporte de productos terminados.

5.2.1.3 Etapa de abandono

- Seguridad y mantenimiento.
- Desmantelamiento.
- Desguace y/o venta de equipos.
- Venta inmueble.



5.2.2 Caracterización de residuos

La localización de la planta será en un parque industrial, lo que conlleva a disponer de una serie de ventajas asociadas a uno de los factores más complejos de satisfacer, la aceptación social.

Se debe tener presente que se manipula y trabaja con materias primas de carácter peligroso, ya sea por su inflamabilidad, como también por su toxicidad, por lo que el proceso de producción generará residuos peligrosos, gaseosos y en menor medida líquidos y sólidos, los cuales han de ser tratados, ya que de no serlo pueden ocasionar serios efectos sobre el medio y el factor humano.

Los efluentes gaseosos provienen del carácter y composición de una de las materias primas, la brea de alquitrán, que tiene gran componente de hidrocarburos aromáticos policíclicos que, debido a su alta volatilidad, facilita su liberación al entorno. La emanación de estos gases estará presente en todo el proceso.

Los efluentes líquidos del proceso, son originados por el intercambio de calor producido en la zona de producción en la cual debe enfriarse la pasta previa a la extrusión y posteriormente se debe reducir la temperatura de los electrodos recién extruidos con intercambio directo.

Respecto a los residuos sólidos, la mayor cantidad se presenta como material particulado, mayoritariamente en la zona de almacenamiento de materias primas y en la zona de producción, generalmente compuesto por coque de petróleo en 4 granulometrías y una mezcla del mismo coque con brea de alquitrán y en menor proporción: residuos de oficina proveniente del área administrativa.

5.2.3 Prevención de la contaminación

Se aclara en primera instancia que los efluentes generados serán tratados in situ ya que la mayor parte de ellos son gaseosos, el volumen de efluentes líquidos en mínimo al igual que el de residuos sólidos ya que se reprocessan.

Previamente a considerar el tratamiento correspondiente a cada residuo en particular, resulta fundamental aplicar una serie de premisas que resultan útiles para el correcto manejo de la gestión ambiental.



En primera instancia se debe tener en cuenta la importancia de reducir en la fuente la generación de los residuos a través de la optimización del proceso de producción y de la mejora en el manejo de los materiales.

También resulta prioritario reutilizar cualquier insumo o materia prima vinculada al proceso con el fin de lograr la máxima disminución de los desperdicios. Otra técnica a aplicar consiste en reciclar los residuos finales para lograr una nueva puesta en valor del material y posteriormente implementar su reutilización.

Por otro lado, también debe contemplarse la posibilidad de sustitución de las materias primas que generan residuos peligrosos durante el proceso de producción, modificando las formulaciones para obtener un producto de idéntico desempeño en servicio pero elaborado con materias primas de bajo o nulo impacto ambiental.

Las mejoras de las operaciones incluyen políticas de concientización del personal, de modificación en los procedimientos y también de prevención de pérdidas; de esta manera, la mitigación del impacto ambiental permite establecer paralelamente, en base a una mejor gestión, importantes ahorros en materias primas e insumo

La prevención y el control de la contaminación requieren en primera instancia contemplar los siguientes tópicos:

Redactar una guía preliminar de trabajo para el diseño del proyecto. Tiene como objetivo definir un marco operativo de todo el proceso para tornarlo más eficiente y disminuir las pérdidas; la implementación de este tipo de gestión resulta oportuno sustentarla en las Normas ISO 9000 (aseguramiento de calidad) e ISO 14000 (gestión ambiental).

Capacitar al personal en actividades que involucran la reducción de residuos: Posee como objetivo difundir los procedimientos y políticas organizacionales destinadas específicamente a la implementación de condiciones operativas técnica y ambientalmente confiables, al funcionamiento óptimo de los equipos bajo condiciones de seguridad y a la adecuada manipulación de las materias primas, insumos y productos.

5.2.4 Prácticas operativas

Los aspectos de mayor significación son los siguientes:

- Estudiar, evaluar y optimizar el manejo de las materias primas e insumos. Contempla el riesgo emergente de cada material; el control de



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

calidad implementado; el tipo y la cantidad almacenada; la fecha de vencimiento; la ubicación del depósito, el lugar de empleo y el medio de transporte en la planta; la forma de manipulación; etc. Incluye la verificación y/o confección de inventarios.

- Analizar las condiciones operativas de los equipos de producción y de las tareas de mantenimiento. Involucra las diferentes etapas del proceso global y cada uno de los equipos en particular con el fin de disminuir los costos; conferir mayor seguridad; evitar o reducir el número de accidentes, situaciones de emergencia y derrames; prever potenciales fallas en equipos y accesorios (tanques de almacenamiento, cañerías, bombas, válvulas, filtros, etc.); diseñar un plan de mantenimiento; etc.
- Programar la producción. Implica la elaboración de un cronograma, para cada equipo en particular y en forma integrada para todos aquellos que conforman el proceso, con el fin de verificar la disponibilidad en depósito de los materiales necesarios y prever su adquisición, mejorar la productividad, reducir las pérdidas, controlar la calidad de los productos y brindar en tiempo y forma respuesta adecuada a la demanda.
- Planificar la limpieza. Permite, al llevarse a cabo en forma inmediata a la finalización del proceso, disminuir el volumen de las soluciones y solventes de limpieza y en consecuencia el número y capacidad de los tanques de almacenamiento. Resulta recomendable que los solventes, en aquellos casos que técnicamente resulten viables, reutilizarlos en lugar del solvente virgen; este mismo criterio debe ser aplicado en la producción de pinturas tipo emulsión.
- Definir previamente la disposición de los residuos. Favorece la implementación de las medidas adecuadas, en lo referente a su manipulación y traslado dentro o fuera de la planta como así también para la adecuada clasificación y posterior separación de los residuos peligrosos de los no peligrosos, con el fin de especificar su posterior reciclado, selección del lugar de la disposición final o definición del tratamiento más conveniente desde un punto de vista técnico-económico.
- Redactar manuales de operaciones y procedimientos. Tiene por objetivo definir y/o modificar las operaciones del proceso luego de cumplimentar todas las tareas incluidas en el proyecto. Resulta oportuno mencionar que los contenidos de estos manuales, debido a los constantes cambios tecnológicos y al empleo de nuevos materiales, deben ser actualizados en forma permanente.



5.2.4.1 Tecnologías de tratamiento de efluentes gaseosos.

Como ya se mencionó, los efluentes gaseosos están compuestos principalmente por hidrocarburos aromáticos policíclicos provenientes de la brea de alquitrán en la etapa de fusión y transporte de la misma, así como también en la etapa de amasado y cocción.

Se propone un sistema de aspiración de vapores de brea tanto en el sector de fusión de la misma como en los sectores de amasado, extrusión y cocción; y la posterior adsorción de los mismos con coque de baja granulometría (harina) manteniendo una límite de 0,3% a 1% de brea en la mezcla brea-harina. Considerando los bajos volúmenes de emisiones se propone un sistema de transporte neumático tanto para el transporte de la harina como para la aspiración de vapores de brea mediante tiro inducido, con un posterior ciclón para asegurar la adsorción y debido a que el rendimiento del ciclón es bajo para retener partículas muy finas, se propone complementar el sistema con filtros de mangas. Todas las partículas de harina con los vapores de brea ya adsorbidos son recolectadas, tanto en el ciclón como en los filtros de mangas, y reprocesadas.

5.2.4.2 Tecnologías de tratamiento de efluentes líquidos.

Con respecto a los efluentes líquidos puede decirse que conforman un volumen mínimo ya que provienen de la pileta de enfriamiento post extrusión, las partículas de coque pueden separarse fácilmente por decantación en la pileta de enfriamiento y ser reprocesadas y el agua puede seguir reutilizándose para su función de intercambio calórico ya que no se requiere que cumpla con parámetros de mayor exigencia.

5.2.4.3 Tecnologías de tratamiento de residuos sólidos.

Gran parte de los residuos sólidos generados se minimizan con el sistema de aspiración propuesto para tratar los efluentes gaseosos, y para el resto se propone limpiezas periódicas con especial atención en los sectores de acopio de coque, zaranda, molino y amasado, lugares donde se espera mayor presencia de material particulado, polvo y material de mayor granulometría; el proceso cuenta con la ventaja de que todo el material recolectado puede reprocesarse.

Por otro lado, aquellos desechos del tipo no peligrosos, como lo son residuos domésticos y de oficinas, serán entregados al sistema de



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

recolección de basura de la ciudad, para su disposición en un vertedero para residuos urbanos.

5.2.5 Lista de chequeo.

Para verificar los diversos factores que pueden resultar afectados en todas las fases de un proyecto y determinar el alcance del estudio de impacto ambiental realizaremos una lista de chequeo.

PREGUNTAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	SI	NO
¿Conlleva el proyecto acciones durante la fase de construcción, operación u abandono que causen cambios físicos en la localización?	X	
¿Labores de eliminación vegetación o suelos?	X	
¿Creación de nuevos usos del suelo?		X
¿Labores previas a la construcción como realización de perforaciones y análisis de suelo?		X
¿Labores de construcción?	X	
¿Labores de demolición?		X
¿Terrenos ocupados temporalmente para labores de construcción de viviendas para los trabajadores?		X
¿Dragados?		X
¿Trabajos de minería?		X
¿Procesos de producción y manufacturación?	X	
¿Instalaciones de almacenamiento de bienes y materiales?	X	
¿Instalaciones para tratamiento de residuos sólidos o efluentes líquidos?		X
¿Instalación para vivienda de trabajadores?		X
¿Cierre o desviaciones de ruta de transporte?		X
¿Nuevas líneas eléctricas, gasoductos u oleoductos?		X
¿Existirá afluencia de personas en la zona ya sea con carácter permanente o temporal?	X	
¿Se introducirán especies exóticas?		X
¿Existirá pérdida de especies?		X
¿Conllevará el proyecto el uso de cualquier recurso natural especialmente no renovable o escaso?		X
Tierras no urbanizadas o agrícolas		X
Agua	X	
Minerales	X	
Recursos forestales		X
¿Conllevará el uso, almacenamiento, transporte, manipulación o producción de sustancias que pudieran ser dañinas para la salud humana?	X	
¿Producirá el proyecto residuos sólidos durante las fases de construcción operación y abandono?	X	
Residuos mineros	X	
Residuos municipales	X	
Residuos tóxicos	X	
Otros residuos Industriales	X	
Productos sobrantes		X
Fangos o lodos del tratamiento de efluentes		X
Suelo contaminado		X
Residuos agrícolas		X
¿Emitirá el proyecto contaminantes peligrosos, tóxicos o nocivos a la atmosfera?		X
¿Provocara el proyecto ruidos y vibraciones?	X	
¿Conllevará el proyecto riesgo de contaminación sobre suelo o el agua debido al escape de contaminantes?		X
¿Debido a la producción de aguas residuales y efluentes?		X
¿Debido a contaminantes liberados a la atmósfera?		X

Tabla 5-1. Lista de chequeo, Características del proyecto.



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE AFECTADO POR EL PROYECTO	SI	NO
¿Existe en el entorno o emplazamiento del proyecto alguno de los siguientes elementos del medio que pueda verse afectado?	X	
Ríos u otras masa de agua		X
Zonas costeras		X
Montañas		X
Caminos usados por el público para acceder a servicios o recreación	X	
Zonas de importancia cultural o histórica		X
¿Está el proyecto en una zona sin urbanizar?		X
¿Está el proyecto en una localización en la que será visible para un gran número de personas?	X	
¿Existe en el entorno o en el emplazamiento del proyecto algún área densamente poblada o urbanizada que pueda verse afectada por el mismo?		X
¿Existen emisiones del proyecto que puedan tener un impacto sobre la calidad del medio ambiente?	X	
¿Es probable que el proyecto afecte a la disponibilidad de cualquier recurso ya sea a nivel local o global?		X
¿Es probable que el proyecto pueda afectar a la salud humana o al bienestar de la comunidad?		X

Tabla 5-2. Lista de chequeo, ambiente afectado.

Fuente: Elaboración propia

LISTA DE CRITERIOS PARA EVALUAR LA IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	SI	NO
¿Se producirá un cambio grande en las condiciones ambientales?		X
¿Existirá mucha población afectada?		X
¿Será difícil evitar, reducir, reparar o compensar los impactos?		X
¿Serán los elementos del proyecto chocantes con el medio?		X
¿Serán los impactos inusuales en el área?		X
¿Se extenderá el impacto sobre una gran superficie?		X
¿Pueden existir impactos transfronterizos?		X

Tabla 5-3Lista de criterios para evaluar impactos.

Fuente: Elaboración propia

Haciendo un análisis de la lista elaborada se puede observar que el impacto ocasionado al medio ambiente no será de gran magnitud. Al localizar la planta en un complejo industrial, los impactos a diversos factores como el suelo, fauna y la sociedad están en cierta medida contempladas desde el momento en el cual se construyó el parque industrial.

Este método nos permite identificar cuáles serán los aspectos más alterados por la realización del proyecto. En este caso, los mayores problemas serían las materias primas y los efluentes gaseosos y sólidos del proceso, que en caso de algún accidente, como lo puede ser un escape o ventilación, resultaría peligroso por el contenido de sustancias tóxicas.



5.3 LEGISLACION NACIONAL, PROVINCIAL Y MUNICIPAL CONSULTADA

Constitución Nacional Argentina

Capítulo 2 “Nuevos Derechos y Garantías” - Artículo 41: “Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo.

El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley. Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.

Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de la protección, y a las provincias las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales. Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o parcialmente peligrosos, y de los reactivos.”

A partir de los lineamientos establecidos en la Constitución Nacional y en los tratados internacionales ratificados sobre la protección del medio ambiente, la Argentina y la provincia de Buenos Aires cuentan con leyes nacionales y provinciales respectivamente que regulan diversos aspectos relacionados con este asunto, entre las que cabe destacar las siguientes:

5.3.1 Ley nacional 25675: “ley general del ambiente”

Esta ley establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

La presente ley regirá en todo el territorio de la Nación, sus disposiciones son de orden público, y se utilizarán para la interpretación y aplicación de la legislación específica sobre la materia, la cual mantendrá su vigencia en cuanto no se oponga a los principios y disposiciones contenidas en ésta. La política ambiental argentina está sujeta al cumplimiento de los siguientes principios: de congruencia, de prevención, precautorio, de equidad



intergeneracional, de progresividad, de responsabilidad, de subsidiariedad, de sustentabilidad, de solidaridad y de cooperación.

5.3.2 Ley nacional 25612: “gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios.”

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de servicios.

Se entiende por proceso industrial, toda actividad, procedimiento, desarrollo u operación de conservación, reparación o transformación en su forma, esencia, calidad o cantidad de una materia prima o material para la obtención de un producto final mediante la utilización de métodos industriales.

Se entiende por actividad de servicio, toda actividad que complementa a la industrial o que por las características de los residuos que genera sea asimilable a la anterior, en base a los niveles de riesgo que determina la presente.

5.3.3 Ley nº 11.723/95: “ley integral del medio ambiente y los recursos naturales de la provincia de Buenos Aires”

Esta ley en su Artículo N° 10 establece que todos los proyectos consistentes en la realización de obras o actividades que produzcan o sean susceptibles de producir algún efecto negativo al ambiente de la Provincia de Buenos Aires y/o sus recursos naturales, deberán obtener una Declaración de Impacto Ambiental expedida por la autoridad ambiental provincial o municipal según las categorías de acuerdo a la enumeración enunciativa incorporada en el Anexo II de la misma. El procedimiento tendiente a obtener la DIA, se conoce como Evaluación de Impacto Ambiental y se inicia con la presentación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) por parte del promotor del proyecto ante la Autoridad Ambiental Jurisdiccional, que en este caso es jurisdicción del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS).

5.3.4 Decreto Ley 8912/77, con las modificaciones del Decreto Ley N° 10128 y las Leyes N° 10653 y 10764 - Ley de Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo

Establece los distintos usos del suelo en el marco de la Provincia de Buenos Aires. Es el marco legal de las Ordenanzas Municipales de Zonificación.

5.3.5 Ordenanza 10.703 /10 – Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo para el Partido de La Plata -

Art. 4°. Estarán sometidos al cumplimiento de esta Ordenanza las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, cualesquiera fueren su condición jurídica o la afectación de sus bienes. Art. 8°. El partido de La Plata se divide en área Urbana, área Complementaria y área Rural.

		U/EF	Eje Fundacional Tramos 1, 2, 3 y 4
		U/C 1	Central 1
		U/C 2	Central 2-Pericentral y U/C2b
		U/C 3	Central 3-Promoción y Corredores frentistas Av. Circunvalación, Avenidas y Plazas Comprendidas
	Zonas CENTRALES	U/C 4	Corredores de Acceso Principal
		U/C 5	Corredores Complementarios U/C5a y U/C5b
		U/C 6	Corredores de Servicio
		U/C 7	Subcentros Urbanos
		U/C 7a y U/C7b	U/C 7a y U/C7b
		U/C 8	Subcentros de Servicio
Área URBANA	Zonas RESIDENCIALES	U/R 1	Residencial del Casco Fundacional
		U/R 2	Residencial de la Periferia del Casco Fundacional
		U/R 3	Residencial de Promoción
		U/R 4	Casos Urbanos del Eje Noroeste
		U/R 5	Residencial del Eje Noroeste
		U/R 6	Residencial de la Periferia del Eje Noroeste
		U/R 7	Residencial 7
		U/R 8	Residencial Extraurbano 8
		U/R M	Residencial Mixta
Área COMPLEMENTARIA	Zonas de ARTICULACIÓN	U/A 1	Articulación " 1"
		U/A 2	Articulación " 2"
		RU	Reserva Urbana
Área Rural		C/CS	Corredor de Servicio
		C/IM	Industrial Mixta
		R/SR	Subcentros Rurales
		R/CC	Clubes de Campo
		R/Ri	Rural Intensiva
		R/RE	Rural Extensiva

Figura 5-1. Cuadro resumen zonas normales

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Cuadro resumen de las Zonas Especiales				
Zonas ESPECIALES	Zona de PRESERVACIÓN PATRIMONIAL	Casco Urbano	EPP1a Diagonal 80 de 1 y 44 a Plaza San Martín	
			EPP1b Eje Institucional Avdas. 51 y 53.	
			EPP1c Parque Saavedra - Meridiano V	
			EPP1d Avda. 1 de 44 a 60	
			EPP1e Avda. 7 de Plaza San Martín a Plaza Italia	
	Zona de RECUPERACIÓN TERRITORIAL	Fuera del Casco	EPP2 Tolosa	EPP2 - Barrio Mil casas -
			EPP3 City Bell	EPP3a -Area Centro EPP3b -Barrio Nirvana
			EPP4 Villa Elisa	EPP4a -Sector Plaza EPP4b -Barrio San Jorge
			EPP5 Humedal del Arroyo El Pescado	
			E/RT	Recuperación Territorial
Zona de USOS ESPECÍFICOS		E/UE1 Transporte		
		E/UE2 Equipamiento		
		E/UE3 Defensa		
		E/UE4 Seguridad		
		E/UE5 Fúnebres		
		E/UE6 Producción e Infraestructura		
Zona de ESPARCIMIENTO		E/ZE	Esparcimiento	
Sector de ARROYOS Y BAÑADOS				

Figura 5-2. Cuadro resumen zonas especiales.

Según la clasificación del área del proyecto en esta ordenanza se estipulan los límites, manejo y regulaciones de los tipos de efluentes que se puedan presentar.

5.4 NORMATIVA AMBIENTAL ISO 14001:2004

La ISO 14001 es el estándar de sistema de gestión que mejor especifica los requisitos de implementación. Una política de calidad que cumpla con los requisitos de la ISO

14001 requiere cumplir con tres aspectos fundamentales:

- Prevención de la contaminación
- Conformidad con la legislación
- Mejora continua

Estos tres aspectos fundamentales ayudan a dirigir las mejoras de gestión medio ambiental.



Se utiliza la ISO 14001 como una herramienta para controlar los aspectos medioambientales de nuestra actividad o la interacción entre nuestra actividad y nuestros productos o servicios y el medio ambiente; por ejemplo, nuestras emisiones al aire, tierra o agua.

La organización identifica las normas legales de obligada aplicación. Es particularmente importante identificar como la legislación afecta nuestra actividad para poder adoptar medidas que serán periódicamente evaluadas asegurando que sus requisitos sean entendidos por los empleados e implementados eficientemente.

Organizaciones de todo tipo están cada vez más interesadas en alcanzar y demostrar un sólido desempeño ambiental mediante el control de los impactos de sus actividades, productos y servicios sobre el medio ambiente, acorde con su política y objetivos ambientales. Lo hacen en el contexto de una legislación cada vez más exigente, del desarrollo de políticas económicas y otras medidas para fomentar la protección ambiental, y de un aumento de la preocupación expresada por las partes interesadas por los temas ambientales, incluido el desarrollo sostenible.

Muchas organizaciones han emprendido "revisiones" o "auditorías" ambientales para evaluar su desempeño ambiental. Sin embargo, esas "revisiones" y "auditorías" por sí mismas pueden no ser suficientes para proporcionar a una organización la seguridad de que su desempeño no sólo cumple, sino que continuará cumpliendo los requisitos legales y de su política. Para ser eficaces, necesitan estar desarrolladas dentro de un sistema de gestión que está integrado en la organización.

Las Normas Internacionales sobre gestión ambiental tienen como finalidad proporcionar a las organizaciones los elementos de un sistema de gestión ambiental

(SGA) eficaz que puedan ser integrados con otros requisitos de gestión, y para ayudar a las organizaciones a lograr metas ambientales y económicas. Estas normas, al igual que otras Normas Internacionales, no tienen como fin ser usadas para crear barreras comerciales no arancelarias, o para incrementar o cambiar las obligaciones legales de una organización.

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental que le permita a una organización desarrollar e implementar una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y la información sobre los aspectos ambientales significativos. Es su intención que sea aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones y para ajustarse a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales. La base de este enfoque se muestra en la Figura. El éxito del sistema depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y especialmente de la alta dirección. Un sistema de este

tipo permite a una organización desarrollar una política ambiental, establecer objetivos y procesos para alcanzar los compromisos de la política, tomar las acciones necesarias para mejorar su rendimiento y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta

Norma Internacional. El objetivo global de esta Norma Internacional es apoyar la protección ambiental y la prevención de la contaminación en equilibrio con las necesidades socioeconómicas. Debería resaltarse que muchos de los requisitos pueden ser aplicados simultáneamente, o reconsiderados en cualquier momento

5.4.1 Modelo de sistema de gestión ambiental para esta norma internacional

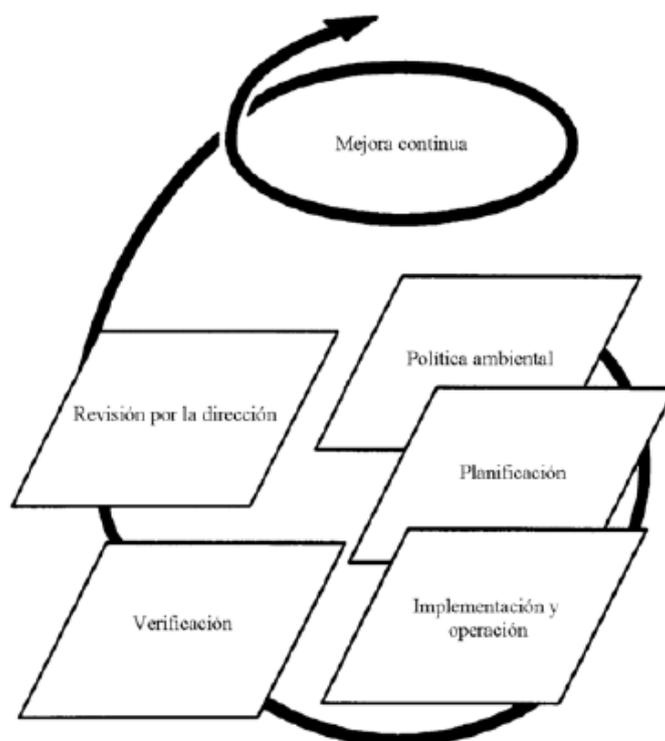


Figura 5-3. Representación de la mejora continua.

5.4.2 Beneficios de la certificación ISO 14001

- I. Mejoras del impacto medioambiental guiado por el compromiso de la dirección
- II. Reducciones de costes se pueden realizar gracias a mejoras de la eficacia del uso de energía y del agua, y la reducción de residuos.



- III. Reducción del riesgo de incidente contaminantes y otros vertidos al medioambiente y por lo tanto, reducir los costes innecesarios de limpieza y recuperación.
- IV. Cumplimiento de la legislación gracias a la identificación de nuevas normas en un tiempo adecuado para poder realizar las acciones necesarias
- V. Reducción del riesgo de no cumplimiento de la legislación y por lo tanto de las posibles multas y sanciones.
- VI. Mejora de la imagen de la marca cuando los clientes descubran que la organización controla su impacto en el medioambiente.
- VII. Mejora del enfoque de negocio y de comunicación de temas ambientales.
- VIII. Mejora de la rentabilidad mediante reducciones de costes y aumento de la satisfacción del consumidor.

5.5 HIGIENE Y SEGURIDAD

5.5.1 Condiciones generales de construcción y sanitarias

La Ley establece lo siguiente:

La construcción, modificación y reparación de establecimientos se registrarán según las normas de urbanismo y construcciones vigentes.

Los revestimientos de pisos serán sólidos no resbaladizos. Donde se manipulen elementos tóxicos deben ser resistentes a los mismos, impermeables y no porosos para facilitar la limpieza. Cuando el proceso exponga el piso a humedad debe haber sistemas de drenaje que proteja a las personas.

Las paredes interiores y cielorrasos, puertas y ventanas serán mantenidos en buen estado de limpieza.

Los pisos de los lugares de trabajo, los pasillos de tránsito deben estar libres de obstáculos para facilitar el libre y seguro desplazamiento sobre todo en situaciones de emergencia.

Los espacios entre máquinas o equipos deben ser amplios para permitir el movimiento del personal sin exposición a accidentes.

Conforme a lo establecido, la planta será construida de acuerdo a las normas de urbanismo vigentes, con todas las condiciones necesarias para

que los trabajadores puedan realizar sus actividades en forma segura y con comodidad.

Además se dispondrán pasillos para la movilidad del personal, en forma segura. En las áreas de producción contará con un pasillo de 2 m de ancho.

5.5.2 Ruidos

Este riesgo se monitoreará a través de la realización de mediciones de ruido en las diferentes fuentes sonoras y a través de un cálculo se determinará, por local de trabajo, si los niveles hallados superan el máximo establecido, y de ser así sugerir las medidas correspondientes. Para ello se utiliza un decibelímetro integrador.

La Ley reglamenta que si los niveles son inferiores a los 85 db de Nivel Sonoro

Continuo Equivalente, sólo se realizarán nuevos relevamientos para controlar que el nivel medido se mantenga y detectar posibles cambios a causa de incorporación de nuevos equipos o maquinarias, sistemas de ventilación o extracción, falta de mantenimiento, etc.

Si el nivel supera los 85 db, se deberá reducir el ruido al mínimo posible desde la fuente que lo produce, colocando carteles indicativos del uso de protección auditiva y además proveer al personal de protectores auditivos.



Figura 5-4. Elementos de protección auditiva.

5.5.3 Ventilación

La ventilación en los locales de trabajo debe contribuir a mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud del trabajador. A su vez los locales deben poder ventilarse perfectamente en forma natural.



Se establece la ventilación mínima de los locales, en función del número de personas, según la Tabla:

Volumen del Local (m ³ /persona)	Caudal de Aire Nec. (m ³ /Hora Persona)
3	65
6	43
9	31
12	23
15	18

Tabla 5-4 – Caudal de aire necesario conforme al volumen del local

De acuerdo a estos datos y teniendo en cuenta que las dimensiones que tendrá el área de producción son de 322 m² y una altura de 10 m, se puede definir que el cubaje de la planta es de 3220 m³. Además teniendo en cuenta que la cantidad de personas por turno es 3; se puede concluir que el caudal de aire necesario por persona será muy pequeño, aportado fácilmente por ventilaciones en las paredes.

5.5.4 Iluminación

Según lo establecido por ley, la iluminación en los puestos de trabajo debe cumplir básicamente con los requisitos mínimos:

- La composición espectral de la luz debe ser adecuada a la tarea a realizar, de modo que permita observar o reproducir los colores en la medida que sea necesario.
- Se debe evitar el efecto estroboscópico en los lugares de trabajo.
- La iluminancia debe ser adecuada a la tarea a efectuar.
- Las fuentes de iluminación no deben producir deslumbramientos, directo o reflejado.

Se recomienda una intensidad de luz de 220 lux a 350 lux en áreas de producción y de 110 lux en otras zonas.

5.5.5 Equipos de protección personal

El equipo de protección personal se debe utilizar dependiendo de la actividad realizada.

El operador debe utilizar equipo adecuado como zapatos de cuero y suela de caucho, pantalón y camisa con una talla ajustada y cómoda, casco, lentes, y en algunos casos tapones auditivos, y en el caso particular de este proyecto se adicionan las máscaras con filtros de cartuchos para vapores orgánicos.



Figura 5-5 – Elementos de protección personal

5.5.6 Elementos de protección industrial

En líneas generales las máquinas y herramientas deben reunir las siguientes condiciones de seguridad:

- Las máquinas y herramientas deben ser seguras y en caso que presenten algún riesgo para las personas que la utilizan, deben estar provistas de la protección adecuada.
- Los motores que originen riesgos deben estar aislados. Asimismo deben estar provistos de parada de emergencia que permita detener el motor desde un lugar seguro.
- Todos los elementos móviles que sean accesibles al trabajador por la estructura de las máquinas, deben estar protegidos o aislados adecuadamente.
- Las transmisiones -árboles, acoplamientos, poleas, correas, engranajes, mecanismos de fricción y otros- deben contar las protecciones más adecuadas al riesgo específico de cada transmisión, a efectos de evitar los posibles accidentes que éstas pudieran causar al trabajador.
- Las partes de las máquinas y herramientas en las que existan riesgos mecánicos y donde el trabajador no realice acciones operativas, deben contar con protecciones eficaces, tales como cubiertas, pantallas, barandas y otras.
- Los requisitos mínimos que debe reunir una protección son:
 - Eficacia en su diseño.
 - De material resistente.
 - Desplazamiento para el ajuste o reparación.
 - Permitir el control y engrase de los elementos de las máquinas.
 - Su montaje o desplazamiento sólo puede realizarse intencionalmente.



- No constituyan riesgos por sí mismos.
- Constituir parte integrante de las máquinas.
- Actuar libres de entorpecimiento.
- No interferir, innecesariamente, al proceso productivo normal.
- No limitar la visual del área operativa.
- Dejar libres de obstáculos dicha área.
- No exigir posiciones ni movimientos forzados.
- Proteger eficazmente de las proyecciones.

5.5.7 Información de seguridad a la hora de manipular la maquinaria



**OBLIGATORIO
LEER EL LIBRO
DE INSTRUCCIONES**

Se sugiere leer y entender los manuales de instalación, operación y mantenimiento que provee el fabricante de la maquinaria, si no se tiene alguno puede utilizar este programa como guía.

No hay que pasar desapercibidos los avisos de advertencia y cuidado, generalmente un aviso de advertencia indica una condición posiblemente insegura que podría causar lesiones a personas, mientras que un aviso de cuidado indica una condición que podría ocasionar daños a los equipos.

Para protección personal, se deben seguir ciertos lineamientos y normas que evitan accidentes, y daños a los equipos.

- El operador de la maquinaria no debe llevar ningún artículo como cadenas o anillos. No debe llevar la ropa suelta y si en alguna ocasión utiliza el pelo largo debe tenerlo atado.
- Para mayor seguridad, las máquinas deben ser operadas solamente por una persona.
- Si el operador no es técnico, en ningún momento debe tratar de reparar el equipo a la hora de que éste sufra un desperfecto, sino que debe abocarse a personal altamente especializado, es decir, al Jefe de Producción.
- Durante el funcionamiento de la maquinaria, se debe evitar que personal no especializado se acerque al área de operación.
- En el caso de las extrusoras, los dados trabajan a altas temperaturas y por lo general no se encuentran aislados, para estos casos, es recomendable que los operadores trabajen con guantes específicos para la operación y tener cerca del extrusor, el equipo de primeros auxilios, así como también un extintor de incendios tipo C el cual es utilizado para incendios eléctricos.
- Todo el cableado se debe tener en perfectas condiciones. Se deben aislar los contactos de las cintas calefactoras y verificar las



conexiones a tierra. Se deben señalar los canales de cableado eléctrico, así como colocar letreros o afiches de precaución para indicar lugares de alta tensión.

- El plástico genera electricidad estática y para evitar choques eléctricos se deben utilizar zapatos adecuados.
- Mantener las instalaciones limpias, ordenadas, no colocar piezas, accesorios o herramienta encima de la maquinaria; mantener las escaleras y el área perimetral libre de sustancias deslizantes como lubricantes y grasas.

5.5.8 Advertencias

- Verificar a que voltaje opera el equipo.
- No tocar ninguna conexión eléctrica sin antes asegurarse que se ha desconectado la alimentación de potencia.
- Antes de conectar la alimentación, asegúrese que el sistema está debidamente puesto a tierra.
- Evitar exponerse durante un tiempo prolongado a máquinas con alto nivel de ruido. Asegurarse de utilizar dispositivos de protección para los oídos de modo de reducir los efectos auditivos perjudiciales.
- No pasar por alto ni desactivar dispositivos protectores ni guardas de seguridad.
- Asegurarse que la carga está debidamente acoplada al eje (flecha) del motor antes de alimentar potencia.
- Tener sumo cuidado y usar procedimientos seguros durante el manejo, levantamiento, instalación, operación y mantenimiento del equipo.
- Antes de hacer mantenimiento en el motor, asegurarse que el equipo conectado al eje del motor no pueda causar rotación del eje. Si la carga pudiese producir rotación del eje, desconectar la carga del eje del motor antes de efectuar el mantenimiento.
- Antes de desarmar el motor, desconectar completamente la alimentación de electricidad de los devanados del motor y los accesorios.
- Verificar que la aplicación de los motores sea realmente para las condiciones que fueron diseñados: exposición al polvo, vapores inflamables o combustibles, condiciones de operación a prueba de explosión, etc.
- No retirar los protectores de las cintas calefactoras a menos que esté programado realizar algún tipo de mantenimiento. Cuando se tengan que mover o limpiar partes calientes del equipo, que generalmente

PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

- se debe realizar cuando el mismo se encuentra a altas temperaturas; se debe de utilizar guantes de cuero o de amianto.
- Por ningún motivo el operario debe abrir el panel de control.
 - Por ningún motivo se deben poner las manos cerca de lugares peligrosos cuando las máquinas esté en funcionamiento por ejemplo: rodillos de presión, engranajes, cadenas, fajas, moldes y sistema de extrusión cuando éstos se encuentran a altas temperaturas o funcionando.
 - Nunca eliminar los guardas de seguridad, ni obstruir los mecanismos de seguridad mientras la máquina está en funcionamiento.

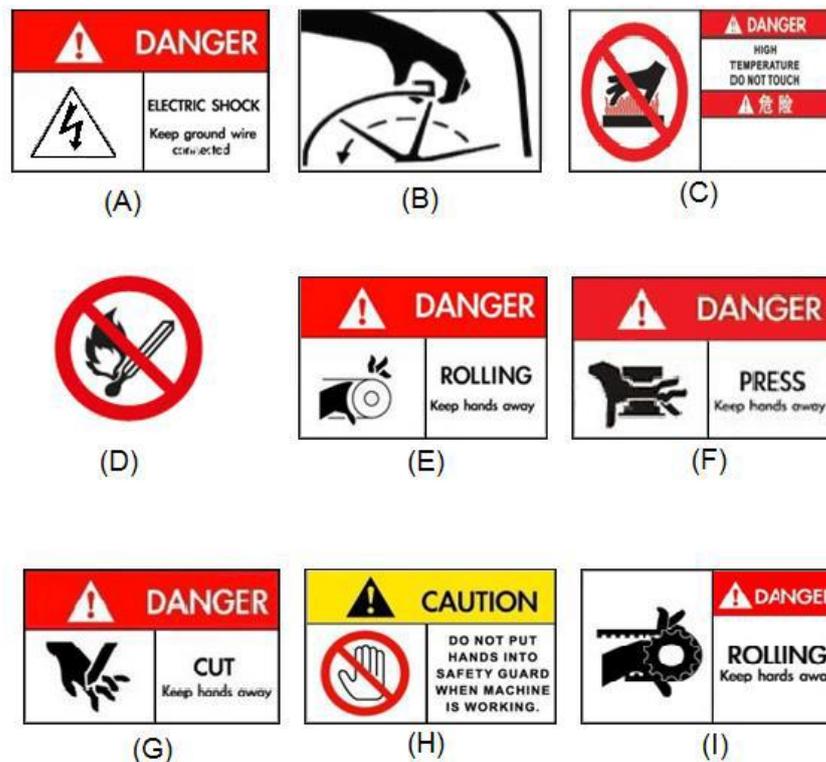


Figura 5-6 – Señalización de advertencia

- A) Cautela, choque eléctrico, conecte el alambre de tierra.
- B) Cautela, equipo en rotación mantenga cualquier objeto y manos alejadas.
- C) Cautela, alta temperatura no tocar.
- D) Cautela, no encienda ninguna llama.
- E) Cautela, equipo rodando mantenga las manos lejos.



- F) Cautela, equipo que prensa mantenga las manos lejos.
- G) Cautela, equipo que corta mantenga las manos lejos.
- H) Cautela, peligro no tocar.
- I) Cautela, equipo rodando.

5.5.9 Señalización y equipos extintores

La ley reglamenta que la cantidad de matafuegos necesarios en los lugares de trabajo, se determinarán según las características y áreas de los mismos, importancia del riesgo, carga de fuego, clases de fuegos involucrados y distancia a recorrer para alcanzarlos.

Las clases de fuegos se designarán con las letras A - B - C y D y son las siguientes:

- Clase A: Fuegos que se desarrollan sobre combustibles sólidos, como ser madera, papel, telas, gomas, plásticos y otros.
- Clase B: Fuegos sobre líquidos inflamables, grasas, pinturas, ceras, gases y otros.
- Clase C: Fuegos sobre materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica.
- Clase D: Fuegos sobre metales combustibles, como ser el magnesio, titanio, potasio, sodio y otros.

 DC						
	AGUA	ESPUMA	POLVO ABC	ANHIDRIDO CARBONICO	HALON	POLVOS ESPECIALES
 A SÓLIDOS	SI Muy eficiente	SI Relativamente eficiente	SI Muy eficiente	NO utilizar	SI Relativamente eficiente	NO utilizar
 B LIQ. INFLAM.	SI Relativamente eficiente	SI Muy eficiente	SI Muy eficiente	SI Relativamente eficiente	SI Muy eficiente	NO utilizar
 C ELECTRICIDAD	NO utilizar	NO utilizar	SI Muy eficiente	SI Muy eficiente	SI Muy eficiente	NO utilizar
 D METALES COMB.	NO utilizar	NO utilizar	NO utilizar	NO utilizar	NO utilizar	SI Muy eficiente

Figura 5-7. Clases de fuego y tipos de extintores.

Deberá instalarse como mínimo un matafuego cada 200 m² de superficie a ser protegida. La máxima distancia a recorrer hasta el matafuego será de 20 metros para fuegos de clase A y 15 metros para fuegos de clase B.

Para señalar la ubicación de un matafuego se debe colocar una chapa baliza, tal como lo muestra la figura siguiente. Esta es una superficie con franjas inclinadas en

45 ° respecto de la horizontal blancas y rojas de 10 cm de ancho.

La parte superior de la chapa deber estar ubicada a 1,20 a 1,50 metros respecto del nivel de piso.



En lo que respecta a la planta en estudio, se deberá utilizar matafuegos tipo polvo ABC con la correspondiente señalización. Se instalarán 2 matafuegos ubicados estratégicamente de forma tal que la distancia máxima a recorrer hasta los mismos sea menor a 20 metros, considerando 300 m² a proteger.

5.5.10 Sistema de alarma de evacuación

Sonido de sistema, la cual debe ser activada solo en caso de emergencia y significa evacuación inmediata desactivándose cuando ya haya pasado la emergencia. Se determinan puntos estratégicos dentro de la empresa.

Es de vital importancia que estos sistemas de alarma sean activados solo para evacuar. Cuando se escuche el sonido de la sirena se debería aplicar el procedimiento de evaluación utilizando en las prácticas que se han hecho.



5.6 CONCLUSIÓN

En esta sección se logró identificar los problemas ambientales inherentes al proyecto y las posibles maneras de prevenirlos. Además se determinaron las principales actividades que se llevarán a cabo durante las distintas fases que se presentan en un proyecto: construcción, elaboración y producción, y abandono.

Se propuso una tecnología disponible para el tratamiento de efluentes gaseosos y material particulado y se confeccionó una lista de chequeo para identificar los impactos ambientales que se producirían con la realización del proyecto.

Finalmente, se dan las condiciones de seguridad e higiene a tener en cuenta para nuestro personal, como así también los riesgos y advertencias.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

CAPÍTULO 6

ASPECTOS JURÍDICOS



6 ASPECTOS JURÍDICOS

6.1 RAZÓN SOCIAL Y FUNCIONES

Grafitech SRL es una empresa dedicada a la elaboración de productos de grafito, en especial ánodos utilizados en la protección catódica por corriente impresa.

6.2 CONSTITUCIÓN LEGAL

Las ventajas que presenta una empresa por medio de la constitución legal son muchas, ya que se las reconoce legalmente, adquiere permisos para producir, comercializar y promocionar sus productos y/o servicios con autoridad y sin restricciones.

Para lograr estos objetivos se debe obtener la persona jurídica; para posteriormente optar por el tipo de empresa o forma societaria más conveniente.

Para nuestro proyecto determinamos que lo más conveniente sería construir la persona jurídica como una sociedad comercial, optando entre las opciones posibles las condiciones de una Sociedad de Responsabilidad Limitada bajo la razón social:

GRAFITECH SRL.

Las SRL responden a las obligaciones generales expuestas por la Ley de Sociedades Comerciales 19.550, y particularmente a las promulgadas en el capítulo “De las sociedades en particular”, Sección IV “De la Sociedad de Responsabilidad Limitada”, artículos 146 al 162.



6.3 CLASIFICACIÓN DE LA EMPRESA

La cantidad de empleados, el volumen de ventas, el capital y otros índices sirven para medir el tamaño de las empresas, las que pueden clasificarse en:

- Unipersonal
- Microempresa
- Pequeña empresa
- Mediana empresa
- Grande empresa

La Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y Desarrollo Regional de la Nación (Sepyme) determina en el artículo 1 de la Resolución 103-E/2017 que serán consideradas Micro, Pequeñas y Medianas empresas aquellas cuyas ventas totales anuales en Pesos (\$) no superen los valores establecidos en el cuadro que se detalla a continuación:

	Construcción	Servicios	Comercio	Industria y minería	Agropecuario
Micro	\$ 4.700.000	\$ 3.500.000	\$ 12.500.000	\$ 10.500.000	\$ 3.000.000
Pequeña	\$ 30.000.000	\$ 21.000.000	\$ 75.000.000	\$ 64.000.000	\$ 19.000.000
Mediana Tramo 1	\$ 240.000.000 0	\$ 175.000.000 0	\$ 630.000.000 0	\$ 520.000.000 0	\$ 145.000.000 0
Mediana Tramo 2	\$ 360.000.000 0	\$ 250.000.000 0	\$ 900.000.000 0	\$ 760.000.000 0	\$ 230.000.000 0

Tabla 6-1 Clasificación de las empresas según ventas anuales.

Observando la anterior tabla, y teniendo en cuenta el análisis económico de los capítulos posteriores, concluimos que Grafitech S.R.L. es una empresa tipo Micro, debido a que los ingresos se estiman menores a los \$10.500.000.



6.4 MARCO LEGAL

6.4.1 Legislación nacional

El marco legal a nivel nacional es amplio, a continuación, citaremos las Leyes, Decretos y Convenios a respetar.

Ley 24.354/94- Decreto Reglamentario 720/95 (Sistema Nacional de Inversión Pública):

Incluye estudios de impacto ambiental en la presentación de proyectos.

Ley 25675/02 (Ley General de Ambiente): Esta ley establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

Ley 25612/02 (Gestión Integral de Residuos Industriales): Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre gestión integral de residuos industriales y derivados de actividades de servicio que sean generados en todo el territorio nacional, cualquiera sea el proceso implementado para generarlos.

Ley 25688/02 (Régimen de Gestión Ambiental de Aguas): En esta Ley se establecen los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. Utilización de las aguas. Cuenca hídrica superficial. Comités de cuencas hídricas.

Ley 20.284 (Ley de Contaminación Atmosférica): establece las normas para la preservación de los recursos del aire: fija parámetros de calidad de aire, crea el registro catastral de fuentes contaminantes y establece sanciones. No está reglamentada.

Ley 24051/91(Residuos Peligrosos): Ámbito de aplicación y disposiciones generales. Registro de generadores y operadores, transportistas, infracciones régimen penal, autoridad de aplicación, disposiciones complementarias, prohíbase su importación. Promulgada de hecho el 08/01/92.

Decreto reglamentario 831/93: Reglamentación de la ley 24051 (residuos peligrosos)

Decreto 674/89: recursos hídricos. Régimen al que se ajustarán los establecimientos industriales y/o especiales que produzcan en forma



continua o discontinua vertidos industriales o barros originados por la depuración de aquéllos a conductos cloacales, pluviales o a un curso de agua. **Ámbito de aplicación.**

Ley 19857 Decreto 351: Ley de Higiene y seguridad Laboral.

Convenio Colectivo de Trabajo: Se presenta en el Anexo.

6.4.2 Legislación provincial

Se hará un resumen de las leyes, decretos y resoluciones de la Provincia de Buenos Aires, explicando en breves conceptos lo establecido en sus artículos más importantes.

6.4.2.1 Constitución de la provincia de Buenos Aires

Establece los principios, derechos, garantías y deberes de todos los ciudadanos de la provincia.

En su artículo N°28 declara que los habitantes de la Provincia de Buenos Aires tienen el derecho a gozar de un ambiente sano y el deber de conservarlo y protegerlo en su provecho y en el de las generaciones futuras.

6.4.2.2 Marco Regulatorio – Industrias

Ley N°11459 - "Ley de Radicación Industrial" - (21/10/93)

Autoridad de Aplicación: **Secretaría de Política Ambiental** de la Provincia de Buenos Aires.

Esta ley será de aplicación a todas las industrias instaladas, que se instalen, amplíen o modifiquen sus establecimientos. En su artículo segundo define establecimiento industrial.



El artículo 3 establece que todos los establecimientos industriales deberán contar con el pertinente Certificado de Aptitud Ambiental como requisito obligatorio indispensable para que las autoridades municipales puedan conceder las correspondientes habilitaciones industriales.

El artículo 7 establece que el Certificado de Aptitud Ambiental será expedido por la Autoridad de Aplicación o el Municipio, según corresponda, previa Evaluación Ambiental.

El artículo décimo establece que los establecimientos industriales ya instalados que deseen realizar modificaciones en sus edificios, ambientes o instalaciones deberán solicitar el correspondiente Certificado de Aptitud Ambiental en forma previa a la correspondiente habilitación industrial.

El artículo 15 establece la clasificación de los establecimientos industriales se clasificarán en tres (3) categorías:

- a) Primera categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideren inocuos porque su funcionamiento no constituye riesgo o molestia a la seguridad, salubridad o higiene de la población, ni ocasiona daños a sus bienes materiales ni al medio ambiente.
- b) Segunda categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideran incómodos porque su funcionamiento constituye una molestia para la salubridad e higiene de la población u ocasiona daños a los bienes materiales y al medio ambiente.
- c) Tercera categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideran peligrosos porque su funcionamiento constituye un riesgo para la seguridad, salubridad e higiene de la población u ocasiona daños graves a los bienes y al medio ambiente.

Resolución N° 345/98

En su artículo primero deja establecido que los establecimientos industriales que posean "residuos especiales" de acuerdo a la definición fijada por el citado Decreto y generados en las líneas de procesos necesarios para elaborar los productos de su actividad y/o las tareas vinculadas con el tratamiento de sus efluentes y residuos, están obligados a presentar la Declaración Jurada que fija el Decreto N° 806/97.

Resolución N° 322/98

Determina que aquellos establecimientos generadores de Residuos Especiales o Industriales No Especiales que posean como lugar de disposición final de los mismos, "Unidades de Disposición Final" ubicadas en un predio de su propiedad, distinto al del lugar de generación, que se



encuentren o no situadas en la misma jurisdicción municipal, serán alcanzados por las disposiciones de la presente resolución.

6.4.2.3 Marco Regulatorio – Impacto Ambiental

Ley 13.592 - Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

La presente ley tiene como objeto fijar los procedimientos de gestión de los residuos sólidos urbanos, de acuerdo con las normas establecidas en la Ley Nacional N° 25.916 de “presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios”.

La gestión integral comprende las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recolección, transporte, almacenamiento, planta de transferencia, tratamiento y/o procesamiento y disposición final.

Resolución N° 1143/02

Dictada por el **Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS)**, esta norma regula la disposición de RSU en rellenos sanitarios. Indica que éstos deberán establecerse “en áreas cuya zonificación catastral sea Rural” y cómo deben ser la aislación de su base y taludes laterales, entre otros varios aspectos.

6.4.2.4 Marco Regulatorio – Residuos Especiales

Ley N°11.720 - "Ley de Generación, Manipulación Almacenamiento, Transporte, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Especiales" - (02/11/95)

Autoridad de Aplicación: **Secretaría de Política Ambiental** de la Provincia de Buenos Aires.

Haciendo un resumen de lo más importante de esta ley destacamos que en su

Artículo 1º determina que la generación, manipulación almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos especiales en el



territorio de la Provincia de Buenos Aires, quedan sujetos a las disposiciones de la presente Ley.

En el Artículo segundo establece que son fines de la presente Ley: Reducir la cantidad de residuos especiales generados, minimizar los potenciales riesgos del tratamiento, transporte y disposición de los mismos y promover la utilización de las tecnologías más adecuados, desde el punto de vista ambiental.

Artículo 3º: Se entiende por residuo a cualquier sustancia u objeto, gaseoso (siempre que se encuentre contenido en recipientes), sólido, semisólido o líquido del cual su poseedor, productor o generador se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo.

El artículo 17 establece que todos los Estudios para la determinación del Impacto Ambiental y aquéllos relacionados a la preservación y monitoreo de los recursos naturales deberán ser efectuados y suscriptos en el punto que hace a su especialidad, por profesionales que deberán estar inscriptos en un Registro de Profesionales para el Estudio de Impacto Ambiental creado por la Ley 11.459.

Resolución N°063/96

Dicha resolución reglamenta las condiciones para transportar residuos especiales en la provincia de Buenos Aires.

6.5 CONCLUSIÓN

Haciendo un análisis de la normativa vigente a cumplir, y acorde a las características de la empresa, determinamos que la forma societaria más adecuada para el caso es la SRL (Sociedad de Responsabilidad Limitada), proponiendo como razón social Grafitech SRL.

Basándonos en las ventas anuales, estudiadas en capítulos posteriores, la empresa propuesta sería identificada según la SEPYME como una microempresa.

Además, en el final del capítulo se describe el marco legal, tanto a nivel nacional como provincial. Este marco es el que regulará las actividades previstas y desarrolladas por el proyecto.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

CAPÍTULO 7

EVALUACIÓN ECONÓMICA



7 EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se va a analizar la posible viabilidad o factibilidad económica que presentaría este proyecto. Se aplicará, para realizar dicho estudio, los criterios de Valor Actual Neto (VAN), éste nos dará el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros evaluados a 10 años; y la Tasa Interna de Retorno (TIR), la que establece la tasa a la cual se recuperará la inversión.

También se llevará a cabo una evaluación detallada de las características del proyecto propuesto: se estudiarán la tasa de descuento, la estructura de costos, realizaremos el cálculo del punto de equilibrio, y beneficios; y se observará la rentabilidad.

Para finalizar, se completará el estudio en los capítulos posteriores, por medio de un análisis de riesgos y sensibilidad, a través de este último se determina hasta qué punto se puede modificar una variable para que el proyecto siga siendo rentable.

7.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO: PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA

7.2.1 TASA DE DESCUENTO

La *tasa de descuento* o *coste de capital* es una medida financiera que se aplica para determinar el valor actual de un pago futuro. Dicha tasa de descuento representa el costo de oportunidad del capital, siendo la tasa de rentabilidad de una inversión alternativa de riesgo equivalente a la que el inversor renuncia por inmovilizar su dinero en el proyecto. Algunos utilizan la tasa marginal o tasa de corte, que es la tasa de rentabilidad del proyecto más desfavorable que se estaría dispuesto a encarar.



La tasa de descuento a emplear debe tener en cuenta todos los riesgos que pueden influir en la variabilidad del flujo de fondos proyectado.

La tasa de descuento empleada en la actualización de los flujos de caja de un proyecto, es una de las variables que más influyen en el resultado de la evaluación del mismo, la utilización de una tasa de descuento inapropiada puede llevar a un resultado equivocado de la evaluación.

La estimación del riesgo de una determinada inversión es un punto de continua discusión entre los analistas de proyectos. Para introducir el riesgo en la evaluación lo contemplaremos en la tasa de descuento.

El método más empleado en la actualidad es el basado en el modelo de precios de los activos de capital, conocido con las siglas CAPM (Capital Asset Pricing Model).

La tasa de descuento por este método se calcula:

$$r = Rf + (Rm - Rf) * \beta + Rp$$

El cual tiene en cuenta:

La tasa libre de riesgo (Rf), toma un valor de 5%.

La tasa de rentabilidad observada en el mercado (Rm) que se considera de un 10% y abarca a todos los sectores de la economía.

La sensibilidad (β) relaciona el riesgo del proyecto con el riesgo del mercado. Los bienes producidos por este proyecto se consideran materiales para la construcción y presentan una sensibilidad de alto riesgo o mayor riesgo que el del mercado.

Se utilizó un beta ponderado de 1,08 (sector de Electrical Equipment). La fuente de la cual se extrajo este dato es http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html.

Riesgo país (Rp), se ha optado por determinar el riesgo país mediante el EMBI+ (Emerging Market Bond Índice Plus). Según la fuente ámbito.com el valor representativo para la Argentina en este año de 454 puntos básicos. La serie histórica da un promedio de alrededor de 800 puntos básicos, por lo que se tomó un valor medio de 600 el cual consideramos que reflejaría el escenario más probable.

Reemplazando estos valores en la ecuación, se obtiene la tasa de descuento con la que se actualizarán todos los valores del flujo de caja:

$$r = 5 + (10 - 5) * 1,08 + 6 = 16.4 \%$$



7.3 EVALUACIÓN CUANTITATIVA

7.3.1 ESTRUCTURA DE COSTOS

7.3.1.1 INVERSIÓN INICIAL

Las erogaciones que deberían realizarse previa a comenzar a operar una planta industrial son los denominados costos de inversión. Éstos representan una significativa cantidad de dinero, el cual que será destinado a realizar varias acciones requeridas antes de la puesta en marcha. La inversión inicial está compuesta por activos de dos tipos: tangibles e intangibles.

Las inversiones en **activos intangibles** son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto. También pueden considerarse como **Cargos Diferidos** y son susceptibles de amortización, afectarán al flujo de caja indirectamente. Entre estos costos encontramos la inscripción en la Subsecretaría de Trabajo, en distintos organismos, como Sindicato, ART, AFIP, Seguridad Social, etc. que representan un costo de \$25.000, los honorarios mínimos de asesor en el ámbito contable, o sea un contador público, para realizar la constitución de sociedades de cualquier naturaleza son de \$10.000, además la remuneración estipulada de un abogado es aproximadamente \$10.000. Esto conlleva a un total de \$45.000 para la constitución de la empresa. Además, siempre surgen otros tipos de gastos difíciles de prever, por lo que la empresa propondría un excedente de \$55.000. Totalizando como Cargos Diferidos \$100.000.

En la siguiente tabla haremos una lista con todos los posibles tangibles e intangibles que serían necesarios disponer para poder llevar a cabo la puesta en marcha de la industria.

En la misma se clasifican los bienes acorde a su naturaleza.



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Producción de ánodos	Cantidad	Precio unitario \$	Precio \$
Infraestructura			
Terreno			
Valor (m ²)	4762,5	\$400,00	\$1.905.000,00
Mejoras		\$300.000,00	\$300.000,00
Cargos diferidos		\$ 100.000,00	\$100.000,00
Subtotal			\$ 2.305.000,00
Edificio			
Producción (m ²)	322	\$6.000,00	\$1.932.000,00
Depósitos Materias Primas y terminados (m²)	100	\$4.500,00	\$450.000,00
Laboratorio (m²)	30	\$6.500,00	\$195.000,00
Sanitarios y Vestidores (m²)	40	\$6.000,00	\$240.000,00
Oficinas y Recepción (m²)	40	\$5.500,00	\$220.000,00
Cocina y comedor (m²)	60	\$5.500,00	\$330.000,00
Estacionamiento (m²)	130	\$2.500,00	\$325.000,00
Subtotal	722		\$3.692.000,00
Maquinarias			
Silo 30 TON	1	\$68.000,00	\$68.000,00
Zaranda DZSF-520	1	\$40.000,00	\$40.000,00
Silos contenedores	4	\$15.000,00	\$60.000,00
Mezclador gravimétrico	1	\$225.000,00	\$225.000,00
Molino FS230	1	\$40.000,00	\$40.000,00
Fundidora de brea	1	\$15.000,00	\$15.000,00
Calentador de aceite XYD18	1	\$75.000,00	\$75.000,00
Amasadora Buss NHZ-KNEADER	1	\$200.000,00	\$200.000,00
Extrusora	1	\$375.000,00	\$375.000,00
Horno de carbonización KS1000	1	\$750.000,00	\$ 750.000,00
Autoclave impregnación YCH-1600	1	\$650.000,00	\$650.000,00
Horno Grafitización NTI-SML-1280W2	1	\$1.000.000,00	\$1.000.000,00
Torno	1	\$100.000,00	\$100.000,00
Bombas Drotec GP80-110	2	\$7.000,00	\$14.000,00
Subtotal			\$ 3.612.000,00
Rodados y equipos especiales			
Auto elevador Toyota 2,5 TON	1	\$400.000,00	\$400.000,00
Utilitario VW Saveiro	1	\$300.000,00	\$300.000,00
Equipos de laboratorio (dureza, Geopyc, tracción, etc)	1	\$108.000,00	\$108.000,00
Elementos de laboratorio (termómetro, pipetas, etc.)	1	\$5.000,00	\$5.000,00
Subtotal			\$813.000,00
Muebles y útiles			



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Computadoras	4	\$7.000,00	\$28.000,00
Impresoras	2	\$3.000,00	\$6.000,00
Escritorios	3	\$2.500,00	\$7.500,00
Sillas	15	\$600,00	\$9.000,00
Mesas	3	\$4.200,00	\$12.600,00
Armarios	2	\$9.000,00	\$18.000,00
Heladera	1	\$12.000,00	\$12.000,00
Fax.-Tel.	3	\$700,00	\$ 2.100,00
Aires Acondicionados	3	\$15.000,00	\$45.000,00
Subtotal			\$140.200,00
Total			\$ 10.562.200,00

Tabla 7-1. Lista de tangibles e intangibles necesarios para la puesta en marcha de la industria

7.3.2 CRONOGRAMA DE INVERSIÓN

A continuación, se presenta el cronograma de inversiones, donde se puede observar que las mismas se distribuirían en un periodo de 12 meses.

Cronograma de inversión						
	1	2	3	4	5	6
Terreno	\$1.905.000,00					
Edificación		\$527.428,57	\$527.428,57	\$527.428,57	\$527.428,57	\$527.428,57
Compra e Instalación de Equipos						
Rodados y Equipos auxiliares						
Muebles y Útiles						
Mejoras del Terreno	\$300.000,00					
Cargos Diferidos	\$100.000,00					
Total Mensual	\$2.305.000,00	\$527.428,57	\$527.428,57	\$527.428,57	\$527.428,57	\$527.428,57
Total Anual						
Valor futuro	\$2.683.020,00	\$606.206,45	\$598.583,13	\$591.055,67	\$583.622,88	\$ 576.283,55
Total futuro						



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

7	8	9	10	11	12
\$527.428,57	\$527.428,57				
\$602.000,00	\$602.000,00	\$602.000,00	\$602.000,00	\$602.000,00	\$602.000,00
					\$813.000,00
		\$46.733,33	\$46.733,33	\$46.733,33	
\$ 1.129.428,57	\$ 1.129.428,57	\$ 648.733,33	\$ 648.733,33	\$ 648.733,33	\$ 1.415.000,00
					\$10.562.200,00
\$ 1.218.527,29	\$ 1.203.203,75	\$ 682.418,10	\$ 673.836,39	\$ 665.362,59	\$ 1.433.020,89
					\$11.515.140,68

Tabla 7-2. Cronograma de inversión.

Cuando se realiza el flujo de caja, que comienza con la actividad, la Inversión Inicial que debe ser considerada es la actualizada, dependiendo de cuándo se haga la inversión. Por lo tanto, según la distribución en el cronograma, se puede conocer el Valor Futuro de cada mes actualizándolo con la tasa de descuento mensual equivalente calculada de 1.274%. Entonces el valor de I_0 a considerar debe ser de: **\$11.515.140,68**.

7.3.3 INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo se encuentra formado por un conjunto de recursos que, siendo totalmente imprescindibles para el funcionamiento del proyecto (no están disponibles para otro fin), son parte del patrimonio del inversionista y por ello tienen el carácter de recuperables.

Se puede decir que, el dinero que ha de mantenerse en caja y bancos para poder llevar adelante los desembolsos corrientes inmediatos, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo y el conjunto de bienes que deben mantenerse en stock componen lo que se conoce como *inversión en capital de trabajo*.

Se define *ciclo productivo* al proceso que se comienza con el primer desembolso para cancelar los insumos de la operación y que finaliza cuando se venden los productos terminados, se percibe el producto de la venta y queda disponible para cancelar los nuevos insumos. Existen diversas formas de calcular la inversión en capital de trabajo, a continuación, expondremos las principales características de tres métodos de cálculo:



- **Método del periodo de desfase**

Este método consiste en determinar la cuantía de los costos de operación que deben financiarse desde el momento en que se efectúa el primer pago por la adquisición de la materia prima hasta el momento en que se recauda el ingreso por la venta de los productos, que se destinará a financiar el período de desfase siguiente. Es decir, este método tiene en cuenta el tiempo de recuperación.

El intervalo de tiempo obtenido se utiliza para calcular junto con el costo unitario, la inversión en el costo de capital (ICT).

- **Método del déficit acumulado máximo**

Éste se basa en que se calculan los flujos de egresos e ingresos proyectados mes a mes, se calcula el saldo, y posteriormente el saldo acumulado mes a mes. Se toma como valor de ICT (inversión en capital de trabajo) para financiar la operación normal del proyecto, el máximo saldo acumulado, ya que este refleja la cuantía de los recursos a cubrir durante todo el tiempo para que se mantenga el nivel de operación que permitió su cálculo. El déficit acumulado máximo deberá estar disponible, ya que siempre existirá un desfase entre ingresos y egresos.

- **Método contable**

Aquí lo que se hace es cuantificar la inversión requerida en cada uno de los rubros del activo corriente, considerando que estos activos pueden financiarse con pasivos de corto plazo (créditos de proveedores, préstamos bancarios, etc.)

Los rubros del activo corriente que se cuantifican en el cálculo son los siguientes:

- Saldo óptimo a mantener en efectivo.
- Nivel de cuentas por cobrar apropiado.
- Volumen de existencias a mantener.
- Niveles esperados de deudas a corto plazo.

Debido a que ninguno de estos factores se determinará en esta etapa de prefactibilidad del proyecto, no será posible utilizar dicho método. Generalmente el método del déficit acumulado máximo es el más utilizado para

proyectos cuya estacionalidad sea marcada, por otro lado el sistema de periodo de desfase es muy útil para aquellos proyectos que tienen periodos de recuperación cortos, sin embargo, éste último manifiesta la deficiencia de no considerar los ingresos que se podrían percibir durante el periodo de recuperación (por ventas realizadas a otros consumidores), con lo que el monto así calculado tiende a sobre evaluarse, castigando el resultado de la evaluación. Es por esto que se hará la evaluación del proyecto en base a los dos métodos.



- **Método del déficit acumulado máximo**

Cabe destacar que los ingresos por ventas van a comenzar en el noveno mes. Esto se debe a que el proceso de grafitización se realizara en tres meses al año, en los cuales se van a comenzar a vender los ánodos terminados.

Capital de trabajo	1	2	3	4	5	6
Ingresos						
Egresos	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56
Saldo	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56
Saldo acumulado máximo	\$537.237,56	\$1.074.475,12	\$1.611.712,68	\$2.148.950,24	\$2.686.187,80	\$3.223.425,36

	7	8	9	10	11	12
				\$1.093.750,00	\$1.093.750,00	\$1.093.750,00
\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56	\$537.237,56
-\$537.237,56	-\$537.237,56	-\$537.237,56	-\$537.237,56	\$556.512,44	\$556.512,44	\$556.512,44
\$3.760.662,91	\$4.297.900,47	\$4.835.138,03	\$4.278.625,59	\$3.722.113,15	\$3.165.600,71	\$3.165.600,71

Tabla 7-3. Tabla de inversiones para determinar el capital de trabajo

El capital de trabajo obtenido por este método necesario para el proyecto, sería de **\$ 4.835.138,03**, y se obtiene en el noveno mes.

- **Método del período de desfase**

Para poder aplicar dicho método se requiere del cálculo de los factores que conforman la siguiente ecuación:

$$ICT = \frac{Ca}{350} \times nd$$

Dónde:

Ca: costo anual no erogable

nd: periodo de desfase

Para calcular el periodo de desfase se tendrá en cuenta:



Tiempo de elaboración del producto: 9 meses.

Tiempo de comercialización: 1 día.

Tiempo en que se hace efectivo el cobro: 0 días.

$$ICT = \frac{\$6.446.850,71}{350} \times 280 = \$5.157.480,568$$

Como se observa en los datos calculados anteriormente, el método de período de desfase arroja un costo de capital de trabajo que castiga la evaluación del proyecto, por lo cual, para nuestro caso se consideraría el método de déficit acumulado máximo con un costo de capital de trabajo de **\$ 4.835.138,03**.

7.3.4 COSTOS FIJOS

Son aquellos costos que la empresa debe pagar independientemente de su nivel de operación, es decir, produzca o no produzca debe pagarlos.

Un costo fijo, es una erogación donde la empresa debe incurrir obligatoriamente, aun cuando ésta opere a media marcha, o no lo haga, razón por la que son tan importantes en la estructura financiera de cualquier empresa.

7.3.4.1 - Costos Por Amortizaciones Y Depreciaciones

La depreciación y la amortización tienen como objetivo reconocer el desgaste y/o agotamiento que sufre todo activo al ser utilizado por la empresa para el desarrollo de su objeto social, y por consiguiente en la generación del ingreso.

Mientras la depreciación hace referencia exclusivamente a los activos fijos, la amortización hace referencia a los activos intangibles y a los activos diferidos.

Otra diferencia es que, para la depreciación, la ley ha fijado de forma expresa la vida útil de cada uno de ellos, mientras que los intangibles y los



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

activos diferidos, se amortizan según la naturaleza y condiciones de cada uno de ellos, y por lo general el nivel de amortización se fija según el criterio del comerciante o empresa.

Naturalmente, tanto la depreciación como la amortización se contabilizan como un gasto, pues tienen la misma naturaleza y finalidad.

DEPRECIACIONES	TASA DE DEPRECIACIÓN	INVERSIÓN INICIAL (\$)	AMORTIZACIÓN ANUAL (\$)	VIDA ÚTIL	AMORTIZACIÓN TOTAL (\$)
Edificio					
Producción (m ²)	0,04	\$1.932.000,00	\$77.280,00	25	\$1932000
Depósitos Materias Primas y terminados (m ²)	4%	\$450.000,00	\$18.000,00	25	\$450.000,00
Laboratorio (m ²)	4%	\$195.000,00	\$7.800,00	25	\$195.000,00
Sanitarios y Vestidores (m ²)	4%	\$240.000,00	\$9.600,00	25	\$240.000,00
Oficinas y Recepción (m ²)	4%	\$220.000,00	\$8.800,00	25	\$220.000,00
Cocina y comedor (m ²)	4%	\$330.000,00	\$13.200,00	25	\$330.000,00
Estacionamiento (m ²)	4%	\$325.000,00	\$13.000,00	25	\$325.000,00
Subtotal		\$3.692.000,00			
Maquinarias					
Silo 30 TON	0,1	\$68.000,00	\$6.800,00	10	\$68.000,00
Zaranda DZSF-520	10%	\$40.000,00	\$4.000,00	10	\$40.000,00
Silos contenedores	10%	\$60.000,00	\$6.000,00	10	\$60.000,00
Mezclador gravimétrico	10%	\$225.000,00	\$22.500,00	10	\$225.000,00
Molino FS230	10%	\$40.000,00	\$4.000,00	10	\$40.000,00
Fundidora de breá	10%	\$15.000,00	\$1.500,00	10	\$15.000,00
Calentador de aceite XYD18	10%	\$75.000,00	\$7.500,00	10	\$75.000,00
Amasadora Buss NHZ-KNEADER	10%	\$200.000,00	\$20.000,00	10	\$200.000,00
Extrusora	10%	\$375.000,00	\$37.500,00	10	\$375.000,00
Horno de carbonización KS1000	10%	\$750.000,00	\$75.000,00	10	\$750.000,00
Autoclave impregnación YCH-1600	10%	\$650.000,00	\$65.000,00	10	\$650.000,00
Horno Grafitización NTI-SML-1280W2	10%	\$1.000.000,00	\$100.000,00	10	\$1.000.000,00
Torno	10%	\$100.000,00	\$10.000,00	10	\$100.000,00
Bombas Drotec GP80-110	10%	\$14.000,00	\$1.400,00	10	\$14.000,00
Subtotal		\$3.612.000,00			
Rodados y equipos especiales					
Auto elevador Toyota 2,5 TON	0,2	\$400.000,00	\$80.000,00	5	\$400.000,00



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Utilitario VW Saveiro	20%	\$300.000,00	\$60.000,00	5	\$300.000,00
Equipos de laboratorio (dureza, Geopyc, tracción, etc)	10%	\$108.000,00	\$10.800,00	10	\$108.000,00
Elementos de laboratorio (termómetro, pipetas, etc.)	10%	\$5.000,00	\$500,00	10	\$5.000,00
Subtotal		\$813.000,00			
Muebles y útiles					
Computadoras	33%	\$28.000,00	\$9.333,32	3	\$27.999,97
Impresoras	33%	\$6.000,00	\$2.000,00	3	\$5.999,99
Escritorios	33%	\$7.500,00	\$2.500,00	3	\$7.499,99
Sillas	33%	\$9.000,00	\$3.000,00	3	\$8.999,99
Mesas	33%	\$12.600,00	\$4.200,00	3	\$12.599,99
Armarios	33%	\$18.000,00	\$5.999,99	3	\$17.999,98
Heladera	33%	\$12.000,00	\$4.000,00	3	\$11.999,99
Fax.-Tel.	33%	\$2.100,00	\$700,00	3	\$2.100,00
Aires Acondicionados	33%	\$45.000,00	\$14.999,99	3	\$44.999,96
Subtotal		\$140.200,00			
Cargos diferidos	50%	\$100.000,00	\$50.000,00	2	\$100.000,00
Subtotal		\$8.057.200,00	\$726.913,29		
Total		\$22.143.600,00	\$ 1.406.546,57		

Tabla 7-4. Tabla de amortizaciones y depreciaciones.

Estos desembolsos se calculan teniendo en cuenta los costos de inversión en Activos Tangibles y se pueden ver en la siguiente tabla:

7.3.4.2 - Costos De Personal Permanente

En la siguiente tabla se muestran los costos que representa el personal permanente en la planta, se ha utilizado de base el organigrama propuesto en el capítulo 4:



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

COSTOS FIJOS DE MANO DE OBRA	Personal	Sueldo básico mensual	Extras (vacaciones, aguinaldo)	Sueldo bruto	Jubilación	Obra social
	Cantidad	\$	0,6	\$	0,11	0,03
Gerente general	1	32.275,00	\$ 19.365,00	51.640,0	\$ 3.550,25	\$968,25
Jefe de producción	1	26.000,00	\$ 15.600,00	41.600,0	\$ 2.860,00	\$780,00
Totales	2	58.275,00	\$ 34.965,00	93.240,0	\$ 6.410,25	\$1.748,25

ART	Cuota sindical	Aporte personal	Sueldo neto	Total anual	Contribuciones Patronales anuales	Prevención por despidos 20%	Total Anual
0,01	0,03	0,18	\$		0,345	\$	\$
\$322,75	\$968,25	\$5.809,50	45.830,50	\$549.966,00	\$213.789,60	\$109.993,20	\$873.748,80
\$260,00	\$780,00	\$4.680,00	36.920,00	\$443.040,00	\$172.224,00	\$88.608,00	\$703.872,00
\$582,75	\$1.748,25	\$10.489,50	82.750,50	\$993.006,00	\$386.013,60	\$198.601,20	\$1.577.620,80

Tabla 7-5. Tabla de costos por personal permanente

7.3.4.3 - Servicios Y Otros

Gastos de librería y otros: En estos costos se incluyen un conjunto de ítems de librería y otros, se estima un posible costo de \$7.600,00 por año.

Agua potable: Acorde a datos estadísticos y cálculos realizados se puede estimar un consumo aproximado de agua por trabajador, sea ésta para beber, uso del baño y lavado de manos. Se estimó un costo posible aproximado de \$4.500,00 al año.

Teléfonos fijos celulares e internet: Se estimó que el costo en estos servicios sería aproximadamente de \$30.000,00 anuales.



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Seguros: Para el cálculo de este importe a desembolsar, se estimó que sería aproximadamente un 3 % del valor de los bienes de uso, lo que da un monto total de \$90.000,00 anuales.

Servicio de terceros: Se propone tercerizar ciertos servicios, tales como el de un asesor contable externo a la empresa, asesor en seguridad e higiene laboral, y una persona contratada para la limpieza 3 horas diarias 4 días por semana. También se tercerizarían los servicios de tratamiento de efluentes. El total de estos gastos asciende a \$160.000,00 anuales.

Costos fijos Varios		
SERVICIOS Y OTROS COSTOS	Precio (\$/año)	Observación
Gastos librería y otros	\$7.600,00	Anual
Agua potable	\$4.500,00	Anual
Teléfonos, celulares, internet	\$30.000,00	Anual
Seguros	\$90.000,00	Anual
Servicios a terceros (contador+seg&hig+limpieza 3hs 12 veces por mes)	\$160.000,00	Anual
Total	\$292.100,00	Anual

Tabla 7-6. Detalle gastos varios.

7.3.4.4 – Costo fijo en la tarifa eléctrica.

En este proyecto, por su alta demanda de energía eléctrica, se va a considerar la componente fija de la tarifa en los costos fijos. Para esto, se ha calculado el consumo eléctrico para los dos periodos en los cuales se dividen la producción anualmente. En el periodo uno se contrata una potencia de 150kW (<300kW). Para el segundo periodo se contrata una potencia de 734kW (>=300kW).

El costo fijo mensual para el periodo 1 es de \$19.200,00, mientras que en el periodo 2 es de \$118.400,00. El mismo se calcula multiplicando la potencia contratada por el precio del kW (\$1,06 en P1 y \$1,6 en P2) El costo fijo anual para el periodo uno es de \$172.800,00 y para el periodo dos es de \$355.200,00, el costo fijo anual total para la energía eléctrica es de **\$528.000,00**.

7.3.4.5 Costos Fijos totales

Costos fijos		
Sueldos fijos	\$ 1.577.620,80	41%
Electricidad fija	\$ 528.000,00	14%
Servicios	\$ 292.100,00	8%
Depreciaciones	\$ 1.406.546,57	37%
Total	\$ 3.804.267,37	100%

Tabla 7-7. Detalle costos fijos.

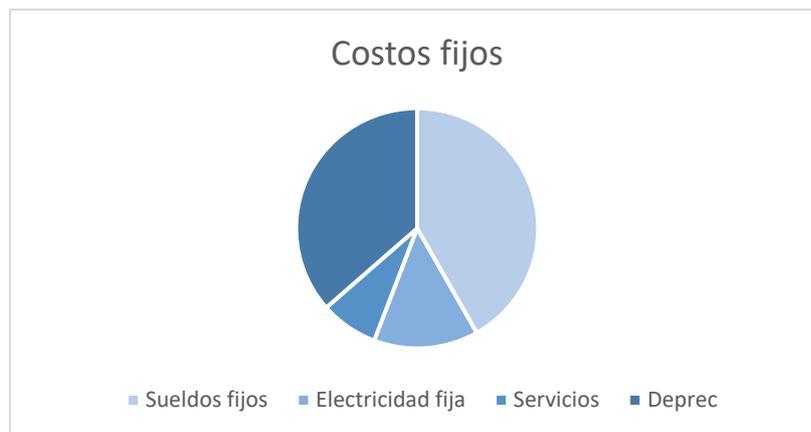


Gráfico 7-1 – Costos fijos

Fuente: elaboración propia

7.3.5 COSTOS VARIABLES

Los costos variables son aquellos costos de producción que varían dependiendo del nivel de producción.

Todo aquel costo que aumenta o disminuye según se incremente o descienda la producción, se conoce como *costo variable*.

Un ejemplo claro de este tipo de costo es la materia prima, ya que entre más unidades se produzcan de un bien determinado, más se requiere, o caso contrario, entre menos unidades se produzcan, menos materia prima se necesita.



El costo variable es importante debido a que éste permite maximizar los recursos de la empresa, puesto que esta sólo requerirá de los costos que estrictamente necesite la producción, según su nivel. Además de las materias primas, son parte de los costos variables los insumos, mano de obra y servicio.

7.3.5.1 Materia Prima E Insumos

Las materias primas necesarias para la producción de ánodos de grafito, son aquellas cuyas cantidades de cada una se han determinado de acuerdo a la producción establecida en el cálculo del tamaño del proyecto, las cuales serían:

Costos por materia prima						
Materia prima	Cantidad por ánodo	Cantidad por mes	Cantidad por año	Unidad	Precio Unidad \$	Total \$
Coque	12,605	3151,25	37815	kg	\$11,25	\$425.418,75
Brea	2,22	555	6660	kg	\$17,50	\$116.550,00
Cajas	0,1	25	300	unidad	\$300,00	\$90.000,00
TOTAL						\$631.968,75

Tabla 7-8. Tabla con costos por materia prima.

7.3.5.2 Mano De Obra Directa

Teniendo en cuenta organigrama expuesto en el correspondiente capítulo, se presenta la lista de empleados relacionados directamente a la producción se muestran en la tabla siguiente:



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

	Personal	Sueldo básico mensual	Extras (vacaciones, aguinaldo)	Sueldo bruto	Jubilación	Obra social
	Cantidad	\$	0,6	\$	0,11	0,03
Operario de línea	4	\$14.531,43	\$8.718,86	\$23.250,29	\$1.598,46	\$435,94
Auxiliar de línea	1	\$12.139,19	\$7.283,51	\$19.422,70	\$1.335,31	\$364,18
Auxiliar de mantenimiento	1	\$13.211,12	\$7.926,67	\$21.137,79	\$1.453,22	\$396,33
Auxiliar de laboratorio	1	\$14.844,54	\$8.906,72	\$23.751,26	\$1.632,90	\$445,34
Auxiliar de almacén	1	\$13.593,80	\$8.156,28	\$21.750,08	\$1.495,32	\$407,81
TOTAL						

ART	Cuota sindical	Aporte personal	Sueldo neto	Total anual	Contribuciones Patronales anuales	Prevención por despidos 20%	Total Anual
0,01	0,03	0,18	\$		0,345	\$	\$
\$145,31	\$435,94	\$2.615,66	\$20.634,63	\$247.615,57	\$96.256,19	\$49.523,11	\$393.394,87
\$121,39	\$364,18	\$2.185,05	\$17.237,65	\$206.851,80	\$80.409,99	\$41.370,36	\$328.632,15
\$132,11	\$396,33	\$2.378,00	\$18.759,79	\$225.117,48	\$87.510,46	\$45.023,50	\$357.651,44
\$148,45	\$445,34	\$2.672,02	\$21.079,25	\$252.950,96	\$98.330,23	\$50.590,19	\$401.871,39
\$135,94	\$407,81	\$2.446,88	\$19.303,20	\$231.638,35	\$90.045,33	\$46.327,67	\$368.011,35
							\$3.029.745,82

Tabla 7-9. Tabla de costos por mano de obra directa.



7.3.5.3 Servicio eléctrico (carga variable)

Potencia	kW	horas mes P1	horas mes P2	Consumo mes P1	Consumo mes P2
Horno grafitización	700	0	24	0 kWh	16800 kWh
Horno carbonización	80	384	0	30720 kWh	0 kWh
Autoclave	41,5	0	18	0 kWh	747 kWh
Calentador de aceite	13,5	20	24	270 kWh	324 kWh
Molino	4	5	3	20 kWh	12 kWh
Zaranda	2	10	3	20 kWh	6 kWh
Bombas	5	10	8	50 kWh	40 kWh
Oficinas	13			250 kWh	250 kWh
				31330 kWh	18179 kWh

Tabla 7-10. Tabla de costos por cargos variables de la tarifa eléctrica.

CARGO VARIABLE		
P1	\$3.347,65	\$ 300.128,87
P2	\$29.095,49	\$ 87.286,47
	Total anual	\$ 387.415,34

Tabla 7-11. Cargos variables totales para el periodo 1 y el 2 de producción.

7.3.5.4 Incidencia En Los Costos Variables

Costos variables		
Materias primas	\$631.968,75	15.6%
Energía	\$387.415,34	9.6%
Sueldos	\$3.029.745,82	74.8%
Total	\$4.049.129,91	

Tabla 7-12. Detalle costos variables

Fuente: elaboración propia



Gráfico 7-2 - Costos variables

Fuente: elaboración propia

7.3.6 COSTOS TOTALES

	\$/año	Unitarios		%
Costos fijos	\$ 3.804.267,37	CFu	\$ 1.268,09	48%
Costos fijos erogables	\$ 2.397.720,80			
Costos variables	\$ 4.049.129,91	CVu	\$ 1.349,71	52%
Costos totales	\$ 7.853.397,28	CTu	\$ 2.617,80	
Costos totales erogables	\$ 6.446.850,71			

Tabla 7-13. Detalle costos totales.

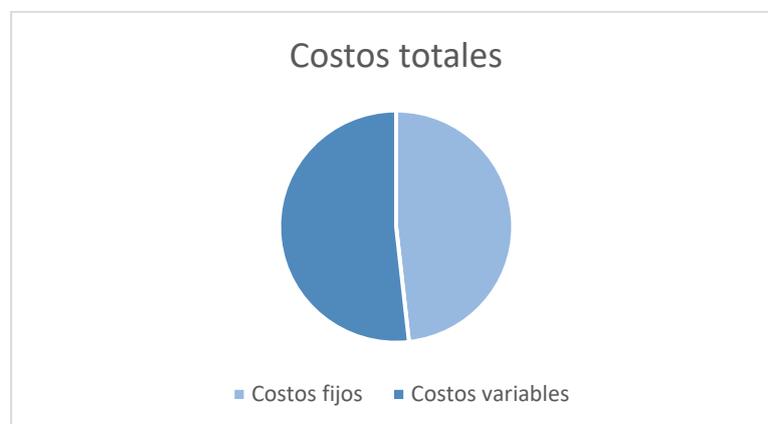


Gráfico 7-3 - Costos totales no erogables.

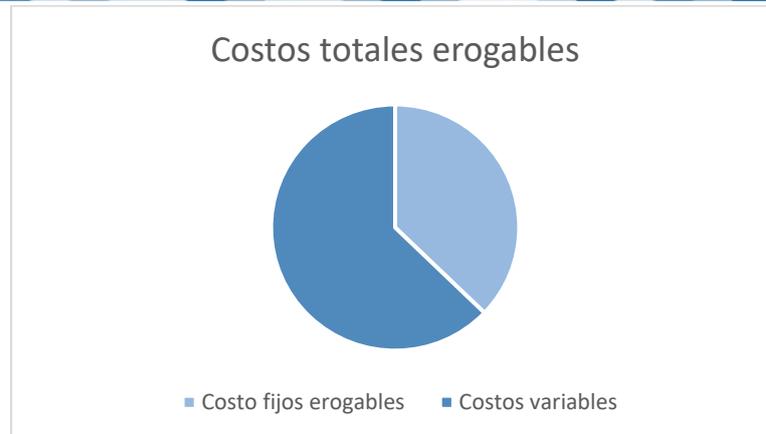


Gráfico 7-4 - Gráfico costos totales erogables

7.4 PUNTO DE EQUILIBRIO

Cuando, para un determinado nivel de producción las ganancias y pérdidas de un proyecto representan un beneficio igual a cero, se está en presencia del *punto de equilibrio*.

Analíticamente se realizó el cálculo igualando los costos totales a los ingresos.

$$CT = CF + CVu \times Q$$

$$Ingresos = PV \times Q$$

Igualando y despejando:

$$Q = \frac{CF}{PV - CVu}$$



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Unidades Anuales (Ánodos)	Precio de Venta (\$/anod)	Ingresos por Ventas (\$)	Costo Fijo Total (\$)	CV Un. (\$/anod)	Costo Variable Total (\$)	Costo Total (\$)	Resultado (\$)
100	3750	375000	3123674,0 87	1349,7099 7	134970,99 7	3258645,0 84	- 2883645,0 84
200	3750	750000	3123674,0 87	1349,7099 7	269941,99 41	3393616,0 81	- 2643616,0 81
300	3750	1125000	3123674,0 87	1349,7099 7	404912,99 11	3528587,0 78	- 2403587,0 78
400	3750	1500000	3123674,0 87	1349,7099 7	539883,98 82	3663558,0 75	- 2163558,0 75
500	3750	1875000	3123674,0 87	1349,7099 7	674854,98 52	3798529,0 72	- 1923529,0 72
600	3750	2250000	3123674,0 87	1349,7099 7	809825,98 22	3933500,0 69	- 1683500,0 69
700	3750	2625000	3123674,0 87	1349,7099 7	944796,97 93	4068471,0 66	- 1443471,0 66
800	3750	3000000	3123674,0 87	1349,7099 7	1079767,9 76	4203442,0 63	- 1203442,0 63
900	3750	3375000	3123674,0 87	1349,7099 7	1214738,9 73	4338413,0 6	- 963413,05 99
1000	3750	3750000	3123674,0 87	1349,7099 7	1349709,9 7	4473384,0 57	- 723384,05 7
1033	3750	3873750	3123674,0 87	1349,7099 7	1394250,3 99	4517924,4 86	- 644174,48 6
1100	3750	4125000	3123674,0 87	1349,7099 7	1484680,9 67	4608355,0 54	- 483355,05 4
1200	3750	4500000	3123674,0 87	1349,7099 7	1619651,9 64	4743326,0 51	- 243326,05 11
1300	3750	4875000	3123674,0 87	1349,7099 7	1754622,9 61	4878297,0 48	- 3297,0480 94
1301	3750	4878750	3123674,0 87	1349,7099 7	1755972,6 71	4879646,7 58	- 896,75806 44
1302	3750	4882500	3123674,0 87	1349,7099 7	1757322,3 81	4880996,4 68	- 1503,5319 65
1400	3750	5250000	3123674,0 87	1349,7099 7	1889593,9 59	5013268,0 45	236731,95 49
1500	3750	5625000	3123674,0 87	1349,7099 7	2024564,9 56	5148239,0 42	476760,95 78
1600	3750	6000000	3123674,0 87	1349,7099 7	2159535,9 53	5283210,0 39	716789,96 08
1700	3750	6375000	3123674,0 87	1349,7099 7	2294506,9 5	5418181,0 36	956818,96 38
1800	3750	6750000	3123674,0 87	1349,7099 7	2429477,9 47	5553152,0 33	1196847,9 67
1900	3750	7125000	3123674,0 87	1349,7099 7	2564448,9 44	5688123,0 3	1436876,9 7



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

2000	3750	7500000	3123674,0 87	1349,7099 7	2699419,9 41	5823094,0 27	1676905,9 73
2200	3750	8250000	3123674,0 87	1349,7099 7	2969361,9 35	6093036,0 21	2156963,9 79
2300	3750	8625000	3123674,0 87	1349,7099 7	3104332,9 32	6228007,0 18	2396992,9 82
2400	3750	9000000	3123674,0 87	1349,7099 7	3239303,9 29	6362978,0 16	2637021,9 84
2500	3750	9375000	3123674,0 87	1349,7099 7	3374274,9 26	6497949,0 13	2877050,9 87
2600	3750	9750000	3123674,0 87	1349,7099 7	3509245,9 23	6632920,0 1	3117079,9 9
2755	3750	10331250	3123674,0 87	1349,7099 7	3718450,9 68	6842125,0 55	3489124,9 45
2800	3750	10500000	3123674,0 87	1349,7099 7	3779187,9 17	6902862,0 04	3597137,9 96
3000	3750	11250000	3123674,0 87	1349,7099 7	4049129,9 11	7172803,9 98	4077196,0 02

Tabla 7-14 - Tabla para determinar el punto de equilibrio

Fuente: elaboración propia

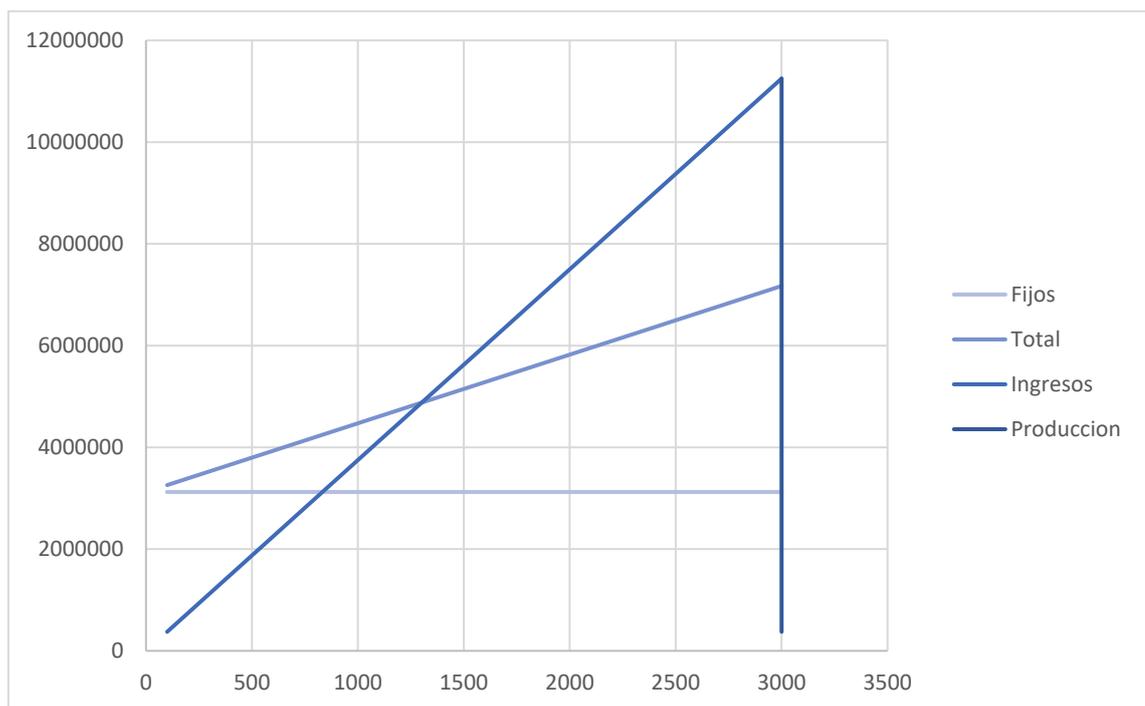


Gráfico 7-5 - Punto de equilibrio

Fuente: elaboración propia

A modo de resumen se puede decir que el punto de equilibrio se lograría con una cantidad de 1302 ánodos vendidos lo que se traduciría en unos ingresos de **\$4.882.500**



7.5 BENEFICIOS DEL PROYECTO PROPUESTO

7.5.1 PRECIO DE VENTA

El precio de venta del producto elaborado se estableció tomando como referencia el precio del mercado competidor. Se establece un precio de venta directo de fábrica, sin tener en cuenta el costo de transporte y distribución del producto final, el IVA y los Ingresos Brutos. Para esto se analizó el precio comercial de la laca a nivel nacional y se confeccionó una tabla para poder apreciar los precios.

Precio de Venta = Costo Fijo Unitario + Costo Variable Unitario + Utilidad.

Para un ánodo:

CFu	\$	1268,09
CVu	\$	1349,71
Precio de venta	\$	3750,00
Utilidad	\$	1132,20

7.5.2 INGRESOS ANUALES

Los ingresos totales anuales representan el dinero percibido por ventas en un año, sin tener en cuenta los costos de producción. Según el análisis sería:

Año	Ingresos \$/año
1	\$13.125.000,00
2	\$13.125.000,00
3	\$13.125.000,00
4	\$13.125.000,00
5	\$13.125.000,00
6	\$13.125.000,00
7	\$13.125.000,00
8	\$13.125.000,00
9	\$13.125.000,00
10	\$13.125.000,00

Tabla 7-15. Detalle ingresos anuales.



7.5.3 CONTRIBUCIÓN MARGINAL

Por definición, la *CM* es igual a la facturación o ventas de un producto o servicio, menos los costos variables en los que se incurre al producir o brindar ese producto o servicio. Luego de analizar el caso, se llegó a la conclusión que sería de:

Contribución marginal	
Ingreso anual	\$ 11.250.000,00
Costo Variable Anual (ánodos/año)	\$4.049.129,911
Contribución Marginal (\$/año)	\$ 7.200.870,09
Unidades Producidas (ánodos/año)	3.000
Contribución Marginal (\$/ánodo)	\$ 2.400,29
Costo Fijo Anual Unitario (\$/ánodo)	\$ 1.268,09
Utilidad \$/ánodo	\$ 1.132,20

Tabla 7-16. Tabla de contribución marginal.

7.5.4 UTILIDAD ANUAL

Se define como la *ganancia neta* que queda de la venta del producto menos lo que se invierte para su producción. Sería:

Utilidad Anual	
Contribución Marginal (\$)	\$ 7.200.870,09
Costos Fijos Anual (\$)	\$ 3.804.267,37
Utilidad Anual (\$)	\$ 3.396.602,72

Tabla 7-17. Detalle Utilidad anual.

7.5.5 FLUJO DE CAJA

Horizonte temporal (\$/año)	0	1	2	3	4
Ingresos por Ventas (+)		\$ 11.250.000,00	\$ 11.250.000,00	\$ 11.250.000,00	\$ 11.250.000,00
Ingresos Brutos (-4%)		-\$ 450.000,00	-\$ 450.000,00	-\$ 450.000,00	-\$ 450.000,00
Ingresos Netos		\$ 10.800.000,00	\$ 10.800.000,00	\$ 10.800.000,00	\$ 10.800.000,00



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Costos de Operación erogables (-)		-\$ 6.446.850, 71	-\$ 6.446.850, 71	-\$ 6.446.850, 71	-\$ 6.446.850, 71
Amortizaciones y Depreciaciones (-)		-\$ 1.406.546, 57	-\$ 1.406.546, 57	-\$ 1.406.546, 57	-\$ 1.406.546, 57
Utilidad Bruta a/imp.		\$ 3.396.602, 72	\$ 3.396.602, 72	\$ 3.396.602, 72	\$ 3.396.602, 72
Impuestos a las Ganancias (-)		-\$ 1.188.810, 95	-\$ 1.188.810, 95	-\$ 1.188.810, 95	-\$ 1.188.810, 95
Utilidad Neta d/imp.		\$ 1.757.791, 77	\$ 1.757.791, 77	\$ 1.757.791, 77	\$ 1.757.791, 77
Amortizaciones y d (+)		\$ 1.406.546, 57	\$ 1.406.546, 57	\$ 1.406.546, 57	\$ 1.406.546, 57
Inversión Inicial (-)	-\$ 11.515.140, 68				
Inversión Capital de trabajo (-)(+)	-\$ 4.835.138, 03				
Valor de Desecho					
FLUJO DE CAJA	-\$ 16.350.278, 72	\$ 3.164.338, 34	\$ 3.164.338, 34	\$ 3.164.338, 34	\$ 3.164.338, 34

5	6	7	8	9	10
\$ 11.250.000,0 0	\$ 11.250.000,0 0	\$ 11.250.000,0 0	\$ 11.250.000,0 0	\$ 11.250.000,0 0	\$ 11.250.000,0 0
-\$ 450.000,00	-\$ 450.000,00	-\$ 450.000,00	-\$ 450.000,00	-\$ 450.000,00	-\$ 450.000,00
\$ 10.800.000,0 0	\$ 10.800.000,0 0	\$ 10.800.000,0 0	\$ 10.800.000,0 0	\$ 10.800.000,0 0	\$ 10.800.000,0 0
-\$ 6.446.850,71	-\$ 6.446.850,71	-\$ 6.446.850,71	-\$ 6.446.850,71	-\$ 6.446.850,71	-\$ 6.446.850,71
-\$ 1.406.546,57	-\$ 1.406.546,57	-\$ 1.406.546,57	-\$ 1.406.546,57	-\$ 1.406.546,57	-\$ 1.406.546,57
\$ 3.396.602,72	\$ 3.396.602,72	\$ 3.396.602,72	\$ 3.396.602,72	\$ 3.396.602,72	\$ 3.396.602,72
-\$ 1.188.810,95	-\$ 1.188.810,95	-\$ 1.188.810,95	-\$ 1.188.810,95	-\$ 1.188.810,95	-\$ 1.188.810,95
\$ 1.757.791,77	\$ 1.757.791,77	\$ 1.757.791,77	\$ 1.757.791,77	\$ 1.757.791,77	\$ 1.757.791,77
\$ 1.406.546,57	\$ 1.406.546,57	\$ 1.406.546,57	\$ 1.406.546,57	\$ 1.406.546,57	\$ 1.406.546,57
					\$ 4.835.138,03
					\$ 3.500.000,00
\$ 3.164.338,34	\$ 3.164.338,34	\$ 3.164.338,34	\$ 3.164.338,34	\$ 3.164.338,34	\$ 11.499.476,3 7

Tabla 7-18. Detalle Flujo de caja.



7.5.6 VAN

Una vez finalizado el flujo de caja, es posible calcular el VAN. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+r)^t} - I_0$$

Dónde:

- I_0 es el valor de **inversión inicial**. En nuestro caso, la inversión inicial sería de \$ 11.201.480,80.
- n es el **número de períodos** considerados, 10 años en este caso.
- r es la **tasa de descuento** del proyecto estaría en 16,4%.
- V_t representa los **flujos de cada en cada periodo t**.

VAN a los diez años = \$ 544.168,96

Observando los datos arrojados por los cálculos se puede apreciar que la evaluación económica del proyecto propuesto nos brindaría un VAN positivo de \$ 544.168,96.

7.5.7 TIR

Conceptualmente, la **TIR (tasa interna de retorno)** de una inversión se define como el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica el supuesto de una oportunidad para "reinvertir". En términos sencillos, es la **tasa de descuento con la cual el VAN se hace cero**.

La TIR puede ser utilizada como un parámetro indicador de la rentabilidad de un proyecto, esto es, a mayor TIR, mayor rentabilidad; además se usa como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para llevar a cabo esto, la TIR se compara con la tasa de descuento.



Si la tasa de rendimiento del proyecto, expresada por la TIR, supera a la tasa de descuento, se acepta la inversión; en caso contrario se rechaza.

TIR a los diez años = 17,184%

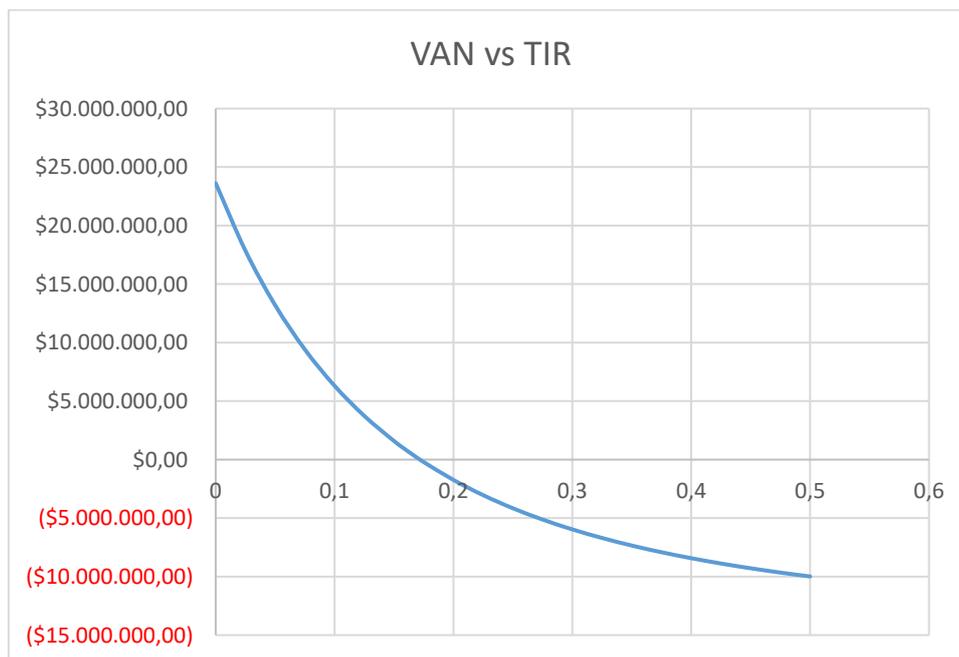


Gráfico 7-6 - Variación del VAN con respecto a la TIR

7.6 CONCLUSIÓN PARCIAL DEL CAPÍTULO 7

Después de realizar la evaluación económica del proyecto propuesto se podría determinar que, acorde a la situación económica-financiera pronosticada de Argentina y manteniéndose en el horizonte temporal estipulado, el proyecto sería *viable económicamente en el escenario evaluado*. Esto lo podemos argumentar desde un punto de vista contable, ya que los datos arrojados por el proyecto lo avalan, con un VAN de \$ **544.168,96** y una TIR de **17,182%** a los 10 años del horizonte temporal. Cabe destacar, y como se verá en los próximos capítulos, la viabilidad del proyecto se ve afectada altamente por la variación del precio de venta.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

CAPÍTULO 8

ANÁLISIS DE RIESGO



8 ANÁLISIS DE RIESGO

8.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se abordarán los riesgos que tendrían un mayor impacto sobre nuestro proyecto y, por lo tanto, deben ser evaluados por el proyectista con especial atención.

Se van a analizar y determinar los riesgos de una planta de producción de ánodos de grafito; se calificará la importancia relativa de cada uno de ellos; se hará una estimación de la probabilidad de ocurrencia, y de este modo obtendremos una idea de las distintas magnitudes de influencia de éstos sobre el proyecto. El análisis también presentará la propuesta de medidas, tanto de mitigación, compensación, como de contingencia.

Este tipo de análisis es fundamental como herramienta para la definición de variables a sensibilizar en eventuales simulaciones del flujo de caja del proyecto y de la rentabilidad obtenida.

8.2 RIESGOS IDENTIFICADOS

La identificación de riesgos es el proceso de comprender qué eventos potencialmente podría dañar o mejorar a un proyecto en particular. Es importante identificar los riesgos potenciales lo más pronto posible, pero también se debe continuar con la identificación de los riesgos basados en los cambios en el entorno del proyecto.

Se identificarán y enumerarán los riesgos asociados al proyecto, identificando las

variables críticas que determinarían la consecución del mismo.



8.2.1 ASPECTOS ECONÓMICOS

8.2.1.1 Aumento De Precios De Materia Prima

La incidencia de los costos de las materias primas en los costos de producción, de acuerdo a un aumento significativo o no, podrían provocar una modificación en la estructura de los costos, la que influiría negativamente en el flujo de caja del proyecto.

Una de las materias primas principales de nuestro proceso y que se encuentra en cantidad considerable en la elaboración del producto final, es el coque que representa el 5,43% en la estructura de costos. Sin embargo, la oferta de coque se encuentra garantizada ya que hay una gran oferta local e incluso internacional. Al mismo tiempo las plantas de producción locales se encuentran en las cercanías de la potencial planta, por lo que los costos de transporte no serían considerables.

Plan de Contingencias:

- Buscar y contactar a varios proveedores de materias primas.
- Fijar acuerdos comerciales a largo plazo con los mejores proveedores de materias primas.

8.2.1.2 Disminución En Las Ventas

Es un factor de gran incidencia, ya que la falta de clientes, con su consecuente baja en las ventas; si esto llegara a suceder, tanto los ingresos como las utilidades del proyecto se verían afectados negativamente.

Según datos extraídos del análisis posterior de sensibilidad, para nuestro proyecto las ventas podrían bajar hasta un 1,66% que seguiría siendo rentable, pero por debajo de ese valor dejaría un VAN negativo.

Al ser un producto de nicho con un consumo constante, creemos que la demanda va a ser estable.



Plan de contingencias:

- Se fomentaría estrategias de comunicación y promoción del producto.
- Se redefiniría la estrategia de mercado.
- Se brindaría estrategia de servicio post-venta.

8.2.1.3 Disminución Del Precio De Venta De La Competencia

Esto se debe a que un descenso en el precio de venta de la competencia haría que el precio de nuestro producto deje de ser competitivo, derivando esto en una caída significativa de las ventas.

En el país existen, como se mencionó en el capítulo correspondiente, empresas dedicadas a la protección catódica, utilizando para esto diversos métodos y tipos de electrodos. Al mismo tiempo a nivel mundial, hay una gran cantidad de productores de ánodos de grafito con capacidades mucho mayores a la de nuestra empresa. En este sentido la mayor ventaja que presenta nuestra empresa son los reducidos costos de transporte debido a la producción nacional.

Como se verá en el próximo capítulo, la disminución máxima en el precio de venta del producto para que el mismo siga siendo rentable es de un 1,65%

Plan de Contingencias:

- Se implementarían estrategias de compra de materias primas para optimizar los costos de las mismas.
- Se reestructuraría el precio de venta.

8.2.1.4 Aumento en la tarifa eléctrica

Como se ha visto en capítulos anteriores, en nuestro proyecto hay una gran demanda de energía eléctrica. De hecho, representa un 11,7% de los costos totales. Es por esto que un aumento en los costos por la energía eléctrica podría ser grave para la rentabilidad del proyecto. A su vez, se logró disminuir los costos eléctricos, primero seleccionando tecnología de última generación con bajo consumo relativo, también se logró optimizar el proceso para utilizar las maquinas el menor tiempo posible y, finalmente, se logró disminuir apreciablemente el costo por la electricidad renegociando la



potencia instalada en la empresa dos veces por año, por lo que la tarifa utilizada es menor.

Plan de Contingencias:

- Se podrían implementar turnos en los valles de la tarifa
- Se reestructuraría el precio de venta

8.2.2 ASPECTOS TECNOLÓGICOS

8.2.2.1 Falta De Materias Primas E Insumos, Y De Servicios.

Si se presentara el problema de falta de materias primas, esto repercutiría de manera desfavorable para el proyecto. Es por esto, que esta situación no deseada, debe ser analizada. En nuestro caso la brea sería la materia prima más problemática, ya que es comprada en Europa. En el viejo continente hay una gran cantidad de productores de esta sustancia, sin embargo, la problemática que representa la logística y el transporte sigue existiendo.

Plan de Contingencias:

- Se mantendría el stock de materiales al nivel máximo posible, almacenándolos en los depósitos.
- Se establecerían contratos comerciales de abastecimiento de materias primas con las empresas productoras de éstas.

8.2.2.2 Falla Del Horno de carbonización.

En caso de una falla en el horno de carbonización, se podría utilizar el horno de grafitización, operando a una temperatura mucho menor a la que fue diseñado por lo que la eficiencia energética sería mucho menor.

Plan de Contingencias:

- Se fijarían programas de mantenimiento predictivo y preventivo, a fin de evitar roturas o fallas en equipos, que podrían derivar en una detención de la producción por un tiempo considerable, no respetando de este modo los estándares de calidad propuestos, ni los tiempos preestablecidos.



8.2.3 SINIESTROS E IMPREVISTOS

8.2.3.1 Accidentes De Trabajo

Se deberá tener especial precaución y tomar todos los recaudos necesarios para evitar cualquier tipo de accidente laboral. Éstos se lograrían disminuir, teniendo en cuenta los diversos aspectos constructivos, realizando una correcta elección de la tecnología, entre otros.

Las probabilidades de un accidente laboral serían bajas si se tiene en cuenta lo anterior, aunque es importante debido a que afecta al personal del proyecto.

Plan de contingencias:

- Se proveería de elementos de seguridad personal y promover su uso, señalizando las áreas donde se requiera.
- Se contaría con los seguros pertinentes que contemplen la cobertura de los accidentes laborales.
- Se capacitaría periódicamente sobre normas de higiene y seguridad en el trabajo.
- Se colocarían protecciones que cubran las partes móviles de los equipos.
- Se contaría con equipos para combatir incendios y rociadores manuales y automáticos.

8.2.3.2 Huelgas

El desarrollo de un correcto proceso de negociación permitirá resolver esta problemática, con la menor repercusión posible. Es por esto, que un ajuste a los lineamientos de los convenios de trabajo debería mitigar este riesgo. Se podría plantear un sistema de premios por productividad y desempeño laboral para incentivar al personal, y logrando a la vez, disminuir la probabilidad de ocurrencia de huelgas y paros. A su vez se debe lograr el sentido de pertinencia en la empresa, lo que disminuiría los riesgos de una huelga o al menos mejoraría la productividad.



8.2.3.3 Contaminación

Para cualquier industria es de vital importancia los aspectos ambientales, ya que el no cumplimiento de las normas establecidas, repercutiría gravemente sobre diversos factores. Además, representaría grandes costos en concepto de sanciones, demandas, repudio social, mala imagen de la empresa, y desencadenaría probables pérdidas de clientes. Por este motivo, es necesario realizar una adecuada gestión de los subproductos generados por la empresa y de los residuos generados por la actividad.

Plan de contingencias:

- Cumplir con la normativa vigente de residuos peligrosos e industriales.
- Capacitación periódica sobre normas de impactos ambientales.
- Gestión adecuada de los residuos generados.
- Tratamiento efectivo de los efluentes gaseosos producidos.

8.3 MATRIZ DE RIESGOS DEL PROYECTO

ASPECTOS	RIESGO	IMPORTANCIA	PROBABILIDAD	MAGNITUD	CONTINGENCIA
Económicos	Aumento de precios de MP.	MEDIA	MEDIA	MEDIA	Convenir contratos a largo plazo.
	Disminución en las ventas.	ALTA	BAJA	ALTA	Restablecer precio de venta
	Disminución del precio de la competencia	ALTA	MEDIA	ALTA	Reestructurar costos.
	Aumento en la tarifa eléctrica	MEDIA	ALTA	MEDIA	Renegociar contrato Mejorar tecnología.
Tecnológicos	Falta de MP e insumos, y de servicios.	ALTA	MEDIA	MEDIA	Acuerdos comerciales. Grandes



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

					depósitos.
	Falla en horno de carbonización	ALTA	BAJA	ALTA	Mantenimiento preventivo.
Siniestros e imprevistos	Accidentes de trabajo.	ALTA	BAJA	MEDIA	Capacitación. Contratar ART. Elementos de seguridad.
	Huelgas.	BAJA	BAJA	BAJA	Ajustarse al CCT.
	Contaminación	ALTA	BAJA	MEDIA	Cumplir con las normas. Gestión integral de emisiones.

Tabla 8-1 - Matriz de riesgo

Fuente: elaboración propia

8.4 CONCLUSIÓN PARCIAL DEL CAPÍTULO 8

En el presente capítulo se logra identificar los posibles riesgos que puede presentar el proyecto producción de ánodos de grafito. Con información recopilada de secciones anteriores se confecciona una Matriz de Riesgo, donde ésta, en función a la importancia y al grado de probabilidad de que ocurran, se determina la magnitud tentativa para disminuir y mitigar sus posibles efectos.

Como es de esperarse los motivos económicos son los que más repercuten en la viabilidad del proyecto, siendo los de mayor importancia el ligado al precio de venta y a la cantidad producida de nuestro producto en función a la disminución de las ventas. Es por ello que en el capítulo posterior serán las variables a sensibilizar, pudiendo observar cuán sensibles son y verificar hasta qué punto el proyecto sigue siendo viable.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

CAPÍTULO 9

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD



9 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

9.1 INTRODUCCIÓN

La finalidad de sensibilizar las variables es generar diversos escenarios y verificar en cuál de ellos el proyecto sigue siendo viable.

Los indicadores antes calculados muestran un solo escenario estático; como en la evaluación del proyecto se concluyó que en el escenario proyectado el VAN sería positivo, es posible preguntarse hasta dónde podría bajarse el precio o caer la cantidad demanda o subir un costo, entre otras posibles variaciones, para que el VAN se haga cero. Se define el VAN de equilibrio como 0 por cuanto es el nivel mínimo de aprobación de un proyecto. De aquí que al hacer el $VAN=0$ se busca determinar el punto de quiebre o variabilidad máxima de una variable que resistiría el proyecto.

El modelo utilizado es el “*Unidimensional de la Sensibilización del VAN*”, en la cual sólo se sensibiliza una variable por vez. El análisis unidimensional consiste en determinar hasta qué punto puede modificarse una variable para que el proyecto siga siendo rentable. El principio fundamental de este modelo define a cada elemento del flujo de caja como el de más probable ocurrencia. Luego la sensibilización de una variable siempre se hará sobre la evaluación preliminar.

Aunque en este capítulo trataremos la sensibilidad de las variables de carácter económicas, también es posible ampliarlo a todos los estudios de la preparación del proyecto, por ejemplo, a la localización, el tamaño y la demanda, entre otros aspectos.

El modelo trata de la sensibilidad del VAN, la TIR.



9.2 CRITERIO DE SELECCIÓN DE LA VARIABLE A SENSIBILIZAR

En el capítulo anterior se evaluaron los factores que son más proclives a sufrir cambios y por ende alterar al proyecto. En este capítulo se hará la sensibilización de dichos factores

9.2.1 SENSIBILIDAD DEL PRECIO DE VENTA

Argentina es un país que históricamente ha tenido una inflación creciente y que sólo algunos productos tienen retrocesos en sus precios. En el caso de nuestro producto, ánodos de grafito para protección catódica; tienen un precio anclado al dólar. En cuanto al uso de sus materias primas no se encuentran influenciadas por la época del año y cabe destacar que en la provincia en la cual se desarrollará el proyecto cuenta con disponibilidad de los mismos (en el capítulo correspondiente se exhibió una lista de proveedores posibles).

La *disminución del precio de venta* de un producto puede ocurrir por varios factores, como por ejemplo bajas ventas, disminución del precio de la competencia y sustitutos, disminución de costo de materias primas, etc. Es por esto que es variable a sensibilizar para nuestro proyecto y así lograr saber hasta qué punto podemos bajar el precio de venta para que siga siendo viable económicamente.

El *precio de venta* sobre el cual se ha desarrollado el trabajo es de USD150 (\$3.750) de producto terminado, para una presentación de un ánodo de grafito.



Disminución de precio de venta			
	Precio	VAN	TIR
0	\$ 3.750,00	\$ 544.168,96	17,184%
1,1%	\$ 3.708,75	\$ 184.688,81	16,666%
1,50%	\$ 3.693,75	\$ 53.968,76	16,478%
1,60%	\$ 3.690,00	\$ 21.288,75	16,431%
1,65%	\$ 3.688,13	\$ 4.948,74	16,407%
1,70%	\$ 3.686,25	-\$ 11.391,27	16,384%
1,75%	\$ 3.684,38	-\$ 27.731,27	16,360%
1,80%	\$ 3.682,50	-\$ 44.071,28	16,336%
2,00%	\$ 3.675,00	-\$ 109.431,31	16,242%
3,0%	\$ 3.637,50	-\$ 436.231,44	15,769%
4,0%	\$ 3.600,00	-\$ 763.031,58	15,295%
5,0%	\$ 3.562,50	-\$ 1.089.831,72	14,819%
6,0%	\$ 3.525,00	-\$ 1.416.631,85	14,342%
10,0%	\$ 3.375,00	-\$ 2.723.832,40	12,419%

Tabla 9-1 – Variación de VAN y TIR con respecto al precio de venta

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en los resultados anteriores, el porcentaje de disminución del precio de venta arrojado es del orden del 1.65%, con un valor de venta del producto final de \$ 3.688,13/ánodo. Esto es con un VAN=0 que es el nivel mínimo de aprobación de un proyecto; de esta manera se obtiene una TIR de 16,407% (tasa mayor a la de descuento, 16,4%). De esta manera podemos percibir el tope máximo de disminución del precio de venta para que nuestro proyecto siga siendo rentable.

A continuación, se presentan los gráficos de variación del VAN vs Disminución

Precio de Venta:

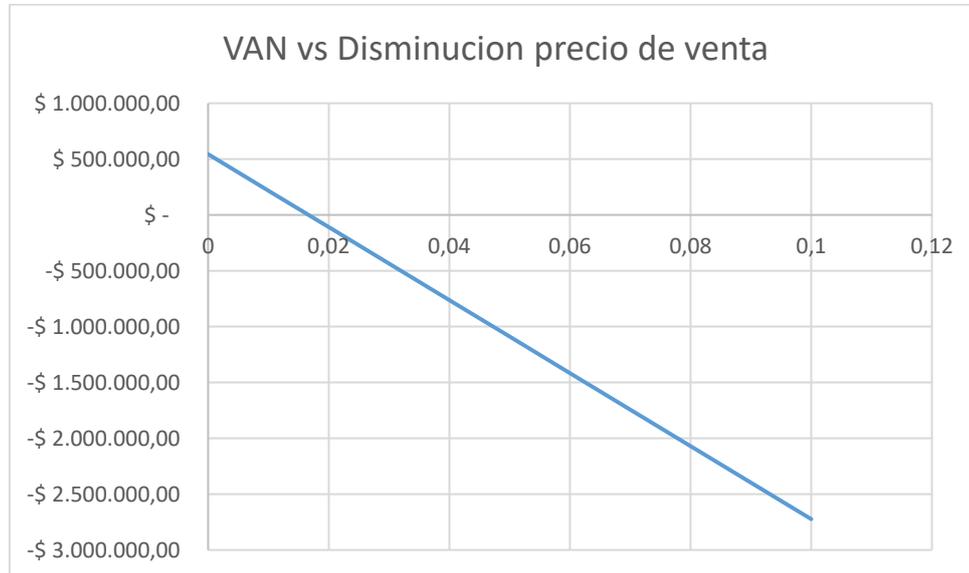


Gráfico 9-1 - Variación del VAN por Disminución del Precio de Venta.

Fuente: elaboración propia

Al igual que se puede disminuir el precio del producto debido a las bajas ventas, se analizará hasta qué punto podría mantenerse el precio inicial mientras se presenta una disminución de la demanda.

Para este análisis se debe tener en cuenta que al bajar la demanda debería producirse menos para no contar con capital inmovilizado, ya que no puede determinarse el período de tiempo que durará dicha disminución. Para esto se realizará una merma proporcional de los costos variables de operación con respecto a la reducción de la demanda.

Disminución en demanda			
	Cantidad	VAN	TIR
0	3000	\$ 544.168,96	17,184%
1,00%	2970	\$ 217.368,83	16,714%
1,25%	2962,5	\$ 135.668,79	16,596%
1,40%	2958	\$ 86.648,77	16,525%
1,60%	2952	\$ 21.288,75	16,431%
1,67%	2950	-\$ 497,93	16,399%
1,7%	2949	-\$ 11.391,27	16,384%



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

8,0%	2760	-\$ 2.070.232,13	13,383%
10%	2700	-\$ 2.723.832,40	12,419%

Tabla 9-2 - Variación de VAN y TIR con respecto a la demanda.

Fuente: elaboración propia

La demanda anual podría disminuir hasta un 1,66% antes de comenzar a percibir pérdidas, a razón de 2950 ánodos/año.

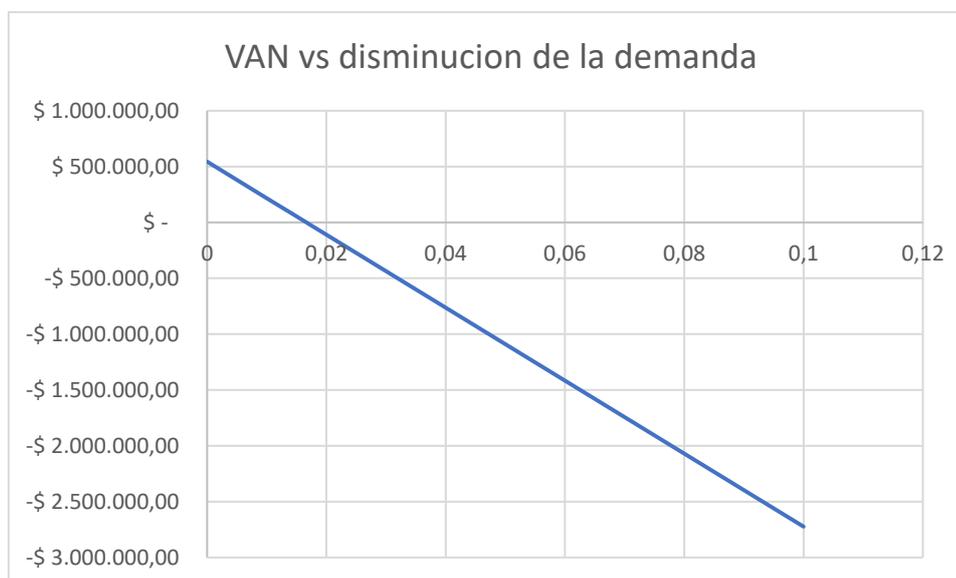


Gráfico 9-2 - Variación del VAN con respecto a la demanda.

Fuente: elaboración propia

9.2.2 SENSIBILIDAD DE LA TARIFA ELECTRICA

A priori, en el análisis de riesgos, se consideró, que un aumento en la tarifa eléctrica podría resultar catastrófica para la viabilidad económica del proyecto, debido a la alta demanda eléctrica. En la situación actual del país, se ha estado dando un sinceramiento en las tarifas por lo que un aumento en las mismas no sería algo descabellado. Como base de partida se tomó el cuadro tarifario de EDELAP S.A. conforme a la Resolución N°2018-60-GDEBA-MIYSPGP, para la ciudad de La Plata:



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Aumento tarifa eléctrica		
	VAN	TIR
0	\$ 544.168,96	17,184%
2,00%	\$ 515.646,56	17,143%
4%	\$ 487.124,15	17,101%
6%	\$ 458.601,74	17,060%
8%	\$ 430.079,34	17,019%
10,00%	\$ 401.556,93	16,978%
12,0%	\$ 373.034,52	16,937%
20%	\$ 258.944,90	16,772%
25%	\$ 187.638,88	16,669%
30%	\$ 116.332,86	16,567%
35%	\$ 45.026,85	16,465%
37%	\$ 16.504,44	16,424%
38%	\$ 2.243,23	16,403%
39%	-\$ 12.017,97	16,383%
40%	-\$ 26.279,17	16,362%
50%	-\$ 168.891,21	16,158%
60%	-\$ 311.503,24	15,955%

Tabla 9-3 - Variación de VAN y TIR con respecto a la tarifa eléctrica.

Fuente: elaboración propia



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

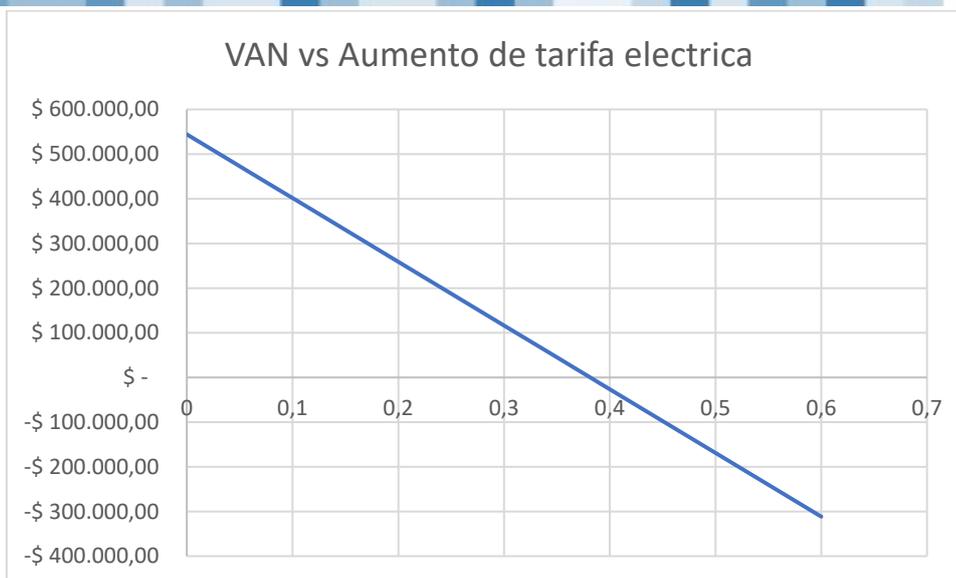


Gráfico 9-3 - Variación del VAN con respecto a la tarifa eléctrica.

Fuente: elaboración propia

Este análisis nos permite ver que la viabilidad económica del proyecto no es tan sensible al aumento de la tarifa eléctrica ya que la misma puede llegar a aumentar un 38% antes de que el VAN=0.

9.3 CONCLUSIÓN PARCIAL DEL CAPÍTULO 9

En el desarrollo del presente capítulo se realizó el estudio de sensibilidad para la producción de ánodos de grafito para protección catódica, el cual nos permite medir cuan sensible es la evaluación realizada a variaciones en uno o más parámetros decisivos. El hecho de visualizar en estudios anteriores qué variables tienen mayor efecto en el resultado frente a distintos grados de error en su estimación permite decidir acerca de la necesidad de realizar estudios más profundos de esas variables, para mejorar las estimaciones y reducir el grado de riesgo por error.

Se analizaron en riesgos, los posibles factores que pueden modificar la viabilidad económica del proyecto, entre los que se destacan, en cuanto a aspectos económicos; la *disminución de la demanda* y el *decrecimiento del precio de venta*, siendo estos factores los más importantes ya que presentan la menor tolerancia. Si nos enfocamos en aquellas variables, como es el aumento del precio de la materia prima e insumos, especificada como de menor importancia, pero cuya modificación influiría de alguna manera, se tendría un traslado de precio de venta final prácticamente directo. También nos llevamos una sorpresa al ver que la viabilidad no es tan sensible al aumento de la tarifa eléctrica.



En el caso de existir aumentos proporcionales, escenario probable en un marco económico inflacionario, el ajuste de precios se realiza también proporcionalmente y no afectan en extremo al VAN.

Frente a esta situación la empresa puede tolerar una disminución del orden del 1,65% en el precio de venta, arrojando un valor de TIR de 16,407%, y en cuanto a la disminución de la producción ánodos, tolera una baja del 1,66%, antes de obtener un VAN negativo en el horizonte evaluado (10 años).

Complementando el estudio de sensibilidad realizado con el análisis de riesgo, se llega a la conclusión que el factor *disminución del precio de venta* y *disminución de la demanda*, son aspectos muy importantes a tener en cuenta en este proyecto.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

	AUTOR	AÑO	TÍTULO	LUGAR	EDITORIAL
1	PIERSON, H. O.	1993	HANDBOOK OF CARBON, GRAPHITE, DIAMOND AND FULLERENES Properties, Processing and Applications	Albuquerque, New Mexico, USA	Noyes Publications
2	BELLEN, M.	2003	Carbon and Graphite production & further processing	Bruselas, Bélgica	European Carbon and Graphite Association
3	KRUPINSKI, K. C. OSTERHOLM, R. J.	1987	Effect of pitch solids on prepenetration behavior and binder performance	Monroeville, Pensilvania, USA	Aristech Research
4	SARKAR, A.	2015	EFFECT OF COKE PROPERTIES ON ANODE PROPERTIES	Québec, Canada	Tesis Doctoral
5	MIRCHI, A. SAVARD, G. TREMBLAY, J.	2002	Alcan Characterization of Pitch Performance for Pitch Binder Evaluation and Process Changes in an Aluminium Smelter	Jonquière, PQ, Canada	Arvida Research and Development Centre
6	SANG-MING, L. DONG-SU, K. JEA-SEUNG, R.	2015	Bulk graphite: materials and manufacturing process	Seúl, Corea del Sur	Carbon letters Volume 16 Korean Carbon Society
7	BARCLAY, R.	2001	Anode Fabrication, Properties & Performance	Pittsburgh, Pensilvania, USA	Alcoa Primary Metals Inc.
8	Sdad. Española de Tratamientos Anticorrosivos, ARGOS, S.A.	2009	Fundamentos de protección catódica	Madrid, España	Sdad. Española de Tratamientos Anticorrosivos, ARGOS, S.A.
9	Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente Ministerio de Industria	2000	Guía Tecnológica Fabricación de carbono-PARTE AMBIENTAL	Madrid, España	Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

	y Energía de España				
10	PERRY, R. H. GREEN, D.W.	1992	Manual del Ingeniero Químico (Sexta edición).	Buenos Aires, Argentina	Mc Graw Hill.
11	SAPAG CHAÍN, N.	2007	Proyectos de Inversión. Formulación y Evaluación	México DF, México	Pearson Educación
12	INTA centro Regional Salta-Jujuy	2010	Atlas climático digital de la República Argentina	Salta, Argentina	INTA
13	Instituto argentino del Petróleo y del Gas	2017	Estadísticas 2017 www.iapg.org.ar	Buenos Aires, Argentina	IAPG
14	Ministerio de Energía y Minería de la Nación	2018	Estadísticas de exploración, perforación y producción	Buenos Aires, Argentina	Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina
15	Instituto Petroquímico Argentino	2015	Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina	Buenos Aires, Argentina	Instituto Petroquímico Argentino
16	The Observatory of Economic Complexity – MIT media Lab	2018	Graphite Statistics https://atlas.media.mit.edu	Cambridge, Massachusetts, USA	The Observatory of Economic Complexity – MIT media Lab
17	CIFUENTE S, R.	2011	DISEÑO DE UNA MAQUINA EXTRUSORA	Santiago de Cali, Colombia	Universidad del Valle Facultad de Ingeniería
18	IAE	2017	Producción de hidrocarburos: Informe anual	Buenos Aires, Argentina	Instituto Argentino de Energía



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria



PRODUCCIÓN DE ÁNODOS DE GRAFITO PARA PROTECCIÓN CATÓDICA.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

ANEXOS

Cuadros Tarifarios EDELAP S.A

Resolución N° 2018-60-GDEBA-MIYSPGP

SEGÚN LO ESTABLECIDO EN EL CAPÍTULO N°4 DEL RÉGIMEN TARIFARIO INCLUIDO EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN, LA EMPRESA DISTRIBUIDORA EDELAP S.A. INFORMA A SUS CLIENTES LOS NUEVOS PRECIOS, POR SUMINISTRO ELÉCTRICO:

ANEXO 1 - cuadro tarifario vigente a partir del 19/01/18

ANEXO 2 - cuadro tarifario vigente a partir del 19/01/18 Para Usuarios Residenciales T1R con reducción de consumo mayor o igual que 20% respecto al mismo periodo del año 2015.

ANEXO 3 - cuadro tarifario vigente a partir del 19/01/18 para Usuarios Residenciales Tarifa Social con reducción de consumo mayor o igual que 20% respecto al mismo periodo del año 2015.

ANEXO 4 - cuadro tarifario vigente a partir del 19/01/18 para Usuarios Residenciales Tarifa Social con consumo mayor, o reducción menor al 20%, respecto al mismo periodo del año 2015.

ANEXO 5 - cuadro tarifario vigente a partir del 19/01/18 para Usuarios T1 Entidades de Bien Público.

T1-R: Uso Residencial	Unidad	ANEXO 1	ANEXO 2
T1-R1:			
Consumo Mensual inferior o igual a 150 kWh			
Cargo fijo (haya o no consumo)	\$/mes	51,30	51,30
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,6940	1,5913
T1-R2:			
Consumo Mensual mayor a 150 kWh e inferior o igual a 325 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	126,19	126,19
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,5391	1,4364
Consumo Mensual mayor a 325 kWh e inferior o igual a 400 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	163,43	163,43
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,5605	1,4578
Consumo Mensual mayor a 400 kWh e inferior o igual a 450 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	229,05	229,05
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,6357	1,5331
Consumo Mensual mayor a 450 kWh e inferior o igual a 500 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	276,80	276,80
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,6773	1,5747
Consumo Mensual mayor a 500 kWh e inferior o igual a 600 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	475,03	475,03
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,8487	1,7461
Consumo Mensual mayor a 600 kWh e inferior o igual a 700 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	658,49	658,49
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,9785	1,8759
Consumo Mensual mayor a 700 kWh e inferior o igual a 1400 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	955,62	955,62
Cargo variable por energía	\$/kWh	2,0590	1,9564
Consumo Mensual mayor a 1400 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	1.149,69	1.149,69
Cargo variable por energía	\$/kWh	2,0757	1,9731
T1-R: Uso Residencial, Tarifa Social			
T1-R: Uso Residencial			
Consumo Mensual inferior o igual a 150 kWh			
Cargo fijo (haya o no consumo)	\$/mes	51,30	51,30
Cargo variable por energía	\$/kWh	0,0000	0,0000
T1-R2:			
Consumo Mensual mayor a 150 kWh e inferior o igual a 325 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	126,19	126,19
Cargo variable por energía 151-300	\$/kWh	0,9747	1,0010
Cargo variable por energía 301-325	\$/kWh	1,4364	1,5391
Consumo Mensual mayor a 325 kWh e inferior o igual a 400 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	163,43	163,43
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,4578	1,5605
Consumo Mensual mayor a 400 kWh e inferior o igual a 450 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	229,05	229,05
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,5331	1,6357
Consumo Mensual mayor a 450 kWh e inferior o igual a 500 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	276,80	276,80
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,5747	1,6773
Consumo Mensual mayor a 500 kWh e inferior o igual a 600 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	475,03	475,03
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,7461	1,8487
Consumo Mensual mayor a 600 kWh e inferior o igual a 700 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	658,49	658,49
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,8759	1,9785
Consumo Mensual mayor a 700 kWh e inferior o igual a 1400 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	955,62	955,62
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,9564	2,0590
Consumo Mensual mayor a 1400 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	1.149,69	1.149,69
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,9731	2,0757
T1-G: Uso General			
T1-G1: Consumo Mensual inferior o igual a 800 kWh			
Cargo fijo (haya o no consumo)	\$/mes	165,54	
Cargo variable por energía	\$/kWh	2,4071	
T1-G2: Consumo Mensual mayor a 800 kWh e inferior o igual a 2000 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	1.206,45	
Cargo variable por energía	\$/kWh	2,17000	
T1-G3: Consumo Mensual mayor a 2000 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	3.370,08	
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,97260	
T1-GEBP: Entidades de Bien Público			
T1-GEBP1			
Consumo Mensual inferior o igual a 150 kWh			
Cargo fijo (haya o no consumo)	\$/mes	51,30	
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,6940	
T1-RGEBP			
Consumo Mensual mayor a 150 kWh e inferior o igual a 325 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	126,19	
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,5391	
Consumo Mensual mayor a 325 kWh e inferior o igual a 400 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	163,43	
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,5605	
Consumo Mensual mayor a 400 kWh e inferior o igual a 450 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	229,05	
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,6357	
Consumo Mensual mayor a 450 kWh e inferior o igual a 500 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	276,80	
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,6773	
Consumo Mensual mayor a 500 kWh e inferior o igual a 600 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	475,03	
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,8487	
Consumo Mensual mayor a 600 kWh e inferior o igual a 700 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	658,49	
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,9785	
Consumo Mensual mayor a 700 kWh e inferior o igual a 1400 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	955,62	
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,8487	
Consumo Mensual mayor a 1400 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	1.149,69	
Cargo variable por energía	\$/kWh	2,0757	
Cargo por Habilitación de Suministros Conjuntos de Pequeña Demanda T1			
Inmueble integrado por 2 a 10 Unidades Funcionales (vivienda y/o local u oficina)	\$/UF	10.037,67	
Inmueble integrado por 11 a 25 Unidades Funcionales (vivienda y/o local u oficina)	\$/UF	12.045,20	
Inmueble integrado por más de 25 Unidades Funcionales (vivienda y/o local u oficina)	\$/UF	16.060,26	

T4-R: Pequeñas Demandas Rurales Residenciales	Unidad	ANEXO 1	ANEXO 2
Consumo Mensual inferior o igual a 325 kWh			
Cargo fijo (haya o no consumo)	\$/mes	212,56	212,56
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,2060	1,1133
Consumo Mensual mayor a 325 kWh e inferior o igual a 500 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	386,72	386,72
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,3094	1,2167
Consumo Mensual mayor a 500 kWh e inferior o igual a 700 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	734,29	734,29
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,4514	1,3587
Consumo Mensual mayor a 700 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	1.056,52	1.056,52
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,4715	1,3788
T4-R: Pequeñas Demandas Rurales Residenciales			
Consumo Mensual inferior o igual a 325 kWh			
Cargo fijo (haya o no consumo)	\$/mes	212,56	212,56
Cargo variable por energía 0-150	\$/kWh	0,0000	0,0000
Cargo variable por energía 151-300	\$/kWh	0,6962	0,7199
Cargo variable por energía 301-325	\$/kWh	1,1133	1,2060
Consumo Mensual mayor a 325 kWh e inferior o igual a 500 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	386,72	386,72
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,2167	1,3094
Consumo Mensual mayor a 500 kWh e inferior o igual a 700 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	734,29	734,29
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,3587	1,4514
Consumo Mensual mayor a 700 kWh			
Cargo fijo	\$/mes	1.056,52	1.056,52
Cargo variable por energía	\$/kWh	1,3788	1,4715
T4-NR: Pequeñas Demandas Rurales No Residenciales			
Consumo Mensual inferior o igual a 325 kWh			
Cargo fijo (haya o no consumo)	\$/mes		212,56
Cargo variable por energía	\$/kWh		1,2097
Consumo Mensual mayor a 325 kWh e inferior o igual a 500 kWh			
Cargo fijo	\$/mes		386,72
Cargo variable por energía	\$/kWh		1,3131
Consumo Mensual mayor a 500 kWh e inferior o igual a 700 kWh			
Cargo fijo	\$/mes		734,29
Cargo variable por energía	\$/kWh		1,4551
Consumo Mensual mayor a 700 kWh			
Cargo fijo	\$/mes		1.056,52
Cargo variable por energía	\$/kWh		1,4752
T1-AP: Alumbrado Público			
Cargo variable por energía	\$/kWh		1,5782
Tarifa N°2 (Medianas Demandas)			
Por capacidad de suministro contratada	\$/kW-mes		234,73
Cargo variable por energía	\$/kWh		2,0930
Tarifas por peaje entre 30KW y 50KW			
Por capacidad de suministro contratada	\$/MW-mes		229.170,23
Cargo variable por energía	\$/MWh		1.033,63
Tarifa N°3 (Grandes Demandas)			
	Unidad	ANEXO 1	
		BT	MT
Cargo por Capacidad de Suministro Contratado en Punta	\$/kW-mes	237,01	177,35
Cargo por Capacidad de Suministro Cont. Fuera de Punta	\$/kW-mes	191,60	142,49
Cargo Variable por Energía en horario de pico <300KW	\$/kWh	1,2225	1,1092
Cargo Variable por Energía en horario de resto <300KW	\$/kWh	1,1730	1,0644
Cargo Variable por Energía en horario de valle <300KW	\$/kWh	1,1234	1,0196
Cargo Variable por Energía en horario de pico >=300KW	\$/MWh	1,8431	1,6708
Cargo Variable por Energía en horario de resto >=300KW	\$/MWh	1,7652	1,6005
Cargo Variable por Energía en horario de valle >=300KW	\$/MWh	1,6866	1,5295
Tarifas por peaje			
	Unidad	BT	MT
Cargo por Capacidad de Suministro Contratado en Punta	\$/MW-mes	234.290,59	174.631,05
Cargo por Capacidad de Suministro Cont. Fuera de Punta	\$/MW-mes	186.982,65	139.539,29
Cargo Variable por Energía en horario de pico <300KW	\$/MWh	185,4400	72,1200
Cargo Variable por Energía en horario de resto <300KW	\$/MWh	177,7500	69,2300
Cargo Variable por Energía en horario de valle <300KW	\$/MWh	170,0600	66,3300
Cargo Variable por Energía en horario de pico >=300KW	\$/MWh	280,0700	107,7800
Cargo Variable por Energía en horario de resto >=300KW	\$/MWh	267,8700	103,1800
Cargo Variable por Energía en horario de valle >=300KW	\$/MWh	255,6800	98,5900
Servicio de Rehabilitación			
Por cada servicio interrumpido por falta de pago :			
Tarifa N°1 Uso Residencial	\$/Serv.		90,88
Tarifa N°1 Uso General	\$/Serv.		550,20
Tarifa N°1 Alumbrado Público	\$/Serv.		550,20
Tarifa N°2	\$/Serv.		1.209,34
Tarifa N°3	\$/Serv.		1.209,34
Cargos por Energía Reactiva			
Por la energía reactiva a clientes T3:			
Recargo por cada centésimo de Tg fi mayor de 0.62 por la energía reactiva en exceso del 62 % aplicado sobre el total de la energía activa			1,5%
Por la energía reactiva a clientes T2 y T1:			
COS fi < de 0,85 hasta 0,75			10%
COS fi < de 0,75			20%
Conexiones Domiciliarias			
	Unidad		Importe
Conexión Común			
Aéreas Monofásicas	\$/Cliente		658,52
Subterráneas Monofásicas	\$/Cliente		1.474,48
Aéreas Trifásicas	\$/Cliente		898,31
Subterráneas Trifásicas	\$/Cliente		2.254,26
Conexión Especial			
Aéreas Monofásicas	\$/Cliente		830,58
Subterráneas Monofásicas	\$/Cliente		2.672,36
Aéreas Trifásicas	\$/Cliente		1.463,32
Subterráneas Trifásicas	\$/Cliente		2.762,83
Cargos por Contraste de Medidores de Energía			
	Unidad		Importe
Monofásico			
Pequeñas In Situ	\$/Cliente		99,00
Pequeñas en Laboratorio	\$/Cliente		123,75
Trifásico			
Pequeñas in situ	\$/Cliente		148,49
Pequeñas en Laboratorio	\$/Cliente		222,75
Medianas y grandes demandas In Situ	\$/Cliente		549,98
Medianas y grandes demandas en Laboratorio	\$/Cliente		742,48

Los consumos que correspondan totalmente a periodos anteriores a las fechas de vigencia indicadas serán facturados con los Cuadros Tarifarios vigentes en cada oportunidad. Los correspondientes a periodos anteriores y posteriores a esas fechas, serán prorrateados en función de los días comprendidos en cada caso, aplicándose los cuadros tarifarios vigentes en cada momento.





Industrial Química del Nalón, S.A.

NalónChem

Avda. de Galicia 31 / 33005 Oviedo, España

Teléfono: +34.98.598.26.00 / Fax: +34.98.598.26.26 / Telex: 84303 NALÓN E

FECHA: Abril 2010

EDICIÓN: 5ª.

REVISIÓN: 0.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(1907/2006/CE; Artículo 31)

BREA DE ALQUITRÁN DE HULLA

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA/PREPARACIÓN Y DE LA COMPAÑÍA/EMPRESA

1.1.- Identificación de la sustancia

Nombre comercial: Brea de alquitrán de hulla

Fórmula molecular: N/A

1.2.- Uso de la sustancia/preparación

Como agente ligante y de impregnación para fabricación de carbono en las industrias del aluminio y el grafito.

1.3.- Identificación de la compañía/empresa

Industrial Química del Nalón, S.A.

Avda. Galicia 31

E-33005 Oviedo

España

Tfno: +34 98.598.26.00

Fax: +34 98.598.26.26

(Ver el punto 16.2: Contacto)

1.4.- Información para emergencias

Tfno: +34 98.598.26.61

Fax: +34 98.598.26.66



2.- IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

2.1.- Designación de riesgo:



T: Tóxico (Carc. Cat. 2)

2.2.- Información relativa a riesgos particulares para el ser humano y el medioambiente

R45: Puede causar cáncer

R46: Puede causar alteraciones genéticas hereditarias

R60: Puede perjudicar la fertilidad

R61: Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto

R52/53: Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

Puede causar quemaduras térmicas cuando está fundido, debido a la elevada temperatura.

La clasificación ha sido realizada de acuerdo con las últimas ediciones de las listas de la UE y con datos adicionales de la empresa y de la bibliografía.

3.- COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

3.1.- Descripción química

Es el producto principal de la destilación de alquitrán de hulla de alta temperatura. Sólido negro con un punto de reblandecimiento aproximado entre 30 °C y 180 °C. Está compuesto esencialmente por una mezcla compleja de hidrocarburos aromáticos policíclicos (principalmente con tres o más anillos aromáticos condensados).

3.2.- Nombre IUPAC

N/A

3.3.- Número CAS

65996-93-2 Brea, alquitrán de hulla, elevada temperatura

3.4.- Número(s) de identificación

Número EINECS: 266-028-2

Número de índice: 648-055-00-5



3.5.- Componentes peligrosos

CAS: 65996-93-2 EINECS: 266-028-2	Brea, alquitrán de hulla, elevada temperatura PBT; Carc. Cat. 2; T; R45	aprox. 100%
CAS: 91-20-3 EINECS: 202-049-5	Naftaleno, puro Carc. Cat.3 (R40), Xn (R22), N (R50/53)	< 0,05%
CAS: 56-55-3 EINECS: 200-280-6	Benzo[a]antraceno T-Carc. Cat. 2 (R45), N (R50/53)	< 2,0%
CAS: 218-01-9 EINECS: 205-923-4	Criseno T - Carc. Cat. 2 (R45) - Muta. Cat. 3 (R68), N (R50/53)	< 2,0%
CAS: 205-99-2 EINECS: 205-911-9	Benzo[b]fluoranteno, benzo(e)acefenantrileno T-Carc. Cat. 2 (R45), N (R50/53)	< 2,0%
CAS: 207-08-9 EINECS: 205-916-6	Benzo[k]fluoranteno T-Carc. Cat. 2 (R45), N (R50/53)	< 2,0%
CAS: 205-82-3 EINECS: 205-910-3	Benzo[j]fluoranteno T-Carc. Cat. 2 (R45), N (R50/53)	< 2,0%
CAS: 50-32-8 EINECS: 200-028-5	Benzo[a]pireno T - Carc. Cat. 2 (R45) - Muta. Cat. 2 (R46) - Repr. Cat. 2 (R60, R61), R43, N (R50/53)	< 2,0%
CAS: 192-97-2 EINECS: 205-892-7	Benzo[e]pireno T-Carc. Cat. 2 (R45), N (R50/53)	< 2,0%
CAS: 92-52-4 EINECS: 202-163-5	Bifenilo Xi (R36/37/38), N (R50/53)	< 2,0%
CAS: 53-70-3 EINECS: 200-181-8	Dibenzo[a,h]antraceno T-Carc. Cat. 2 (R45), N (R50/53)	< 0,5%

3.6 Información adicional

La brea de alquitrán de hulla de alta temperatura (CAS 65996-93-2), fue catalogada el 13 de enero de 2010, como candidata a la autorización según el artículo 59 (1,10) de la Regulación del REACH número 1907/2006, después de haber sido clasificada como una sustancia PBT. La legalidad de su clasificación como PBT está siendo rebatida por la industria y actualmente el recurso ha sido presentado en el Tribunal General de Luxemburgo (caso T- 93/10).



4.- MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

**EN TODOS LOS CASOS, SOLICITAR ASISTENCIA MÉDICA INMEDIATA.
RETIRAR LAS PRENDAS CONTAMINADAS (EXCEPTO EN CASO DE CONTACTO CON EL
PRODUCTO FUNDIDO)
SACAR A LA PERSONA EXPUESTA DE LA ZONA DE EXPOSICIÓN.**

Tras inhalación: Sacar a la persona expuesta de la zona de exposición y llevarla a un lugar bien ventilado. En casos graves, administrar oxígeno o respiración artificial.

Tras contacto con la piel: Retirar las prendas contaminadas (excepto en caso de contacto con el producto fundido). Enjuagar inmediatamente la piel con grandes cantidades de agua fría. Si el producto es sólido, lavar la zona afectada con agua y jabón no abrasivo.

Tras contacto con los ojos: Irrigar inmediatamente con los ojos abiertos y con abundante agua durante al menos 15 minutos. Solicitar asistencia médica.

Tras ingestión: Si la persona está consciente, tratar primero de inducir el vómito y después administrar una copiosa cantidad de agua. No administrar nada por vía oral a una persona inconsciente. Obtener asistencia médica inmediata.

5.- MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

5.1.- Medios de extinción:

- **Adecuados:** Polvos químicos secos, dióxido de carbono, arena, espuma, vapor de agua o agua nebulizada.
- **Inadecuados:** Chorro de agua (puede extender el fuego).

5.2.- Riesgos específicos ocasionados por el material, sus productos de combustión o los gases resultantes

La combustión incompleta al fuego puede dar lugar a la emisión de monóxido de carbono (tóxico). Bajo ciertas condiciones de combustión, pueden también formarse trazas de otros gases como óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de azufre (SO₂)

Cuando se calienta, la brea de alquitrán de hulla produce vapores susceptibles de ignición.

5.3.- Equipo de protección

Ropa de protección de cuerpo completo, incluyendo respirador autónomo.
No inhalar los gases de combustión.

5.4.- Información adicional

Enfriar los contenedores/tanques de producto almacenado con un chorro de agua pulverizada.



6.- MEDIDAS PARA EMISIONES ACCIDENTALES

6.1.- Precauciones personales:

Vestir ropa de trabajo industrial de cuerpo completo, incluyendo botas y guantes resistentes a productos químicos y gafas antisalpicaduras (máscaras de protección facial para producto fundido).

Si el producto es líquido, evitar respirar los vapores y el contacto con la piel y los ojos. Ventilar la zona afectada cuando la emisión se produzca en interiores.

Mantener alejado de fuentes de ignición.

Emplear protección respiratoria frente a vapores, polvo y aerosoles.

6.2.- Precauciones medioambientales:

No permitir la entrada a desagües, aguas superficiales o subterráneas y suelo.

Evitar la formación de polvo.

Informar a las autoridades en caso de filtración a corrientes de agua o en el sistema de alcantarillado.

6.3.- Métodos de limpieza:

Si el producto es líquido, contener con arena, tierra o cualquier otro material inerte y dejar solidificar.

Para retirar brea sólida, utilizar medios mecánicos. Los contenedores deben estar debidamente sellados y etiquetados.

Eliminar el material contaminado y los desechos según se describe en el punto 13.1.

Asegurar una ventilación adecuada.

7.- MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

7.1.- Manipulación:

Extremar las precauciones en la manipulación del producto. Los trabajos deben ser organizados y llevados a cabo de acuerdo con las normativas que regulan la segura manipulación de sustancias y productos carcinogénicos.

En la manipulación de brea líquida, evitar la formación de espuma utilizando únicamente contenedores secos. Cuando se trabaje con sistemas de lavado (*scrubbing*), utilizar nitrógeno y evitar la formación de emanaciones o vapores. Deben evitarse las salpicaduras en la piel, ya que causarían quemaduras térmicas en la misma.

Manipular la brea sólida de tal modo que se reduzca al mínimo la formación de polvo.

Asegurar una ventilación adecuada y proteger contra fuentes de ignición y electricidad estática.

Utilizar guantes resistentes a productos químicos (guantes resistentes al calor para producto fundido) y gafas de seguridad.

Mantener a disposición los equipos de respiración autónoma.



7.2.- Almacenamiento:

Mantener las sustancias carcinogénicas en recipientes adecuados, cerrados y etiquetados. Los lugares de almacenamiento deben exhibir señales de advertencia de la presencia de sustancias tóxicas.

La brea líquida se debe almacenar entre 200 y 220 °C, alejada de fuegos abiertos y fuentes de ignición, con una ventilación adecuada y protegida de la electricidad estática.

La brea sólida a granel se puede almacenar a temperatura ambiente en almacenes cubiertos.

Mantener alejado de sustancias oxidantes fuertes.

Almacenar de acuerdo con las normativas locales y nacionales.

8.- CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

PROPORCIONAR A LOS TRABAJADORES/USUARIOS FORMACIÓN EN MEDIDAS DE SEGURIDAD

8.1.- Información adicional relativa al diseño de instalaciones técnicas

Puede ser necesario procurar ventilación local o general para evitar la acumulación de vapores (ver sección 7).

8.2.- Componentes con valores límite a controlar en el lugar de trabajo

Brea de alquitrán de hulla: El TLV es 0,2 mg/m³ (OSHA PEL / ACGIH)

8.3.- Medidas higiénicas y de protección generales

Mantener alejado de alimentos, bebidas y forraje.

Lavarse las manos antes de los descansos, ir al servicio, y al final del trabajo.

Evitar el contacto con los ojos y la piel.

No comer, beber, fumar o inhalar el producto durante el trabajo.

Tomar una ducha o un baño al finalizar el trabajo; se recomiendan baños de vapor de agua.

Quitarse inmediatamente cualquier prenda contaminada.

Guardar la ropa de protección por separado.

8.4.- Protección de las vías respiratorias

En caso de exposición breve o a bajos niveles de polución, utilizar un respirador de filtro (ABEK). En caso de exposición intensa o prolongada (especialmente a producto fundido), utilizar un equipo de respiración autónoma.

8.5.- Protección de las manos

Guantes resistentes a productos químicos (guantes resistentes al calor para producto fundido). Los guantes deben tener la etiqueta de marca CE dentro de la categoría III (EN 374).

La selección del material de los guantes está en función de los tiempos de penetración, las velocidades de difusión y la degradación.



8.6.- Material de los guantes

Goma de butilo, BR

Goma de nitrilo, NBR

Neopreno

8.7.- Tiempo de penetración del material de los guantes

Consultar con el fabricante y respetar el tiempo exacto de rotura de los guantes de protección.

Desechar los guantes si se observa degradación de los mismos, p.e. hinchamiento.

8.8.- Protección ocular

Los operarios deben utilizar gafas contra salpicaduras químicas (máscaras de protección facial para producto fundido). Puede ser conveniente el uso de cascos presurizados.

8.9.- Protección corporal

Vestir ropa de trabajo industrial de cuerpo completo.

No utilizar prendas contaminadas.

Cambiar y lavar periódicamente las prendas de ropa tanto exterior como interior.

Debe alentarse/solicitarse por parte de los técnicos de prevención que los trabajadores realicen consulta a los servicios médicos de la empresa o externos acerca de condiciones cutáneas anómalas.

Un diagnóstico temprano asegura la efectividad de un tratamiento adecuado. Deben realizarse exámenes médicos periódicos.

Es conveniente el uso de cremas barrera por parte de los trabajadores al aire libre.

9.- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

9.1.- Información general

Forma: Sólido (lápiz). Líquido por encima del punto de reblandecimiento.

Color: Negro

Olor: Característico

9.2.- Cambios de condiciones

Intervalo de ebullición: >360 °C

Punto de ablandamiento: 30-180 °C (DIN 51920)

9.3.- Punto de inflamación: > 200 °C (DIN EN 22719).

9.4.- Temperatura de ignición: > 550 °C (DIN 51 794)

9.5.- Autoinflamabilidad: El producto no es autoinflamable



9.6.- Peligro de explosión: Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.

La concentración explosiva mínima (polvo) es de 33 g/m³.

9.7.- Presión de vapor a 20 °C: < 0.001 hPa (DIN 51 754)

9.8.- Densidad a 20 °C: 1,150 - 1,400 Kg/m³ (DIN 51 757)

9.9.- Solubilidad en / miscibilidad con agua a 20 °C: Insoluble

10.- ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

10.1.- Condiciones a evitar

Fuentes de ignición.

No sobrecalentar el producto para evitar la descomposición térmica.

10.2.- Materiales a evitar

Contacto con agentes oxidantes fuertes.

10.3.- Productos de descomposición peligrosos

No sufre descomposición si se usa de acuerdo con las especificaciones. No es posible predecir con precisión las sustancias resultantes de su descomposición térmica (>400 °C). Cualquier emanación/vapor es potencialmente irritante/tóxico, por lo que se debe utilizar equipamiento de protección apropiado.

10.4.- Reacciones peligrosas

El producto no es susceptible de explosión de polvo en la forma en que se suministra. Altas concentraciones de polvo debidas a una degradación mecánica excesiva ocasionan riesgo de explosión de polvo (concentración explosiva mínima: 33 g/m³).

Puede formar mezclas explosivas en el aire si se calienta por encima del punto de inflamación o se rocía o atomiza.



11.- INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

11.1.- Toxicidad aguda. Valores LD/LC50 relevantes para su clasificación:

65996-93-2 Brea de alquitrán de hulla, elevada temperatura

Oral LD50> 15000 mg/kg (rata)

Dérmica LD50> 5000 mg/kg (rata)

65996-93-2 Brea de alquitrán de hulla, elevada temperatura

ECO> 1000 mg/l (algas)

ECO> 1000 mg/l (daphnia)

ECO> 1000 mg/l (peces)

11.2.- Efecto irritante primario

La exposición de corto plazo a altas concentraciones de polvo puede causar irritación cutánea.

La exposición a vapores del producto caliente puede causar irritación de la nariz, la garganta y los ojos.

También pueden producirse dolores de cabeza y náuseas.

La exposición de largo plazo a altas concentraciones de vapores puede dar lugar a daños en los órganos internos.

Sensibilización: Trabajando en condiciones de luz solar, puede producirse una irritación cutánea equivalente a quemaduras solares (fotosensibilidad). Utilizar crema con alto factor de protección solar (10-20).

11.3.- Información toxicológica adicional

El producto presenta los riesgos siguientes de acuerdo con el método de cálculo de la Directiva General de Clasificación de Sustancias y Preparados Peligrosos de la UE tal como se recoge en su última versión: carcinogénico, el producto puede causar alteraciones genéticas hereditarias.

Sensibilización: pueden aparecer efectos de sensibilización en contacto con la piel.

12.- INFORMACIÓN ECOLÓGICA

12.1.- Indicaciones generales

No permitir que el producto entre en contacto con aguas subterráneas, corrientes de agua, sistemas de vertido o de alcantarillado.

Nocivo para organismos acuáticos.

La brea de alquitrán de hulla es estable en el agua (no sufre hidrólisis) y el suelo; no es biodegradable a corto plazo. Evitar la formación de polvo y la emisión de vapores y emanaciones.



13.- CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACIÓN

13.1.- Producto

Debe realizarse de acuerdo con las autoridades locales y la legislación nacional vigente. Eliminar como residuo tóxico y peligroso (Directiva 78/319/CEE).

El código de clasificación de eliminación es proporcionado para cada tipo de industria y para cada tipo de proceso por el Catálogo Europeo de Residuos (EWC). No se debe eliminar junto con basuras

13.2.- ~~Embalaje sin limpiar~~ **Embalaje sin limpiar**: oxidantes fuertes. No permitir que el producto llegue al sistema de las tuberías que para el producto

14.- INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

SEGÚN LA REGLAMENTACIÓN INTERNACIONAL LA BREA SÓLIDA NO ES UN PRODUCTO PELIGROSO PARA EL TRANSPORTE

Para brea líquida:

14.1.- Transporte terrestre ADR/RID (transfronterizo)

Clase ADR/RID:	9 Sustancias y artículos peligrosos varios
Índice de riesgo:	99
Grupo de embalaje:	III
Nº ONU:	3257
Etiqueta de riesgo:	9 + ET
Descripción de las mercancías:	Líquido a temperatura elevada, n.o.s. (Contiene: brea líquida)

14.2.- Transporte marítimo

Clase IMDG:	9
Número ONU:	3257
Etiqueta:	9 + ET
Grupo de embalaje:	III
Contaminante marino:	NO
Denominación correcta del flete:	Líquido a temperatura elevada, n.o.s. (Contiene: brea líquida)

14.3.- Transporte aéreo ICAO-TI e IATA-DGR

Observaciones: prohibido

15.- INFORMACIÓN NORMATIVA



El producto está siendo clasificado y comercializado de acuerdo con las directivas y ordenanzas de la UE relativas a sustancias y preparados peligrosos (67/478/CEE y 1999/45/CE) y sus implementaciones

15.1.- Código y designación de riesgo del producto

T: Tóxico

15.2.- Componentes del etiquetado determinantes de riesgo

Ver el punto 3.5

15.3.- Frases de riesgo

R45: Puede causar cáncer

R46: Puede causar alteraciones genéticas hereditarias

R60: Puede perjudicar la fertilidad

R61: Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto

R43: Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.

R52/53: Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático

15.4.- Frases de seguridad

S53: Evítese la exposición. Recábense instrucciones especiales antes del uso.

S22: No respirar los vapores

S26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.

S27/28: Después del contacto con la piel, quítese inmediatamente toda la ropa manchada o salpicada y lávese inmediata y abundantemente con agua y jabón.

S36/37/39: Úsese indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.

S24/25: Evítese el contacto con los ojos y la piel

S45: En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta)

S61: Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.

S57: Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente

15.5.- Información sobre limitaciones de uso

Sólo para usos profesionales.

Deben observarse las oportunas restricciones de manejo del producto para personas menores de edad.

Deben observarse las oportunas restricciones de manejo del producto para mujeres embarazadas, lactantes y en edad fértil.



16.- OTRA INFORMACIÓN

Esta información está basada en nuestro conocimiento actual. No obstante, no constituye garantía alguna sobre las características específicas del producto, ni establece ninguna relación contractual legalmente válida.

16.1.- Departamento que emite la ficha de seguridad: Departamento de I+D

16.2.- Contacto: Juan José Fernández
