

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA

“PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE”
- ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD -

Autores: Sancandi, Danilo Italo – Soto, Juan José

Carrera: Ingeniería Química con Orientación en Petroquímica

Tutores: MSc. Ing. Rogelio Di Santo

Aprobado por:

.....

Presidente: Nombre y firma

.....

Fecha

.....

Vocal: Nombre y firma

.....

Fecha

.....

Tutor: Nombre y firma

.....

Fecha

San Rafael- Mendoza-Argentina
Agosto 2017

Agradecimientos

Juan:

En primera instancia agradezco a mi familia, la cual me ha acompañado durante todo este periodo incondicionalmente. Además, a todas aquellas personas que he conocido durante mi periodo en la facultad y me han dado su afecto, algunos hoy son grandes amistades y han sido a lo largo del mismo excelentes compañeros.

En relación al personal universitario, me gustaría agradecer a todos aquellos del sector: biblioteca, personal de limpieza, sección alumnos, mesa de entrada, etc; los cuales han prestado su mejor predisposición ante las más variadas consultas.

No quiero dejar de agradecer a mi compañero y amigo Danilo, quien me brindo toda su amistad en todo el periodo transitado.

Danilo:

Agradecimiento especial: Se da un especial agradecimiento al Ing. Javier Herrera quien es Gerente Técnico de Maccaferri de Argentina, quien nos ha prestado una gran ayuda con información sobre los aspectos industriales de proceso del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES...	.1
1.1- INTRODUCCIÓN	1
1.2 – JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	2
1.3 – OBJETIVOS	2
1.3.1 – Objetivos generales	2
1.3.2 – Objetivos particulares	3
1.4 – ANTECEDENTES	3
1.5 – GEOSINTÉTICOS	4
1.5.1 – Clasificación	6
1.5.1.1 – Geomembranas	7
1.5.1.2 – Geotextiles	12
1.5.1.3 – Geomallas	13
1.5.1.4 – Geodrenes	15
1.5.1.5 – Geomantas	16
1.6 – FUNDAMENTOS TEORICOS DE LAS GEOMEMBRANAS DE HDPE	16
1.6.1 – Composición	17
1.6.2 – Características y Ventajas	18
1.6.3 – Aplicaciones	19
1.6.4 – Procesos de Obtención	20
1.6.4.1 - Extrusión por película Colada o dado plano	21
1.6.4.2 - Extrusión por película soplada o burbuja	21
1.7 - POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	22
1.7.1 - Formas de obtención del Polietileno de alta densidad	23
1.7.2 - Propiedades generales del Polietileno de Alta densidad	24
1.7.3 - Perfiles de uso	26
1.8 – CONCLUSIÓN	28
CAPÍTULO 2 – ESTUDIO DE MERCADO	29
2.1 INTRODUCCIÓN	29
2.2 CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO	30
2.3-MERCADO GLOBAL	33
2.3.1 - Mercado de Geotextiles	36

2.3.2 - Mercado de Geomembranas	37
2.4 MERCADO SUDAMERICANO.....	39
2.5 - MERCADO NACIONAL.....	42
2.5.1 - Mercado del producto. Demanda	42
2.5.2 - Mercado competidor.....	44
2.5.3 - Mercado de las Materias Primas Principales.....	48
2.5.3.1 - Resina de Polietileno de Alta Densidad.....	48
2.5.3.2 - Masterbatch (Negro de Humo, Antioxidantes y Estabilizantes Térmicos)	51
2.6 - PROYECCION DE LA DEMANDA DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.....	52
2.6.1 - Demanda de Geomembranas HDPE de 1,5mm de espesor.....	55
2.7 – CONCLUSIÓN.	56
CAPÍTULO 3 – TAMAÑO.....	58
3.1 - INTRODUCCIÓN.....	58
3.2 - ANALISIS DE FACTORES QUE DETERMINAN EL TAMAÑO	59
3.2.1- Tamaño vs Disponibilidad de Insumos... ..	59
3.2.2 – Tamaño vs disponibilidad de Recursos Humanos.....	62
3.2.3 – Tamaño vs Capacidad Financiera.....	62
3.2.4 – Tamaño vs Localización.....	63
3.2.5 – Tamaño vs Situación del Mercado/Tecnología	63
3.2.5.1 - Demanda Pronosticada	66
3.2.5.2 – Alternativas de producción propuestas.....	67
3.3 – CONCLUSION.....	71
CAPÍTULO 4 – TECNOLOGÍA. CAPITULO 4: TECNOLOGÍA	72
4.1 – INTRODUCCIÓN.	72
4.2 – ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS.	72
4.3 – PROCESO DE OBTENCION POR PELICULA SOPLADA.	73

4.4 – EQUIPOS Y ETAPAS DEL PROCESO	75
4.4.1 – Anillos de enfriamiento	75
4.4.2 – Rodillos de tiro	76
4.4.3 – Cepillos antiestáticos	77
4.4.4 – Sistema e desplegado	77
4.4.4.1 – Guillotina	78
4.4.4.2 – Espina de pescado	78
4.4.5 – Rodillos de enrollado	79
4.5 – CARACTERISTICAS DE PROCESO	79
4.5.1 – Soplado de película.....	81
4.5.2 -Comportamiento ante los esfuerzos de tracción.....	84
4.5.3 – Estabilización de la burbuja	85
4.6 – PROCESO DE COEXTRUSION.....	86
4.6.1 – EFECTOS DE LA COEXTRUSION	88
4.6.2 – Adhesión interfacial en coextrusión.....	89
4.6.3 – Permeabilidad de películas multicapas	90
4.6.4 – Dados anulares para coextrusión	91
4.7 – DETERMINACION DE TECNOLOGIA A UTILIZAR.....	93
4.7.1 – CRITERIO DE ELECCION	93
4.7.2 – Tecnología a utilizar.....	96
4.8 – Proveedor más conveniente	96
4.9– DETALLES DE MAQUINARIA SOLICITADA.....	100
4.10– MAQUINARIA AUXILIAR.....	100
4.10.1– Transporte.....	100
4.10.2– Control de calidad	102
4.11 -DISEÑO DE EQUIPOS.....	114
4.11.1 Proceso productivo	114
4.11.2 Etapas críticas	115
4.11.2.1 Extrusión	115

4.11.2.2 Enfriamiento y solidificación.....	115
4.11.3 Extrusora.....	115
4.11.3.1- Componentes de la máquina	119
4.11.3.2- Especificaciones necesarias de máquina	123
4.11.3.3- Relación entre variables	125
4.11.3.4- Modelado de la zona de dosificación	128
4.11.3.5- Balance de masa y energía	139
4.11.3.5.1- Balance de masa de extrusora.....	140
4.11.3.5.2- Balance de energía de extrusora	141
4.11.4- Verificación del diseño	143
4.12- CONCLUSION.....	144
CAPITULO 5: LOCALIZACIÓN	145
5.1 – INTRODUCCIÓN	145
5.2 – FACTORES QUE DETERMINAN LA LOCALIZACIÓN	145
5.3 – MACROLOCALIZACIÓN.....	146
5.3.1 – Aras de posible consumo	147
5.3.1.1 – Sector Agrícola	147
5.3.1.2 – Sector minero.....	150
5.3.1.3 – Gestión de residuos sólidos	151
5.3.1.4 – Sector petróleo.....	151
5.3.2 – Beneficios impositivos	155
5.3.3 – Materia prima	159
5.3.4 – Recursos humanos.....	161
5.3.5 – Determinación de la Macrolocalización	161
5.3.5.1 – Importancia de los puntos evaluados.....	162
5.4 – MICROLOCALIZACION	166
5.4.1 – Método cualitativo por puntos	166
5.4.2 – Beneficios del Parque Industrial.....	168

CAPÍTULO 6 – INGENIERÍA DE DETALLE.....	.172
6.1 – INTRODUCCIÓN...	.172
6.2 – ORGANIZACIÓN DE FÁBRICA.....	173
6.2.1 – Organigrama.....	.173
6.2.2 - Gerencia General.....	176
6.2.3 - Departamento de Logística y Almacén.....	.178
6.2.4 - Departamento Administrativo y Comercial.....	.179
6.2.5 - Departamento de Ingeniería y Desarrollo....	181
6.2.6 – Departamento de Producción.	182
6.2.6.1 - Área de Mantenimiento... ..	182
6.2.6.2 - Área de Control de Calidad	184
6.2.6.3 - Área de Planta (o Proceso)	186
6.2.7 - Staff (Asesoría Externa).	191
6.3 – PROGRAMACIÓN.....	191
6.3.1 – Programa de Ventas.....	191
6.3.2 – Programa de Producción.....	192
6.3.3 – Formula.....	.193
6.3.4 – Listado de Necesidades.....	.194
6.3.5 – Programa de Abastecimiento.....	.195
6.4 - DIAGRAMAS Y REPRESENTACIONES GRAFICAS.....	200
6.4.1 – Disposición y Dimensionamiento de Depósitos.....	.200
6.4.1.1 - Materias Primas Principales y Secundarias.....	201
6.4.1.2 - Insumos.....	.203
6.4.1.3 - Producto terminado	204
6.4.1.4 - Pasillos y espacios de maniobra.....	205
6.4.1.5 - Plano Área de Depósitos206
6.4.2 – Dimensionamiento Área de Planta	207
6.4.2.1 – Producción	207

6.4.2.2 - Baños y Vestidores...	208
6.4.2.3 - Taller....	209
6.4.2.4 - Laboratorio de Control de calidad.....	209
6.4.2.5 - Oficina Jefe de Planta y Encargado de Logística	209
6.4.2.6 - Baños...	209
6.4.2.7 – Kitchenette.....	210
6.4.2.8 - Plano Área de Planta	210
6.4.3 – Dimensionamiento Sector Administrativo	211
6.4.3.1 - Plano Área Administrativa.....	211
6.4.4 – Superficie Cubierta Total	212
6.4.4.1 - Plano General.....	212
6.5 – CONCLUSION	213
CAPITULO 7: ASPECTOS AMBIENTALES	214
7.1 - INTRODUCCIÓN	214
7.2 - IMPACTO AMBIENTAL DE LA MATERIA PRIMA.....	214
7.2.1– Polietileno de Alta Densidad.....	215
7.2.1.1– Propiedades	215
7.2.1.1– Reciclado.....	217
7.2.2– Masterbatch.....	217
7.3– TIPOS DE EFLUENTES GENERADOS	218
7.4– AREA DE IMPACTO DEL PROYECTO	218
7.4.1– Fauna de Azul	219
7.4.1– Flora de Azul	219
7.5– TECNOLOGIAS LIMPIAS.....	219
7.6– IMPACTO DE LAS FASES DEL PROYECTO	220
7.6.1– Fase de Construcción	220
7.6.2– Fase de Producción.....	221
7.6.3– Fase de Abandono	222

7.7– OBSERVACIONES	223
7.7.1– Impacto sobre el medio perceptual	224
7.7.2– Impacto Socio-económico.....	224
7.7.3– Impacto sobre el medio físico	225
7.7.4– Impacto sobre el medio biótico	226
CAPÍTULO 8 – ASPECTOS JURÍDICOS	227
8.1 – INTRODUCCIÓN... ..	227
8.2 – CONSTITUCION LEGAL DE LA EMPRESA.....	227
8.2.1 – Persona Jurídica... ..	227
8.2.2 – Formas Societarias... ..	229
8.2.2.1 - Elección del tipo de sociedad... ..	229
8.2.2.2 - Tipo de emprendimiento... ..	231
8.2.2.3 – Costos	232
8.2.2.4 - Posibilidad de crecimiento – Crédito	232
8.2.3 – Conformación de una Sociedad Anónima.....	233
8.2.3.1 - Gastos de constitución detallados.....	234
8.2.3.2 - Inscripción y Organización Contable de la Empresa.....	235
8.2.4 - Razón Social - Marca.....	235
8.3 - SISTEMA IMPOSITIVO.....	237
8.3.1 - Impuestos Nacionales.....	237
8.3.2 - Impuestos Provinciales.....	238
8.3.3 – Tasas Municipales.....	239
8.3.4 – Cargas Sociales (Aportes Personales y Contribuciones Patronales)	240
8.3.5 - Trámites e Inscripciones Impositivas.....	245
8.4 - LEGISLACION ESPECÍFICA APLICABLE.....	246
8.4.1 - Convenio Colectivo de Trabajo - CCT 419/05.....	246

8.4.2 - Ley Provincial N° 13.656 – “Promoción Industrial”	247
8.4.3 - Resolución 424/2016 – Ministerio de Producción.....	248
8.5 – CONCLUSION	249
CAPÍTULO 9 – ASPECTOS NORMATIVOS	250
9.1 - INTRODUCCIÓN.....	250
9.2 - SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	250
9.2.1 – Normas ISO.....	253
9.2.1.1 - Gestión de Calidad.....	254
9.2.1.2 - Gestión de Medio Ambiente.....	254
9.2.1.3 - Gestión de Riesgos y Seguridad	254
9.2.1.4 - Gestión de Responsabilidad Social Empresaria.....	255
9.3 – CERTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	256
9.3.1 - NORMAS IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación)	256
9.3.2 - NORMAS GRI (Geosynthetic Research Institute)	256
9.4 – BENEFICIOS ADICIONALES.....	258
CAPÍTULO 10 – EVALUACIÓN ECONÓMICA	259
10.1 - INTRODUCCIÓN...	259
10.2 - TASA DE DESCUENTO.....	259
10.3 – LAS INVERSIONES DEL PROYECTO	262
10.3.1 – Activos Intangibles.....	262
10.3.1.1 – Constitución de la Sociedad Anónima.....	263
10.3.2 – Activos Fijos o Tangibles.....	263
10.3.2.1 - Terreno	263
10.3.2.2 - Construcción Edilicia.....	264
10.3.2.3 - Mobiliario	266
10.3.2.4 - Línea de Producción y Equipos Complementarios....	266
10.3.2.5 - Transporte de la Línea de Producción....	267

10.3.2.6 - Vehículos propios....	268
10.3.2.7 - Equipos de laboratorio.....	269
10.3.3 – Otras Inversiones Previas a la Puesta en Marcha...	269
10.3.3.1 - Ensamble e Instalación.....	269
10.3.3.2 - Puesta a punto y capacitación.....	270
10.3.4 – Cronograma de Inversiones.....	271
10.3.5 – Inversión en Capital de Trabajo....	273
10.3.5.1 - Método del Periodo de Desfase.....	274
10.3.5.2 - Método del Déficit Acumulado Máximo.....	274
10.4 - ESTRUCTURA DE COSTOS.....	275
10.4.1 – Costos Fijos... ..	276
10.4.1.1 - Personal Permanente.....	276
10.4.1.2 - Depreciaciones y Amortizaciones	276
10.4.1.3 - Bienes y Servicios	277
10.4.1.4 - Servicios de Terceros	278
10.4.1.5 - Impuestos.....	278
10.4.1.6 – Total Costos Fijos... ..	278
10.4.2 - Costos Variables... ..	279
10.4.2.1 - Mano de Obra Directa.... ..	279
10.4.2.2 - Materias Primas.....	281
10.4.2.3 - Suministros e Insumos.... ..	282
10.4.2.4 - Transporte de Materias Primas e Insumos... ..	284
10.4.2.5 - Suministro Eléctrico... ..	285
10.4.2.5 - Total Costos Variables.....	285
10.4.3 - Costos Totales... ..	286
10.5 - PUNTO DE EQUILIBRIO.....	287
10.6 - BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	290
10.6.1 - Precio de Venta... ..	290
10.6.2 – Valor de Desecho.... ..	291

10.6.3 – Flujo de Caja del Proyecto.....	292
10.6.4 –Criterios de Evaluación.....	293
10.6.4.1 - Valor Actual Neto (VAN).....	293
10.6.4.2 – Tasa Interna de Retorno (TIR).....	294
10.6.4.3 – Tasa Interna de Retorno (TIR) vs Valor Actual Neto (VAN).....	294
10.7 - CONCLUSION	296
CAPÍTULO 11 – ANÁLISIS DE RIESGO	298
11.1 - INTRODUCCIÓN.	298
11.2 -RIESGOS IDENTIFICADOS	298
11.2.1 -Aspectos tecnológicos	299
11.2.1.1 -Falta de materia prima, insumos y servicios	299
11.2.1.2 -Falla de máquina	299
11.2.1.3 -Falta de calidad de producto	300
11.2.2 – Aspectos económicos	300
11.2.2.1 – Aumento del precio de materias primas	301
11.2.2.2 – Ventas Bajas	301
11.2.2.3 – Disminución del precio de venta de la competencia	301
11.2.3 – Siniestros e imprevistos	302
11.2.3.1 - Incendios y explosiones	302
11.2.3.2 - Accidentes de Trabajo	303
11.2.4 – Matriz de Riesgo	304
11.2.5 – Observaciones	304
CAPÍTULO 12 – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	305
12.1 - INTRODUCCIÓN... ..	305
12.2 - SENSIBILIDAD AL PRECIO DE LAS MATERIAS PRIMAS	306
12.3 - SENSIBILIDAD A VARIACIONES EN EL VOLUMEN DE VENTAS... ..	306

12.4 - SENSIBILIDAD FRENTE A POSIBLES PERDIDAS DE PRODUCTO	307
12.5 - CONCLUSION	309
BIBLIOGRAFIA	310
ANEXOS	316

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES.

Tabla N°1.1: “Principales propiedades físicas del Polietileno de Alta Densidad”	24
Tabla N°1.2: “Principales propiedades químicas del Polietileno de Alta Densidad”	26

CAPÍTULO 2 – ESTUDIO DE MERCADO.

Tabla N°2.1: “Requisitos mínimos a cumplir por las Geomembranas HDPE” ..	32
Tabla N°2.2: “Distribución de la producción anual mundial”	34
Tabla N°2.3: “Empresas productoras y/o comercializadoras de Geomembranas de HDPE en Sudamérica”	41
Tabla N°2.4: “Consumo de Geomembranas de HDPE proyectado para los próximos años”	53
Tabla N°2.5: “Proyección de la demanda de Geomembranas de 1,5mm en m ² por año”	55

CAPÍTULO 3 – TAMAÑO.

Tabla N°3.1: “Proyección demanda Geomembranas de HDEP de 1,5mm en m ² por año”	67
Tabla N°3.2: “Alternativa de Producción N°1”	68
Tabla N°3.3: “Alternativa de Producción N°2”	69
Tabla N°3.4: “Alternativa de Producción N°3”	69
Tabla N°3.5: “Programa de Producción Propuesto a partir de la alternativa de producción elegida”	70

CAPÍTULO 4 – TECNOLOGÍA.

Tabla N°4.1: Importación de bienes de capital de la industria transformadora por rubro	98
Tabla N°4.2: Origen de importaciones de maquinaria y equipo para la industria transformadora.....	98
Tabla N°4.3: Ranking de cinco principales proveedores de maquinaria para extrusión	99
Tabla N°4.4: Modelo de máquina para extrusión	100
Tabla N°4.5: Especificaciones montacargas	102
Tabla N°4.6: ensayos requeridos en control de calidad de geomembrana HDPE	103
Tabla N°4.7: Especificaciones técnicas medidor de espesor modelo CHY-C2	104
Tabla N°4.8: Especificaciones densímetro Modelo DW1113H.....	105
Tabla N°4.9: Especificaciones técnicas modelo MTE-50	106
Tabla N°4.10: Especificaciones técnicas para modelo PARAM SLY-S1	107
Tabla N°4.11: Especificaciones técnicas para modelo DM-20 AC.....	108
Tabla N°4.12: Especificaciones técnicas para modelo ESCT-50.....	108
Tabla N°4.13: Especificaciones modelo CNC 50	110
Tabla N°4.14: Especificación equipos para determinar dispersión de negro de humo modelo DNC-10.....	111
Tabla N°4.15: Especificaciones técnicas modelo IM-0022	112
Tabla N°4.16: Especificaciones técnicas modelo DW1412.....	113
Tabla N°4.17: Especificaciones técnicas modelo DW-401A.	114
Tabla N°4.18: Especificación del equipo de extrusión	144

CAPÍTULO 5 – LOCALIZACIÓN.

Tabla N°5.1: Escala cromatográfica de consumo	147
Tabla N°5.2: ponderación por consumo	154
Tabla N°5.3: Ponderación total de consumo por provincia	154

Tabla Nº5.4: Valor de ponderación por importancia relativa	164
Tabla Nº5.5: provincias más involucradas (en porcentaje).....	164
Tabla Nº5.6: Tres principales provincias involucradas.....	165
Tabla Nº5.7: Ponderación otorgada a las provincias más representativas	165
Tabla Nº5.8: Provincias seleccionadas para la localización.....	166
Tabla Nº5.9: Ponderación para cada factor	167
Tabla Nº5.10: Determinación del parque industrial por valor ponderado. ...	168

CAPÍTULO 6 – INGENIERÍA DE DETALLE.

Tabla Nº 6.1: “Especificación de Cargos”	175
Tabla Nº6.2: “Programa de ventas para periodo 2018”	192
Tabla Nº6.3: “Programa de producción periodo 2018”.	193
Tabla Nº6.4: “Fórmula rollo geomembrana HDPE 1,5mm”	194
Tabla Nº6.5: “Listado de necesidades Geomembrana HDPE 1,5mm”	194
Tabla Nº6.6: “Programa de abastecimiento Resina Virgen de HDPE”	196
Tabla Nº6.7: “Programa de abastecimiento Masterbatch Predisperso”	197
Tabla Nº6.8: “Programa de abastecimiento Cinta Adhesiva”	198
Tabla Nº6.9: “Programa de abastecimiento Flejes y Hebillas”	198
Tabla Nº6.10: “Programa de abastecimiento Tubos de Cartón Espiralados”	199

CAPÍTULO 7 – ASPECTOS AMBIENTALES.

Tabla Nº7.1: Escala cromática de impacto ambiental.	220
Tabla Nº7.2: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Construcción.	221
Tabla Nº7.3: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Producción.	222
Tabla Nº 7.4: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Abandono.....	223

CAPÍTULO 8 – ASPECTOS JURÍDICOS.

Tabla N° 8.1: “Principales características y diferencias entre las S.A. y las S.R.L.”	231
Tabla N° 8.2: “Bases imposables máximas para el cálculo de los Aportes y Contribuciones”	241
Tabla N° 8.3: “Porcentajes de Aportes y Contribuciones”	242
Tabla N° 8.4: “Escala Salarial Mayo - junio 2017 / Mayo 2018”	247

CAPÍTULO 9 – ASPECTOS NORMATIVOS.

CAPÍTULO 10 – EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Tabla N° 10.1: “Valores de sensibilidad y peso relativo de los diferentes sectores de consumo”	261
Tabla N° 10.2: “Costo total de Constitución de la S.A.”	263
Tabla N° 10.3: “Costo total del Terreno.”	264
Tabla N° 10.4: “Costo total de Construcción Edilicia.”	264
Tabla N° 10.5: “Costo total Mobiliario.”	266
Tabla N° 10.6: “Costo total Línea de Producción y Equipos Complementarios.”	267
Tabla N° 10.7: “Costo total Transporte Línea de Producción.”	267
Tabla N° 10.8: “Costo vehículos propios de la Empresa.”	268
Tabla N° 10.9: “Costo Equipos de Laboratorio.”	269
Tabla N° 10.10: “Costo de Ensamble e Instalación.”	269
Tabla N° 10.11: “Costo de Capacitación y Puesta a Punto.”	270
Tabla N° 10.12: “Cronograma de Inversiones.”	272
Tabla N° 10.13: “Costos Anuales de Operación – Periodo de desfase.”	274
Tabla N° 10.14: “Déficit Acumulado Máximo.”	274
Tabla N° 10.15: “Remuneración Anual del Personal Permanente.”	276
Tabla N° 10.16: “Depreciación Anual.”	277
Tabla N° 10.17: “Costos Anual de Bienes y Servicios.”	278

Tabla N° 10.18: “Costos Anual de Servicios Tercerizados.”	278
Tabla N° 10.19: “Total Costos Fijos Anuales.”	279
Tabla N° 10.20: “Remuneración Anual para los 2 Of. de Mantenimiento.” ..	280
Tabla N° 10.21: “Remuneración Anual para los 2 Medios Of. de Mantenimiento.”	280
Tabla N° 10.22: “Remuneración Anual para los 2 Op. Especializados.”	280
Tabla N° 10.23: “Remuneración Anual para los 4 Operarios.”	281
Tabla N° 10.24: “Costo Anual de Resina Virgen de HDPE NG7000.”	282
Tabla N° 10.25: “Costo Anual de Masterbatch PlasBlack LL4752”	282
Tabla N° 10.26: “Costo Anual de Cinta Autoadhesiva”	283
Tabla N° 10.27: “Costo Anual de Bobinas de Flejes Plásticos”	283
Tabla N° 10.28: “Costo Anual de Hebillas de Sujeción”	283
Tabla N° 10.29: “Costo Anual de Tubos de Cartón”	284
Tabla N° 10.30: “Costo Anual Transporte Resina HDPE”.	284
Tabla N° 10.31: “Costo Anual Transporte de Masterbatch y Pallet Consolidado”	284
Tabla N° 10.32: “Costo Anual Transporte Tubos de Cartón”	285
Tabla N° 10.33: “Costo Anual Suministro Eléctrico”	285
Tabla N° 10.34: “Total Costos Variables Anuales”	286
Tabla N° 10.35: “Total Costos Anuales”	287
Tabla N° 10.36: “Datos para determinar el Punto de Equilibrio”	288
Tabla N° 10.37: “Precio de Venta”	290
Tabla N° 10.38: “Flujo de Caja del Proyecto”	292
Tabla N°10.39: “VAN vs Tasa de Descuento”	295

CAPÍTULO 11 – ANÁLISIS DE RIESGO.

Tabla N°11.1: Matriz de Riesgo	304
--------------------------------------	-----

CAPÍTULO 12 – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

Tabla N°12.1: “Porcentaje de caída de las ventas” 306

Tabla N°12.2: “Porcentaje Perdidas de Producto Terminado” 308

ÍNDICE DE FIGURAS.

CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES.

Fig. Nº1.1: “Principales campos de aplicación de Geosintéticos”	6
Fig. Nº1.2: “Laminas de Geomembranas de diferente composición”	8
Fig. Nº1.3: “Geomembrana de HDPE”	9
Fig. Nº1.4: “Geotextiles Tejidos”	12
Fig. Nº1.5: “Geotextiles No Tejidos”	13
Fig. Nº1.6: “Geomalla Uniaxial”	14
Fig. Nº1.7: “Geomalla Biaxial”	15
Fig. Nº1.8: “Geodrenes”	15
Fig. Nº1.9: “Geomantas Antierosivas”	16
Fig. Nº1.10: “Diferencias entre sistemas de impermeabilización tradicional y con Geomembranas”	17
Fig. Nº1.11: “Extrusión por película colada o dado plano”	21
Fig. Nº1.12: “Extrusión por película soplada o burbuja”	21
Fig. Nº1.13: “Perfiles de uso del HDPE”	26
Fig. Nº1.14: “Beneficios del Polietileno de Alta Densidad”	27

CAPÍTULO 2 – ESTUDIO DE MERCADO.

Fig. Nº2.1: “Países productores y/o comercializadores de geosintéticos asociados a IGS”	33
Fig. Nº2.2: “Consumo de geosintéticos en el mercado mundial”	36
Fig. Nº2.3: “Ventas de Geomembranas en el mercado de EE. UU en función de la resina componente en Mm^2 ”	38
Fig. Nº2.4: “Evolución del mercado del Polietileno de Alta Densidad en Argentina”.	50
Fig. Nº2.5: “Distribución del mercado y consumo de HDPE por aplicación”	50

Fig. N°2.6: “Origen de las importaciones de HDPE por parte de Argentina” ...	51
Fig. N°2.7: “Proyección de la demanda de Geomembranas en m ² por año” ...	54
Fig. N°2.8: “Proyección de la demanda de Geomembranas de 1,5 mm en m ² por año” .	55

CAPÍTULO 3 – TAMAÑO.

Fig. N° 3.1: “Rango de Tamaño e influencia de factores” .	59
Fig. N°3.2: “Reservas comprobadas de Gas Natural en Argentina. (Millones de m ³)”	60
Fig. N°3.3: “Reservas comprobadas de Gas Natural en Brasil. (Millones de m ³)”.	61
Fig. N°3.4: “Posibles Ampliaciones de Tamaño”	65
Fig. N°3.5: “Programa de Producción Propuesto a partir de la alternativa elegida”	70

CAPÍTULO 4 – TECNOLOGÍA.

Fig. N°4.1: Esquema de Producción por película soplada	75
Fig. N°4.2: Anillo de enfriamiento	76
Fig. N°4.3: Rodillos de tiro	77
Fig. N° 4.4: Cepillos antiestáticos	77
Fig. N°4.5: Guillotina	78
Fig. N°4.6: Espina de pescado	78
Fig. N° 4.7: Rodillos de enrollado	79
Fig. N° 4.8: Bobinadora de doble estación	79
Fig. N°4.9: Diagrama de esfuerzos en la burbuja	80
Fig. N° 4.10: Viscosidad a la tracción	85
Fig. N° 4.11: Perfiles de productos coextruidos	86
Fig. N° 4.12: Esquema de coextrusión por soplado	87
Fig. N° 4.13: Esquema de coextrusión por película colada	87
Fig. N° 4.14: Efectos de la cotextrusión en las propiedades finales	88

Fig. N° 4.15: (i).- Película o lámina de dos capas con diferentes grados de inestabilidad de flujo interfacial. (ii).- Dos vistas de una sección transversal de una lámina coextruida de tres capas (ABS-IIIPS-ABS).....	89
Fig. N° 4.16: Dado para coextrusion de película tubular con un solo manifol .	92
Fig. N° 4.17: Dado anular con manifules individuales para cada polímero	92
Fig. N° 4.18: Diseño de dado que incluye un número de manifules de distribución toroidal para el número requerido de capas	93
Fig. N° 4.19: Deficit comercial de maquinaria y equipos para la industria transformadora.....	97
Fig. N° 4.20: Equipo montacarga.....	101
Fig. N°4.21: Medidor de espesor modelo CHY-C2.....	103
Fig. N° 4.22: Densímetro Modelo DW1113H	104
Fig. N° 4.23: Máquina universal de ensayos modelo MTE-50	105
Fig. N° 4.24: Máquina para prueba de rasgado modelo PARAM SLY-S1.....	106
Fig. N° 4.25: Equipo para ensayo de punzonado modelo DM-20 AC	107
Fig. N° 4.26: Equipo para determinar resistencia al agrietamiento modelo ESCT-50.....	108
Fig. N° 4.27: Equipo para determinación de contenido de negro de humo modelo CNC 50	109
Fig. N° 4.28: Equipo para dispersión de negro de humo modelo DNC-10.....	110
Fig. N° 4.29: Equipo de determinación de tiempo de oxidación inducida modelo IM-0022	111
Fig. N°4.30: Equipo para envejecimiento UV modelo DW1412.....	112
Fig. N° 4.31: Horno para envejecimiento térmico modelo DW-401A	113
Fig. N° 4.32: Esquema representativo del proceso	114
Fig. N° 4.33: Extrusora	116
Fig. N° 4.34: Perfil de presiones y zonas dentro del usillo	117
Fig. N° 4.35: Algunas propiedades del HDPE	118
Fig. N° 4.36: Algunas propiedades del HDPE	119
Fig. N°4.37: perfil de tipos de tornillos de extrusión	120
Fig. N° 4.38: Sistema calefactor de extrusora.....	120

Fig. N° 4.39: Producción en función del tipo de canal de cilindro	122
Fig. N° 4.40: Corte de sección garganta de alimentación	123
Fig. N° 4.41: Diseños de tornillos adecuados según filete	125
Fig. N° 4.42: Longitud de fusión en función del ángulo del filete	126
Fig. N° 4.43: Análisis del movimiento del fluido dentro del cilindro	127
Fig. N° 4.44: Perfil transversal de temperatura en la extrusora	127
Fig. N° 4.45: Dimensiones supuestas del canal del tornillo.....	129
Fig. N° 4.46: Nomenclatura de las dimensiones del tornillo	129
Fig. N° 4.47: Velocidades del fluido a lo largo de la generatriz del tornillo ...	132
Fig. N° 4.48: Caída de presión en función de la velocidad de flujo	133
Fig. N° 4.49: Líneas operativas para diferentes condiciones de caudal	135
Fig. N° 4.50: Perfil de velocidades de material en la boquilla	136
Fig. N° 4.51: Caída de presión en función del flujo para diferentes geometrías de boquilla.....	137
Fig. N° 4.52: Determinación de puntos operativos de extrusión.....	137
Fig. N° 4.53: Balance de masa en extrusora	141
Fig. N° 4.54: Balance de energía en extrusora	142

CAPÍTULO 5 – LOCALIZACION.

Fig. N° 5.1: Mapa posibilidad de consumo; Mapa distribución de precipitaciones	148
Fig. N° 5.2: Distribución posible consumo; Balance hídrico (a)2005(b)2011..	149
Fig. N° 5.3: Distribución posible consumo; Provincias Mineras	150
Fig. N° 5.4: Distribución posible consumo; porcentaje de la provincia con relleno sanitario.....	151
Fig. N° 5.5: Distribución posible consumo; Cuencas productivas de petróleo	152
Fig. N°5.6: Superposición de áreas de mayor consumo de los sectores de mercado	153
Fig. N° 5.7: Posible localización según el consumo	155
Fig. N° 5.8: Parques Industriales en Argentina	158

Fig. N° 5.9: Provincias con disponibilidad de materia prima	160
Fig. N° 5.10: Entrada principal Parque Industrial Azul	169
Fig. N° 5.11: Calles limitantes del Parque Industrial Azul.....	170
Fig. N° 5.12: Rutas de acceso al Parque Industrial Azul	170
Fig. N° 5.13: Distribución de parcelas e imagen satelital Parque Industrial Azul	171
Fig. N° 5.14: Vista de Parcela N° 22 Parque Industrial Azul.....	171
Fig. N° 5.14: vista Satelital: Parcela N° 22.	171

CAPÍTULO 6 – INGENIERÍA DE DETALLE.

Fig. N°6.1: “Organigrama General”	174
Fig. N°6.2: “Gráfico Ventas/Productividad periodo 2018”	192
Fig. N°6.3: “Almacén de HDPE y Masterbatch a modo representativo”	203
Fig. N°6.4: “Almacenamiento de producto terminado”	204
Fig. N°6.5: “Manipulación de rollos con eslingas”	205
Fig. N°6.6: “Manipulación de rollos mediante lanza”	206
Fig. N°6.7: “Plano Depósito materia prima y producto terminado”	206
Fig. N°6.8: “Medidas del equipo”	207
Fig. N°6.9: “Plano Área de Planta”	210
Fig. N°6.10: “Plano Área Administrativa”	211
Fig. N°6.11: “Plano General”	212

CAPÍTULO 7 – ASPECTOS AMBIENTALES.

Fig. N° 7.1: Flora y fauna en Azul, Buenos Aires.	219
--	-----

CAPÍTULO 8 – ASPECTOS JURÍDICOS.

Fig. N° 8.1: “Isologotipo propuesto”	236
--	-----

CAPÍTULO 9 – ASPECTOS NORMATIVOS.

Fig. N° 9.1: “Modelo de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en Procesos”	252
Fig. N° 9.2: “Metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) de mejora continua”	253

CAPÍTULO 10 – EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Fig. N°10.1: “Distribución Porcentual Costos Fijos Anuales”	279
Fig. N°10.2: “Distribución Porcentual del Costo Anual de Materias Primas”	282
Fig. N°10.3: “Distribución Porcentual Costos Variables Anuales”	286
Fig. N°10.4: “Distribución Porcentual de Costos Totales”	287
Fig. N°10.5: “Punto de Equilibrio”	288
Fig. N° 10.6: “VAN vs Tasa de Descuento r”	295

CAPÍTULO 11 – ANÁLISIS DE RIESGO.

CAPÍTULO 12 – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

Fig. N° 10.1: “VAN vs Porcentaje de caída de las Ventas”	307
Fig. N° 10.2: “VAN vs Porcentaje de Perdidas”	308

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo contiene el análisis y la evaluación técnico económica de la fabricación de “Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad (en adelante HDPE)” a nivel industrial. El producto se comercializará en rollos de 480m² y espesor de 1500 µm. El estudio realizado alcanza el nivel de prefactibilidad.

El producto es un bien de consumo intermedio, utilizándose en un importante número de aplicaciones en obras de impermeabilización. El consumo nacional se encuentra cubierto en su mayor porcentaje por productos importados de países sudamericanos, siendo Chile, Colombia y Brasil los más representativos, mientras que en el ámbito local son pocas las empresas que desarrollan este tipo de producto, lideradas por IPESA S.A y Coverfilm S.A. La calidad del producto estará garantizada al trabajar bajo estándares establecidos en las normas GM 13, IRAM 78032 e IRAM 78028, siendo estos aspectos fundamentales para competir lealmente en el mercado y lograr la aceptación de los clientes.

Las ventajas técnicas, económicas y ambientales en la utilización de este producto han fomentado la sustitución de los tradicionales sistemas de impermeabilización como revestimientos de arcilla u hormigón.

El análisis de la disponibilidad, en el país, de la principal materia prima utilizada arroja que el suministro de la misma estaría garantizado a lo largo del periodo de evaluación del proyecto. La demanda de geomembranas de HDPE presenta un crecimiento sostenido, lo que otorgaría buenas perspectivas a su producción en forma local debido a la estabilidad y proyectada tendencia de crecimiento de los principales sectores de consumo.

La distribución a los clientes puede lograrse en forma directa o bien a través de distribuidores especializados. Además, se contempla la posibilidad de asociarse con empresas prestadoras del servicio de ejecución de obras de impermeabilización, para abarcar más nichos de mercado.

La selección de tecnología abarcó el análisis de las dos alternativas existentes para la obtención de geomembranas de HDPE a nivel industrial, planteándose en la evaluación factores tecnológicos y económicos de comparación, resultando claves: el costo de la inversión inicial, complejidad, flexibilidad en cuanto a la eficiencia para diferentes niveles de producción y los requerimientos de mano de obra. Resultó entonces seleccionado el proceso de “Burbuja Soplada mediante Coextrusión Tricapa”, de gran utilización mundial, altamente comprobado. Se identificaron potenciales proveedores de los equipos para lo cual se consideró como clave la experiencia en el mercado, servicio de instalación y post-venta.

Dentro del proceso de producción se verificó la capacidad de producción y la eficiencia de transferencia de calor de los equipos de extrusión, mediante los correspondientes balances de masa y energía.

La capacidad de producción de la planta se definió a partir del análisis de un tamaño mínimo posible, limitado por la tecnología aplicable. A los fines de la presente evaluación, no fueron consideradas restricciones de financiamiento. El valor obtenido de producción es de 4.440.000 m²/año aproximadamente, trabajando dos turnos diarios de 8hs cada uno.

En la determinación de la localización fueron críticos los factores de: cercanía a las empresas proveedoras de materia prima e insumos, debido al alto consumo de estas, y beneficios impositivos en el área seleccionada. El lugar propuesto para la planta es el parque industrial de Azul, provincia de Buenos Aires. No obstante, de la evaluación realizada se desprende como segunda opción el parque industrial Pilar, aunque el costo de adquisición y disponibilidad de terrenos en este resulta en un valor de inversión más elevado y mayores costos de transporte.

Desde el punto de vista organizacional de la empresa, la misma no necesitaría de una estructura compleja en cuanto al personal necesario para su gestión. Se recomienda trabajar bajo un sistema de gestión, certificado por normas nacionales e internacionales, como ISO 9001, OHSAS 18001, para estar a la altura de la competencia. El personal abocado al área de producción requerirá de una capacitación previa para la operación de la línea de producción, la cual se pactó, estará a cargo de los profesionales puestos a disposición por la empresa proveedora de la misma, responsables de instalarla y dejarla en funcionamiento.

Partiendo de un estudio de impacto ambiental se concluye que el proyecto no genera efluentes líquidos, sólidos o gaseosos que presenten un posible riesgo y sea necesario tratarlos. Los restos de material de puesta a punto y producción, denominados "scrap", pueden ser reciclados, vendidos y reutilizados en otras industrias, ya que el producto está confeccionado con materia prima 100% virgen, lo que genera un beneficio ambiental y un posible ingreso adicional.

La personería jurídica que más se adapta al tipo de emprendimiento es del tipo Sociedad Anónima, posibilitando la participación de inversores y el más fácil acceso a crédito y financiamiento. El convenio colectivo de trabajo que debe adoptarse para la contratación de mano de obra directa es el de la Unión Obreros y Empleados del Plástico de larga trayectoria en la industria.

A los fines de la evaluación económica, la inversión inicial y la ejecución del proyecto pueden estar influenciados por el tipo de cambio que se maneje en cada momento, ya que los costos de adquisición de la línea de producción y de la Resina de HDPE están dolarizados. Para los fines del cálculo económico se consideró el valor promedio que presento la moneda norteamericana en el mes de junio de 2017, el cual fue de \$16,73/U\$. Todos los costos están tomados libres de Impuesto al Valor Agregado (IVA).

La tasa de descuento calculada para el proyecto se obtuvo por el método Capital Asset Pricing Model, con las siguientes consideraciones: el coeficiente beta se estableció como la media ponderada de los coeficientes betas de los sectores donde las Geomembranas de HDPE tienen mayor participación, y al valor alcanzado se le adicionó una prima por riesgo país de 600 puntos básicos (6%), resultando $r = 0,17085$.

La inversión inicial estimada al momento cero del proyecto es de \$35.481.837, la cual contempla inversión en activos fijos e intangibles, mientras que la inversión en capital de trabajo, calculada mediante el método del periodo de desfase, es de \$44.540.667.

Los costos de operación totales anual promedio ascienden a \$ 182.454.976, abarcando los costos variables anuales el %95,21. Esto se debe a la gran incidencia que tiene el costo de adquisición de la Resina Virgen de HDPE para el nivel de producción elegido.

El horizonte de evaluación se consideró para diez años. El precio de venta se tomó a partir del valor del m² de geomembrana de HDPE de 1500 μ m en el mercado nacional, el cual es de u\$s 3,06/m², para poder determinar el valor del rollo de 480m² que se comercializara, el cual es de u\$s1468,8 /rollo. A los fines del cálculo del flujo de caja en pesos argentinos se tomo el valor de la cotización del dólar antes mencionado.

Los criterios de evaluación adoptados para el horizonte de evaluación del proyecto, arrojaron un VAN de \$46.071.828,70, mientras que la TIR fue de %30,1.

En el análisis de riesgo se contempló aquellos sucesos que pudieran llegar a tener mayor incidencia en el desarrollo del proyecto, siendo críticos; el desabastecimiento de materias primas, interrupción de la línea de producción por posibles fallas, y obtención de producto fuera de especificación.

El estudio de sensibilidad se hizo de manera mono variable, analizando como un indicador de salida como el VAN es afectado al alterar, o sensibilizar, un indicador de entrada. Para esto en una primera instancia se estudió cual sería el volumen mínimo de ventas requeridos para que el proyecto sea rentable, el cual arrojo que es necesario vender el %67,35 del total de rollos que es posible producir por año. Y en un segundo caso se evaluó un hipotético porcentaje de pérdidas del total de la producción, obteniéndose como límite de perdidas aceptables un %6,58 anual, valor dentro de los esperados para este tipo de industria.



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES.

1.1 - INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, gracias a la cada vez más difundida conciencia ambiental, existen nuevas tecnologías que ayudan a tener un mejor control sobre agentes contaminantes que puedan causar un gran daño sobre los ecosistemas.

Las geomembranas de polietileno de alta densidad (PEAD o HDPE por sus siglas en inglés) son en este sentido una de las mejores invenciones, pues, por el diseño y material con que se fabrican, permiten crear barreras para contener sustancias o materiales evitando que se presenten filtraciones, particularmente líquidos y vapores, que representen un riesgo medioambiental.

Estas geomembranas sintéticas están dentro del grupo de los materiales conocidos como GEOSINTETICOS, los mismos son materiales planos, fabricados a partir de materiales poliméricos, generalmente delgados, y laminares, que se utilizan para mejorar las propiedades ingenieriles de los suelos.

Su característica de ser flexibles, imputrescibles, de larga duración frente a la exposición solar, presentación en anchos importantes y soldabilidad de los paños han convertido a las Geomembranas en un insumo fundamental utilizado para impermeabilización en obras de ingeniería civil, sobre todo en el área de la geotecnia, lagunas de tratamiento de efluentes, cubiertas sanitarias, impermeabilización de canales y represas de almacenamiento de agua, aislamiento de piletas de tratamiento de efluentes industriales, cubiertas sanitarias, etc.

La impermeabilización de las obras de infraestructura en diferentes campos empleando estas geomembranas sintéticas es cada día más frecuente, ya que este sistema trae consigo **ventajas económicas, técnicas y ambientales**, estas últimas constituyéndose en un tema de vital importancia debido a la normativa

Sancandi, Danilo Italo – Soto, Juan José.

2017



**Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD**

que en los últimos años se ha creado para regular el uso y manejo de los recursos naturales, apuntando al desarrollo sustentable y al equilibrio ambiental.

El HDPE es el indicado para proyectos donde el requerimiento de permeabilidad sea bajo y la resistencia a los rayos UV y a productos químicos sea excepcionalmente alto.

En este documento se realiza una descripción de los principales usos de la geomembranas de HDPE, justificando su importancia de implementarlas en las grandes obras de infraestructura, prestando principal atención a su mercado tanto nacional como internacional con el fin de determinar la prefactibilidad de la instalación de una fábrica de Geomembranas de HDPE a través de un estudio técnico-económico que nos permite ver le rentabilidad del proyecto.

1.2 – JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

El estudio de prefactibilidad de la instalación de una fábrica de Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) parte de la necesidad de otorgar a los potenciales clientes un producto de fabricación nacional, que cumpla con los requerimientos legales a la hora de su utilización y así ampliar la oferta de este tipo de geosintéticos en el país. Sumado a esto, ver la factibilidad de sustituir la importación de este producto y pasar a formar parte del reducido grupo de empresas que ofrecen Geomembranas de HDPE de fabricación nacional.

La amplia cartera de aplicaciones del producto y la posibilidad de obtener todas las materias primas para su elaboración en el país, sin necesidad de su importación, hacen más interesante determinar la rentabilidad del proyecto y sumar un producto que tiene intervención directa en la preservación y/o manipulación de los recursos naturales y cuidado del medio ambiente, como así también incidencia en los costos y tiempos de ejecución de diferentes obras de infraestructura.

1.3 – OBJETIVOS.

1.3.1 – Objetivos generales:

- ❖ Realizar un estudio de pre-factibilidad técnica y económica de la instalación y puesta en marcha de una fábrica de producción de Geomembranas de HDPE mediante la técnica de extrusión y conformado por burbuja.



1.3.2 – Objetivos particulares:

- ❖ Identificar y justificar la necesidad del uso de las geomembranas de HDPE en función de la variedad de aplicaciones que poseen.
- ❖ Determinar la probable demanda futura de las geomembranas de HDPE en Argentina.
- ❖ Analizar la oferta de las materias primas en el país y en el exterior, de manera de determinar la viabilidad de obtenerlas en el mercado interno o acudir a su importación.
- ❖ Analizar y precisar la localización más conveniente para la instalación de la planta de producción.
- ❖ Seleccionar la tecnología más conveniente en función de la capacidad de producción, costos de adquisición y características del producto a obtener.
- ❖ Analizar costos de inversión, operación y fabricación de Geomembranas de HDPE.
- ❖ Determinar competitividad en el mercado interno con el fin de sustituir importaciones.
- ❖ Determinar un marco legal que permita tener un respaldo para la aplicación del proyecto.
- ❖ Contribuir a la concientización en la preservación del medio ambiente y mejora en el manejo de los recursos naturales.

1.4 – ANTECEDENTES.

Las geomembranas de polietileno tuvieron como punto de partida de su desarrollo, el objetivo de cumplir con las exigencias que presentan las necesidades de la **industria minera y petrolera** de todo el mundo.

En la industria minera el uso de productos químicos extremadamente agresivos, sollicitaciones mecánicas por encima de las habituales y la imposibilidad de realizar reparaciones de mantenimiento, exigían el desarrollo de productos aptos para afrontar estos difíciles desafíos.

Los revestimientos de geomembranas han sido utilizados en la industria minera aproximadamente desde de 1970, como respuesta a las necesidades de revestimiento en pozas de evaporación, presas de relaves y pozas de lixiviación en pilas. Las presas de relaves han sido históricamente revestidas de tierra en su mayoría, pero el uso de revestimientos de geomembrana ha aumentado en los



últimos años. Las pozas de evaporación y de lixiviación en pilas son las aplicaciones más grandes en las que se utiliza geomembranas en la minería.

El éxito de la geomembrana de polietileno de alta densidad resultó indiscutible, difundándose para las más diversas aplicaciones, algunas ya perfectamente consolidadas y otras desarrollándose día a día a partir de la aplicación del polietileno de alta densidad para solucionar problemas y atender nuevas necesidades. Así mismo el aumento de la concientización sobre los problemas de la contaminación y su impacto en el ecosistema generan una nueva serie de aplicaciones que encuentran en la geomembrana de polietileno de alta densidad una solución práctica y comparativamente muy económica

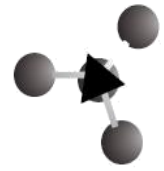
La minería Argentina, presente hoy en 10 provincias del país, es hoy en día muy discutida debido a 2 factores más que importantes como son el uso de grandes caudales de agua y la posible contaminación generada a partir de los productos químicos utilizados durante los procesos de lixiviación, celdas de evaporación y concentración de minerales, entre otros, es por ello que es de gran importancia considerar la aislación y posterior tratamiento de los mismos y mantener de manera constante la disponibilidad de agua para su utilización eficiente.

En esta industria ha sido un gran respiro para los inversores la utilización de geomembranas de HDPE, ya que, además de cumplir con los aspectos legales, le entrega una seguridad económica y ambiental en los sistemas de drenaje de lixiviados y disposición final.

1.5 – GEOSINTÉTICOS

Los Geosintéticos son materiales flexibles desarrollados para complementar y mejorar el desempeño de los materiales de construcción, facilitando la ejecución de los trabajos y reduciendo los costos de los proyectos. Su uso está más extendido hacia los suelos y materiales térreos. La palabra geosintético se compone del prefijo geo (tierra/suelo) y la palabra sintético que designa los productos fabricados por procedimientos industriales o por síntesis química. Se fabrican principalmente a partir de polímeros utilizados en la industria del plástico, aunque frecuentemente se utiliza también el caucho, la fibra de vidrio y otros materiales.

Generalmente son delgados y laminares y se utilizan en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de los suelos Los geosintéticos son productos desarrollados a partir de segmentos industriales (textiles, caucho, materiales plásticos, membranas bituminosas, polímeros y bentonita) para la transformación de polímeros básicos (polietileno, polipropileno, nylon,



poliamidas, fibra de vidrio entre otros polímeros altamente inertes a la degradación biológica y química) a su vez transformados para poder ser utilizados en el mejoramiento del comportamiento de los suelos.

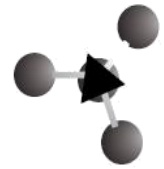
Según la norma ASTM D 443910: “Geosintético: es un producto fabricado a partir de materiales poliméricos, para ser usado con suelo, roca, tierra, o cualquier otro material geotécnico, como parte integral de un proyecto, estructura, o sistema construido por el hombre.”

La utilización de los Geosintéticos en las infraestructuras civiles se ha visto incrementada de una forma sostenida en los últimos años. Por ello han tomado cada vez más protagonismo en la construcción. Esta importancia no sólo se debe al aumento que este rubro representa en el presupuesto total de las obras, sino también a la importancia de las responsabilidades técnicas para las cuales son diseñados.

El uso de geosintéticos ha brindado a la ingeniería un amplio rango en el cual puede mejorar sus posibilidades de acción cuidando los recursos naturales y utilizando los materiales granulares de manera óptima. Esto constituye una mejora en el campo económico de la materia en la medida en que el gasto, relacionado con la producción, comercialización y uso de los geosintéticos, aumenta constantemente.

Comparar el porcentaje de proyectos de obras de infraestructura en el mundo en los cuales se encuentra el uso de geosintéticos es una labor verdaderamente compleja. En todos los países en donde se encuentra difundido su uso, una cantidad cercana al 90% de las obras emplea algún tipo de geosintético para mejorar las condiciones de obra; ya sea reduciendo costos, mejorando especificaciones técnicas o solucionando inconvenientes presentados por los materiales naturales. Es evidente que este porcentaje depende significativamente del tipo de proyectos construidos y el grado de penetración de la tecnología de los geosintéticos en la ingeniería local.

Dentro de las principales obras de infraestructura donde incide el uso de geosintéticos podemos encontrar los representados en la siguiente figura:



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD



Fig. N°1.1: "Principales campos de aplicación de Geosintéticos".
Fuente: www.agroredes.com.ar.

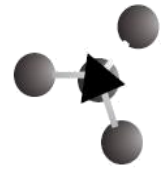
La utilización de Geosintéticos generalmente está relacionada con las siguientes ventajas que se obtienen de su aplicación:

- a) Simplificar constructivamente una obra
- b) Reducir sus plazos de ejecución
- c) Evitar diseños tradicionales más complejos
- d) Disminuir costos
- e) Emplear mano de obra no calificada
- f) Emplear materiales homogéneos de calidad
- g) Cumplir con exigencias legales y ambientales
- h) Restringir el uso de materiales naturales

1.5.1 – Clasificación:

Los Geosintéticos se pueden clasificar según múltiples criterios, aún no existe una diferenciación marcada en muchos lugares del mundo, ya que estos materiales pueden actuar solos o combinados, dependiendo de la función que se requiera. A continuación se presenta una clasificación simple para comprender la diversidad de geosintéticos existentes y la variedad de usos:

- GEOMEMBRANAS
- GEOTEXTILES
- GEOMALLAS
- GEODRENES
- GEOMANTAS



Por lo general, los geosintéticos complementan, conservan o mejoran el funcionamiento de los sistemas constructivos y, en algunos de los casos, hacen de completo sustitutivo de ciertos materiales y procesos de la construcción tradicional. A continuación describiremos cada elemento y las aplicaciones en que son usadas.

1.5.1.1 – Geomembranas.

Las geomembranas son productos bidimensionales de baja permeabilidad, compuesto predominantemente por materiales termoplásticos o elastómeros, utilizado para el control de flujo y separación cuyas medidas van desde los 0.5mm de espesor hasta los 3.5mm según las necesidades y el cálculo realizado para su aplicación.

Las barreras de flujo construidas con las geomembranas, en ingeniería civil, son utilizadas para diversas finalidades, como por ejemplo, impedir la migración de líquidos y vapores, contener agua y diferentes efluentes, y evitar la contaminación por almacenamiento de basura urbana y residuos industriales.

Mundialmente las geomembranas son producidas por dos principales tipos de polímeros: el polietileno (PE), que comprende la familia de los termoplásticos y actualmente representa más del 70% del mercado y el Cloruro de Polivinilo (PVC) que comprende la familia de los elastómeros. Existen aún algunas geomembranas producidas por otros polímeros, pero éstas mismas no representan más de un 5% del mercado.

Su característica de ser flexibles, imputrescibles, de larga duración frente a la exposición solar, presentación en anchos importantes y soldabilidad de los paños han convertido a las geomembranas en un insumo fundamental para la impermeabilización de canales de agua, construcción de represas de almacenamiento, aislamiento de piletas de tratamiento de efluentes de establecimientos agropecuarios, construcción de lagunas o embalses para piscicultura, etc.

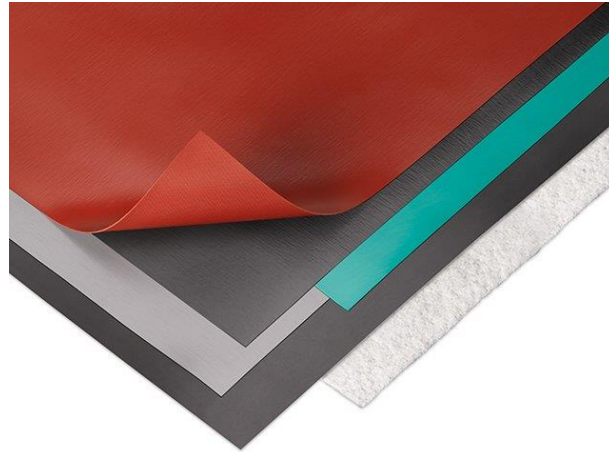


Fig. N°1.2°: “Laminas de Geomembranas de diferente composición”.
Fuente: www.coripa.com.ar

La función de las geomembranas es única: **la impermeabilización**. Aun cuando pueden proveer de otras funciones como separación, drenaje y hasta cierto punto refuerzo, éstas funciones normalmente están realizadas por otros geosintéticos que se instalan en conjunto con las geomembranas, por lo que podemos limitarlas a la impermeabilización o de manera más general a conformar una barrera para fluidos.

Es muy importante aclarar que las geomembranas no se aplican únicamente en presencia de líquidos, hablamos de fluidos porque son recomendables para generar barreras para líquidos y gases en general, permitiendo la recolección de los mismos y en muchos casos su tratamiento o incluso reúso de los mismos.

Los diferentes tipos de geomembranas que existen se pueden clasificar por su estructura (homogéneo o reforzado), su acabado (liso o texturizado) o por su componente principal. La última categoría es la más utilizada para distinguirlas pues, según su composición, son más o menos adecuadas para determinadas aplicaciones.

De esta manera encontramos geomembranas de polietileno (HDPE, LDPE, LLDPE), de cloruro de polivinilo (PVC) como se mencionó anteriormente, y en menor proporción en cuanto a utilización las de polipropileno (PP, Fpp, Fpp-R), geomembranas clorosulfonadas (CSPE-R), de terpolímero de etileno propileno dieno (EPDM, EPDM-R) que describiremos a continuación.

➤ **Geomembranas de polietileno.**

Se caracterizan por ser duraderas, de bajo costo y por tener una amplia resistencia química. De igual manera tienen una mayor cobertura por la

Sancandi, Danilo Italo – Soto, Juan José.

2017

dimensión de los rollos en que se fabrica y ofrecen un excelente control en la calidad de la instalación.

La más utilizada de esta categoría es la **geomembrana de polietileno de alta densidad, HDPE por sus siglas en inglés**. Ésta se fabrica con una resina de polietileno virgen, lo que la hace bastante flexible, contiene además de polietileno, negro de humo, estabilizadores de calor y antioxidantes, compuestos que le brindan una óptima resistencia química, excelente impermeabilidad y una gran resistencia al agrietamiento y a los rayos UV, alcanzando mayor durabilidad. La principal característica es su baja permeabilidad con valores de 10^{-11} a 10^{-12} cm/s.



Fig. Nº 1.3: "Geomembrana de HDPE".
Fuente: www.coripa.com.ar.

Sus propiedades se destacarán más adelante y a lo largo de todo el trabajo por lo que no es necesario de momento explayarnos demasiado.

➤ Geomembranas de PVC.

Este tipo de membranas se obtiene mediante la polimerización de cloruro de vinilo que se fabrica a partir de cloro y etileno. En su fórmula incluyen materiales plastificantes, antioxidantes, rellenos y resina de polímero en diferentes proporciones y según éstos, sus propiedades físicas, mecánicas, químicas y térmicas varían.

Las de PVC son geomembranas de bajo costo que en general son muy resistentes a la intemperie, ligeras y reciclables. La principal ventaja de su uso es que según las condiciones del lugar donde se instalarán, se pueden emplear fórmulas especiales para que cumplan con los parámetros requeridos. Además, si en su instalación se emplea el sellado por alta frecuencia, pueden crearse paneles de grandes dimensiones.



➤ **Geomembranas de HDPE vs Geomembranas de PVC.**

Estudios y experiencias prácticas demostraron que para las solicitaciones a que son sometidas, las geomembranas de HDPE se muestran totalmente inertes y capaces de ofrecer resistencia a los más distintos medios agresivos a que este geosintético es expuesto. Su principal característica es la resistencia física y química frente a otras geomembranas, donde es posible constatar que para geomembranas de un mismo espesor, las geomembranas producidas en polietileno son más fuertes en éstas dos propiedades citadas.

En comparación al PVC, las geomembranas de HDPE se distinguen por sus propiedades físicas y mecánicas: las geomembranas en PVC son más flexibles al mismo tiempo que ofrecen menor resistencia de lo ofrecido por las geomembranas de HDPE. El polietileno de alta densidad es un material menos flexible, comparado al PVC, lo que puede ocasionar una relativa dificultad en los procedimientos de instalación.

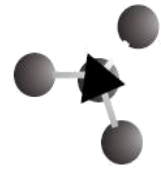
Las geomembranas de HDPE ofrecen un alto grado de resistencia a una gama mayor de productos químicos, aunque las de PVC son sometidas a tratamientos especiales para resistir agentes específicos (por ejemplo formulación oíl, para ser resistentes al contacto con hidrocarburos).

En revestimiento de túneles, si se llegara a sufrir algún accidente, las geomembranas de HDPE presentan la ventaja de no emitir gases tóxicos, diferentemente de las geomembranas de PVC.

Las geomembranas de PEAD se sueldan por termo soldadura, para lo que se requiere de un equipamiento y mano de obra especializada, mientras que las de PVC se pueden unir por soldadura química, utilizando un fundente de PVC, que no requiere personal con experiencia, ni herramientas especiales.

➤ **Geomembranas de polipropileno flexible (FPP).**

Se producen con etilo propileno y polipropileno semicristalino y no se emplean plastificantes en su fórmula. Son las geomembranas con menor densidad por lo que en paneles se puede desplegar más fácilmente, además su tasa de transmisión de agua es la más baja comparándola con otras geomembranas por lo que es una de las mejores opciones disponibles para impermeabilización.



Estas geomembranas son muy resistentes a la intemperie y a la exposición a los rayos UV, tienen una excelente estabilidad dimensional y permiten un gran control de calidad en su instalación.

➤ **Geomembranas de terpolímero de etileno propileno dieno (EPDM, EPDM-R).**

Son láminas de caucho vulcanizado que incluyen en su fórmula negro de humo, agentes de vulcanización y aceites, entre otros. Estructuralmente sus moléculas están reticuladas, lo que las hace elásticas y estables químicamente, de manera que soportan muy bien la deformación en comparación con otros tipos de geomembranas.

Las geomembranas EPDM, EPDM-R son resistentes a la intemperie, al ozono y a la radiación UV, se adaptan perfectamente a temperaturas extremas, son muy flexibles y se instalan rápida y fácilmente, gracias a que las juntas de los paneles tienen bandas autoadhesivas.

➤ **Geomembranas de polietileno clorosulfonadas (CSPE-R).**

Estas geomembranas son insensibles a los ataques degradantes, a los rayos UV y al oxígeno, son estables dimensionalmente, resistentes a la intemperie y a una amplia gama de químicos. Una particularidad de este tipo de membranas es que conservan su flexibilidad incluso en condiciones de temperaturas extremas bajo cero.

Cada una de las geomembranas que describimos, tienen sus aplicaciones particulares y lo mejor es consultar a un especialista con amplia experiencia en el campo para recibir asesoría en la elección de la geomembrana ideal para el proyecto en cuestión.

Como se mencionó, la principal aplicación de las geomembranas es en impermeabilización. Esta es la función de impedir el paso de un fluido a través del plano del geosintético, impermeabilizando la superficie sobre la que se coloque el mismo. El geosintético más utilizado aquí es la geomembrana (generalmente en combinación con un geotextil no tejido, para su protección) y se lo suele aplicar para impermeabilizar el fondo de rellenos sanitarios, de piletas y/o lagunas artificiales o de canales a cielo abierto.

1.5.1.2 – Geotextiles.

Los Geotextiles son, como su nombre lo indica, textiles permeables sintéticos, en su gran mayoría resistentes a la tracción, al punzado y con excelentes propiedades hidráulicas.

Existen dos tipos de geotextiles: no tejidos y tejidos, cada uno especialmente fabricado y con propiedades específicas que se ajustan a las diferentes aplicaciones dentro de cada proyecto.

Además, en cada tipo de geotextil existen diferentes modelos, con diferentes resistencias mecánicas y aptitudes hidráulicas, de manera de adaptarse a cada caso particular.

- **Geotextiles Tejidos**



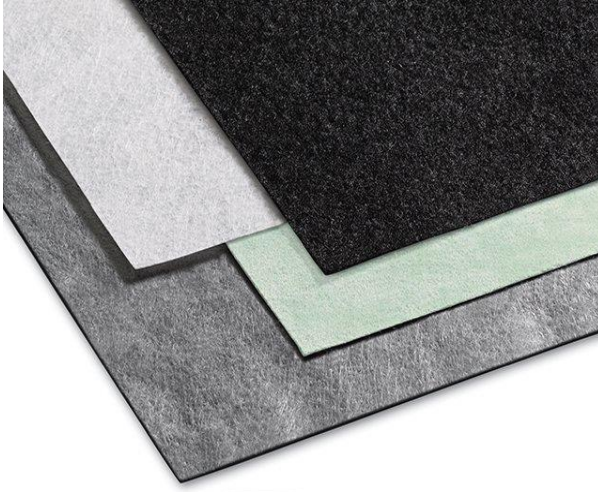
Fig. N°1.4: "Geotextiles Tejidos".

Fuente: www.coripa.com.ar

Son aquellos formados por cintas entrecruzadas en una máquina de tejer. Están conformados mediante cintas de polipropileno en sentido de urdimbre (sentido longitudinal) y de trama (sentido transversal), mediante la ejecución de un procedimiento textil, conocido también como "uno arriba y uno abajo", dando como resultado una estructura plana de alta resistencia y bajas deformaciones.

Sus principales aplicaciones son: conformación de estructuras en suelo reforzado, separación y estabilización de subrasantes en vías y cimentaciones.

➤ Geotextiles No Tejidos



Se forman a partir de un entrelazado de fibras o filamentos, de polipropileno o poliéster, mezclados aleatoriamente en un arreglo al azar, conformando una capa textil con altas propiedades de filtración y drenaje.

Sus principales aplicaciones son: separación de materiales, sistemas de drenaje y filtración, protección (principalmente de geomembranas) y repavimentación.

Fig. Nº 1.5: "Geotextiles No Tejidos".
Fuente: "www.coripa.com.ar".

1.5.1.3 – Geomallas.

Las geomallas consisten en geosintéticos de estructura abierta (que permite al suelo pasar a través de su plano); conformados por tiras o costillas de material termoplástico unidas en un punto llamado nodo. Por su aplicación o modo de uso en los proyectos de ingeniería se pueden dividir en Uniaxiales, o unidireccionales, y Biaxiales o Bidireccionales. La diferencia básica entre ambas es que las geomallas Uniaxiales generan la mayor resistencia en la dirección longitudinal y una menor en la perpendicular, mientras que las geomallas Biaxiales tienen resistencias equilibradas en ambos sentidos.

En general, las geomallas trabajan provocando una trabazón de las partículas de los suelos colocados por encima, evitando su desplazamiento en el plano horizontal, y consecuentemente aumentando y mejorando su confinamiento y resistencia.

➤ **Geomallas Uniaxiales.**



Fig. N°1.6: "Geomalla Uniaxial".
Fuente: www.coripa.com.ar

Las geomallas Uniaxiales son estructuras bi-dimensionales producidas en polietileno de alta densidad (HDPE, High Density Polyethylene), utilizando un proceso de extrusión, seguido de un estiramiento mono-direccional.

Este proceso único permite una estructura monolítica con una distribución uniforme de largas aberturas elípticas, obteniendo gran

fuerza y módulo de tensión en la dirección longitudinal. La estructura de estas geomallas provee un sistema de trabazón óptimo con el suelo.

Este tipo de geomallas son completamente inertes a las condiciones químicas y biológicas que se presentan normalmente en el suelo; poseen gran resistencia a los esfuerzos de tensión, soportando hasta 160 Kn/m. Esto, en combinación con la capacidad del suelo de absorber los esfuerzos de compresión, da como resultado el concepto de estructura de suelo reforzado, similar al concepto del hormigón y acero de refuerzo.

Los principales campos de aplicación de este tipo de geomallas son:

- Refuerzo de muros y taludes para vías.
- Refuerzo de muros para obtener mayor área plana en edificaciones.
- Refuerzo de terraplenes.
- Estribos, muros y aletas de puentes.

➤ Geomallas Biaxiales



Fig. N°1.7: "Geomalla biaxial"
Fuente: www.coripa.com.ar

Las Geomallas Biaxiales son estructuras bidimensionales fabricadas de polipropileno, químicamente inertes y con características uniformes y homogéneas, producidas mediante un proceso de extrusión y luego estiradas longitudinal y transversalmente. Este proceso único produce una estructura de una sola pieza con distribución uniforme de espacios rectangulares, de alta resistencia a la tensión en ambas direcciones y un alto módulo de elasticidad.

La Geomalla Biaxial provee la trabazón de los agregados que se inserten en los espacios rectangulares, impidiendo su desplazamiento lateral y aumentando su resistencia. En función de esto, sus principales aplicaciones son:

- Estabilización de suelos blandos (por ejemplo, subrasantes de caminos, fundaciones)
- Refuerzo de capas granulares de un camino.

1.5.1.4 – Geodrenes.



Fig. N°1.8: "Geodrenes".
Fuente: www.coripa.com.ar

El Geodren está formado por una malla termoplástica tridimensional cubierta a uno o ambos lados con geotextil no tejido, y permite captar, conducir y evacuar los fluidos de una manera rápida y eficiente, evitando los problemas que suele causar el exceso de agua en las obras civiles.

El geotextil cumple la función de filtración, reteniendo las partículas del suelo y permitiendo el paso de los fluidos y la malla termoplástica, por su parte, es el medio drenante encargado de transportar el agua que pasa a través del filtro.

En cualquier caso, la aplicación de geodrenes otorga mayor rapidez y eficiencia a las obras, a la vez que las hace más económicas, para diversas aplicaciones.

1.5.1.5 – Geomantas.



Fig. N°1.9: “Geomantas Antierosivas”
Fuente: www.coripa.com.ar

Las geomantas son mantos conformadas por fibras naturales o sintéticas que se utilizan para control de erosión en taludes, canales y/o costas.

La manera en la que estos materiales actúan es brindando protección al suelo, evitando que éste sea removido de su lugar por efectos erosivos y al mismo tiempo promoviendo el desarrollo de la vegetación (que es un controlador natural de la erosión).

Existen geomantas temporales y geomantas permanentes. En el primer caso, la geomanta protege el suelo hasta que se establezca la vegetación, y luego el material se biodegrada naturalmente. En el segundo caso, la geomanta queda protegiendo en forma permanente y se utiliza cuando la vegetación es insuficiente para controlar por sí sola la erosión.

Existen diferentes modelos y tipos de geomantas y la elección de la más adecuada dependerá de diferentes factores como: Clima, Precipitación, Geometría del talud (longitud, pendiente), Tipo de suelo (Caracterización Geotécnica, Contenido químico, biológico, acidez del suelo).

1.6 – FUNDAMENTOS TEORICOS DE LAS GEOMEMBRANAS DE HDPE.

La impermeabilización de las obras de infraestructura en diferentes campos de aplicación con el empleo de geomembranas sintéticas, cada día es más frecuente, debido a que este sistema trae consigo ventajas económicas, técnicas y ambientales. Esto nos lleva, entre otras cosas, a elegir como tema de proyecto el

estudio de prefactibilidad de fabricación de geomembranas de polietileno de alta densidad.

Estas últimas se constituyen en un tema de vital importancia debido a la normativa que en los últimos años se ha creado para regular el uso y manejo de los recursos naturales. En particular el uso de las geomembranas de HDPE en este punto, por lo que a continuación se justifica, son las de mayor relevancia y por ello, uso.

En efecto, actualmente las geomembranas reemplazan a los sistemas tradicionales de impermeabilización, como revestimientos de arcilla u hormigón.

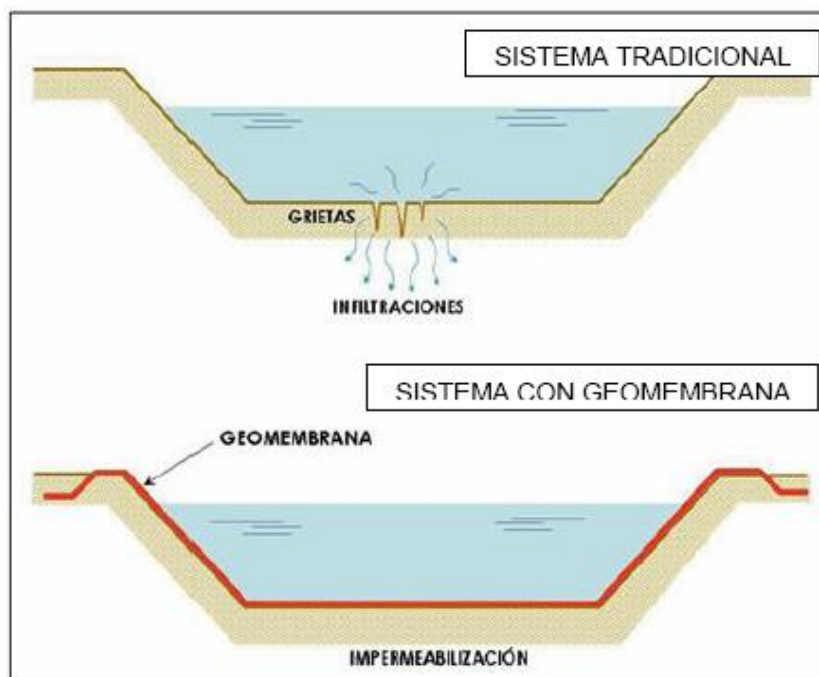


Fig. N°1.10: "Diferencias entre sistemas de impermeabilización tradicional y con Geomembranas".

Fuente: "Manual de Diseño con Geosintéticos – PAVCO".

1.6.1 - Composición:

-Resina virgen de polietileno (97-98%) con una densidad mayor o igual a 0,945 g/cm³ según norma ASTM D- 1505.

-Negro de Humo (2-2,5%) según norma ASTM D- 1603.

-Antioxidantes y estabilizantes térmicos.



-No contienen aditivos que puedan migrar o producir fragilidad con el paso del tiempo.

1.6.2 – Características y Ventajas.

- ✓ Seguridad de la retención de agua.
- ✓ Facilidad de limpieza y desinfección.
- ✓ Protección contra la erosión.
- ✓ Reducción de los costos de bombeo.
- ✓ Control consecuente del volumen de los depósitos.
- ✓ Control del nivel de oxígeno disuelto.
- ✓ Superficie lisa o texturada.
- ✓ Instalación rápida
- ✓ Costos bajos de instalación y mantenimiento.
- ✓ Durabilidad y facilidad de reparación.
- ✓ Alta resistencia química, ya que el polietileno es posiblemente el polímero con mayor resistencia química al ataque de ácidos, álcalis, disolventes orgánicos e inorgánicos.
- ✓ Alta resistencia mecánica en un amplio rango de temperatura.
- ✓ Durabilidad, numerosos estudios demuestran que la vida útil de la geomembrana PEAD está muy por encima de los 30 años, incluso expuesta a la intemperie.
- ✓ Posibilidad de verificar la estanqueidad de las soldaduras.
- ✓ La utilización de grandes anchos de lámina reducen el número de soldaduras en obra.
- ✓ Flexibilidad y polivalencia en un extenso rango de aplicaciones.
- ✓ Muy baja permeabilidad a fluidos.
- ✓ Fabricación bajo el proceso de Coextrusión.
- ✓ Facilidad de unión (soldabilidad, pegado, etc.)



- ✓ Alta adaptabilidad al terreno.
- ✓ Bajo costo del producto y de su instalación.

1.6.3 - Aplicaciones.

Dentro de las aplicaciones más comunes en la utilización de este tipo de geomembranas podemos citar:

❖ Manejo de Desechos Urbanos

- Rellenos sanitarios, en bases y cubiertas.
- Áreas de almacenamiento para suelos contaminados.
- Áreas de tratamiento de residuos sólidos.

❖ Industria Petrolera y Gasífera

- Depósitos de contención secundaria.
- Protección de diques.
- Impermeabilización de tanques, reservorios y diques.
- Impermeabilización de depósitos de lodos.

❖ Operaciones Mineras

- Pilas de lixiviación.
- Diques de residuos mineros.
- Depósitos de salmueras.

❖ Sector Acuífero

- Piscicultura.
- Depósitos de agua potable.
- Canales y cunetas de irrigación de agua.
- Depósitos de contención y recuperación de agua.
- Fosas de oxidación impermeabilización de la base y cubiertas flotantes.

❖ Arquitectura Paisajística y Recreativa

- Piscinas para proyectos paisajísticos.



- Estanques y lagos artificiales.

❖ **Construcción Civil**

- Canales o cunetas.
- Impermeabilización de Túneles.
- Muros de Contención y áreas sujetas a infiltración.

Considerando las aplicaciones y ventajas en el uso de geomembranas, vemos que el mercado argentino, a priori, se presenta muy favorable, ya que en nuestro país se desarrollan todos estos tipos de obras de infraestructura y desde un punto de vista económico, el uso de este tipo de geosintético disminuye los costos y tiempos de obra.

1.6.4 – Procesos de Obtención.

Las geomembranas de HDPE, como se explicó, son láminas impermeables de polietileno de alta densidad, estas láminas y películas termoplásticas se producen principalmente por el proceso de extrusión. Existen a nivel industrial dos métodos:

- 1. Extrusión por película Colada.**
- 2. Extrusión por película Soplada.**

La diferencia existente entre película soplada y película colada, es principalmente la forma de conformación de la película ya que ambos procesos son iguales hasta la salida del polietileno de la extrusora, que es la encargada de plastificar las materias primas plásticas dejándolas en el punto justo para ser conformadas.

Dependiendo de los materiales, las configuraciones de los mismos, la cantidad de material que deben entregar, etc. se deberán utilizar extrusoras adecuadas para tales fines. La diferencia entre ambos métodos comienza con el cabezal a la salida de la extrusora, para la película colada es un cabezal tipo dado plano y la de película soplada es un cabezal circular con ingreso de aire generando una burbuja de plástico, por ello también es llamado película por burbuja.

1.6.4.1 - Extrusión por película Colada o dado plano:

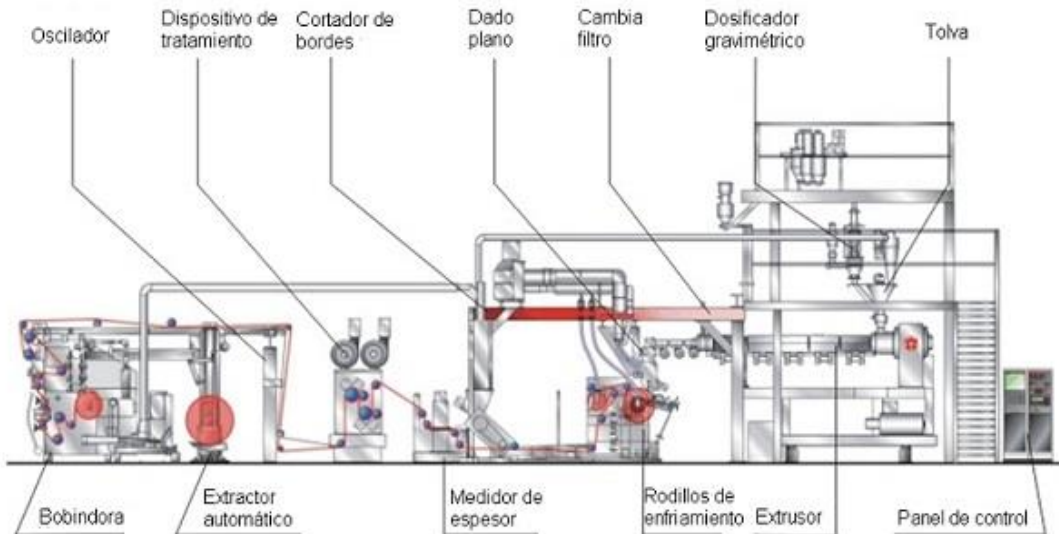


Fig. N°1.11: "Extrusión por película colada o dado plano".
Fuente: Tecnología de los Plásticos.

1.6.4.2 - Extrusión por película soplada o burbuja:

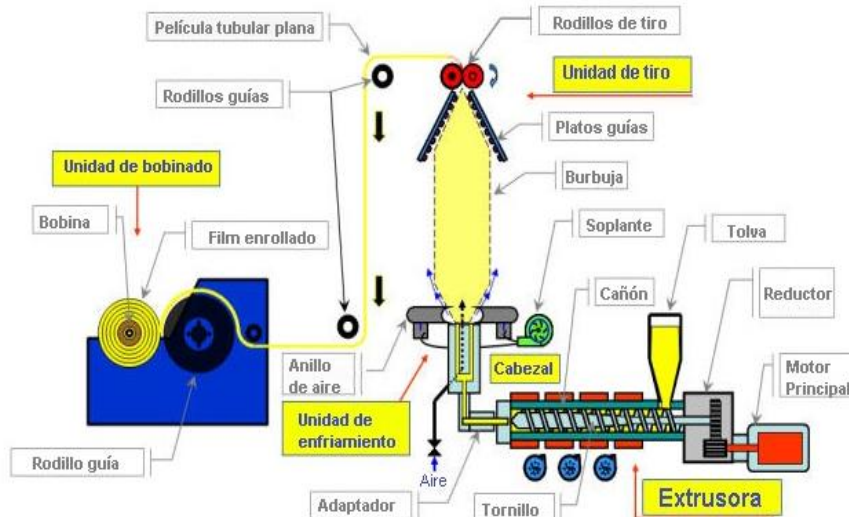


Fig. N°1.12: "Extrusión por película soplada o burbuja".
Fuente: Tecnología de los Plásticos.

Algunas diferencias entre película colada y película soplada son observadas, entre ellas: los filmes de termoplásticos cristalinos obtenidos por extrusión colada son



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

más transparentes que los filmes obtenidos por soplado, debido a la mayor velocidad de enfriamiento que limita el desarrollo de la cristalinidad. Sin embargo, al no producirse el estirado biaxial característico de la extrusión por soplado, su tenacidad resulta inferior.

- Coextrusión:

Para ambos métodos es aplicable la co-extrusión. En la co-extrusión dos o más corrientes de plásticos fundidos convergen y se unen a la entrada de una misma boquilla, se desplazan luego como flujos adyacentes por el interior del dado emergiendo finalmente para enfriarse y solidificar, conformando así el producto co-extruido de dos o más capas.

Las ventajas de la co-extrusión radican en la obtención de películas con mayor flexibilidad, reducción de costos de formulación, reducción de espesores, incremento de propiedades mecánicas e incremento del efecto barrera.

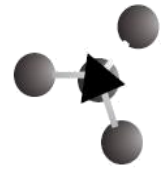
- Multicapa:

En el caso de co-extrusión de películas con multicapa pueden retener sus propiedades “barrera” incluso después de maltrato severo. Por ejemplo, una película con varias capas de HDPE puede retener sus propiedades de barrera aun después de un determinado tiempo de uso; sin embargo, una película de igual espesor, pero de una sola capa de HDPE, sí muestra una catastrófica pérdida de sus propiedades de barrera después de el mismo tiempo de uso.

Esta es solo una presentación inicial de las dos tecnologías mediante las cuales se pueden obtener las geomembranas de polietileno de alta densidad. Sin embargo, por justificaciones que se detallan en el capítulo correspondiente a la selección de tecnología, el método de obtención o tecnología utilizada en el proyectos para obtener las Geomembranas de HDPE será el de extrusión por película soplada.

1.7 - POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.

Sin duda las principales características que poseen las geomembranas de polietileno de alta densidad, objeto de estudio y análisis de este proyecto sobre la prefactibilidad de ser fabricadas, son otorgadas por su componente principal, la resina de HDPE, la cual constituye el 98% de la composición de las mismas. Por lo cual es importante resaltar algunas de sus principales cualidades como polímero, sin profundizar, o hacer un estudio muy extenso del mismo en este capítulo, sino hacer una mera presentación.



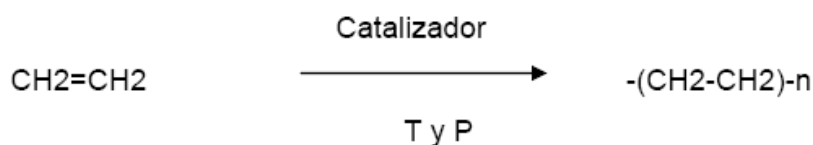
Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

El polietileno es la poliolefina más sencilla. Su macromolécula es lineal, por tanto al no contener en su cadena carbonos terciarios, su oxidación es bastante difícil. No obstante, en ocasiones esa cadena puede tener algún carbono terciario, procedente de procesos secundarios de polimerización (homopolímero) o por el material llevar incorporado otro monómero, casos del n-hexeno, n-octeno o n-buteno (copolímero).

Esto explica, que casi siempre se incorpore al proceso de fabricación una pequeña cantidad de antioxidantes, entre otros aditivos, para evitar la degradación ya sea durante el periodo de fabricación o ya sea una vez instalada la geomembrana en obra. Como poliolefina presenta en sus cadenas, exclusivamente, enlaces “tipo sigma”, es decir uniones muy fuertes entre los átomos que las constituyen, por lo que la durabilidad de las mismas es elevada. Esa gran resistencia desde el punto de vista químico, como consecuencia de su estructura de parafina, se debe a que no puede formar parte de reacciones heterolíticas y solamente, en casos extremos, podría reaccionar hemolíticamente, vía radicales libres.

1.7.1 - Formas de obtención del Polietileno de alta densidad.

El Polietileno es un polímero sintético termoplástico que se obtiene por la polimerización del etileno, compuesto elaborado a partir de etano, un componente del gas natural. Los diversos tipos de Polietilenos que se encuentran en el mercado son el resultado de las diferentes condiciones de operación, llevadas a cabo en la reacción de polimerización.

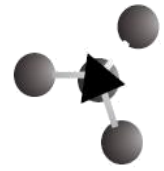


En esta como en cualquier reacción química intervienen las variables de reacción como son la Temperatura (T), presión (P) y tipo de catalizador.

Existen dos métodos para la obtención de Polietileno de Alta Densidad, en los cuales se requieren de presiones y temperaturas bajas.

- **Suspensión.**

La polimerización se efectúa por la mezcla de etileno e hidrocarburos disolventes en un catalizador de lecho fijo, para después separar el polímero del hidrocarburo



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

disolvente. Las condiciones de la reacción son, 100 a 170°C de temperatura y de 5 a 15 kg/cm² de presión. El Polietileno obtenido se caracteriza por una estructura lineal y gran densidad. Este proceso fue patentado por la compañía Phillips Co.

- **Fase gaseosa.**

La polimerización en fase gaseosa comienza con la alimentación directa del etileno, que debe ser de alta pureza (aproximadamente del 99,8%), y el catalizador en polvo (cromo modificado con sílice). Ambos se alimentan continuamente y el Polietileno es desalojado intermitentemente del reactor, a través de una cámara con sello para gases.

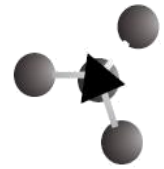
1.7.2 - Propiedades generales del Polietileno de Alta densidad.

Dentro de las características técnicas del Polietileno de Alta Densidad tenemos que es semicristalino (70-80%), incoloro, inodoro, no toxico, lácteo y se puede encontrar en todas las tonalidades transparentes y opacas; a continuación se indican algunas de sus propiedades:

- **Propiedades físicas:**

El polietileno de alta densidad tiene una densidad como se observa en la tabla siguiente de 0.941 – 0.965 g/cm³; presenta un alto grado de cristalinidad, siendo así un material opaco y de aspectos ceroso: la transmitancia de este plástico es de cero a cuarenta por ciento, dependiendo del espesor.

Propiedades	Unidades	Valor
Densidad	g/cm ³	0.941 – 0.965
Absorción de Agua	mg a 96 h	<0.5
Contracción	%	1.5 – 3
Resistencia a la tensión al Cede	N/mm ²	18 – 35
Elongación Punto de Ruptura	%	1000
Resistencia al impacto Ranurado ¹		
A 20 C	KJ/m	No rompe –6
A –20 C	KJ/m	>5
Temperatura de Defección		
1.86 N/mm ²	C°	50
0.45 N/mm ²	C°	75
Resistencia Dieléctrica	KV/cm	>600



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Tabla N°1.1: "Principales propiedades físicas del Polietileno de Alta Densidad".
Fuente: Tecnología de los Plásticos.

- **Propiedades químicas:**

La resistencia química de los polímeros a los reactivos inorgánicos tales como ácidos y álcalis es muy elevada. Sin embargo son vulnerables por algunos disolventes orgánicos, sobre todo si tienen similitud química con las unidades estructurales que lo forman. El ataque supone ablandamiento, hinchamiento, llegando a su disolución final. Los polímeros cristalinos presentan mayor resistencia a estos compuestos que los materiales amorfos de la misma composición química, como consecuencia de empaquetamiento entre cadenas que dificulta la penetración del disolvente u otros reactivos.

La estructura no-polar del Polietileno de alta densidad permite que mantenga alta resistencia al ataque de agente químicos. En general, esta resistencia mejora con el aumento de la densidad y el peso molecular.

La forma de medir este comportamiento es considerando ciertos cambios en las muestras al contacto con la sustancia en prueba; estos cambios son hinchamiento, pérdida de peso o de elongación a la ruptura.

Este plástico soporta muy bien a ácidos fuertes (no oxidantes) y bases fuertes. En niveles superiores a 60°C, el material resiste muchos solventes, excepto hidrocarburos aromáticos y halogenados, aceites, grasas y ceras que inducen hinchamiento, mismo que es menor con los solventes alifáticos.

El polietileno de alta densidad es parcial o totalmente soluble en ciertos casos extremos, por ejemplo en benceno o xileno a punto de ebullición. Los halógenos y las sustancias altamente oxidantes atacan a este plástico, por ejemplo ácidos inorgánicos concentrados como ácido nítrico, sulfúrico, perclórico, etc.

El cambio en las cualidades de ese plástico debido a los compuestos referidos y en general, a cualquier sustancia depende de varios factores: concentración, tiempo de exposición, peso molecular, tensiones residuales de la transformación o inducidas mecánicamente, principalmente.

Las principales propiedades químicas del Polietileno de Alta Densidad se describen en la tabla siguiente:



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Reactivo	Resistencia
Ácidos – concentrados	Buena
Ácidos – diluidos	Buena
Álcalis	Buena
Alcoholes	Buena
Cetonas	Buena
Grasas y Aceites	Aceptable
Halógenos	Mala
Hidrocarburos Aromáticos	Aceptable-Buena

Tabla N°1.2: “Principales propiedades químicas del Polietileno de Alta Densidad”.
Fuente: Tecnología de los Plásticos.

1.7.3 - Perfiles de uso:

Las aplicaciones del polietileno de alta densidad son muy variadas, ya que debido a sus propiedades fisicoquímicas, fácil procesamiento y costo bajo lo hacen el termoplástico más usado en nuestra sociedad.

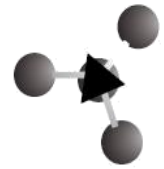


Fig. N°1.13: “Perfiles de uso del HDPE”
Fuente: www.quiminet.com

El polietileno de alta densidad es muy usado por su menor permeabilidad, absorbe muy poca humedad, presenta alta densidad que le una alta resistencia

Sancandi, Danilo Italo – Soto, Juan José.

2017



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

al ataque de agentes químicos, entre ellos ácidos, álcalis, cetonas, alcoholes, etc. Es muy tenaz, muestra alta resistencia a los impactos aun a bajas temperaturas, pues es capaz de absorber parte de la energía proveniente de los impactos mediante deformaciones; además de ser un excelente aislante térmico

Debido a sus múltiples aplicaciones y beneficios, la demanda de los productos finales del polietileno de alta densidad se da prácticamente en todos los sectores.



Fig. N°1.14: "Beneficios del Polietileno de Alta Densidad".

Fuente: Elaboración Propia.

En el último año se registró en Argentina un consumo aparente de 267.196 toneladas de HDPE, determinando tal consumo a través de los datos de importación, producción y exportación de dicha resina, otorgados por el Instituto Petroquímico Argentino (IPA), ubicando como mayor productor nacional a PBB Poli sur S.A., con una planta perteneciente a Dow Chemical.



Dicho consumo se divide en los siguientes campos de aplicación:

- Film (31%)
- Soplado (37%)
- Inyección (12%)
- Tubería (16%)
- Varios (4%)

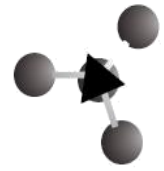
Mediante estos datos podemos ver, a priori, que la materia prima básica de este proyecto de producción no sería un limitante del mismo. Cabe aclarar que esto se analiza y justifica en capítulos posteriores cuando se hace un estudio de costos para ver la rentabilidad de adquirirla en el mercado nacional.

1.8 – CONCLUSIÓN.

En este primer capítulo hemos querido reflejar los alcances que va a tener el proyecto plantando los objetivos del mismo, y a su vez interiorizarnos en lo que son los *geosintéticos*, rama de productos a los cuales pertenecen las Geomembranas de HDPE, los tipos que existen y las principales aplicaciones de los mismos. Además demostrar las variables tecnológicas que viene a sustituir a los tradicionales métodos de construcción en las grandes obras de infraestructura y como se complementan unos con otros.

Una vez expresadas las características particulares de las Geomembranas de HDPE, y su principal propiedad que es la de *impermeabilizar superficies*, nos interiorizamos en la composición de las mismas, áreas de aplicación y métodos de obtención, que se desarrollaran en el capítulo de tecnología para seleccionar la más conveniente.

Por ultimo resaltamos las características de su materia prima principal, el polietileno de alta densidad, el cual es producido en grandes cantidades en Argentina, por lo que a priori su disponibilidad no sería un limitante para que el proyecto se pueda ejecutar.



CAPÍTULO 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, distribuidor 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.

Como se aclaró en el capítulo anterior, las Geomembranas de HDPE pertenecen a un grupo amplio de productos como son los Geosintéticos, por lo que se estudia en primera instancia el mercado de estos para luego determinar el de nuestro producto.

Las geomembranas, debido a su propiedad de alta resistencia química conferidas por el HDPE, sumado a su principal característica de barrera de impermeabilización, tienen amplio uso en un gran número de obras de infraestructura que requieren de esta característica como las mencionadas en el capítulo 1, resaltando algunos sectores de mayor importancia a nivel nacional en términos de consumo de m², como son:

- **Minería:** se utiliza como revestimiento de suelo para impermeabilización de pilas de lixiviación, diques de residuos mineros, depósito de salmueras, entre otros.
- **Disposición de residuos sólidos urbanos y pasivos ambientales:** rellenos sanitarios, en bases y cubiertas, áreas de almacenamiento para suelos



contaminado y áreas de tratamiento de residuos sólidos y pasivos ambientales

- **Gestión del agua:** impermeabilización de piletas para riego agrícola.
- **Industria petrolera y gasífera:** Impermeabilización de piletas de recolección de los lodos de perforación, tanques, reservorios y diques, protección de diques y depósitos de contención secundaria.

Estos sectores vendrían a ser a priori los potenciales clientes a los cuales se apunta a captar con el producto desarrollado.

2.2 CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO.

En primer lugar se establecerá el tipo de producto, razón de nuestro análisis, el cual se denomina **“Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad”** cuyas principales *características técnicas* se detallan a continuación:

- **Materia prima:**

- Resina virgen de polietileno (97-98%) con una densidad mayor o igual a 0,945 g/cm³ según norma ASTM D- 1505.

- Negro de Humo (2-2,5%) según norma ASTM D- 1603.

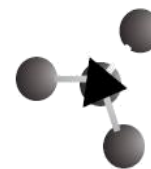
- Antioxidantes y estabilizantes térmicos.

- No contienen aditivos que puedan migrar o producir fragilidad con el paso del tiempo.

Comercialmente se puede obtener el Masterbach predisperso que contiene el negro de humo junto a los antioxidantes y estabilizantes térmicos en las proporciones necesarias para la fabricación de Geomembranas de HDPE.

Esto se analizara para poder definir si se trabajara con proveedores individuales para cada componente, o si conviene comprar directamente el Masterbach predisperso.

- **Presentación comercial:** en forma de rollos de diferentes medidas (ancho, largo y espesor) según pedido y necesidades de aplicación.
- **Contextura:** lisa en ambas caras.
- **SOLDADURA ENTRE PAÑOS:** La unión de las láminas se obtiene por



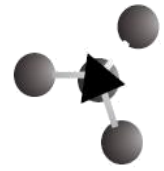
Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

soldadura por aire caliente, con cuña caliente o por extrusión.

- **VERIFICACIÓN SOLDADURAS:** Las soldaduras deberán ser controlados bajo las norma E.P.A. 530/SW-91/051.
- **Vida Útil:** no inferior a 30 años.
- **Color:** negro
- **Obtención:** por proceso de burbuja, bajo co-extrusión tricapa.

Requisitos mínimos a cumplir por las Geomembranas:

CARACTERÍSTICA / PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR				NORMA
		I	II	III	IV	
Material	----	Polietileno de alta densidad (PEAD)				----
Espesor nominal	mm	0,8	1,0	1,5	2,0	ASTM D 5199
Densidad mínima	g/cm ³	0,940				ASTM D 1505
Contenido mínimo de Negro de Humo	%	2				ASTM D 1603
Resistencia mínima a la rotura	N/mm ²	30				ASTM D 638
Elongación mínima a la rotura	%	650				ASTM D 638
Resistencia mínima a la fluencia	N/mm ²	15				ASTM D 638
Elongación mínima a la fluencia	%	7				ASTM D 638
Resistencia mínima al desgarre	N	100	125	180	240	ASTM D 1004



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Resistencia mínima al punzado	N	250	300	450	600	ASTM D 4833
-------------------------------	---	-----	-----	-----	-----	-------------

Tabla N°2.1: "Requisitos mínimos a cumplir por las Geomembranas HDPE".
Fuente: "Manual de Diseño con Geosintéticos".

El espesor mínimo exigido es de 1,5 mm (tipo III) para la mayoría de las aplicaciones de impermeabilización donde se estará en contacto con productos químicos como es el caso de la industria minera o hidrocarburífera; o en contacto con residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios.

(*Según lo dispone la Ley 24.051 de Residuos Peligrosos en su Decreto Reglamentario 831/93 sobre régimen de desechos peligrosos), donde parte del cual se expresa en el ANEXO I.

Las geomembranas de HDPE puntualmente se las considera:

- Según su *funcionalidad*, como *bienes de consumo durables* debido a que se dedican directamente a satisfacer una determinada necesidad y permiten un uso prolongado en el tiempo debido a que tienen un ciclo de vida bastante largo, y normalmente sufren desperfectos y desgaste después de varios años de uso.
- Según su transformación como *bienes intermedios*, ya que una vez producidas, post conformación, se utilizan como material para obra.
- Según su *facilidad de acceso* como *bien privado o individual*.
- Según su *exportabilidad* hablamos de un producto *mueble o trasladable*, es decir que se puede comercializar o hacer intercambios en el entorno nacional e internacional.

Si se desea caracterizar el producto según su comportamiento frente al aumento en el ingreso del consumidor del sector privado (minería, petróleo y gestión del agua para riego), se trata de un *bien normal*, es decir que su consumo aumenta al incrementarse la renta del sector. Visto de otro modo, podemos decir que la elasticidad demanda/renta es positiva.



2.3-MERCADO GLOBAL.

El mercado mundial de geosintéticos se encuentra mayormente representado por América del Norte, Asia-Pacífico y Europa. De hecho, estos sectores representan los tres pilares del mercado, ya que fueron los pioneros, sobre todo Estados Unidos, en dedicarse a la investigación y desarrollo de geosintéticos.

Según informes de la *International Geosynthetics Society (IGS)*, creada en el año 1978, en los años 60 se da comienzo al uso de geosintéticos en obras de ingeniería en EE.UU y Holanda.

En la actualidad se encuentran asociados prácticamente la gran mayoría de los países del mundo que producen y/o comercializan geosintéticos a través de empresas que se desarrollan en ámbitos nacionales y multinacionales. Los cuales los podemos ubicar a través del siguiente mapa:

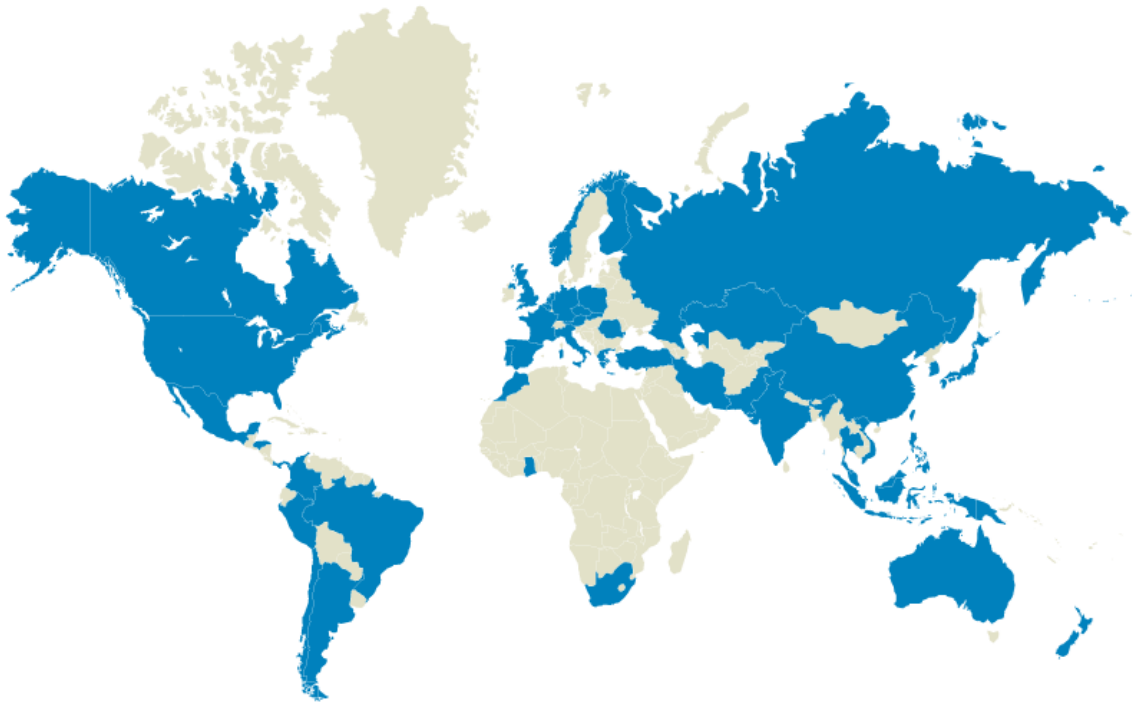
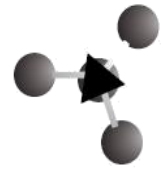


Fig. 2.1: "Países productores y/o comercializadores de geosintéticos asociados a IGS"
Fuente: *International Geosynthetics Society (IGS)* (www.geosyntheticssociety.org)

La distribución geográfica de producción anual es la siguiente:



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Region	Produccion Anual (en millones de m ²)
Norteamerica	> 1600
Europa	> 1000
Asia-Pacífico	> 2000

Tabla N°2.2: "Distribución de la producción anual mundial".
Fuente: IGS (International Geosynthetics Society).

Las 3 regiones analizadas tienen muchos años de especialización sobre los geosintéticos y he aquí que su desarrollo y optimización les permite marcar tendencia y manejar el precio del mercado global de los mismos.

El mercado de geosintéticos está muy fragmentado. Aunque parten de algunas materias primas en común, habría que tratar tantos mercados como nichos: Geotextiles (tejidos o no), Geomallas, Geomembranas, Georedes, Geoceldas, Geoespumas, etc. Su ámbito de aplicación es diverso: ingeniería civil, construcción, infraestructura de transporte ferroviario y por carretera, tratamiento de residuos, gestión hídrica, consolidación de terrenos y drenaje, minería y energía.

En la actualidad, la minería ha superado a la industria de gestión de residuos como el mayor usuario de geosintéticos. Por ejemplo, las minas de cobre y oro, sobre todo de América Latina y Sudáfrica, usan grandes cantidades de geomembranas para contener las montañas de mineral. En los EE. UU., la explosión de la fracturación hidráulica ha impulsado, entre otros, el uso de geosintéticos para contener los fluidos producidos por la fracturación y el retrolavado en los sitios de perforación.

Según datos otorgados por el informe "Global Geosynthetics Market Analysis & Trends – Industry Forecast to 2025" se estima que el mercado global de geosintéticos moverá 15.403,7 millones de dólares en 2019 (13.632 millones de euros) hasta alcanzar aproximadamente los \$25.900 millones de dólares para el 2025, lo que supone una tasa de crecimiento anual compuesto (TCAC, con la que se amortigua la volatilidad de algunos períodos) del 10,99% entre 2015 y 2025.

Para el subsector de geomembranas, que se utilizan en la gestión de fluidos y vapores, se calcula una TCAC del 12,16%.

Si bien ha habido una desaceleración inversora en los países avanzados, la demanda de geosintéticos crecerá gracias a la actividad de los países emergentes en proyectos de desarrollo, como es el caso, entre otros, de América del Sur y Centro América.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Los proyectos previstos de desarrollo de infraestructuras y la preocupación por preservar el medio ambiente dentro de una economía sostenible fomentan la utilización de nuevos productos en construcción, transporte, ingeniería o gestión de recursos.

En concreto, la cuenca Asia-Pacífico contribuirá un 38% en la generación de esa demanda los próximos cinco años. Otro estudio calcula en un 75% la participación sólo de China en la demanda de esa región en 2017.

El crecimiento adicional será impulsado por una mayor penetración en el mercado, estimulado por la creciente preocupación por la protección del medio ambiente y una mayor conciencia de las ventajas de rendimiento de estos productos en una variedad de aplicaciones, ya que el uso de estos productos es idóneo contra el desecho de residuos contaminantes, emisiones atmosféricas o erosión geológica, además de reducir los costos de mantenimiento de las infraestructuras.

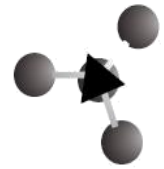
Las preocupaciones sobre la lixiviación de materiales peligrosos en el suelo y las aguas subterráneas en los vertederos, minería y petróleo y gas, así como el interés en limitar la erosión y reduce el mantenimiento vial, también promoverán geosintéticos utilizan en todo el mundo.

EE.UU. es el mayor mercado de geosintéticos a nivel global, lo que represento más de una quinta parte de la demanda en todo el mundo en 2014. La enormidad del mercado de Estados Unidos refleja el inmenso tamaño y la naturaleza avanzada de la economía del país. Además de tener un gran sector de la construcción y una extensa infraestructura de transporte, los EE.UU. tiene relativamente estrictas normas de control ambiental en relación con los problemas de contención, todas las cuales seguirán proporcionando oportunidades significativas para los geosintéticos.

Una de las sombras que flotan en la industria es la evolución del precio de los hidrocarburos, ya que algunas de las materias primas en la fabricación de geosintéticos son derivadas del petróleo.

De forma general podemos considerar que dentro del mercado global de geosintéticos, los tres productos principales en este grupo han sido en el último año:

- GEOTEXTILES: más de 4.000 millones de m². Principalmente para Infraestructuras de transporte (rutas)
- BARRERAS GEOSINTÉTICAS: 750 millones de m². Principalmente utilizadas en almacenamiento de agua y tratamiento de residuos sólidos y líquidos (Vertederos).



- GEOMALLAS, GEOCOMPUESTOS: Utilizadas para refuerzo de suelos y muros.

De forma más detallada se establece el porcentaje de ventas abarcado por cada tipo de geosintético:

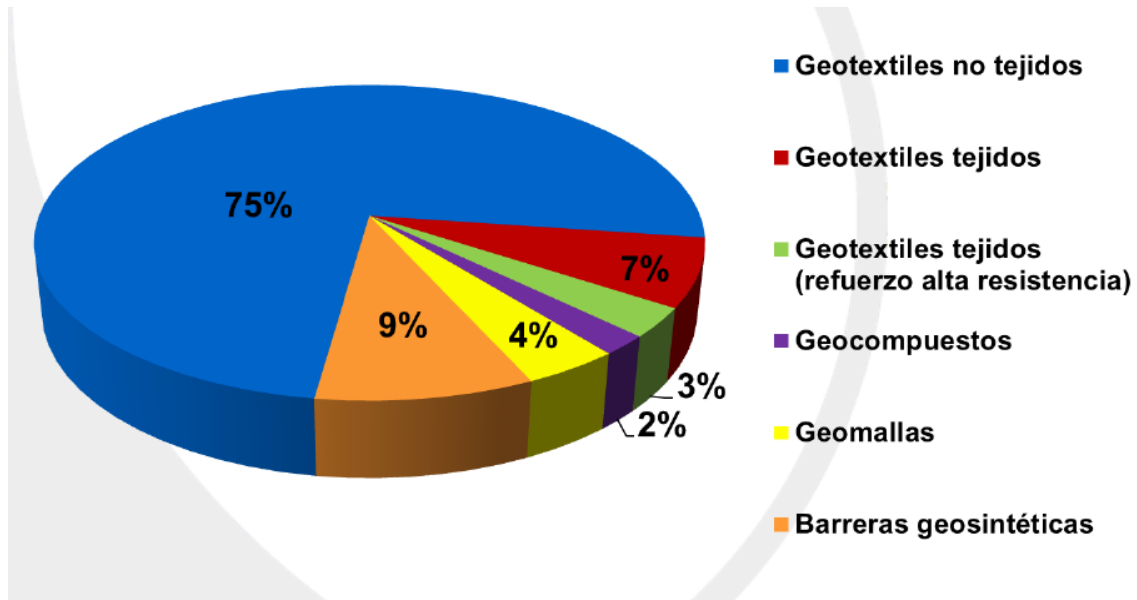


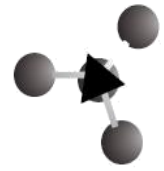
Fig. N°2.2: "Consumo de geosintéticos en el mercado mundial".
Fuente: IGS (International Geosynthetics Society)

En un primer análisis, podemos determinar que las geomembranas (representadas en el grafico como barreras geosintéticas) representan el segundo grupo más importante de geosintéticos en ventas detrás de los geotextiles, sin embargo, en volúmenes de dinero son las geomembranas las que ocupan el primer lugar.

A partir de esto vemos importante resaltar la proyección del mercado de estos dos productos en especial.

2.3.1 - Mercado de geotextiles

Así todo, a través de algunos informes hemos podido determinar que el mercado global de **geotextiles** fue valorado en 3,2 billones de dólares en 2012 y se espera que alcancen los 6,4 billones de dólares en 2019, con una tasa de crecimiento anual de 10,3% de 2013 a 2019. En términos de volumen, la demanda de geotextiles fue de 190 millones de metros cuadrados en 2012 y se espera que alcance los 3398,4 millones de metros cuadrados en el 2019, con una tasa de crecimiento por año del 8,6% desde 2013 a 2019.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Se espera una creciente demanda en la construcción de rutas, especialmente en los países BRIC (Brasil, Rusia, India y China). También se espera que el enfoque especial en el uso de geotextiles en las actividades en infraestructura junto con el apoyo regulatorio favorable van a tener un impacto positivo en la demanda global. Sin embargo, se deberá afrontar el posible costo fluctuante de las materias primas comúnmente utilizadas, tales como polipropileno y poliéster, lo que supondrá un efecto adverso en el mercado durante este periodo.

Además, también se ha hecho evidente la falta de normas definidas en el conjunto de los países como un desafío clave para los participantes del mercado.

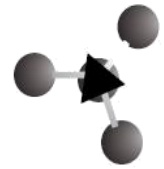
Entre los tipos de producto, los geotextiles no tejidos fueron el segmento de mayor consumo, represento más del 60% de la demanda global en 2012. Sin embargo para los geotextiles tejidos se esperan que muestren un crecimiento sustancial durante los próximos años. La construcción de rutas fue el mayor segmento de aplicación para geotextiles y fue valorado en 1502,8 millones de dólares en 2012.

2.3.2 - Mercado de Geomembranas

Dentro del mercado de los geosintéticos, el de las **Geomembranas** representa uno de los de mayor crecimiento en los últimos 20 años en todo el mundo, presentándose como una de las grandes soluciones de la ingeniería en la actualidad. Dadas sus excepcionales características las geomembranas de HDPE se han posicionado como líder absoluto ocupando el 40% del mercado de América del Norte. (*Según Koerner, M. Robert – Design with geosynthetics*).

Aunque siempre hay nuevas resinas que se están desarrollando en el mercado de las geomembranas, el mercado estadounidense actualmente está dividido entre el HDPE, LLDPE, FPP, PVC, CSPE-R, EPDM-R, y otros, tales como etileno interpolímero de aleación (EIA-R), y se pueden resumir de la siguiente manera: (M m² refiere a millones de metros cuadrados.)

- **Polietileno de alta densidad (HDPE): 120 M m²**
- Polietileno lineal de baja densidad (LLDPE): 75 M de m²
- Cloruro de polivinilo (PVC): 75 M de m²
- Polipropileno flexible (FPP): 30 M de m²
- Polietileno clorosulfonado (CSPE): 6 M de m²



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

- Terpolímero de etileno propileno dieno (EPDM): 9 M m²

Lo cual podemos traducir en forma más representativa a través del siguiente gráfico:

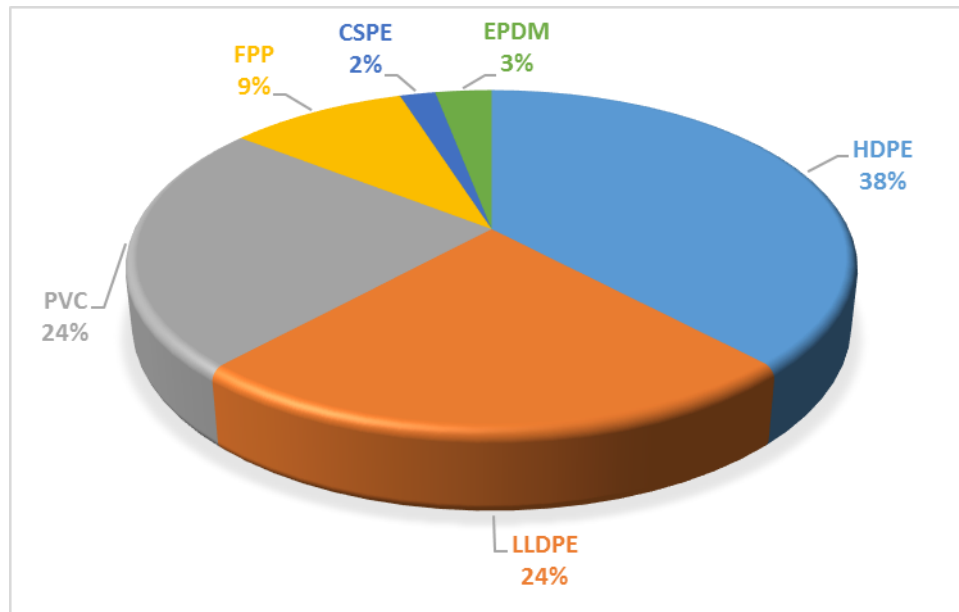


Fig. N°2.3: "Ventas de Geomembranas en el mercado de EE.U en función de la resina componente en M m²".

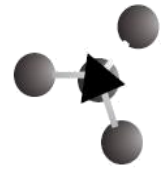
Fuente: Global Geosynthetics Market Analysis & Trends – Industry Forecast to 2025.

Las proyecciones para el futuro uso de geomembranas y ventas dependen en gran medida de la aplicación y la ubicación geográfica.

Revestimientos y cubiertas de rellenos sanitarios en América del Norte y Europa, probablemente verán un crecimiento moderado (~ 5%), mientras que en otras partes el crecimiento mundial podría ser dramático (10-15%). Se espera que el estricto marco regulatorio para la gestión de los residuos y el agua impulse el mercado.

Tal vez los mayores incrementos se verán en la contención de las cenizas de carbón y la minería de lixiviación en pilas para la captura de metales preciosos. Otras aplicaciones dependen de la educación de los usuarios potenciales y la comercialización, pero en el agregado debe ser muy fuerte en el futuro.

Los analistas pronostican que el mercado global de Geomembranas crezca a una tasa anual de 12,16 por ciento durante el período 2014-2025 al realizar una proyección en función de los ingresos por ventas de geomembranas.



Los principales grupos o empresas líderes en producción, comercialización y, en algunos casos, instalación de geosintéticos a nivel mundial son:

- Low & Bonar PLC
- AVINTIV Inc.
- Officine Maccaferri SpA
- NAUE GmbH & Co. KG
- Agru America, Inc.
- Propex Operating Company
- TenCate Geosintéticos
- GSE Environmental, Inc.
- Corporación Tenax ,
- Tensar International Corporation.

2.4 MERCADO SUDAMERICANO.

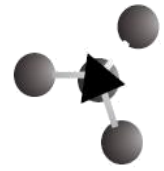
El uso de geosintéticos en Sudamérica ha tenido en los últimos años un gran incremento respondiendo a una necesidad que cada vez se hace más crítica en los proyectos de ingeniería, la cual consiste en la **“ejecución de obras civiles con una alta calidad técnica, buscando un equilibrio económico y disminuyendo el impacto ambiental”** con productos o sistemas que promuevan la protección del medio ambiente.

Las características generales de la composición industrial y productiva de las economías de Latinoamérica son, la extracción de recursos naturales, mayoritariamente las industrias mineras y petrolíferas, manufactura y agrícola.

La minería es uno de los motores de la actividad económica de los países de esta región, sobre todo de Chile y Perú, y por ende de las más demandantes de materiales geosintéticos, sobre todo de geomembranas de HDPE, utilizadas en piletas de lixiviación de minerales.

La lixiviación es una actividad común en la industria minera e involucra riesgos medio ambientales. Por ello, el sector minero apuesta más por instalar barreras impermeables y sistemas de drenaje a base de geosintéticos.

El 80% de las mineras que realizan lixiviación utilizan geosintéticos, porque es un material económico, eficaz y durable y tienen mayor sostenibilidad con el medio ambiente.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Cabe anotar que los geosintéticos de mayor demanda son las geomembranas para la impermeabilización, los geodrenes para el drenaje, las tuberías para la conducción de líquidos y las geomantas para el control de la erosión.

Las Geomembranas se utilizan mundialmente en minería para distintas aplicaciones inherentes a su explotación. Piletones de concentrados, piletas de evaporación, cierre de diques, relleno de materiales sólidos, canales, etc. También para asegurar la contención y canalización de líquidos y minerales asegurando la preservación económica y del medio ambiente.

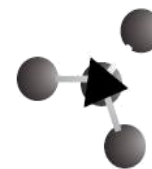
Su empleo en la construcción de cubiertas flotantes y biodigestores constituye una de las tecnologías de impermeabilización más avanzadas del mundo. Permite estacionar materiales que generan gases u olores, productos industriales y residuos peligrosos preservando la contaminación biológica transformándose en barreras activas de contención y confinamiento evitando la contaminación del subsuelo.

El sector minero es el principal tractor de la economía chilena, representando el 10% de su PIB y empleo y el 55% de sus exportaciones, siendo el mayor productor mundial de cobre, y el país con mayor reservas del planeta (21%), seguido por Perú (13%). En consecuencia, Chile ofrece un gran abanico de oportunidades para las empresas proveedoras del sector minero, contando con una importante cartera de proyectos.

De más está decir que Chile es un potencial consumidor de estas Geomembranas de HDPE en la región, pero sobre todo un principal competidor dentro del mercado proveedor de geosintéticos.

Es difícil establecer la demanda que han tenido los geosintéticos a lo largo de estos años en cada uno de estos países y sobre todo la probable demanda a futuro, debido a que el uso de estos productos esta principalmente determinada por las políticas de obra pública de cada país, como así también la actividad del sector privado. Lo que sí se puede resaltar es que nuestra región ha ido ganando terreno como destino de capitales inversores, ya que posee buena disponibilidad de recursos naturales y materias primas, estructuras gubernamentales con relativa estabilidad.

Se puede tomar como referencia los datos aportados por el informe *“Global Geosynthetics Market Analysis & Trends – Industry Forecast to 2025”* donde se estima una tasa de crecimiento para esta región del 12,16%, y de esta manera tener una referencia sobre cómo se prevé se comportara el mercado de este geosintético en los próximos 10 años.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Por medio de buscadores de proveedores online (Quiminet.com) se hallaron las siguientes empresas productoras y exportadoras de geosintéticos al mercado sudamericano. Se deben tener en cuenta debido a que son posibles competidores.

CHILE 	BOLIVIA 	PERU 	COLOMBIA 	BRASIL
Politex	Emride SRL	Serviplast del Peru SAC	PAVCO S.A.	MACCAFERRI do BRASIL
SIGA Ingenieria Aplicada	MACAFERRI	Cidelsa	LaFayette	TDM BRASIL
GSE Lining Technology Chile S.A.	Plavinil S.R.L.	PQA del Perú	Niver	InovaGeo
Italclay Cl.	SIDEPLAST Impermeabilizantes	SIGSA PERU- Geomembranas y Geosinteticos.	Compañía de Empaques de Medellin	Recolast Ambiental
Geo-Hidraulica	PRENOTEX	BREYCA S.A.C	Sinteticos Filmtex	Grupo Nortène
Insta-Geo	PREAGUAS S.R.L.	Geosynthetics PERÙ	Proquinal	NTC Brasil
POLITRANS Waterproofing System	HARDEMAN Importaciones	Andex del Norte	Geomembranas SAS- Grupo Geosoluciones de Ingenieria	ACE Geosynthetics
GEOPLAST CHILE Ingenieria	GERIMEX BOLIVIA	MACCAFERRI	MACCAFERRI	MEXICHEM American Inc.
VORWERK	IPESA-SACI	Politex	Alfa Co S.A.S	BIDIM ò ORIGINAL Brasil
EMARESA Construcción	Gerimex S.R.L.	Geo Sur PERU SAC	Electromanfer Soluciones Ambientales	Geosinteticos S.A.S.
Membrantec S.A.	MARIENCO Geosinteticos	Innovacion Geosinteticos	Aliatubos	Geopolimeros S.A.S.
LYMFLEX	Via Color S.R.L.	RIEGOMAX S.A.C.	INGEOTANQUES COL	
Norte Tecnica CHILE LTDA.	EMSUMAP	DECORGEO SRL	GEOMATRIX Soluciones de Alta Tenacidad	
Agro Tek- Soluciones Agricolas		LIX-SYSTEMS	GRUPO MEXICHEN	
MACCAFERRI			GeoTrac - Geomembranas y Geotextiles.	

Tabla N°2.3: "Empresas productoras y/o comercializadoras de Geomembranas de HDPE en Sudamérica".

Fuente: Quiminet.com

Muchas de estas empresas exportan sus productos y llegan al mercado de países como Argentina mediante empresas que ofrecen y comercializan sus marcas y productos como es el caso de PAVCO S.A (Colombia), Maccaferri (Brasil) o Polytex (Chile).



2.5 - MERCADO NACIONAL

A continuación se analizarán en el horizonte de evaluación, los *mercados* que están involucrados en el proyecto a evaluar a nivel regional, los cuales son: producto en cuestión, mercado distribuidor o intermedio, complementarios, sustitutos, competencia e insumos.

2.5.1 - Mercado del producto. Demanda.

El análisis de la demanda constituye uno de los aspectos centrales del estudio de proyectos por la incidencia de ella en los resultados del negocio que se implementara con la aceptación del proyecto.

El estudio de esta tiene por objeto demostrar y cuantificar la existencia, en ubicaciones geográficas definidas, de individuos o entidades organizadas que son consumidores actuales o potenciales del bien o servicio que se planea ofrecer.

La implementación de geosintéticos en las obras de infraestructura en reemplazo de los acostumbrados materiales de construcción es relativamente nuevo en Argentina, como lo son las Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad, que vienen a reemplazar los tradicionales sistemas de impermeabilización con concreto y arcilla compactada y tienen aplicaciones muy específicas.

Debido a la característica del producto en análisis, la demanda del mismo se ve directamente influenciada por la actividad económica del país, teniendo principal incidencia lo que respecta a la proyección de la inversión en:

- Obra pública
- Obra privada

Así también tienen incidencia la legislación vigente a la hora de la implementación de este tipo de geosintéticos en función de la necesidad a cubrir, debido a que estas definen las características particulares que debe abarcar el producto.

En Argentina se registró un consumo aproximado de 25.000.000 de m² en los últimos 5 años, solo para el sector de la minería, según datos aportados por CASEMI (Cámara Argentina de Proveedores y Prestadores de Servicios Mineros), lo que representa una superficie de 2500 hectáreas cubiertas con Geomembranas de polietileno de alta densidad (promedio de 5.000.000 de m² año), con una estanqueidad en el año 2016 debido a la incertidumbre en las



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

políticas económicas a adoptar y la llegada de inversiones debido a que fue un año post electoral.

Este sector de consumo representa el 35% del consumo total de m² de Geomembranas de HDPE en el país. Dato importante que se tendrá en cuenta más adelante para determinar el consumo total y la posible proyección de la demanda.

Realizando un breve análisis de los sectores donde el producto tiene mayor incidencia, vemos que son 3 los grandes potenciales consumidores de geomembranas del sector privado, los cuales han tenido fluctuaciones de rentabilidad en los últimos tiempos, presentándose en baja como es el caso del sector **petrolero**, mientras que algunos se han visto beneficiados a través de medidas económicas tomadas en los últimos tiempos como es la quita de retenciones a la exportación de ciertos materiales y/o materias primas.

Este es el caso del sector **minero y agropecuario**, donde la quita de retenciones a la exportación trato de aumentar la rentabilidad del sector.

Si bien nos resultó imposible obtener datos de consumo específico en cada sector, un aumento en la rentabilidad de los mismos podría tener incidencia directa en el consumo de nuestro producto, en función de las aplicaciones que tiene para cada sector. Por eso es de destacar la alta sensibilidad de la demanda de las Geomembranas de HDPE que se podría generar frente al precio de los minerales o granos.

La minería es uno de los principales consumidores de geomembranas de polietileno de alta densidad, y donde se pone principalmente el foco en el cuidado de los minerales ricos obtenidos, y el confinado de los pasivos ambientales que generan, sobre todo en estos tiempos donde se han registrados accidentes ambientales como es el caso de la mina Veladero en San Juan, donde en el lapso de los últimos 2 años se han registrado derrames de mineral rico que debería estar perfectamente aislado en las pilas de lixiviación bajo sistemas de impermeabilización con geomembranas.

La inclinación gubernamental hacia el desarrollo minero permitió la extensión de producción de las minas. La mejora en la competitividad lograría alargar el tiempo de producción de varios emprendimientos. Entre ellos: Alumbraera, Pirquitas, Casoso, Manantial Espejo y Sierra Grande. Esto repercute positivamente en cuestiones de empleo, sustento a las pymes y recaudación impositiva.

Los mencionados proyectos generarían un aumento de las exportaciones y un aumento de compras de bienes y servicios nacionales, funcionando gracias al cambio en las retenciones, destinando USS 870 M al pago de proveedores y mano



de obra, dinero que queda en el país y sería un mercado potencial en la comercialización de las geomembranas de polietileno de alta densidad sustituyendo importaciones.

Desde el punto de vista de la políticas de obra pública, un área donde desde hace tiempo ha tenido incidencia la utilización en grandes cantidades de geomembranas de polietileno de alta densidad ha sido el programa nacional GIRSU (Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos), mediante el cual se pretende para el año 2025 tener un completo control de la gestión de residuos sólidos urbanos mediante el confinamiento de los mismo y la remediación integral de los basurales a cielo abierto.

En la aplicación del programa se establece que *“cuando la barrera natural o suelo compactado no cumpla con las condiciones indicadas, podrá lograrse o completarse en forma de Barrera Artificial (geológica mineral) con aquellos elementos que proporcionen una barrera equivalente de protección, para lo cual se aplicara una **membrana flexible de Polietileno de Alta Densidad (PEAD)** la cual deberá tener un espesor mínimo de 1,5 mm, según la Resolución N° 1143/02 de dicho programa”*.

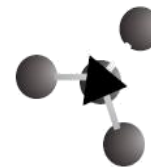
Así notamos la amplia variedad de posibles consumidores que podrían solicitar este producto, sobre todos aquellas empresas dedicadas a la gestión e ingeniería ambiental encargadas de manipular toda clase de residuos.

2.5.2 - 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.

El mercado nacional está compuesto por empresas representantes de marcas internacionales, por lo cual se dedican exclusivamente a la comercialización y asesoramiento sobre Geomembranas y artículos complementarios. Mientras que hay otras empresas que ofrecen un producto de fabricación nacional. Todas estas empresas que ofrecen en el mercado el mismo producto se las conoce como *competidores directos*.

Algunas de estas empresas no solo comercializan geomembranas de HDPE, sino que también trabajan con el servicio “llave en mano” de colocación y a veces monitoreo de las geomembranas una vez instaladas. Mientras que se pueden encontrar otras que solo se dedican solo a la instalación de las mismas.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Al ser las Geomembranas de HDPE productos altamente específicos, resulta casi imposible encontrar otros *bienes sustitutos* a estas, por lo que no habrían *competidores indirectos*, pero si una gran cantidad de *bienes complementarios*, como otros geosintéticos, según los requerimientos de obras a ejecutar.

La única variabilidad existente en la comercialización de las mismas es en las proporciones de **ancho, largo y espesor** en que se ofrecen al mercado los rollos de geomembranas de HDPE, ya que dependen de las características de la actividad para lo cual van a ser utilizadas y de los cálculos previos realizados para determinar las respectivas dimensiones necesarias.

A partir de información aportada por CAIP (Cámara Argentina de la Industria Plástica), a continuación se detallan aquellas empresas que comercializan Geomembranas de HDPE en nuestro país.

- **Entre aquellas que se dedican a importar este producto y venderlo al mercado nacional, encontramos:**

❖ **AGRO REDES Manufacturas Plásticas S.A:**

Oficina Comercial: Blanco Encalada 104 (1609), Bs. As., Argentina.

Planta Industrial: Av. Crisólogo Larralde 2477, Los Troncos, Tigre, Bs. As., Argentina.

Contacto: (011) 3220-3099 // ventas@agroredes.com.ar
(www.agroredes.com.ar)

Marca Comercial: “Polcom y Politex” (origen: Chile).

❖ **CORIPA S.A:**

Comercializa e instala Geomembranas de HDPE y otros tipos de geosintéticos según necesidades de obra.

Oficina Comercial: Virrey del Pino 2458 3° piso C1426EGR - Bs. As., Argentina

Planta Industrial: Tucán 1545 (e/ Garza y Pinchincha) Rincón de Milberg – Tigre, Pcia. Bs. As., Argentina

Contacto: (+5411) 4576-3888 // (+5411) 4749-2742 // info@coripa.com.ar
(www.coripa.com.ar)



Marca Comercial: “PlusTene”, (desarrolladas por GSE Environmental - Geosynthetic Lining Systems, EE.UU y Chile).

❖ **ABM Geosintéticos y Sistemas de Riego.**

Comercializa e instala Geomembranas de HDPE y otros tipos de geosintéticos según necesidades de obra.

Oficina comercial: Scalabrini Ortiz 1016 Norte – San Juan, Argentina.

Contacto: Tel. 0264- 4219190 – ventas@abmargentina.com
(www.abmargentina.com)

Marca Comercial:

❖ **MACCAFERRI S.A**

Oficina Comercial: Calle Güemes, 1233, Benavidez – Còd. Postal B1621GSH Buenos Aires – Argentina.

Contacto: Tel: + 54 3327 412201 - Fax: + 54 3327 412200 - E-mail:
info@ar.maccafferri.com – (www.maccafferri.com.ar).

Marca Comercial: “Geomembrane – MacLine®”.

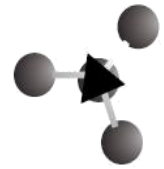
A partir de esto vemos que la apertura y casi nulas restricciones a las importaciones tienen gran incidencia en la competencia y precios de los productos a la hora de adquirirlos en el mercado nacional.

- **Mientras que entre las empresas fabricantes de Geomembranas de HDPE en Argentina tenemos:**

❖ **IPESA Rio Chico S.A.- Industrias Plásticas por Extrusión.**

Oficina comercial: M. T. de Alvear 4266 – (B1702CFY) Ciudadela, Buenos Aires, Argentina.

Plantas Industriales: Tierra del Fuego, Bahía Blanca (Bs. As.) y Ciudadela (Bs. As.), Argentina.



Contacto: (54 11) 4469 6800 // ventas@ipesa.com.ar – Asistencia Técnica: 0800 222 SILO (7456). (www.ipesa.com.ar)

Marca Comercial: “Geomembranas IPESA”.

❖ **VENADOS Manufacturas Plásticas S.A.**

Oficina comercial: Dardo Rocha 944 (1640) Martínez, Provincia de Buenos Aires, Argentina

Planta Industrial: Europa 945 (5700) San Luis, Provincia de San Luis, Argentina

Contacto: +54 (11) 5282 3500 // Fax: +54 (11) 4793 2901 // info@venados.com.ar (www.venadosmanufacturaplasticasa.com)

Marca comercial: “AgrinPlex”

❖ **COVERFILM ARGENTINA S.A.**

Oficina comercial: Suipacha 3751 2000 Rosario, Santa Fé, Argentina.

Planta Industrial: Calle Pública S/n - ROSARIO - SANTA FE – Argentina.

Contacto: Tel / Fax + 54 341 4329487 / 3414343043 – Líneas Rotativas info@coverfilmargentina.com (www.coverfilmargentina.com)

Marca Comercial: “COVERFILM®”

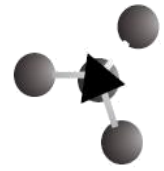
❖ **SIGSA – Geomembranas y Geosintéticos.**

Produce, comercializa e instala Geomembranas de HDPE y otros tipos de geosintéticos según necesidades de obra.

Oficina Comercial: Alicia Moreau de Justo 740, PISO 4 OF. 14/ Puerto Madero. Capital Federal.

Contacto: TEL. 011.4345.5497 – ventas@sigsa.com.ar (www.sigsa.com.ar)

Marca Comercial: Geomembranas HDPE SIGSA.



2.5.3 - Mercado de las Materias Primas Principales.

La fabricación de Geomembranas de HDPE, 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 nos 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 (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.

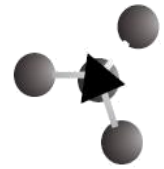
2.5.3.1 - Resina de Polietileno de Alta Densidad.

Se busca que los proveedores cumplan con las exigencias para materia prima de geomembranas de HDPE, dichos requisitos mínimos determinados en las especificaciones GRI- GM 13 * desarrolladas por el GRI (Geosynthetics Research Institute) el cual es reconocido en todo el mundo como la especificación básica para las aplicaciones más críticas de contención.

- **Polietileno de alta densidad virgen con una densidad igual o mayor a 0.945 g/cm^3 , según norma ASTM D-1505.**
- **Índice de Fluidéz menor a 1 gramo/10min, según Norma ASTM D-1238.**

Las firmas que se ajustan a la comercialización de dicha resina con sus especificaciones son compañías multinacionales de gran reconocimiento, las cuales ofrecen los precios de venta y formas de pago más convenientes además de ser confiables en cuanto a entrega de material en tiempo y forma. Así tenemos:

DOW ARGENTINA, que actualmente es el grupo de empresas químicas, petroquímicas y agrícolas más grande y de mayor trayectoria en el país. Cuenta



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

con distintas unidades productivas, entre las cuales se destaca el complejo de Dow en Bahía Blanca, el cual ocupa una superficie de 120 hectáreas en la localidad portuaria de Ingeniero White, a 7 kilómetros del centro bahiense.

La instalación, que opera desde 1995, está integrada por seis plantas productivas. Dos unidades del complejo elaboran etileno, y las cuatro restantes producen polietileno de baja densidad (LDPE), alta densidad (HDPE) y lineales (LLDPE y EPE), recursos que –a través de sus múltiples aplicaciones en productos relacionados con la alimentación, la limpieza e higiene personal, la salud, la vivienda y el entretenimiento– contribuyen a mejorar la calidad de vida cotidiana de las personas.

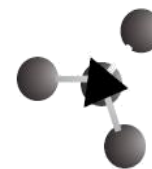
En los últimos años, la situación energética que atraviesa el país ha obligado al gobierno a realizar restricciones e incluso cortes totales de gas en todo el país de industria, entre los cuales se encuentra Dow Argentina. Esto se ve acentuado en épocas invernales donde se generan los mayores picos de demanda de gas utilizado para la calefacción de hogares. Lo expuesto, sumado a los problemas energéticos que afronta el país, puede identificarse como un posible riesgo para el proyecto en su abastecimiento de materia prima a la empresa Dow para la elaboración de polietilenos, ya que esta produce el HDPE, efectivamente a partir de etano separado del gas natural en las plantas.

Para tratar de mitigar este posible déficit en el suministro de etano a sus plantas, Dow Argentina inicio un proceso de inversión y un acuerdo con YPF que promueve el desarrollo conjunto del primer yacimiento de *shale gas* del país, en el bloque El Orejano, dentro de la provincia de Neuquén.

De esta manera, según sus proyecciones, esa iniciativa le proporcionara a la compañía un suministro seguro y sostenido de materias primas clave, a la vez que permitirá preservar la sólida operación de la organización en el mercado local, e incluso posibilitara la expansión en el ámbito del Mercosur.

Así todo, para asegurar la continua disponibilidad de resina, se opta por contar al mismo tiempo con otro proveedor de características similares al anterior, que pueda ser la alternativa a la primera opción, el cual opere en el mercado externo, preferentemente en la región;

BRASKEM, que se destaca en el escenario global como mayor productora de resinas termoplásticas de América. Cuenta con unidades productivas en Brasil, EEU y Alemania. En Argentina solo cuenta con oficinas comerciales, la sede principal se ubica en la provincia de Buenos Aires (Ciudad Autónoma de Buenos Aires).



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

En cuanto a las exigencias técnicas, ambos proveedores producen polietileno de alta densidad con las características de *Densidad* e *Índice de Fluidez* necesarias.

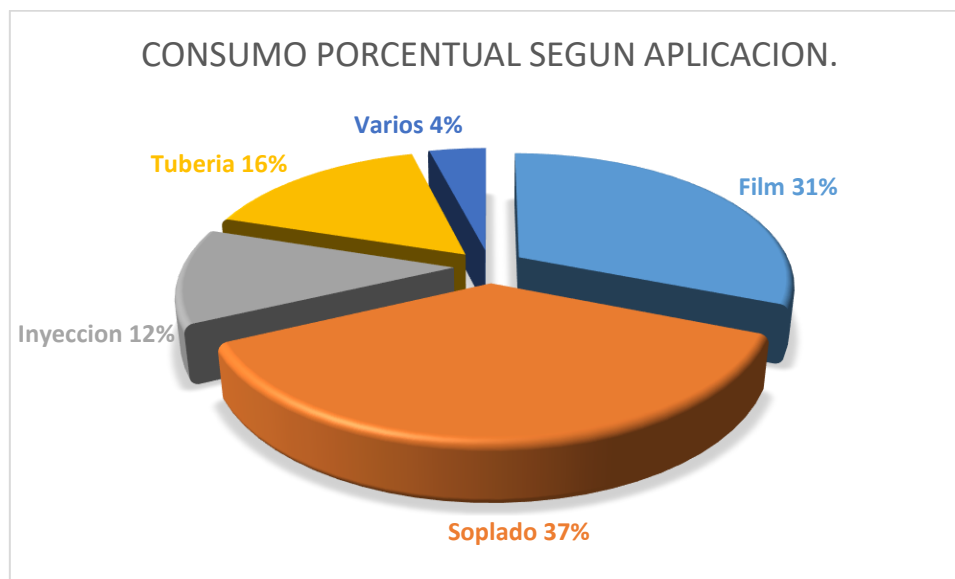
A través del siguiente cuadro se puede observar las cantidades (en toneladas) de producción, importación, exportación y consumo aparente del HDPE en Argentina, como así también la capacidad instalada de producción del mismo en el país.

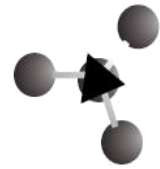
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD						
NCM: 3901.20.11/19/21/29						
AÑO	PRODUCCION (t)	IMPORTACION (t)	EXPORTACION (t)	CONSUMO APARENTE (t)	VALOR COMERCIO EXTERIOR (US\$/t)	
					IMPORTACION (CIF)	EXPORTACION (FOB)
2005	232.032	96.416	133.038	195.410	1.208	1.133
2006	247.919	101.303	106.490	242.732	1.326	1.244
2007	216.757	112.075	78.224	250.608	1.491	1.392
2008	239.517	90.694	98.533	231.678	1.847	1.722
2009	263.139	107.983	133.145	237.977	1.226	1.121
2010	229.168	121.341	95.026	255.483	1.564	1.351
2011	248.672	114.434	109.872	253.234	1.712	1.485
2012	238.894	124.452	98.239	265.107	1.684	1.392
2013	256.993	122.135	94.848	284.280	1.736	1.475
2014	244.948	111.253	89.005	267.196	1.811	1.618

PRODUCTOR	LOCALIZACION	CAPACIDAD INSTALADA (Va al 31/12/14)	PROCESO	MATERIAS PRIMAS
PBBPolisur SA	Pto. Galván (Bs. As.)	150.000 ⁰⁹	Unipol (Baja presión)	Etileno
	Pto. Galván (Bs. As.)	130.000	Hoechst	Etileno
	Pto. Galván (Bs. As.)	290.000 ⁰⁹	Dow Solution	Etileno

Fig. N°2.4: "Evolución del mercado del Polietileno de Alta Densidad en Argentina".
Fuente: "Anuario Estadístico Instituto Petroquímico Argentino 2015".

Estructura del Mercado Local (Porcentual):





Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Fig. N°2.5: "Distribución del mercado y consumo de HDPE por aplicación"
Fuente: "Anuario Estadístico Instituto Petroquímico Argentino 2015".

Participación de los países socios en las importaciones de HDPE.

Perspectivas para una diversificación de países proveedores para un producto importado por Argentina en 2016
Producto : 390120 Polietileno de densidad $\geq 0,94$, en formas primarias

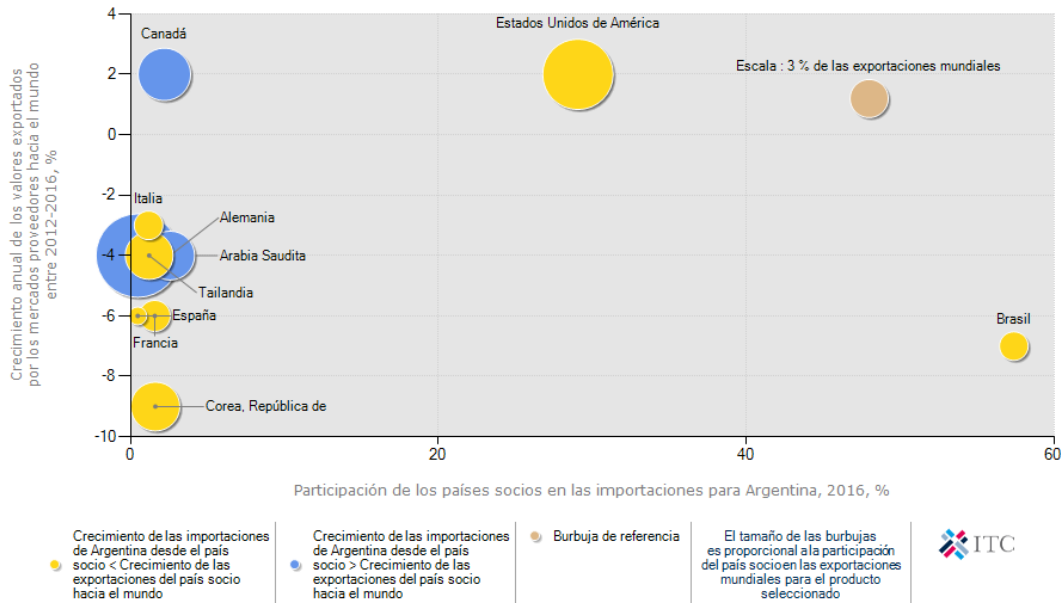


Fig. N°2.6: "Origen de las importaciones de HDPE por parte de Argentina".

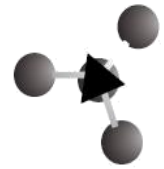
Fuente: www.trademap.org

A partir del grafico anterior se puede observar cuales son los principales países socios comerciales de Argentina a la hora de importar resina virgen de HDPE. Brasil se destaca por abarcar el 57,4% del total de polietileno de alta densidad importado por nuestro país, seguido por EE.UU con el 29,2%.

Es por esto que se eligió a la empresa Braskem, con sede en Argentina y plantas productoras en estos dos países, entre otros, como segunda alternativa a la hora de elegir un proveedor de esta materia prima para el proyecto.

2.5.3.2 - Masterbach (Negro de Humo, Antioxidantes y Estabilizantes Térmicos).

La posibilidad de encontrar en el mercado nacional la comercialización de Masterbachs pre dispersos compuesto principalmente por Negro de Humo, y cantidades diferentes de antioxidantes y estabilizantes térmicos según los requisitos del cliente y/o el producto a elaborar, permite reducir el número de



proveedores individuales de cada uno de estos compuestos, y concentrar la compra en un solo proveedor.

El mercado de Negro de Humo y Masterbachs pre dispersos ofrece más opciones a la hora de elegir proveedores, lo cual es ventajoso en cuanto a precios de venta y disponibilidad en tiempo y forma.

FULL BLACK SRL, es uno de los vendedores que se cree más confiable y conveniente es, que es el distribuidor exclusivo para Argentina de Negros de Humo y Masterbachs especiales de Aditya Birla – Columbian, el mayor productor mundial. Comercializan los negros de humo especiales para la industria de la tinta, pinturas, plásticos y otros usos especiales. Sus oficinas comerciales y planta industrial se encuentran ubicadas en la ciudad de Hurlingham, Provincia de Buenos Aires. Disponen de stock local de diferentes grados de las marcas COPEBLACK[®] Y RAVEN[®], reconocidas por su calidad y superior desempeño, además ofrecen asesoramiento técnico con el apoyo del fabricante.

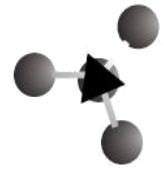
CABOT ARGENTINA S.A.I.C es el proveedor que se destaca a nivel local que produce negro de humo y Masterbach predisperso en la localidad de Campana, Provincia de Buenos Aires. Esta empresa también produce negros de humo y Masterbach para distintas aplicaciones específicas, lo cual es de vital importancia. Se necesita que la “carga” tenga la morfología más adecuada al uso, que se asegure las mejores propiedades de aplicación y procesamiento para la resina utilizada; como la dispersión en la masa fundida de polímero, resistencia UV, coloración y mejoramiento de las propiedades mecánicas del producto de extrusión.

Las fichas técnicas de las materias primas mencionadas, tanto de resina de HDPE como de Masterbach predisperso se encuentran anexadas al informe, en el *ANEXO 1*.

2.6 - PROYECCION DE LA DEMANDA DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.

Según datos aportados por CAIP (Cámara Argentina de la Industria Plástica) en conjunto con CASEMI (Cámara Argentina de Proveedores y Prestadores de Servicios Mineros) en el año 2015 se registró un consumo en promedio de 5.000.000 de m² de Geomembranas de HDPE utilizadas para el sector de la Minería en Argentina, representando un 35% del consumo total de este Geosintético en el país, con un crecimiento marcado respecto de años anteriores.

A partir de estos datos se puede establecer que para ese año el total aproximado de consumo fue de:



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

$$m^2 \text{ Toles} = \frac{5.000.000 \text{ m}^2}{0.35} = 14.285.714,29 \text{ m}^2$$

$$m^2 \text{ Totales (aprox)} = 14.300.000 \text{ m}^2$$

A partir de informes de mercado para la región, considerando las crecientes preocupaciones ambientales y subsiguientes programas de gestión, se espera que impulse el crecimiento del mercado a una tasa equivalente a un 12,16% anual.

En función de esto, se ve que estamos frente a un mercado creciente, aunque seguro con algunas variaciones, pero de futura prosperidad para el sector.

Así, realizando una proyección de la demanda a partir de estos datos, podemos estimar un consumo para los próximos años como el que refleja el siguiente cuadro:

Año	Consumo m ²
2015	14.285.714
2016	16022857,16
2017	17971236,59
2018	20156538,96
2019	22607574,1
2020	25356655,11
2021	28440024,37
2022	31898331,33
2023	35777168,42
2024	40127672,1

Tabla N°2.4: "Consumo de Geomembranas de HDPE proyectado para los próximos años".
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del sector privado.

Así, a partir del siguiente gráfico se puede representar de mejor manera como se comportaría la demanda, y sería de utilidad para estimar el tamaño del proyecto, lo cual se analizará en el capítulo correspondiente a tal fin.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

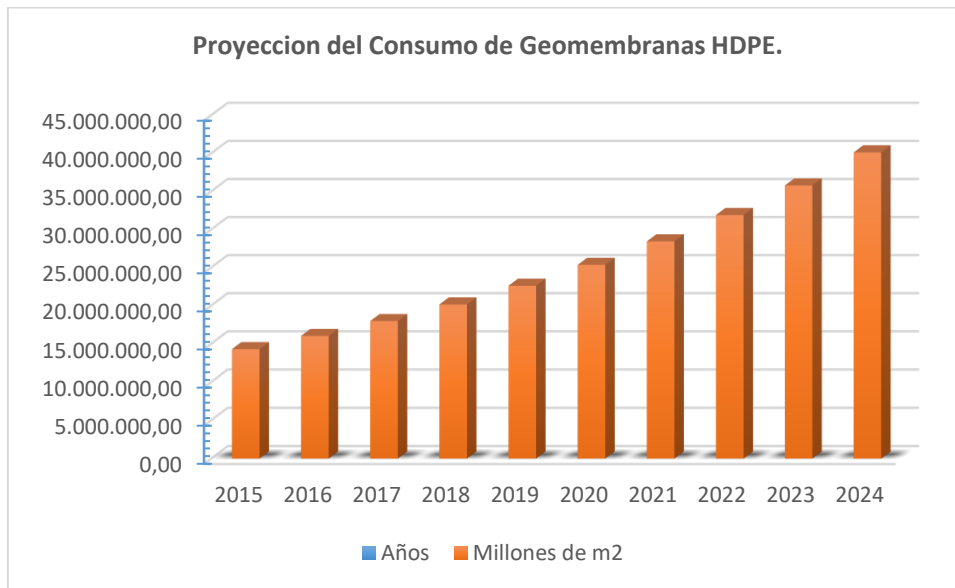
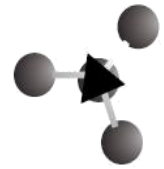


Fig. N°2.7: “Proyección de la demanda de Geomembranas en m² por año”
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del sector privado.

Se aclara que no se buscara satisfacer el total de la demanda, ya que existen en el mercado nacional empresas que fabrican y/o comercializan este producto como se presentó en puntos anteriores y está claro que abarcan o ya satisfacen una parte de la demanda; se tratara de abarcar una parte de la misma que genere ganancias para el proyecto en el horizonte de evaluación determinado.

Otra consideración importante de destacar, es que dentro de los rangos de espesores de Geomembranas más representativos y disponibles en el mercado (0,5; 0,8; 1; 1,5 y 2mm) , y utilizados en función de la aplicación que los requiera, vemos que las de 1,5 mm de espesor abarcan la mayor parte de la demanda, cercana al 80% y son las requeridas en aplicaciones reguladas por legislaciones ambientales, como es la gestión integral de residuos sólidos urbanos, piletas de tratamiento de efluentes cloacales e industriales, minería, petróleo y gas, etc. Así abarcan la mayoría de las aplicaciones de las Geomembranas de HDPE y las que más superficie de esta requieren.

De esta manera, en lo que respecta a la continuación del estudio de este proyecto, nos abocaremos al análisis de la rentabilidad en la producción y comercialización de Geomembranas de HDPE de este espesor.



2.6.1 - Demanda de Geomembranas HDPE de 1,5mm de espesor.

Considerando el porcentaje que ocupan las geomembranas de 1,5mm en el mercado, se determina a continuación la demanda de la misma en los últimos años y la proyección de la misma.

- Porcentaje de demanda abarcado para 1,5mm: 80%.

Año	Consumo m ²
2015	11428571,44
2016	12818285,73
2017	14376989,27
2018	16125231,17
2019	18086059,28
2020	20285324,08
2021	22752019,49
2022	25518665,06
2023	28621734,74
2024	32102137,68

Tabla N°2.5: “Proyección de la demanda de Geomembranas de 1,5mm en m² por año”
Fuente: “Elaboración propia a partir de datos del Sector Privado”.

Podemos representar la Tabla N° a través del siguiente gráfico.

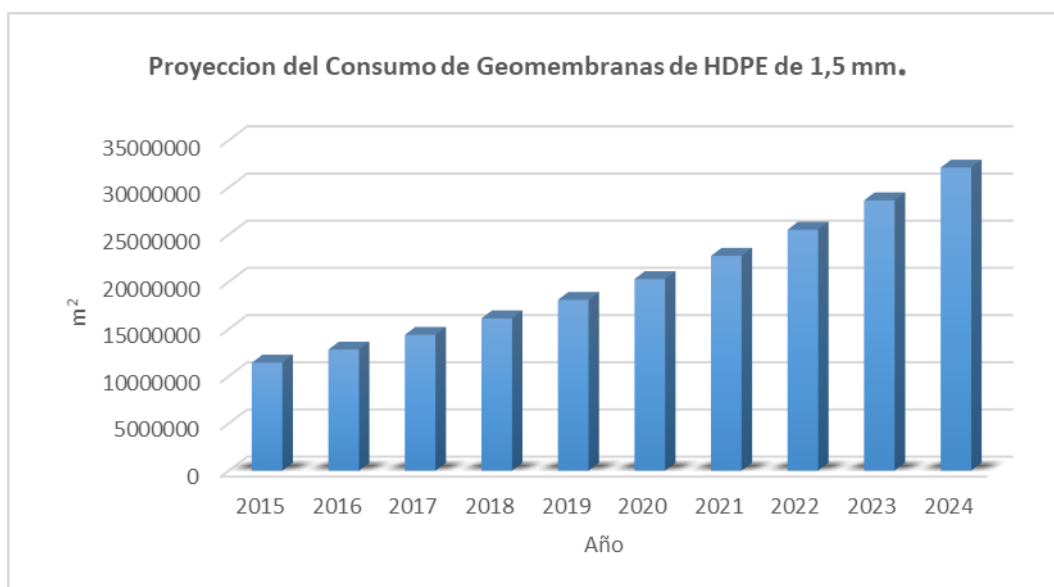
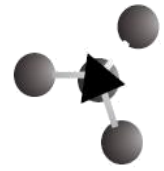


Fig. N°2.8: “Proyección de la demanda de Geomembranas de 1,5 mm en m² por año”.



**Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del sector privado.

Si bien hemos podido calcular una posible demanda en función a datos aportados por diferentes organismos, es imposible predecir cómo se comportara el mercado en los próximos años debido a la inmediata relación que tiene el consumo de este tipo de producto con la planificación que se haga en cuanto a obras públicas, a cargo de decisiones gubernamentales y obras privadas, a cargo de dicho sector, sumado a los pocos recursos que tenemos para obtener información de mercado relevante, por lo cual los datos estimados se utilizarán de referencia y se compararán con la capacidad de producción mínima establecida en el capítulo de tamaño.

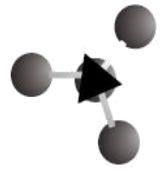
2.7 – CONCLUSIÓN

El consumo de geomembranas y de geosintéticos en general viene creciendo año tras año, debido a la cantidad de aplicaciones que tienen y a la inmediata capacidad de estos materiales de sustituir a los clásicos materiales utilizados en las grandes obras de infraestructura, marcando mayor tendencia al crecimiento en aquellos países en vías de desarrollo.

Las geomembranas de HDPE son el producto más utilizado a la hora de seleccionar un producto para impermeabilización de superficies debido a sus propiedades y a la gran cantidad de aplicaciones en las que se las puede utilizar, siendo las de espesores de 1,5mm las más representativas en cuanto al consumo.

El mercado nacional está integrado por empresas importadoras de este bien que se dedican a re comercializarlo; y por unas pocas que se dedican a la fabricación y ofrecen un producto de origen nacional. Por lo que se tratara de formar parte de este grupo de empresas minoritarias, pensando en sustituir una parte de esa cuota de mercado abarcado por los productos de origen extranjero, y porque no, tratar de ser reconocido en la región y abarcar mercados fuera de Argentina, que como se detalló en puntos arriba especificados ofrecen un amplio campo para abastecer.

La demanda futura establecida será utilizada para una posible comparación con la capacidad de producción establecida y no como una referencia para establecer el tamaño del proyecto, ya que debido a los sectores en los que se consume el producto en el país es difícil establecer como se comportara a lo largo de todo el periodo de evaluación del proyecto; por un lado son escasos los



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

recurso que disponemos para garantizar su estudio y por otro la situación socio-política del país hace que sea muy difícil la planificación a largo plazo.



CAPÍTULO 3

TAMAÑO

3.1 - INTRODUCCIÓN.

La importancia de definir el tamaño óptimo que tendrá el proyecto se manifiesta principalmente en su incidencia sobre el nivel de las **inversiones y costos** que se calculen (egresos) y, por tanto, sobre la **estimación de la rentabilidad** (beneficios) que podrá generar su implementación.

De igual forma, la decisión que se tome respecto del tamaño determinara el nivel de operación, o sea la capacidad de producción, que posteriormente explicara la **estimación de ingresos por ventas**.

La determinación del tamaño responde a un análisis interrelacionado de una gran cantidad de variables de un proyecto, estableciendo un rango posible de tamaño en una escala que va desde cero hasta infinito. Entre los principales factores que se podrían analizar tenemos: demanda, disponibilidad de insumos, localización, tecnología, plan estratégico comercial de desarrollo futuro de la empresa que se crearía en el proyecto, capacidad de financiamiento, entre otros.

Es necesario reconocer, definir y estudiar las variables, debido a que la influencia de las mismas no es igual en el momento de determinar el tamaño. No es posible establecer un orden estricto de análisis de cada uno de los factores nombrados, ya que existe una relación de interdependencia entre cada uno de ellos, lo que hace imposible analizarlos de forma individual y en un orden predeterminado.

La cantidad demandada proyectada a futuro es quizás el factor condicionante más importante del tamaño, aunque este no necesariamente deberá definirse en función de un crecimiento esperado del mercado, ya que el nivel óptimo de operación no siempre será el que maximice las ventas.

Algunos de estos factores condicionan los valores máximos convenientes de tamaño, y otros marcan un límite inferior.



Fig. Nº 3.1: "Rango de Tamaño e influencia de factores".

En este capítulo se llevara a cabo una estimación preliminar de la capacidad del proyecto, compatible con una etapa de prefactibilidad, dicho análisis se basara en solo algunas de las variables ya mencionadas, debido a que no se cuenta con los recursos adecuados para poder definir las y caracterizarlas a todas ellas.

3.2 - ANALISIS DE FACTORES QUE DETERMINAN EL TAMAÑO.

3.2.1- Tamaño vs Disponibilidad de Insumos.

La disponibilidad de insumos, tanto humanos como materiales y financieros, es un factor que condiciona el tamaño máximo del proyecto. 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 origino.

Para nuestro proyecto en cuestión, la disponibilidad de insumos no es un factor que condicione el proyecto de ningún modo.

El insumo crítico del proyecto es la materia prima principal, o sea la resina virgen de Polietileno de Alta Densidad, y en el estudio de mercado se analizó la disponibilidad de dicho suministro y como se actuaría frente a posibles problemas de abastecimiento por parte de la principal empresa que lo produce y comercializa en el país (DOW Chemical), elegida como proveedora para el proyecto.

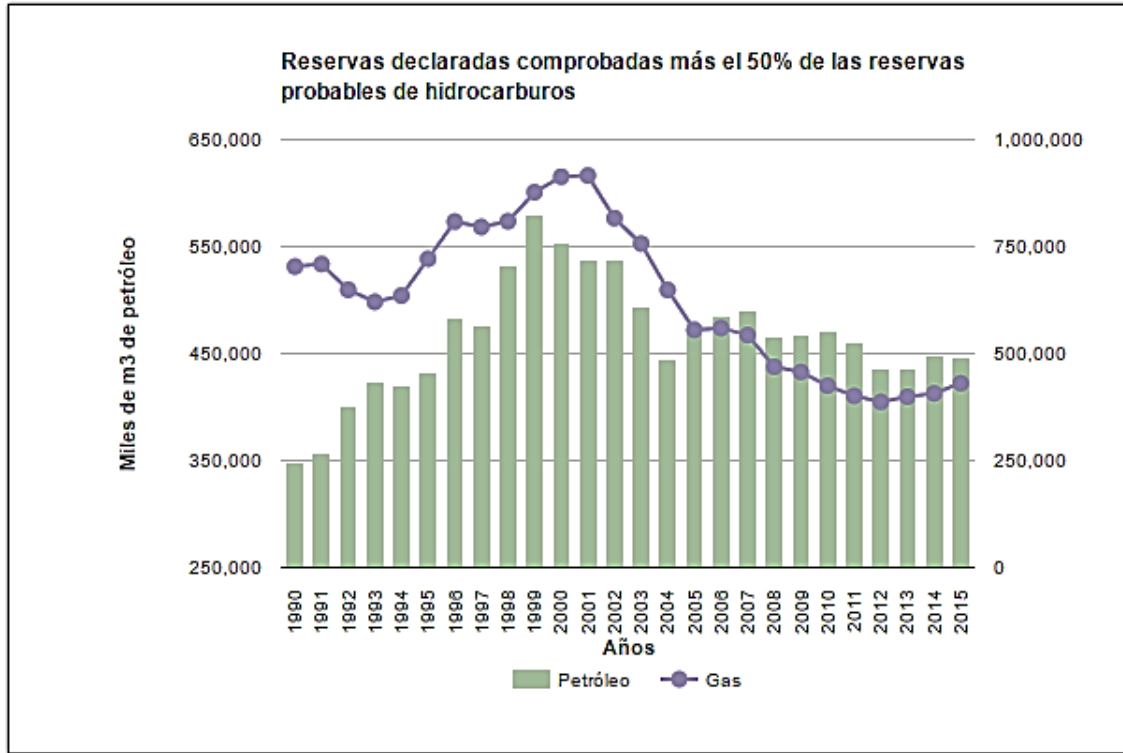
En este caso, es preciso analizar, además de los niveles de recursos existentes en el momento de hacer este estudio, aquellos que se esperan a futuro. En nuestro caso la materia prima se obtiene a partir de Gas Natural, que es un recurso no renovable. Por lo que hemos investigado las reservas de gas natural en Argentina y Brasil, ya que las dos empresas proveedoras seleccionadas fabrican la materia



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

prima en estos países, sin descartar obviamente que por diversas condiciones estas empresas tengan que llegar a tener que importar gas natural para producirla.

Para el caso de Argentina tenemos:

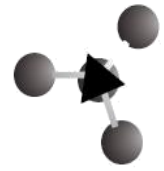


País	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Argentina	457.020	452.106	401.209	387.142	399.265	406.998	430.704

Fig. N°3.2: "Reservas comprobadas de Gas Natural en Argentina. (Millones de m³)".
Fuente: Boletín anual de Reservas. Subsecretaría de Exploración y Producción, Secretaría de Recursos Hidrocarburíferos, Ministerio de Energía y Minería.

Fuertemente vinculadas al consumo y la producción, las reservas de hidrocarburos representan uno de los activos más importantes del país a nivel de recursos. Cuantificarlas correctamente es la base para la toma de decisiones y la planificación para un aprovechamiento eficiente de las mismas.

Las reservas de gas y petróleo se presentan en forma separada por tratarse de dos mercados diferentes. En el caso del gas se observa una disminución sostenida de las reservas desde 2001 a 2012, debido en principio a la opaca gestión energética durante esos años. Según datos oficiales de la secretaria de energía,



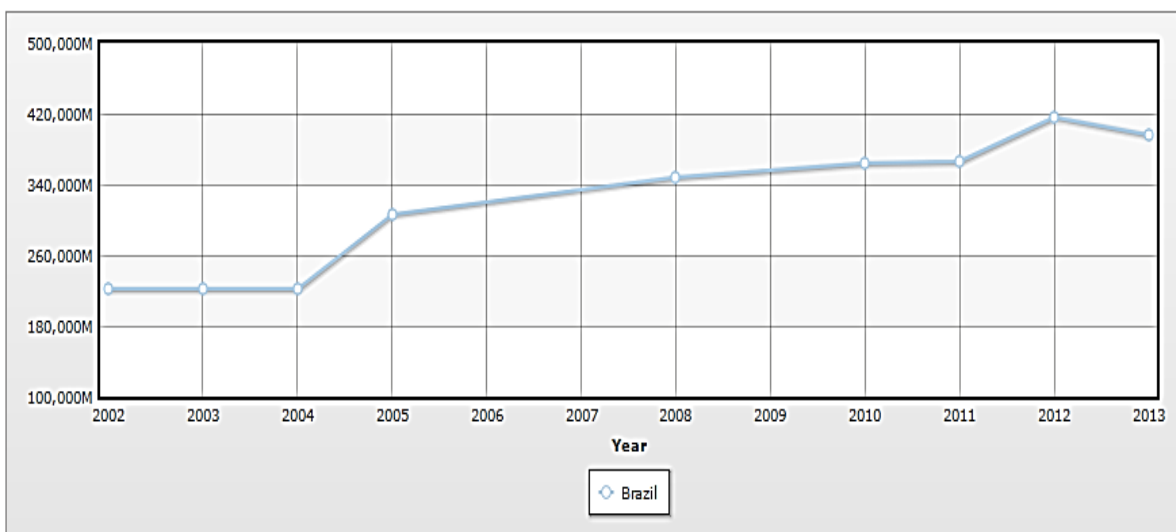
Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

el horizonte de reservas comprobadas de gas natural cayó de 36 a 10 años. Vemos que la tendencia comienza a revertirse, mostrando un leve pero sostenido ascenso entre 2012 y 2015. De hecho algunas compañías han reactivado la exploración.

Así es el caso de la empresa DOW Chemical, en la cual el gas natural es la materia prima más importante de la operación petroquímica de dicha empresa en el país, por lo cual ha apostado por alternativas para aumentar su disponibilidad y asegurar un suministro sustentable a largo plazo. En ese marco se inscribe la flamante firma de un Memorando de Entendimiento con YPF orientado a promover el desarrollo conjunto del primer yacimiento de shale gas a nivel nacional

En 2015 se firmó un acuerdo entre DOW Chemical (principal empresa productora de HDPE, entre otros productos) con YPF para la producción de shale-gas en Vaca Muerta con una inversión conjunta de USD 500 millones, que se suman a los USD 350 millones ya invertidos. Según el comunicado oficial, para el desarrollo total del bloque El Orejano "las compañías estiman que la inversión podría alcanzar los USD 2.500 millones para la perforación de más de 180 pozos y las obras de infraestructura asociadas. Así, El Orejano se convertiría en el mayor campo de producción de gas no convencional del mundo, fuera de América del Norte".

Para el caso de Brasil tenemos:



País	2004	2005	2008	2010	2011	2012	2013
Brasil	221.700	306.000	347.700	364.200	366.400	416.900	395.500

Sancandi, Danilo Italo – Soto, Juan José.
2017



Fig. N°3.3: “Reservas comprobadas de Gas Natural en Brasil. (Millones de m³)”.

Fuente: www.indexmundi.com

Al mismo tiempo, en Brasil, vemos un panorama bastante alentador con reservas en aumento y políticas que alientan la inversión privada y por ende la exploración. Incluso se han descubierto dos nuevos yacimientos de gas natural en dicho país en 2013.

América Latina cuenta con tres grandes exportadores de gas natural a los que Argentina podría recurrir en caso de un desabastecimiento, estos son Bolivia, Venezuela y Perú. Las reservas de gas natural en Bolivia han caído en los últimos tres años, debido a falta de inversión en materia de exploración, mientras que las de Perú y Venezuela se mantienen en alza, siendo este último país el que más reservas probadas tiene en la región con 5.524.000 Millones de m³ en 2013, lo cual permitiría sostener el actual nivel de producción para los próximos 15 a 19 años.

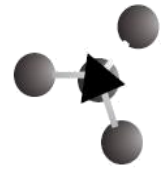
3.2.2 – Tamaño vs Disponibilidad de Recursos Humanos.

Desde el punto de vista de la disponibilidad de recursos humanos, la oferta de personal profesional y técnico es muy amplia en todo el territorio nacional, por lo que esto no es un factor limitante del proyecto. Quizá se necesite capacitar a una cierta cantidad del personal que estará abocado a manejar la máquina, tarea que suele estar a cargo de la empresa que comercializa e instala la misma, y no requiere que mayor especialización por parte de los operarios.

3.2.3 – Tamaño vs Capacidad Financiera.

Definido el tamaño posible, aparece la restricción de financiamiento propio o de terceros para abordar la inversión, que fija un límite por el lado del máximo siendo un factor de gran incidencia.

La disponibilidad de recursos financieros que el proyecto requiere para inversiones fijas, diferidas y en capital de trabajo es una condicionante que determina la cantidad a producir. Si los recursos financieros no son suficientes para cubrir las necesidades de inversión, el proyecto no podrá ejecutarse. Por tal



razón, el Tamaño del Proyecto de ser aquel que pueda financiarse fácilmente y que en lo posible presente menores costos financieros.

En cuanto a la capacidad de financiamiento, este es un factor que deberá ser analizado en detalle en una etapa de factibilidad, por lo que escapa a la amplitud de estudio de este proyecto.

3.2.4 – Tamaño vs Localización.

El tamaño se ve afectado por la localización cuando el lugar elegido para ejecutar el proyecto no dispone de la cantidad de insumos suficientes, accesos idóneos, mano de obra calificada, costos razonables, etc.

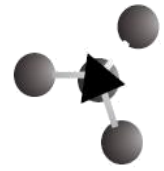
La demanda del producto, debido a sus aplicaciones y características técnicas, no tiene una zona geográfica concentrada, sino que puede ser requerido para diversas actividades en diferentes zonas geográficas del país y en diferentes momentos. Debido a esto se decidió instalar una gran planta en lugar de pequeñas plantas distribuidas en diferentes zonas.

Esto llevo a que en nuestro caso la elección de la localización se basara, entre otras cosas, en la cercanía a la principal fuente proveedora de insumos oriunda del Polo Petroquímico de Bahía Blanca (el cual esta solo a 351 km de distancia por la ruta provincial 51 empalme con la ruta provincial 76), lo que permite disminuir significativamente los costos de abastecimiento. También a los diferentes beneficios técnicos, logísticos y económicos ofrecidos por la radicación en el Parque Industrial de Azul (Pcia. Buenos Aires), y la conexión con las principales vías de acceso a toda la provincia de Buenos Aires y al interior del país, lo que hace que *la localización no sea un condicionante del tamaño*.

Habiendo tomado esta decisión se sacara provecho de ahorros en las economías de escala: mejores precios al comprar mayor cantidad de materia prima, por la distribución de gastos de administración, de ventas y de producción entre más unidades producidas, etc.

3.2.5 – Tamaño vs Situación del Mercado/Tecnología.

La cantidad demandada proyectada a futuro es quizás el factor condicionante más importante del Tamaño, y del cual nos basaremos netamente para definir el



**Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-**

nivel de producción del proyecto ya que los factores expuestos y analiza anteriormente no son condicionantes para el mismo. Se tendrá también en cuenta para el análisis, el factor “Tecnología”, que condiciona el tamaño mínimo del proyecto.

Como se expuso en el estudio de mercado, debido a la gran variedad de aplicaciones y ventajas técnicas del producto, la demanda viene creciendo año tras año y se espera continúe al ritmo estipulado de un 12,16% anual, según analistas de mercado, para los próximos años. También se planteó la posibilidad de reemplazar importaciones, debido a que son pocos los fabricantes nacionales de este geosintético y el mayor porcentaje del volumen comercializado es mediante importadores y revendedores.

Frente a esta demanda creciente, se puede actuar de diferentes formas:

- Mantenerse en el mismo tamaño durante todo el horizonte de evaluación, lo cual implica ocupar una cuota de mercado cada vez más pequeña con el paso del tiempo.
- Aumentar los precios, a fin de lograr una menor cantidad demandada, lo cual no se cree conveniente debido al entorno oligopólico en que se encuentra el proyecto, donde se ubican otras empresas que ofrecen precios competitivos, y considerando que por el tipo de bien del que se trata su consumo no depende exclusivamente de los valores de mercado, ya que no tiene sustitutos inmediatos.
- Responder a los requerimientos futuros del mercado efectuando ampliaciones como las siguientes:



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

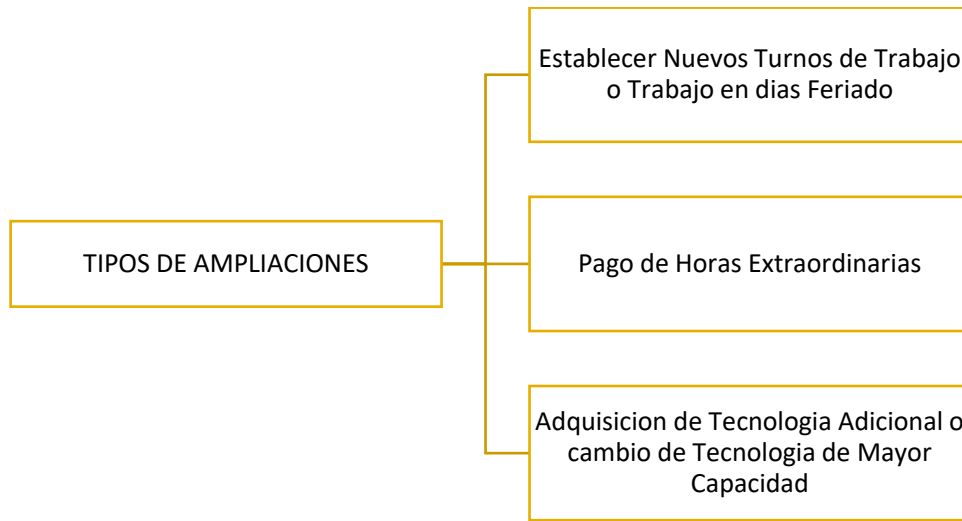


Fig. N°3.4: "Posibles Ampliaciones de Tamaño".

Fuente: "Libro Nassir Sapag Chain, Preparación y Evaluación de Proyectos 4^{ta} Edición".

Siempre y cuando estas posibles ampliaciones estén dentro de lo que se conoce como economías de escala del proyecto, sumado a que se tenga la capacidad de vender los productos en el mercado, es considerable la opción de ampliar el tamaño.

Cubrir una mayor cantidad demandada de un producto que tiene un margen de contribución positivo no siempre hace que la rentabilidad se incremente, ya que la estructura de costos fijos se mantiene constante dentro de determinados límites.

Para definir la alternativa más conveniente de proceder ante el alza en la demanda, es necesario definir el *horizonte de evaluación del proyecto*. En lo que respecta, la situación de inestabilidad e incertidumbre económica que viene afrontando y de hecho transita el país, con políticas económicas poco claras y en casos impredecibles, sumado a las permanentes actualizaciones en materia de tarifas energéticas, hace que todo tipo de proyecto se reduzca lo más posible en su horizonte de evaluación.

Es así que se definirá un periodo de análisis lo más corto posible; el límite inferior estará dado por el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial más un tiempo prudencial en el cual se generara un determinado margen de ganancia deseado. Teniendo en cuenta estos conceptos, es usual definir al horizonte de evaluación, como "la vida útil de la maquina o equipo de mayor relevancia en el proyecto", que para nuestro caso es la maquina completa en sí, ya que se trabaja con equipo compacto e integrado. Según la normativa vigente, tiene una vida útil de 10 años. Sin embargo, a los fines prácticos, considerando las características de



políticas económicas del país antes planteadas, para reducir los riesgos se decidió tomar un **“horizonte de evaluación para el proyecto de 10 años”**.

El mercado en el que se desea entrar es un oligopolio caracterizado por ser muy competitivo, encontramos fabricas ya establecidas, las cuales nos aventajan por tener sus inversiones ya realizadas, sumado a la libertad de importaciones de estos productos, sobre todo desde Chile y Colombia. Debido a esto y a la incertidumbre de cuanto realmente se venderá, se opta por elegir un tamaño lo más pequeño posible, el cual lo definiremos en función de la menor capacidad tecnológica disponible a nivel industrial.

La capacidad instalada de una fábrica de Geomembranas de HDPE bajo tecnología de co-extrusión tricapa por soplado (o burbuja) estará dado por la o las líneas de co-extrusion utilizadas, en la que cada una trabaja con tres extrusoras para conformar la tricapa, con capacidades de extrusión estándares para estos tipos de procesos de 2000 kg/h (teóricos), lo que equivale a casi 680 kg/h por extrusora aproximadamente.

En función de esto, lo que define la capacidad de producción será la cantidad de máquinas con la que se trabaje, siendo el mínimo trabajar con solo una de ellas y la cantidad de turnos de trabajo por día.

Debido a que la demanda es quien marcara el ritmo de producción, con los riesgos que esto trae al basarse en proyecciones futuras, optamos por hacer un análisis a través del tamaño mínimo posible, por lo que se elige trabajar con una sola máquina de co-extrusion tricapa, marca **“RUNHUA-modelo: 2TG4500, origen: CHINA”**.

Como se estableció en el estudio de mercado, el espesor más utilizado (aproximadamente abarca el 80% de la demanda) es el de 1,5 mm, y será el elegido para producir y comercializar.

A continuación se determinan distintas alternativas de producción para este espesor, trabajando a una capacidad de máquina de 1600 kg/h (80% de la capacidad real) y analizando la demanda insatisfecha a futuro.

3.2.5.1 - Demanda Pronosticada.

A partir de los datos analizados en el estudio de mercado para las Geomembranas de 1,5 mm tenemos la siguiente proyección anual:



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Año	Consumo m2
2015	11428571,44
2016	12818285,73
2017	14376989,27
2018	16125231,17
2019	18086059,28
2020	20285324,08
2021	22752019,49
2022	25518665,06
2023	28621734,74
2024	32102137,68

Tabla N°3.1: "Proyección demanda Geomembranas de HDEP de 1,5mm en m² por año".
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sector Privado.

Basándonos en lo últimos datos de demanda satisfecha por el mercado del año 2015, a partir del cual se compara la demanda insatisfecha en los próximos años, tenemos:

- Demanda satisfecha año 2015: 11.428.571,44 m².
- Demanda potencial 2018: 16.125.231,17 m².
- Demanda potencial insatisfecha 2018:

$$Dem. inst (2018): 16.125.231,17 - 11.428.571,44 = 4.696.659,73 m^2$$

$$Dem. Inst (2018) \cong 4.700.000 m^2$$

Se tomó el año 2018 como el representativo para determinar la probable demanda insatisfecha y evaluar distintos programas de producción para ver cuánto se puede abarcar de la misma, en función de la capacidad de la maquina anteriormente especificada, ya que es el año en el que se cree se iniciará la producción y comercialización del producto, y del cual se pueden tener datos más certeros debido a su proximidad.



3.2.5.2 – Alternativas de producción propuestas.

En primera instancia definiremos la capacidad de producción en m²/h a partir de la capacidad de producción de 1600 kg/h reales de la máquina elegida, para Geomembranas de HDPE de 1,5mm de espesor.

$$\text{Capacidad prod.} \left(\frac{Kg}{m^2} \right) = \text{Densidad} * \text{Espesor} = 945 \frac{Kg}{m^3} * 0,0015m =$$

$$\text{Capacidad prod.} \left(\frac{Kg}{m^2} \right) = 1,4175 \frac{Kg}{m^2}$$

$$\text{Capacidad Prod.} \left(\frac{m^2}{h} \right) = \frac{\text{Cap. Maquina} \left(\frac{Kg}{h} \right)}{\text{Cap. prod.} \left(\frac{Kg}{m^2} \right)} =$$

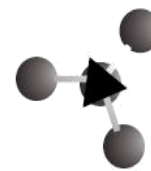
$$\text{Capacidad Prod.} \left(\frac{m^2}{h} \right) = \frac{1600 \frac{Kg}{h}}{1,4175 \frac{Kg}{m^2}} = 1129 \frac{m^2}{h}$$

En función de estos valores de producción en m²/h y de la demanda insatisfecha antes analizada, se determinan distintos programas de producción que lleven de alguna forma a satisfacerla, detallando lo producción mensual para dicho año, por lo que a continuación se tomaron las siguientes consideraciones para su cálculo:

- Turnos de trabajo/día: 1,2 o 3 turnos de 8hs c/u.
- Días hábiles laborales durante el año 2018: para el cálculo de estos días se tiene en cuenta los feriados para ese año y que los sábados se utilizaran para limpieza y mantenimiento de la planta. Los mismos ascienden a 246 días.

Alternativa de Producción 1: Trabajar de lunes a viernes a razón de 1 turno de trabajo de 8 hs/día.

	Cap. Producción	Jornada	Días Hábiles	Prod. Total Anual
Alternativa Nº1	1129 m ² /h	8 hs/día	246 días/año	2.221.872 m²



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Tabla N°3.2: "Alternativa de Producción N°1".

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de capacidad de producción de la máquina.

Alternativa de Producción 2: Trabajar de lunes a viernes a razón de 2 turnos de trabajo de 8 hs. c/u.

Alternativa N°2	Cap. Producción	Jornada	Días Hábles	Prod. Total Anual
	1129 m ² /h	16 hs/día	246 días/año	4.443.744 m²

Tabla N°3.3: "Alternativa de Producción N°2".

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de capacidad de producción de la máquina.

Alternativa de Producción 3: Trabajar de lunes a viernes a razón de 3 turnos de trabajo de 8hs c/u.

Alternativa N°3	Cap. Producción	Jornada	Días Hábles	Prod. Total Anual
	1129 m ² /h	24 hs/día	246 días/año	6.665.616 m²

Tabla N°3.4: "Alternativa de Producción N°3".

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de capacidad de producción de la máquina.

Observando las alternativas propuestas, vemos que la "**Alternativa de Producción N° 2**" con una producción total anual de 4.443.744 m² es la que más se acerca a cubrir la demanda insatisfecha, abarcando el 94,54% de la misma, mientras que el 5,46% restante puede ser cubierta con alguna de las alternativas de ampliación de tamaño propuestas en puntos anteriores.

Una vez seleccionada la alternativa de producción más conveniente, podemos detallar un programa de producción mensual para el año calendario estudiado.

Mes	Días Hábles	Total Horas Laborales	Producción (m ² /mes)
Enero	22	352	397408,00



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Febrero	17	272	307088,00
Marzo	21	336	379344,00
Abril	20	320	361280,00
Mayo	21	336	379344,00
Junio	20	320	361280,00
Julio	21	336	379344,00
Agosto	22	352	397408,00
Septiembre	19	304	343216,00
Octubre	22	352	397408,00
Noviembre	21	336	379344,00
Diciembre	20	320	361280,00
TOTAL	246	3936	4443744,00

Tabla N°3.5: "Programa de Producción Propuesto a partir de la alternativa de producción elegida".

Fuente: Elaboración Propia.

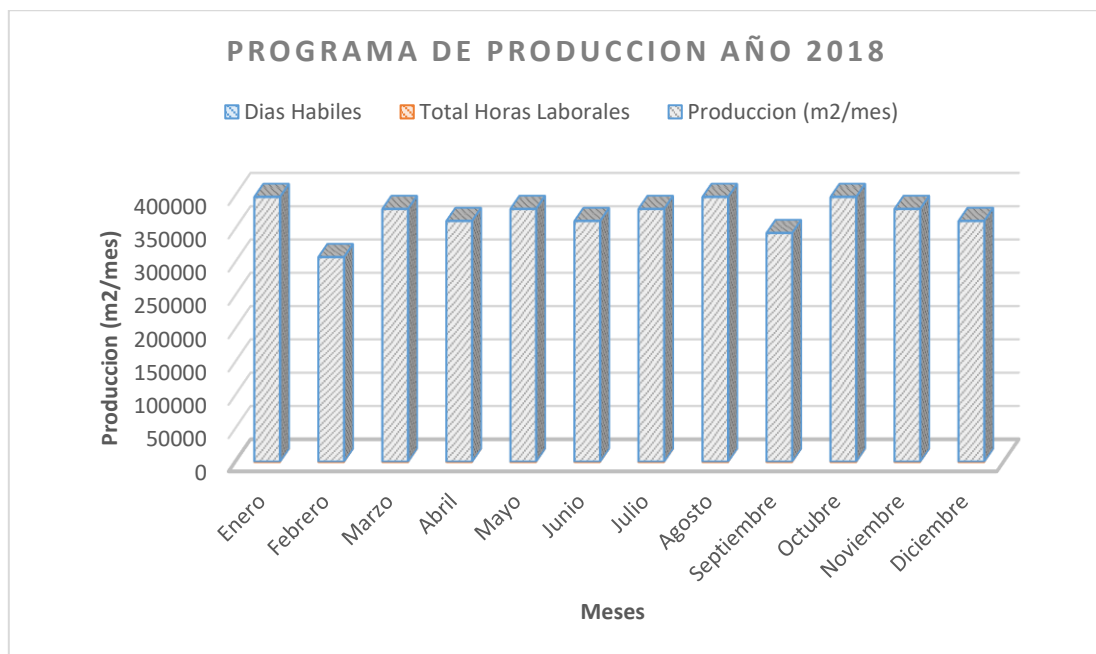
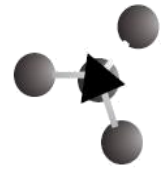


Fig. N°3.5: "Programa de Producción Propuesto a partir de la alternativa elegida".

Fuente: Elaboración Propia.

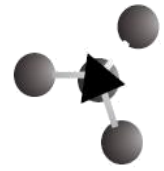


3.3 – CONCLUSION.

Habiendo analizado todos los factores que condicionan al tamaño de nuestro proyecto, se determinó que los de mayor relevancia son la *Tecnología* y la *Situación de Mercado*. Así, la estrategia consistió en trabajar con un tamaño mínimo, el cual corresponde a la utilización de la tecnología de menor capacidad a nivel industrial para la producción de Geomembranas de HDPE de 1,5mm de espesor.

A partir de la capacidad tecnológica de producción mínima, establecida en 1129 m²/h de Geomembrana, valor de importancia primordial para el proyecto y que se utilizara para los siguientes capítulos, se presentaron diferentes alternativas de producción que pudieran abarcar la mayor parte de la demanda insatisfecha determinada a partir de los datos del estudio de mercado. El análisis arroja que trabajando de lunes a viernes en 2 turnos diario de 8hs c/u, se cubre casi el 95% de la misma para el año analizado en función de los días hábiles del mismo.

Es necesario aclarar que esta propuesta de producción se realizó para el año 2018 y no para todo el horizonte de evaluación del proyecto, pero es una medida importante para ubicarnos al comienzo del mismo. En los capítulos posteriores correspondientes a tal fin, se analizará si se seguirá trabajando al mismo ritmo cuando se propongan los programas de producción para los años posteriores, o si es viable crecer desde el punto de vista de la viabilidad técnica y económica en función de la demanda creciente estipulada.



CAPITULO 4

TECNOLOGIA

4.1 – INTRODUCCIÓN.

La determinación del proceso más adecuado para obtención de geomembrana de HDPE es muy importante en la prefactibilidad del proyecto ya que se debe realizar un estudio profundo sobre las características de los procesos disponibles como los equipos necesarios para llevarlo a cabo. Esto permite reconocer cual es el proceso más conveniente desde el punto de vista técnico-económico. La inversión en tecnología en un proyecto puede representar el valor más alto de inversión y/o costos operativos, lo que lleva a ser de gran importancia a la hora de evaluar un proyecto.

La disponibilidad tecnológica en el mercado es muy relevante en este tipo de procesos ya que la elección de equipos obsoletos podría representar pérdidas a corto plazo. Por ello tener en cuenta la calidad tecnológica es esencial.

Se puede reconocer que un análisis tecnológico para un proyecto de este tipo representa un punto crucial en el tamaño de producción. Consecuentemente, sin un estudio tecnológico adecuado peligraría la integridad del proyecto.

4.2 – ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS.

El proceso de obtención de geomembranas de HDPE es un proceso de obtención de láminas y películas plásticas por termo-conformado a partir de termoplásticos. Este proceso se basa en aportar calor al termoplástico hasta su punto de fusión obteniendo un plástico fluido, el cual posteriormente es forzado a pasar a través de un dado obteniendo forma de lámina. Este se enfría, pasando al estado sólido y con forma de lámina. Existen variantes dentro del proceso dependiendo del tipo de plástico y la técnica seleccionada.

En la actualidad existen dos técnicas para obtener láminas plásticas. Estos difieren en algunos aspectos que son de importancia a la hora de seleccionar la tecnología. Las técnicas son:



- Película Cast o colada.
- Película soplada o por burbuja.

En cualquiera de estas técnicas es aplicable la utilización del método de co-extrusión el cual permite en algunos casos mejorar las propiedades del producto. Aunque las láminas y películas de plástico pueden producirse usando un dado con una abertura rectangular estrecha, el método más común, hoy en día, de obtención de dichos artículos es el proceso de soplado de película, también denominado extrusión por burbuja.

4.3 – PROCESO DE OBTENCION POR PELICULA SOPLADA.

Antes de comenzar con la descripción del proceso debemos aclarar que el material tiene una composición de:

- Polietileno de alta densidad virgen 98% (p/p)
- Masterbatch (40% negro de humo,antioxidante) 2% (p/p)

El agregado de Masterbatch se debe a que el HDPE por sí mismo presenta oxidación térmica y foto-oxidación autocatalítica.

Con el agregado de antioxidante, en general los mismos que se usan para el caucho, como fenoles y aminas, se suprime la degradación térmica del HDPE.

En la elección del tipo de antioxidante se deben observar puntos como: Ausencia de color, olor y baja volatilidad, para evitar pérdidas durante el tratamiento a temperaturas altas.

La foto-oxidación produce coloración, deterioro en las propiedades físicas y pérdida de resistencia mecánica en el HDPE, que conduce al agrietamiento y ruptura de las muestras sometidas a tensión. Los antioxidantes normales son de poca utilidad y la protección más satisfactoria se obtiene incorporando aproximadamente 2% de negro de humo, bien dispersado en el polímero obteniéndose una fórmula apta para ser extrudida en la obtención de geomembranas.



Resaltamos que ***El polietileno no protegido no sirve para producir films en los cuales estará expuesto a la luz solar.***

La mezcla (Masterbtech/HDPE) ingresa, a través de dosificadores gravimétricos, a la primera etapa correspondiente a la extrusión.

El plástico fundido, proveniente de la máquina de extrusión, pasa a través de un dado anular que apunta hacia arriba y sale como un tubo delgado y de gran diámetro. Un suministro de aire al interior del tubo le impide derrumbarse y sirve para inflarlo y formar una larga burbuja cilíndrica de varias veces el diámetro del tubo que sale de la máquina de extrusión. El aire del interior está contenido como en una gran burbuja mediante un par de rodillos colapsantes que están en la parte alta.

Al principio la burbuja consiste en plástico fundido, pero un flujo de aire alrededor del exterior de la burbuja promueve su enfriamiento y, a una cierta distancia del dado, se puede identificar una línea de solidificación. La película enfriada pasa a través de las placas guías y se aplasta entre dos rodillos de arrastre (calandra de tiraje). La lámina tubular pasa por una herramienta de guillotina la cual corta la lámina tubular y esta es posteriormente desplegada por una estructura semi-piramidal denominada “espina de pescado” la cual extiende por completo la lámina. Entre la espina de pescado y la calandra de enrollado se disponen generalmente los sistemas de tratamiento y eliminación de cargas estáticas. La lámina desplegada es posteriormente bobinada. La mayoría de los sistemas comerciales están provistos de instalaciones de almacenamiento gemelo, de modo que un tambor lleno pueda ser eliminado sin parar el proceso productivo.

La calandra de tiraje está compuesta por dos cilindros revestidos de caucho duro, que deben producir una presión de cierre uniforme, tirando del film con una velocidad de arrastre que, en definitiva, va a determinar el espesor del film.

El cabezal de la extrusora debe estar adecuadamente calentado. El «paso» o espesor de la hilera debe ser de 0.5 a 1.4 mm, con un tramo recto de 20 mm de longitud como mínimo, para poder obtener un film de espesor regular (aunque puede variar según el modelo de cabezal). Por el centro del núcleo o torpedo se inyecta el aire que debe formar la burbuja, hasta que ésta tenga las dimensiones deseadas (en diámetro y espesor).

A la salida del cabezal el material se enfría bruscamente mediante una corriente forzada de aire que pasa a través de una cámara anular y se dirige concéntrica y uniformemente sobre la burbuja. Si el flujo del aire no está bien regulado o no es concéntrico con la burbuja, se produce una diversidad de espesores que dan lugar a la formación de ondulaciones en la bobina, lo que supone un grave inconveniente. Para evitar estos defectos se suelen usar anillos distribuidores de

aire rotatorios, que reparten la posible diferencia de espesores helicoidalmente en torno a la bobina.

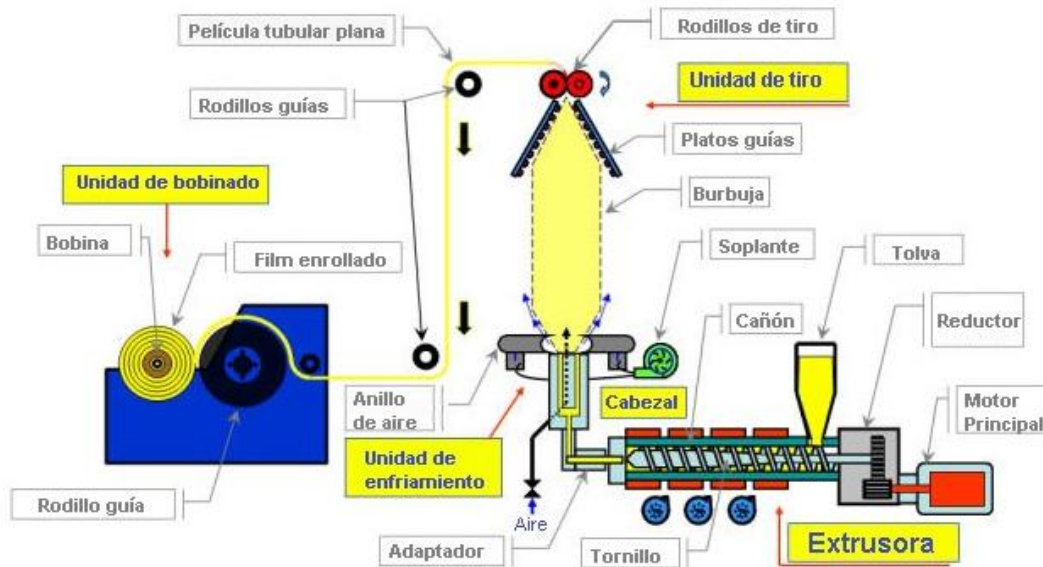


Figura 4.1: Esquema de Producción por película soplada
Fuente: www.tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar

La ventaja principal del soplado de película es la facilidad con la cual puede introducirse en la película una orientación biaxial. Se expande radialmente casi tres veces su diámetro original y, al mismo tiempo, se estira en la dirección axial. El resultado es que la película queda orientada biaxialmente y esta orientación se hace permanente al cristalizar, ya que se congela la orientación en su lugar original.

4.4 – EQUIPOS Y ETAPAS DEL PROCESO

El proceso de producción de geomembranas por película soplada presenta equipos característicos de los procesos de conformado por extrusión y algunos particulares de esta técnica. Por ello es necesario describir cada equipo en particular como la etapa a la que pertenece y función que realiza. Esto nos permite reconocer las características distintivas de esta técnica a diferencia de otras.

4.4.1 – Anillos de enfriamiento

En las líneas de película soplada la extrusora está equipada con una boquilla anular, dirigida habitualmente hacia arriba. Por el interior de la boquilla se inyecta aire que queda confinado en el interior del material que sale por la

boquilla y que es contenido, como si de una gran burbuja se tratara, por un par de rodillos situados en la parte superior (rodillos de colapsado). A la salida del cabezal el material se enfría bruscamente mediante una corriente forzada de aire que pasa a través de una cámara anular (anillo de enfriamiento) y se dirige concéntrica y uniformemente sobre la burbuja.



Figura 4.2: Anillo de enfriamiento.

Fuente: www.tecnologiadelosplasticos.blogspot.com

Si el flujo del aire no está bien regulado o no es concéntrico con la burbuja, se produce una diversidad de espesores que dan lugar a la formación de ondulaciones. El cociente entre el diámetro de la burbuja y el diámetro de la boquilla se llama proporción de explosión o relación de soplado y suele estar en el intervalo de 2,0 a 2,5.

4.4.2 – Rodillos de tiro

La calandra de tiraje (rodillos de tiro y colapsado) está compuesta por dos cilindros revestidos de caucho duro, u otro material que no se adhiera al film, que deben producir una presión de cierre uniforme, tirando del film con una velocidad de arrastre que, en definitiva, va a determinar el espesor del film.



Figura 4.3: Rodillos de tiro

Fuente: www.tecnoliqadelosplasticos.blogspot.com

4.4.3 – Cepillos antiestáticos

Entre los rodillos de tiro y el sistema de desplgado se disponen generalmente los sistemas de tratamiento y eliminación de cargas estáticas formado por cepillos conductores de electricidad con puesta a tierra que rozan la superficie de la película, ya colapsada, a fin de eliminar corriente estática.



Figura 4.4: Cepillos antiestáticos

Fuente: www.tecnoliqadelosplasticos.blogspot.com

4.4.4 – Sistema e desplgado

A diferencia del sistema convencional de película soplada, esta línea de producción cuenta con un sistema de corte y desplgado de la película entre el rodillo de tiro y el de bobinado.

4.4.4.1 – Guillotina

Una guillotina fija corta por la parte superior la lámina tubular dejando la lámina con el doble de ancho y perfiles bien definidos antes de bajar por el rodillo guía.



Figura 4.5: Guillotina
Fuente: Gentileza Maccaferri S.A.

4.4.4.2 – Espina de pescado

Posterior a la guillotina y al primer rodillo guía se encuentra una gran estructura paralela a la burbuja que permite la apertura total de la lámina antes de ingresar al segundo rodillo guía y ser bobinada.

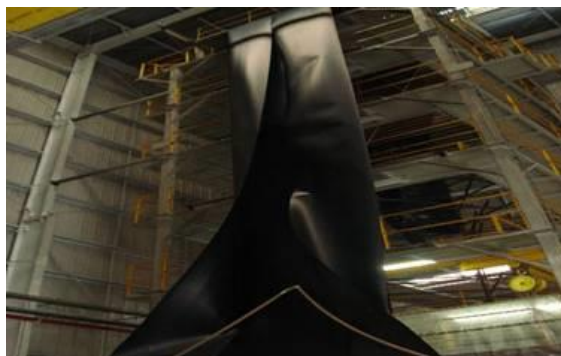


Figura 4.6: Espina de pescado
Fuente: Gentileza Maccaferri S.A.

4.4.5 – Rodillos de enrollado

En el rodillo de bobinado se disponen una serie de rodillos que evitan la formación de pliegues los cuales se denominan rodillos guías.



Figura 4.7: Rodillos de enrollado

Fuente: www.tecnoliqadelosplasticos.blogspot.com

La mayoría de los sistemas comerciales están provistos de instalaciones de almacenamiento gemelo, de modo que un tambor lleno pueda ser retirado sin parar el proceso productivo.

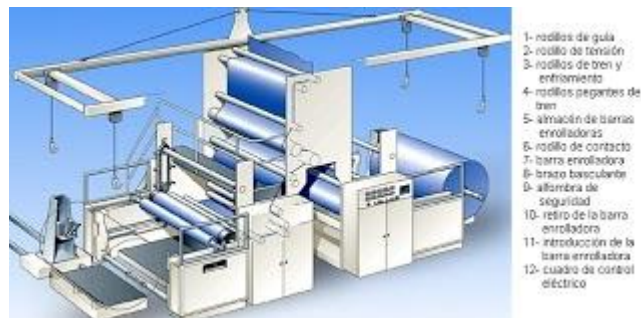


Figura 4.8: Bobinadora de doble estación

Fuente: www.tecnoliqadelosplasticos.blogspot.com

4.5 – CARACTERÍSTICAS DE PROCESO

En algunos casos, mediante el soplado, el material se expande hasta tres veces su diámetro original, y a la vez es estirado por los rodillos que se encuentran en la parte superior, de modo que se orienta biaxialmente. El material sale de la

Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

boquilla en estado fundido, pero conforme asciende se enfría, gracias a la corriente de aire que circula por el exterior de la burbuja, de modo que solidifica, "congelando" la orientación en las dos direcciones, axial y longitudinal. El punto de solidificación se suele apreciar fácilmente debido a la pérdida de transparencia del material al pasar del estado amorfo al cristalino o semicristalino. A este proceso se le conoce como "estabilización de la burbuja". La orientación biaxial confiere muy buenas propiedades mecánicas a la película.

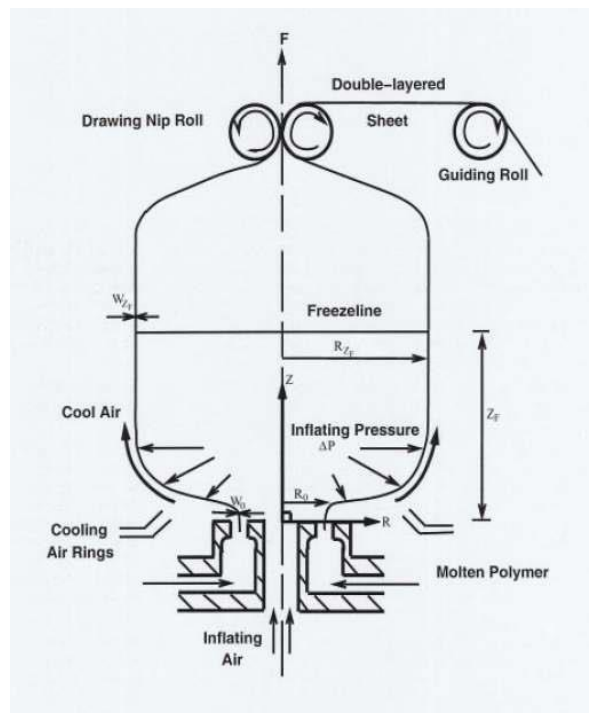


Figura 4.9: Diagrama de esfuerzos en la burbuja

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Si se mira detenidamente el proceso resulta extraño, en principio, que mientras que el material permanece en estado fundido la burbuja no se rompa (se trata de un material fundido, fluyendo en una capa muy delgada, y sobre el que se aplican grandes esfuerzos). La respuesta está en el tipo de esfuerzos al que el fundido es sometido. Los esfuerzos que actúan sobre el material son perpendiculares (de tracción) al material. Ante un esfuerzo de este tipo los polímeros desarrollan una viscosidad que suele ser 3 veces superior a su valor cuando el esfuerzo es aplicado tangencialmente y que se conoce como viscosidad extensional. La viscosidad extensional además se mantiene constante para la mayoría de los polímeros al aumentar el esfuerzo de tracción aplicado. A este comportamiento se le conoce como Troutoniano. En algunos casos como ocurre con el polietileno que generalmente se emplea en estos procesos, la



viscosidad aumenta al aumentar el esfuerzo de tracción aplicado, con lo que, si en alguna zona la capa de material es más fina, el esfuerzo (fuerza/sección) será mayor, por lo que la viscosidad del material en esa zona aumentará, contribuyendo a la estabilización de la burbuja.

4.5.1 – Soplado de película

A la hora de trabajar con esta técnica debemos tener en cuenta los parámetros a tener en consideración durante el proceso y algunas relaciones prácticas de control de producción, las cuales se desarrollan en el siguiente apartado:

Se denomina relación de soplado a la relación entre el diámetro de la burbuja y el de la hilera, es decir:

$$R_s = \frac{D_b}{D_h} = \frac{2L}{\pi D_h}$$

Siendo: L = Ancho de la película

En general se trabaja con relaciones de soplado, R_s , entre 1.8 y 2.5. Si la relación de soplado es pequeña, la resistencia a la rotura en el sentido de la extrusión se reduce notablemente.

La presión del aire en la burbuja determina el hinchamiento de la burbuja y esto controla la orientación circunferencial, se produce un estirado transversal que reduce la orientación de las macromoléculas en la dirección de la extrusión, mejorando considerablemente las propiedades mecánicas. Además, la orientación axial puede controlarse variando la velocidad del rodillo de arrastre superior, en relación con la velocidad lineal de la burbuja. Esto se denomina como estirado hacia abajo.

El polímero sale del dado a una velocidad, V_1 . Esta velocidad puede determinarse conociendo el caudal volumétrico de salida, Q , y el área, A , del orificio por el cual sale. El área del orificio de salida es:

$$A = \pi(R_2^2 - R_1^2)$$

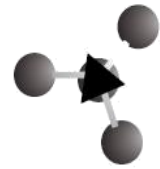
Donde:

R_1 = Radio interior del anillo de salida.

R_2 = Radio exterior del anillo de salida.

La velocidad de salida será:

$$V_1 = \frac{Q}{A}$$



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Ajustando la velocidad de los rodillos de arrastre, V_2 , que aprietan el polímero formando la película, a una velocidad $V_2 > V_1$, la aceleración en la dirección ascendente viene dada por:

$$a = \frac{dV}{dt} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

Donde $t_2 - t_1$ es el tiempo que permanece el material entre el dado y los rodillos de arrastre (Calandra de tiraje). La fuerza debida a la aceleración será:

$$F = ma = m \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

Donde "m" es la masa de polímero y "a" es la aceleración, la cual puede ajustarse. La calandra de tiraje está compuesta por dos cilindros revestidos de caucho duro, que deben producir una presión de cierre uniforme, y que tiran de la película con una velocidad de arrastre que va a determinar su espesor.

Las fuerzas en las direcciones horizontal y vertical son las causantes del estiramiento del biaxial de la película. La velocidad de los rodillos de arrastre y así, el grado de estiramiento biaxial, puede ajustarse según las necesidades. Si la película de polímero se va a usar para fabricar una bolsa de basura, sería de desear una resistencia elevada y una permeabilidad baja.

Se denomina relación de tiraje la existente entre las velocidades de tiraje y de extrusión del material

$$T = \frac{V_2}{V_1} = \frac{D_d h \rho_1}{D_b e \rho_2} = \frac{h \rho_1}{R_s e \rho_2}$$

Siendo:

D_d = Diámetro del dado

D_b = Diámetro de la burbuja

e = Espesor de la película

h = Espesor de la hilera

ρ_1 y ρ_2 = Densidades del polímero fundido y sólido (0.82 para el PEBD), respectivamente.

$R_s = (D_b/D_h)$ = Relación de soplado

Para obtener una buena calidad del film, T debe estar comprendido entre 3 y 6. En la calandra de bobinado se disponen una serie de rodillos que evitan la formación de pliegues.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Es posible hacer una estimación de la orientación de la película soplada, considerando solamente el efecto debido al inflado de la burbuja. Como la velocidad de flujo en volumen es el mismo para el plástico en el dado y en la burbuja, luego en la unidad de tiempo se tiene:

$$\pi D_d h_d L_d = \pi D_b h_b L_b$$

Donde D, h y L se refieren al diámetro, el espesor y la longitud respectivamente y el subíndice d es para el dado y la b para la burbuja.

Entonces la orientación en la dirección de la máquina, OMD, viene dada por:

$$O_{MD} = \frac{L_b}{L_d} = \frac{D_d h_d}{D_b h_b} = \frac{h_d}{h_b B_R}$$

Donde B_R es la relación de hinchamiento radial $\left(\frac{D_b}{D_d}\right)$

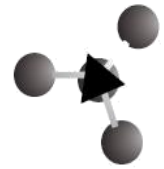
La orientación en la dirección transversal, OTD, viene dada por:

$$O_{TD} = \frac{D_b}{D_d} = B_R$$

Por tanto, la relación de orientación puede expresarse como:

$$\frac{O_{MD}}{O_{TD}} = \frac{h_b}{h_b (B_R)^2}$$

Los filmes también se pueden fabricar por extrusión a través de boquillas con dado delgado y largo, de la que salen verticalmente, enfriándose seguidamente entre cilindros refrigerados o en un baño de agua. Los filmes de termoplásticos cristalinos obtenidos por extrusión plana son más transparentes que los filmes tubulares, debido a la mayor velocidad de enfriamiento que limita el desarrollo de la cristalinidad. Sin embargo, al no producirse el estirado biaxial característico de la extrusión tubular, su tenacidad resulta inferior. Vale la pena observar esta técnica con mayor detalle. En primera instancia, ¿Por qué no revienta la burbuja? Debe haber un mecanismo de estabilización. Para encontrarlo, hay que analizar nuevamente el comportamiento general del material y reflexionar acerca de la naturaleza del procedimiento. El soplado de la burbuja es principalmente un proceso de tracción, más que de corte.



4.5.2 -Comportamiento ante los esfuerzos de tracción

Hay cuatro componentes de la deformación: los comportamientos elástico y viscoso ante los esfuerzos de corte y de tracción.

El interés principal se relaciona con la viscosidad de corte, aunque también existe la viscosidad de tracción.

El soplado de la burbuja es, principalmente, un proceso de tracción, más que de corte, y cabe preguntarse cómo reaccionan los polímeros cuando la mayor parte de los esfuerzos son de tracción. Al igual que cuando se somete a esfuerzos de corte, hay un comportamiento viscoelástico.

La viscosidad en tracción λ tiende a ser alta, aproximadamente tres veces la de corte ($\lambda \sim 3\eta$). También hay un paralelismo con el comportamiento newtoniano y no newtoniano, así si la viscosidad a la tracción es independiente de la velocidad de deformación, se dice que el fluido es troutoniano (que equivale al comportamiento newtoniano en el corte). Hay dos tipos de comportamiento no troutoniano, el cual sí depende de la velocidad deformación: la rigidización por tracción y el debilitamiento por tracción. Estos se muestran en la figura siguiente.

La mayoría de los polímeros fundidos son troutonianos, por ejemplo, el polimetilmetacrilato, el poliestireno, el policarbonato, el nylon, el polietilentereftalato.

El polietileno de baja densidad ramificado sufre rigidización por tracción. Las poliolefinas lineales, por ejemplo, el polietileno de alta densidad y el polipropileno, se debilitan por tracción. El comportamiento elástico siempre es el de rigidización por tracción.



Figura 4.10: Viscosidad a la tracción

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

4.5.3 – Estabilización de la burbuja

Ahora se puede ver de qué manera el comportamiento ante la tracción estabiliza la burbuja pelicular. Un sistema como éste siempre tiene irregularidades accidentales. Cuando el producto extruido es ligeramente más delgado, el esfuerzo es mayor. Un material no rigidizable se deformará más, posiblemente hasta que se rompa. La rigidización por tracción, sin embargo, genera una mayor reacción viscosa o elástica, la cual contrarresta más de lo necesario el incremento del esfuerzo y se estabiliza el sistema.

El otro factor importante de estabilización es la rapidez de cristalización. Cuando se fabrica una película de esta manera, se forma una línea de congelación un poco hacia arriba de la burbuja. Aquí es donde cristaliza el polímero y se hace menos transparente. En un polímero que se transforma bien con este procedimiento, la cristalización se provoca con tensiones y, en consecuencia, se rigidiza por tracción, la rapidez de cristalización no deberá ser tan alta que impida obtener primero la orientación necesaria. Por lo común, los polímeros en los cuales sucede esto, por ejemplo, el acetal y el nylon, no pueden tratarse de manera satisfactoria con esta ruta.

Los efectos principales son el comportamiento elástico en el producto obtenido por extrusión, refrigerante y gomoso, y la rapidez de cristalización, ambos rigidizantes por tracción, de modo que incluso el polietileno de alta densidad, cuya fusión es adelgazante por tracción, es netamente rigidizante por tracción. El polietileno de baja densidad fue uno de los primeros polímeros que se sometió al tratamiento. Su viscosidad rigidizante por tracción fue importante en las primeras experiencias.

4.6 – PROCESO DE COEXTRUSION

En este proceso, dos o más corrientes de plástico fundido convergen y se unen a la entrada del dado, se desplazan luego como flujos adyacentes por el interior del dado emergiendo finalmente para enfriarse y solidificar, conformando así el producto coextruido de dos o más capas. La siguiente muestra cuatro diferentes perfiles de productos coextruidos, donde A y B representan dos diferentes tipos de plástico.

El éxito del proceso de coextrusión depende en gran medida del diseño del dado, el cual debe tener una forma adecuada para reunir diferentes corrientes de plástico fundido y controlar, por ejemplo, el espesor de las diferentes capas del producto coextruido.

Sin embargo, las propiedades de flujo de cada uno de los plásticos utilizados, así como las características reológicas de los dos o más flujos adyacentes, también influyen grandemente en el éxito del proceso de coextrusión.

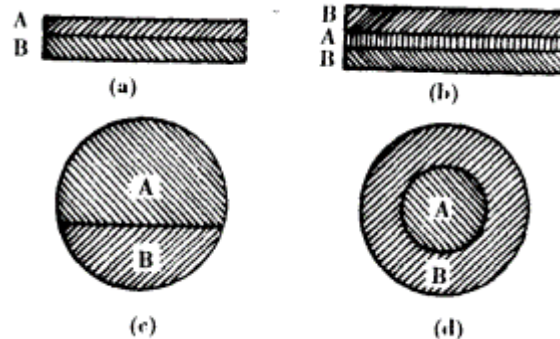


Figura 4.11: Perfiles de productos coextruidos

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Las películas coextruidas pueden obtenerse por el método de soplado de película o por un proceso de colado de película como se muestra en la, respectivamente.

El proceso de colado, que usa un dado con una ranura rectangular estrecha y un rodillo de enfriamiento, produce una película con una buena claridad y lustre. Sin embargo, el proceso de soplado produce una película más fuerte debido a la orientación transversal que se origina y ofrece una mayor flexibilidad en términos de espesores de película.

Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

En la mayor parte de los casos hay una adherencia insuficiente entre los polímeros base y entonces es necesario tener una película adhesiva entre cada una de las capas base.

La coextrusión es la extrusión simultánea de más de un tipo de polímero para obtener un producto laminado. Esto requiere un extrusor separado para cada polímero. El producto se forma a partir de capas múltiples en el dado.

Por lo común, es necesario usar capas ligantes que mantengan juntas las capas funcionales. Así, el producto laminado tendría realmente cinco capas: externa-ligante-central-ligante-externa.

Inicialmente había dificultad en este sistema. Ahora, la técnica está bien controlada, se tiene una mejor selección de las clases del polímero que se usa para las dos capas, de modo que en la actualidad los problemas de sellado han sido superados.

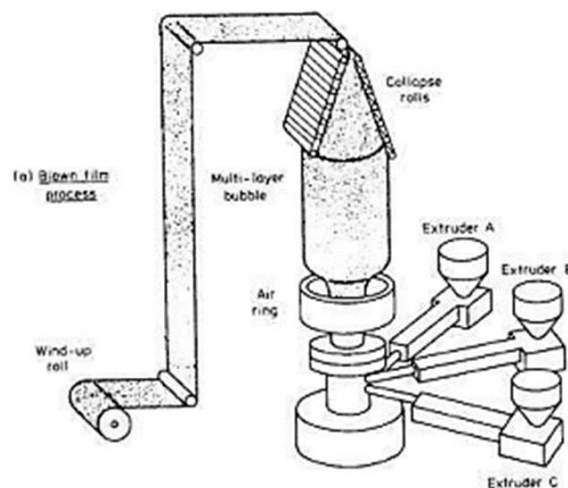


Figura 4.12: Esquema de coextrusión por soplado

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

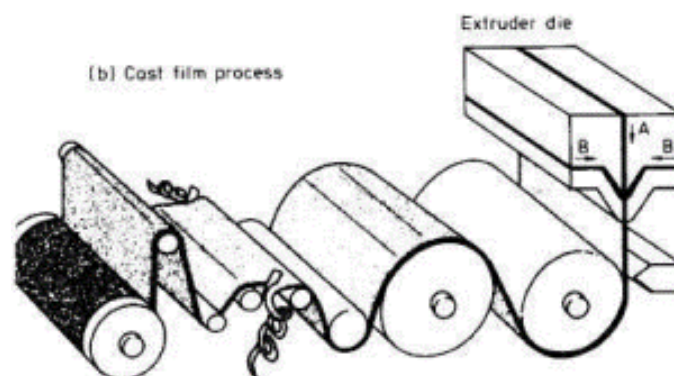
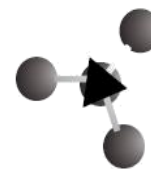


Figura 4.13: Esquema de coextrusión por película colada

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

La principal razón de producir películas coextruidas de múltiples capas, es conseguir materiales con mejores propiedades de barrera, en particular con respecto a la infiltración de gas. La tabla siguiente muestra los efectos que se pueden alcanzar:

4.6.1 – EFECTOS DE LA COEXTRUSION

Polymer	Layer distribution (μm)	Density (kg/m ³)	Transmission rates	
			Oxygen (cm ³ /m ² 24 hr atm)	Water vapour (g/m ² 24 hr)
ABS	1000	1050	30	2
uPVC	1000	1390	5	0.75
Polypropylene	1000	910	60	0.25
PET	1000	1360	1	2
LDPE	1000	920	140	0.5
HDPE	1000	960	60	0.3
PS/EVOH*/PE	825/25/150	1050	5†	1.6
PS/PVdC/PE	825/50/125	1070	1	0.4
PP/EVOH/PP	300/40/660	930	1†	0.25

* EVOH ethyl vinyl alcohol.

† Depends on humidity.

Figura 4.14: Efectos de la cotextrusión en las propiedades finales

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Las técnicas de coextrusión se emplean no sólo para perfiles, sino también en películas sopladas, como se puede observar, en algunos ejemplos de botellas sopladas. La razón por la que las capas no se mezclan es que las condiciones de flujo laminar prevalecen sobre las de turbulencia que conducirían a su mezcla. La alta viscosidad es el factor principal y produce un valor bajo del número de Reynolds, Re:

$$Re = \frac{\text{Densidad} * \text{Velocidad} * \text{Dimensiones del canal}}{\text{Viscosidad}} = \frac{\rho v d}{\mu}$$

Bajo estas condiciones, el número de Reynolds es muy bajo (< 10) debido al alto valor de la viscosidad. Se considera que un valor mayor de 2000 será el límite para la formación de turbulencia.

Existen diversos tipos de inestabilidades de flujo en la coextrusión de lámina o película plástica de multicapas. Un tipo de inestabilidades puede ocurrir en las interfaces de la corriente de multicapas, lo cual en caso extremo puede causar intermezclado de las diferentes capas. Por ejemplo, bajo condiciones de flujo estable las interfaces del fluido dentro del dado son suaves, planas y paralelas (o concéntricas, en caso de perfiles circulares). Sin embargo, a medida que aumenta la velocidad de flujo, se alcanza un punto en el cual la capa de plástico en contacto con el dado empieza a exhibir ondulaciones. En caso de ondulaciones de baja amplitud, éstas pueden pasar inadvertidas y no interferir con la funcionalidad de la película, pero a velocidades de flujo mayor esta distorsión llega a ser más severa.

La figura ilustra una película o lámina de dos capas con diferentes grados de inestabilidad de flujo interfacial y dos vistas de una sección transversal de una lámina coextruida de tres capas (ABS-HIPS-ABS). El cambio de flujo estable a flujo inestable se produjo al bajar la temperatura del dado y del extrusor, es decir, al alimentar la viscosidad de las corrientes de plástico fundido y, en consecuencia, incrementarse los esfuerzos de corte involucrados.

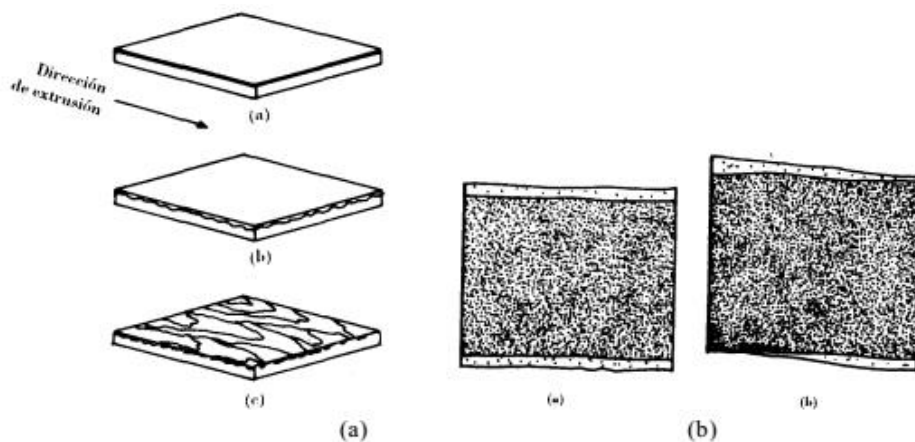
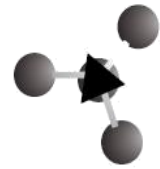


Figura 4.15: (i).- Película o lámina de dos capas con diferentes grados de inestabilidad de flujo interfacial. (ii).- Dos vistas de una sección transversal de una lámina coextruida de tres capas (ABS-HIPS-ABS)

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

4.6.2 – Adhesión interfacial en coextrusión

Cuando una lámina o película extruida es enfriada y las diferentes capas se solidifican, éstas pueden permanecer unidas fuertemente, o bien pueden separarse (pelarse) fácilmente una de otra.



Cuando dos corrientes de plástico fundido se unen, se forma una interface entre los dos fluidos, la cual es transportada bajo presión hasta la salida del dado. Estas condiciones favorecen un íntimo y completo contacto interfacial entre los dos fluidos. Esto va acompañado por una cierta interpenetración molecular, ya que segmentos de plástico de una fase se difunden a través de la interface hacia la otra fase plástica. Sin embargo, esta interpenetración está limitada termodinámicamente y depende de la miscibilidad o inmiscibilidad entre las dos fases.

El alcance de la interpenetración molecular es uno de los factores que determinan la adhesión interfacial, pero los procesos de solidificación también están involucrados. Dos capas adyacentes pueden solidificar a diferentes temperaturas, a diferentes velocidades y por mecanismos diferentes, afectando así la estructura y las propiedades de la interface.

4.6.3 – Permeabilidad de películas multicapas

La permeación (o flujo) de gases y vapor de agua a través de una película de plástico depende de la permeabilidad P del plástico y del espesor e de la película, así como de la diferencia de presiones parciales del gas en cuestión en ambos lados de la película P_1 y P_2 , es decir:

$$\text{Flujo} = P \frac{P_1 - P_2}{e}$$

$$\text{Permeabilidad de la película} = \frac{P}{e}$$

La permeación a través de una película compuesta por varias capas se calcula tratándola como un paquete de resistencias en serie, de modo que la permeabilidad de la película compuesta es igual a:

$$\frac{1}{\text{Permeabilidad}} = \frac{e_1}{P_1} + \frac{e_2}{P_2} + \dots + \frac{e_n}{P_n}$$

En estado estable, la permeación es uniforme a través de la película, pero la concentración de gas exhibe una discontinuidad en cada interface.

La permeabilidad de un dado polímero depende también del grado de cristalización y, además, de la morfología cristalina.

Se ha encontrado también que películas con múltiples capas "barrera" (impermeables) pueden retener sus propiedades de barrera incluso después de maltrato severo. Por ejemplo, una película con varias capas puede retener sus propiedades barreras aun después de severo maltrato a bajas temperaturas; sin



embargo, una película de igual espesor, pero de una sola capa, sí muestra una catastrófica pérdida de sus propiedades barrera después de dicho maltrato.

Con frecuencia, capas delgadas de resinas con buenas propiedades barrera son coextruidas con gruesas capas de polietileno, poliestireno o polipropileno para producir películas con buenas propiedades barrera, y además con algunas otras propiedades específicas.

En la permeabilidad de estos mismos plásticos para la transmisión de vapor de agua; con excepción del SARAN, el orden cambia significativamente. Los materiales higroscópicos, como el nitrilo, el etileno (vinil acetato) y el poliéster, son barreras pobres para el vapor de agua. Sin embargo, el polietileno y el polipropileno son excelentes barreras contra el vapor de agua.

Entre más delgadas sean las capas mayores será la influencia de una capa sobre la otra. Además, entre más delgadas sean las capas menores será el grado de adhesión requerido para que una capa tenga influencia sobre la otra.

Al igual que en las películas de una sola capa, las propiedades mecánicas de una película coextruida de multicapas dependen del grado de orientación molecular. Un cierto grado de orientación puede incrementar las propiedades mecánicas de las capas individuales y, por tanto, incrementar las propiedades de la película de multicapas.

4.6.4 – Datos anulares para coextrusión

El proceso de coextrusión de película tubular (por soplado) es ampliamente utilizado y muchas de las coextrusiones de dos y tres capas fueron producidas primeramente por este proceso.

El diseño de dados tubulares para coextrusión requiere de la formación de capas concéntricas uniformes en el anillo del dado. Algunos diseños de dados para coextrusión de película tubular se ilustran en las figuras siguientes.

En la figura siguiente los polímeros A y B se unen en un adaptador (adelante de un maníful) y la corriente de capas concéntricas del plástico fundido es distribuida por el mandril del dado para producir dos capas anulares de extruido. El espesor de cada capa es determinado por el flujo volumétrico de cada polímero, proveniente de cada extrusor.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

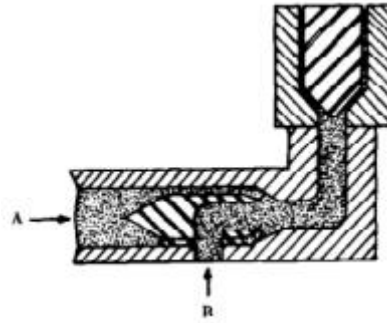


Figura 4.16: Dado para coextrusión de película tubular con un solo manifold.
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

En la figura siguiente se muestra un diseño de un dado anular con manifies individuales para cada polímero. Estos distribuyen concéntricamente las capas de los polímeros A y B antes de que se unan más adelante en la parte plana del dado. Cada manifold debe estar bien diseñado para obtener uniformidad en las capas.

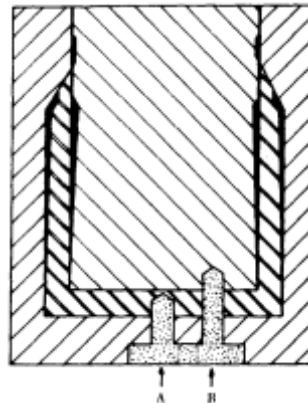


Figura 4.17: Dado anular con manifies individuales para cada polímero
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

En la figura a continuación se muestra un tercer diseño, que incluye un número de manifies de distribución toroidal para el número requerido de capas. A medida que la corriente de plástico fundido fluye hacia la salida del dado, las capas se van extruyendo una sobre otra en forma secuencial.

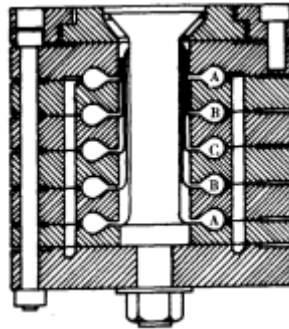


Figura 4.18: Diseño de dado que incluye un número de manifolds de distribución toroidal para el número requerido de capas.

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Estos diseños de dados tubulares llegan a ser bastante complicados para coextrusiones de más de tres capas. Sin embargo, mucha de la película para empaque con dos o tres capas se produce utilizando cualquiera de estos tipos de dados anulares.

4.7 – DETERMINACION DE TECNOLOGIA A UTILIZAR

Se ha considerado la elección de una producción de geomembranas tipo tricapa por co-extrusión ya que este tipo de método ahorra material, mejora características finales del producto y entrega una alta calidad, lo que abre las posibilidades al mercado. Esta elección se justifica además por el hecho de que se mantiene un mayor control de espesores de producto, mayores propiedades finales y es una técnica con alto desarrollo industrial lo que da confiabilidad a este método.

Como la co-extrusión es aplicable a cualquiera de los dos métodos de producción de láminas por extrusión (soplada o colada) pasaremos a determinar cuál método de producción de lámina es el más adecuado:

4.7.1 – CRITERIO DE ELECCION

Como cada uno de los métodos disponibles para la producción de geomembranas de HDPE presenta una gran variedad de características tendremos en cuenta los siguientes criterios para su elección correspondientemente con su justificación:



• **Productividad:**

En la actualidad la técnica de soplado es la más utilizada ya que esta tiene la propiedad de enfriar con aire la película durante su conformado permitiendo una continua y uniforme temperatura y extracción de producto, evitando la disminución de velocidad de producción como es el caso de la película cast en la zona de enfriamiento. De este modo la producción por soplado presenta mayor productividad que la producción de película colada ya que está sujeta sólo a la velocidad de extrusión.

• **Propiedades del producto:**

El proceso de obtención de lámina por burbuja permite un mayor aumento en las propiedades finales del producto debido al estiramiento biaxial durante su cristalización en la burbuja. Esta característica hace que las láminas obtenidas tengan mejores propiedades finales que las obtenidas por dado plano.

• **Eficiencia y eficacia:**

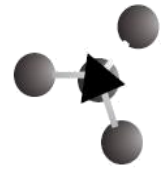
En lo que hace a esta parte es bastante difícil poder notar una gran diferencia ya que estas sólo son observables en la práctica. Sin embargo, se puede notar que existe pérdida de material durante el corte de perfil en películas cast y no así en película soplada obteniéndose una gran ventaja en el consumo de material y perfil final en la producción por soplado. Así también se evita el uso de trituradoras para los desperdicios. De este modo la técnica de película soplada ofrece mayor eficiencia. En lo que hace a eficacia también es demostrado en el punto productividad.

• **Área cubierta:**

En lo que referencia al área solicitada por la infraestructura se observa que la producción por soplado lleva una línea vertical lo que genera menor espacio necesario para su instalación. Una locación con altura inferior a 30 metros es más económica que un terreno de 20m².

• **Obsolescencia:**

Este punto hace referencia a los avances tecnológicos. Se observan mayor desarrollo en el método por soplado, con los consecuentes beneficios en control de producción, optimización y automatización y no así en la producción por película colada.



• **Coextrusión:**

Se puede reconocer que hay un mejor control de coextrusión en la producción de soplado, no así en el proceso por colado, el cual presenta grandes inconvenientes en puestas a punto, repuestos, control, etc.

Además de estas observaciones existen otros datos que justifican la utilización del método de producción de lámina por burbuja. A continuación, se reflejan algunos de ellos:

• **Dimensiones del producto:**

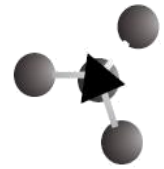
En la actualidad es normal encontrar geomembranas con anchos de consideración (5 a 8 metros) dado el hecho de que este aumento en las dimensiones produce un ahorro en producción y un mayor rango de seguridad en el soldado de los paneles en el área a ser utilizados. Actualmente los dados planos con anchos superiores a 4 metros necesitan un control auxiliar para la distribución del material extruido en coordinación con la apertura del labio debido a los cambios de temperaturas. Esto eleva el costo de la línea y trae aparejado grandes inconvenientes.

• **Concentración de tensiones:**

Es normal en la instalación de geomembranas la formación de dobleces al ser desplegadas las mismas sobre el área de trabajo. Estos dobleces generan concentración de tensiones y en algunos casos fallas. Las láminas son semi-rígidas, por ello se debe tener mayor control en estos como durante la soldadura de los paños. La homogeneidad en el espesor es por esto necesaria en el producto ya que se tiene que evitar puntos vulnerables en toda la lámina a modo de evitar fallas por concentración de tensiones o fatiga. En el proceso de dado plano existe una gran variabilidad en el espesor debido a varios parámetros de difícil control durante la producción, este hecho también justifica no utilizar la producción por dado plano.

• **Automatización:**

Como en la actualidad es mayor el desarrollo en la producción de geomembranas por burbuja, la misma, ofrece una línea de producción compacta y totalmente automatizada. En el proceso de extrusión de láminas por dado plano existe la utilización de módulos diferentes con controles no globales de automatización. Esto hace que el control en el proceso de láminas por



soplado sea más fácil de controlar y operar y da como resultado menor pérdidas de material durante la producción y puesta a punto.

4.7.2 – Tecnología a utilizar

Con el análisis de los criterios de elección se justifica el método de coextrusión tricapa soplada o de burbuja como la tecnología más conveniente para producción de geomembranas de HDPE.

4.8 – Proveedor más conveniente

Para determinar la tecnología a adquirir debemos considerar los proveedores más confiables de este tipo de maquinarias. Además, se debe tener en cuenta que tales proveedores ofrecen productos compactos, es decir, toda la línea de producción corresponde a un único módulo.

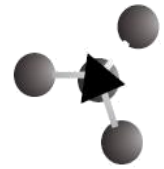
Como en la actualidad no tenemos un conocimiento sobre este tipo de proveedores pasamos a desarrollar un análisis de los proveedores de mercado más confiables y entre estos seleccionamos el que mejor se adapta a nuestro proyecto. Con este criterio pasamos a realizar el siguiente sistema para la elección:

- Proveedores
- Tres principales proveedores
- Proveedor más conveniente.

• Proveedores:

Este punto es primordial a la hora de seleccionar la tecnología a utilizar. Enmarca cuales son los mayores proveedores de tecnologías en máquinas y equipos de extrusión en el rubro.

Aquí vale hacer la acotación que: en la actualidad no existen proveedores fiables de maquinaria de coextrusión tricapa de láminas por burbuja con tecnología y diseños confiables a nivel nacional. En consecuencia, el sector transformador local se caracteriza por un elevadísimo grado de dependencia externa en lo que hace a sus equipos de capital. Este déficit externo se registra en todos y cada uno de los rubros de maquinaria y equipos utilizados por la actividad, así como también en lo que hace a los moldes y matrices.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

La producción local de estos bienes de capital es, según la propia cámara de productores plásticos, insuficiente tanto en cantidad como en calidad. Lo que afirma la adquisición de maquinarias de proveedores internacionales.

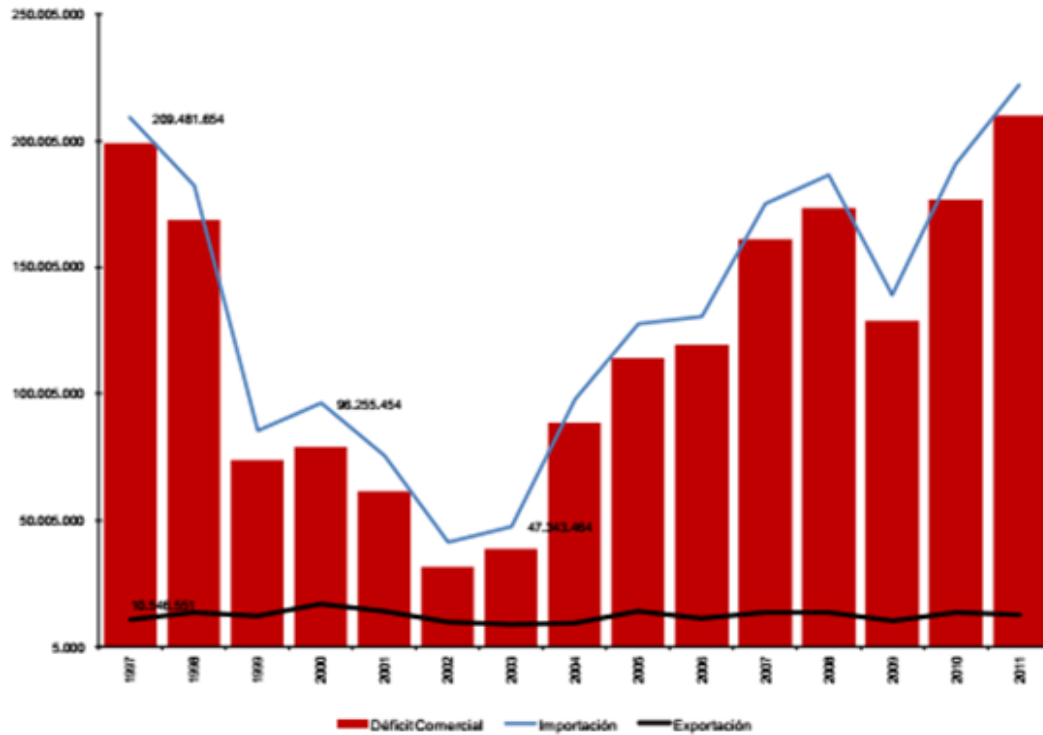
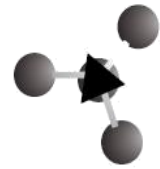


Figura 4.19: Déficit comercial de maquinaria y equipos para la industria transformadora.
Fuente: Análisis de diagnóstico tecnológico sectorial-Petroquímico y plástico-Martín Ataefe

Hasta 2011 la inversión realizada en equipos de capital por parte de la industria transformadora se mantuvo en niveles récord respecto de períodos anteriores.

En las importaciones se destacan, tal como surge del siguiente cuadro, los rubros de Moldes y Matrices, y dentro de la maquinaria, las inyectoras, extrusoras y sopladoras.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

INDUSTRIA TRANSFORMADORA PLÁSTICA IMPORTACIÓN DE BIENES DE CAPITAL										
Concepto	2007		2008		2009		2010		2011	
	u\$s	%	u\$s	%	u\$s	%	u\$s	%	u\$s	%
Máquinas:										
Inyectoras	40.827.088		33.261.377		16.823.986		42.798.128		42.009.690	
Extrusoras	13.987.487		32.558.488		13.051.591		22.238.530		26.134.061	
Sopladoras	12.368.076		14.777.739		8.851.636		14.511.444		31.379.821	
Termoformadoras	2.803.169		3.857.651		943.970		4.451.091		7.493.286	
Las demás	875.520		2.549.656		424.722		1.868.927		4.129.689	
Subtotal Máquinas	70.861.340		87.004.911		40.095.905		85.868.120		111.146.547	
Equipos (Molinos, recubridoras, cortadoras, etc.)	20.478.785		14.630.899		16.592.842		17.081.358		29.416.894	
Subtotal Máquinas y Equipos	91.340.125	52,2%	101.635.810	54,4%	56.688.747	40,7%	102.949.478	54,0%	140.563.441	63,2%
Partes y Piezas	34.814.210	19,9%	27.722.149	14,8%	12.451.662	8,9%	15.030.373	7,9%	20.535.055	10,8%
Moldes y Matrices	48.951.599	28,0%	57.375.787	30,7%	70.046.306	50,3%	72.627.393	38,1%	61.203.428	32,1%
TOTAL	175.105.934	100,0%	186.733.746	100,0%	139.186.715	100,0%	190.607.244	100,0%	222.301.924	106,1%

Tabla 4.1: Importación de bienes de capital de la industria transformadora por rubro.

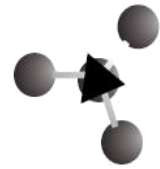
Fuente: Análisis de diagnóstico tecnológico sectorial-Petroquímico y plástico-Matín Ataefe

Este importante flujo de bienes de capital tiene a Alemania, Italia y China como orígenes principales en lo que hace al sub rubro de maquinaria y equipos. La calidad y el diseño italiano y alemán de estas máquinas es muy superior, tal cual lo expresan los transformadores locales, que, en el caso de las provenientes de China, pero la baratura de estas últimas las hace más competitivas en las aplicaciones más estandarizadas.

Ranking	2007	2008	2009	2010	2011
1°	Italia (27%)	Alemania (31,6%)	Alemania (25,3%)	Italia (22,8%)	China (21,3%)
2°	China (14,4%)	Italia (21%)	Italia (15,9%)	China (21,4%)	Alemania (20,3%)
3°	Alemania (11,9%)	China (15,4%)	China (14%)	Alemania (17,4%)	Italia (18,3%)
4°	Taiwan (7,6%)	Taiwan (10,3%)	Brasil (8,2%)	Suiza (9,5%)	Suiza (7,8%)
5°	Brasil (5,2%)	EEUU (6,5%)	EEUU (7,5%)	Taiwan (6,6%)	EEUU (5%)

Tabla 4.2: Origen de importaciones de maquinaria y equipo para la industria transformadora.

Fuente: Análisis de diagnóstico tecnológico sectorial-Petroquímico y plástico-Matín Ataefe



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Esta fuerte dependencia de las importaciones de bienes de capital por parte del sector transformador es expresión de la diferencia de escala y la falta de diseños locales capaces de competir en algún segmento determinado de las importaciones.

• **Tres principales proveedores:**

Esta enmarcación cierra el abanico de posibles proveedores aislando para el estudio técnico/económico los tres principales, aquí se elige el más conveniente para nuestro proyecto posterior a su análisis y comparación.

Ranking	2007	2008	2009	2010	2011
1°	Portugal (15,5%)	China (25%)	Brasil (24%)	Portugal (19,9%)	China (24,5%)
2°	Italia (13,7%)	Brasil (14,1%)	Alemania (18,4%)	China (18,3%)	Brasil (11,7%)
3°	China (11,1%)	Portugal (10,9%)	China (16%)	Corea del Sur (17,7%)	Italia (10%)
4°	Brasil (9,7%)	Canadá (8,8%)	Portugal (11,8%)	Brasil (12,2%)	Japón (9,2%)
5°	Alemania (6,5%)	Italia (6,6%)	Corea del Sur (6,4%)	Canadá (7,1%)	Corea del Sur (8,7%)

Tabla 4.3: Ranking de cinco principales proveedores de maquinaria para extrusión.

Fuente: Análisis de diagnóstico tecnológico sectorial-Petroquímico y plástico-Matín Ataefe.

China cuenta, como se nombró anteriormente, con la mejor relación tecnología/economía para procesos estandarizados. La maquinaria proveniente de China no es comparable con la de Brasil o Italia, sin embargo, su calidad es similar a la de estos en lo que hace a procesos estandarizados como cabe en nuestro caso. De aquí surge la consideración de elegir a China como proveedor de nuestra maquinaria.

• **Proveedor más conveniente:**

Realizando las mismas premisas a las anteriores cerramos el abanico de proveedores de maquinaria de extrusión de origen chino arrojando como resultado los tres principales proveedores de este tipo de maquinarias al país. En este análisis obtuvimos un solo proveedor del producto que solicitamos. Además, este proveedor contaba con tiempos de entrega, fiabilidad y la economía más adecuada para nuestro caso.



4.9– DETALLES DE MAQUINARIA SOLICITADA

Los detalles de proveedor y producto son los siguientes:

- Empresa: Laiwu Fengliyuan Plastic Machinery Co., Ltd.
- Materia prima: HDPE
- Ancho del producto: 7000-8000mm (7 a 8m)
- Espesor: 0.5-2.5mm.
- 0.5 mm espesor con un ancho de 8000mm
- 2.5mm espesor con un ancho de 8000mm

Artículos	extrusora	Molde (mm)	longitud de rodillo de tracción (mm)	Altura del cesto (m)	Largo (mm)	salida (kg / h)	Potencia total (kW)
8 metros	SJ-180 3 series	3FM22 00	5500	24	10500	2000	1200

Tabla 4.4: Modelo de máquina para extrusión.

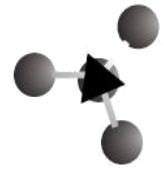
Fuente: Laiwu City Xin Guan Plastic Machinery Co., Ltd.

4.10– MAQUINARIA AUXILIAR

Este apartado encasilla la maquinaria y equipos auxiliares. En lo que respecta, ya hemos denotado que la línea de soplado tiene un módulo compacto de modo que solo resulta necesario establecer los siguientes equipos:

4.10.1– Transporte

Este punto referencia a la tecnología de transporte de materia prima en almacenamiento, del producto desde producción al área de control de calidad y posteriormente a carga. Como los rollos de geomembranas presentan un tonelaje alto y amplias dimensiones necesitan una seguridad de transporte para ser cargado a los camiones de envío.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

El largo y peso superior a 1 tonelada y 5 metros de cada rollo de geomembrana desplaza el centro de masa del montacargas y es necesario un ángulo de inclinación del producto de 30° para transportarlo. El equipo seleccionado es un montacargas de combustión interna para 8 toneladas marca Clark, comercializado en Argentina por Industrias Darc (www.clark.com.ar).



Figura 4.20: Equipo montacarga.

Fuente: www.clark.com.ar

Las especificaciones del montacargas son las siguientes:

Modelo		Unidad	8 Tons.
Tipo Motor			Diesel
Capacidad Nominal		kg	8000
Centro de carga		mm	600
Altura de elevación		mm	3000
Elevación libre		mm	200
Tamaño tenedor		mm	1220x170x70
Angulo de inclinación		Grados	6-dic
Voladizo frontal		mm	615
DIMENSIONES	Longitud hasta dorsal de tenedor	mm	4880
	Anchura total	mm	1995
	Altura del mástil replegado	mm	2700
	Altura del mástil extendido	mm	4420
	Altura del tejadillo protector	mm	2450
Radio de giro		mm	3400
Mínimo ancho de giro		mm	3040



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

VELOCIDADES	Velocidades	km/h	0-10, 0-30
	Velocidades de elevación	mm/s	380/410
	Velocidades de bajada	mm/s	<=600
Grado máximo		%	21
Peso total		kg	10850
NEUMATICOS	Frente	mm	8.52-15-14PR
	Trasera	mm	8.52-15-14PR
MOTOR	Modelo		6102 BG7
	Salida nominal	kw/rpm	80.9/2500
	Par nominal	N.m/rpm	353/1650
	Cilindros		6
	Desplazamiento	L	5.785
Capacidad de tanque		L	160

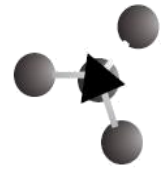
Tabla 4.5: Especificaciones montacargas.

Fuente: www.clark.com.ar

Este montacarga cumple con las necesidades de soportar cargas superiores a de un rollo de geomembrana (1330 Kg) con 6m de largo. Además, se consideró las dimensiones del mismo ya que tiene que disponer de una movilidad adecuada a las necesidades de desplazamiento y maniobras que son solicitadas por estos dentro del área de carga y transporte.

4.10.2– Control de calidad

El equipamiento necesario para poder realizar el control de calidad debe contar con la tecnología disponible en el mercado, no debe ser obsoleto en absoluto y debe tener como mínimo la precisión que cada ensayo de calidad necesita. Las diferentes máquinas y equipos dependerán de los valores típicos que deben obtenerse y la precisión que exige cada tipo de ensayo. Para poder reconocer esto debemos establecer los ensayos solicitados por el control de calidad y las técnicas de ensayo. Los mismos se expresan a continuación:



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Propiedades típicas	Métodos de Ensayo ASTM	Valores típicos para 2000micras
Espesor promedio	ASTM D5199	2
Espesor mínimo (mínimo de 10 lecturas)	ASTM D5199	1,8
Densidad	ASTM D5199 / ASTM D792	>0,94
Resistencia a la rotura	ASTM D6693 Tipo IV	53
Resistencia en el punto de fluencia	ASTM D6693 Tipo IV	29
Elongación a la rotura	ASTM D6693 Tipo IV	700
Elongación en el punto de fluencia	ASTM D6693 Tipo IV	12
Resistencia al rasgado	ASTM D1004	249
Resistencia al punzado	ASTM D4833	640
Resistencia al agrietamiento	ASTM D5397	300
Contenido negro de humo	ASTM D4218	2 a 3
Dispersión de negro de humo	ASTM D5596	nota 1
Tiempo de oxidación inducida OIT (estándar OIT)	ASTM D3895	>100
Envejecimiento UV (1600hs) (Estándar OIT)	ASTM D3895	nota 2
Largo rollo	N/A	100
Ancho	N/A	5 y 7
Envejecimiento en horno a 85° (estándar OIT)	ASTM D5721 / ASTM D3895	>55

Nota 1: Solo en aglomerados esféricos, para 10 observaciones: 9 en categorías 1 o 2 y 1 en categoría 3.

Nota 2: No se recomienda ya que la alta temperatura de la prueba de STD-OIT produce un resultado poco realista para algunos de los antioxidantes en las muestras expuestas UV.

Tabla 4.6: ensayos requeridos en control de calidad de geomembrana HDPE.

Fuente: International Geosynthetic Society.

A continuación, se expresan los equipos para los siguientes ensayos:

Espesor mínimo y espesor promedio ASTM D5199:



Figura 4.21: Medidor de espesor modelo CHY-C2.

Fuente: http://www.andexport.com/espanol/area_controlcalidad.php

Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Mod. CHY-C2		
Rango de Prueba	Resolución	Velocidad de prueba
0~2mm(normal) 0~6mm(opcional)	0.1µm	10 veces/min (ajustable)
Presión de prueba	Area de Contacto	Poder
17.5±1kPa(film) 50±1kPa(papel)	50mm ² (film) 200mm ² (papel)	AC 220V 50Hz / 60Hz
Dimensión		Peso neto
300mm(L) x 275mm(B) x 300mm(H)		33 kg

Tabla 4.7: Especificaciones técnicas medidor de espesor modelo CHY-C2.

Fuente: http://www.andexport.com/espanol/prod_contrcalidad_medespesor_chy-c2.php

Densímetro para ensayos ASTM D5199/D792:



Figura 4.22: Densímetro Modelo DW1113H.

Fuente: Nanjing T-Bota Sciotech Instruments & Equipment Co., Ltd.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

modelo No.	DW1113	DW1113H
método de prueba	Manual de	automático
rango de densidad	/	0.0001-99.9999 g/cm ³
densidad de resolución	/	0.0001 g/cm ³
capacidad	1000g	120g
precisión	0.01g	0.0001g

Tabla 4.8: Especificaciones densímetro Modelo DW1113H.
Fuente: Nanjing T-Bota Sciotech Instruments & Equipment Co., Ltd.

Máquina de ensayos para determinación de resistencia y elongación a la rotura y en el punto de fluencia por método ASTM D6693.



Figura 4.23: Máquina universal de ensayos modelo MTE-50.
Fuente: www.metrotec.es



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Modelo	MTE/10	MTE/25	MTE/50
Capacidad	10 KN (2248 lbf)	25 KN (5620 lbf)	50 KN (11240 lbf)
Resolución en Fuerza con célula 10/25/50kN	0,1 N (0.22 lbf)	0,25 N (0.06 lbf)	0,5 N (0.11 lbf)
Exactitud medida Fuerza	≤ ± 0,5%)		
Resolución en recorrido	0,001 mm		
Exactitud medida recorrido	≤ ± 0,5%)		
Recorrido travesaño móvil	1100 mm	1000mm	
Separación Standard entre columnas	430 mm		
Velocidades Standard	0,05 – 1000 mm /min.	0,05 – 500 mm /min.	
Separación entre fijaciones (adaptadores)	1100 mm	1000 mm	
Corriente eléctrica	220V / 50Hz - 110V/60Hz Monofásica.		
Potencia aproximada	600 w	750 w	1 Kw
Condición de temperatura ambiente de trabajo	10 °C ~ 35 °C		
Humedad Relativa	20% -80%		
Dimensiones Bastidor aprox.	1780 x 850 x 575 mm (Alto x Ancho x Fondo)	1780 x 850 x 575 mm (Alto x Ancho x Fondo)	1780 x 850 x 575 mm (Alto x Ancho x Fondo)
Peso Neto aprox.	140 Kg	190 Kg	195 Kg
Dimensiones Embalaje de madera aprox.	2050 x 1100 x 750mm (Largo x Ancho x Alto)	2050 x 1100 x 750mm (Largo x Ancho x Alto)	2050 x 1100 x 750mm (Largo x Ancho x Alto)
Peso Bruto aprox.	210 Kg	265 Kg	275 Kg

Tabla 4.9: Especificaciones técnicas modelo MTE-50.

Fuente: www.metrotec.es

Máquina para determinar resistencia al rasgado ASTM D1004:



Figura 4.24: Máquina para prueba de rasgado modelo PARAM SLY-S1.

Fuente: http://www.andexport.com/espanol/area_controlcalidad.php



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Índice técnico para modelo PARAM SLY-S1:
Carga de péndulo: 200gf, (Opcional para 400gf, 800gf, 1600gf, 3200gf, 6400gf)
Presión de fuente de gas: 0.6MPa (los usuarios deben disponerse fuentes de gas por sí mismos)
Tamaño de la entrada de gas: tubería de poliuretano de 4mm.
Tamaño del equipo: 480mm(Largo) x 380 mm(Ancho) x 560mm(Alto)
Energía: AC 220V 50Hz
Peso neto: 23.5kg (con péndulo básico de 200gf)

Tabla 4.10: Especificaciones técnicas para modelo PARAM SLY-S1.

Fuente: www.metrotec.es

Máquina para determinar resistencia al punzonado por método de ensayo ASTM D4833:



Figura 4.25: Equipo para ensayo de punzonado modelo DM-20 AC.

Fuente: http://www.andexport.com/espanol/area_controlcalidad.php

Modelo: DM-20 AC
Unidades: Kg/cm ² - N/mm ²
Dos columnas.
Lectura directa de la carga.
Carga máxima de ensayo: 20 Kg., precisión 1 gr.
Velocidad y separación de mordazas: de acuerdo al ensayo que se realice.
Comandada por PC.

Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Software en español, inglés o portugués.

Resultados en pantalla

Tabla 4.11: Especificaciones técnicas para modelo DM-20 AC.

Fuente: http://www.andexport.com/espanol/area_controlcalidad.php

Máquina para determinar resistencia al agrietamiento por ensayo ASTM D5397:



Figura 4.26: Equipo para determinar resistencia al agrietamiento modelo ESCT-50.

Fuente: www.techlabsystems.com

MODELO ESCT-50
Dimensiones internas del Baño: 304 x 203 X 228 mm
Material de Construcción del Interior del Baño de Acero Inoxidable
Controlador de Temperatura: Microprocesador Digital con controlador PID
Rango hasta 300 °C
Resolución de 0.1 °C
Exactitud: de +0.5 °C
Potencia de Calentamiento: 1.5 kw.
Aislamiento: Lana de Ceramic a
Circulación: Motor de Inducción con agitador.
Capacidad de Ensayos: 6 ensayos al mismo tiempo
Accesorios incluidos: 1 Troquel corta muestras, 1 plantilla para entallado, 1 mordazas de flexión, 1 Herramienta de transferencia y 1 lámina de aluminio
6 soportes de muestras, 6 tubos de ensayo y 6 tapón de caucho.
Pintura exterior de resina en polvo.
Alimentación: 230 Volts, 50Hz monofásica

Tabla 4.12: Especificaciones técnicas para modelo ESCT-50.

Fuente: www.techlabsystems.com

Equipo para ensayo de contenido de negro de humo por método ASTM D4218:



Figura 4.27: Equipo para determinación de contenido de negro de humo modelo CNC 50.

Fuente: www.techlabsystems.com

MODELO: CNC-50
Horno de combustión eléctrica equipado con una cámara tubular de 450 mm de longitud y con un diámetro de 45 mm
Temperaturas programables por medio de un termo-regulador electrónico, temperatura máxima 1.450 °C
Controlador de Temperatura electrónico digital
Voltímetro
Amperímetro
Juego de piezas de vidrio, compuesto por:
2 tubos de cuarzo de 500 mm de longitud y 29 mm de diámetro interno
1 tubo de secado en forma de U con tapones rectificados
3 botellas filtro de 250 ml
1 botella de lavado para la solución de pirogalol
Juego de obturadores de neopreno
Tubos conectores de cristal
Tubo de silicona
Baño de CO2 sólido
Soporte metálico enrejado
3 navcillas de cerámica de combustión con asa redonda, de 80 x 13 x 9 mm



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Caudalímetro de Nitrógeno, rango 1-10 l/minuto, equipado con regulador de válvula (la válvula principal de nitrógeno no está incluida en el suministro)
Corriente eléctrica: 110 V ó 220 V monofásica 60 ó 50 Hz - 3 Kw

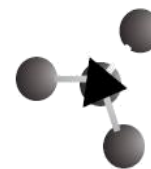
Tabla 4.13: Especificaciones modelo CNC 50.
Fuente: www.techlabsystems.com

Equipamiento para determinar dispersión de negro de humo con método ASTM D5596:



Figura 4.28: Equipo para dispersión de negro de humo modelo DNC-10.
Fuente: www.techlabsystems.com

MODELO DNC 10	
Microscopio	
Oculares	Gran campo WF10X/20mm con ajuste de dioptrías
Objetivos	ASC 4X, 10X, 40X (S), 100X (S-Oil)
Condensador	Condensador de Abbe de A.N. 1.25
Enfoque	Mandos de enfoque macro y micrométrico coaxial
Platina	Platina metálica integrada con controles coaxiales
Iluminación	Halógena de 12V/20W con control de intensidad
Alimentación eléctrica	Universal 110V~240V (CE) 50 / 60 Hz
Cámara	
Configuración del Chip	Chip analógico/digital de 1/3" de múltiple salida integrado



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Información de salida	USB2.0 de alta velocidad de 640x480 píxeles
S-Vídeo y RCA 550 líneas de TV	
Alimentación eléctrica	A través del microscopio con interruptor aparte para la cámara
Software incluido	Software de Análisis de Imagen y Medición para Windows
Accesorios incluidos	Cables USB2.0, S-Video y RCA, Portaobjetos de calibración; Funda protectora; aceite de inmersión

Tabla 4.14: Especificación equipos para determinar dispersión de negro de humo modelo DNC-10.

Fuente: www.techlabsystems.com

Equipo para determinar tiempo de oxidación inducida por método ASTM D3895:



Figura 4.29: Equipo de determinación de tiempo de oxidación inducida modelo IM-0022.

Fuente: <http://www.adendorf.net/index.php>

MODELO IM-0022
Capacidad de medición DSC: 0 - 200 mW
Límites de temperatura: Desde temperatura ambiente hasta 500 °C
Tasa de calentamiento: 1 - 50 °C/min
Resolución de la temperatura: 0,01 °C
Fluctuación de temperatura: + 0,1 °C
Repetibilidad de temperatura: + 0,1 °C
Ruido de DSC: 0,001 mW
Resolución de DSC: 0,001 mW

Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Exactitud de DSC: 0,01 mW
Sensibilidad de DSC: 0,001 mW
Tamaño de la muestra de aluminio: 6,7 mm x 3 mm
Control de gases
Caudal del gas: < 200 ml/min (nitrógeno u oxígeno, intercambiable)
Presión del gas: 0,2 MPa (por regulador en el cilindro de gas)
Modo de control de temperatura: calentamiento, termostatos, ciclo de enfriamiento (programa de control automático)
Escaneo de curva: Calentamiento de escaneo
Control atmosférico: automático y manual
Pantalla: Táctil de cristal líquido de 7 pulgadas y 24 bits.
Interfaz de datos: Interfaz USB estándar

Tabla 4.15: Especificaciones técnicas modelo IM-0022.

Fuente: <http://www.adendorf.net/index.php>

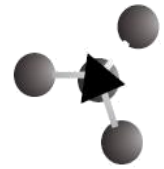
Equipo para ensayo de envejecimiento UV con método ASTM D3895:



Figura 4.30: Equipo para envejecimiento UV modelo DW1412.

Fuente: <http://www.adendorf.net/index.php>

MODELO DW1412	
rango de temperatura de sala de trabajo	temperatura ambiente de 5 ° C ~ 60 ° C +
tiempo de prueba	1~9,999h, ajustable



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

tiempo de pulverización	1~9,999min, ajustable
rociar tiempo de intervalo	1~9,999min, ajustable
tipo de lámpara	UV-A de la lámpara (313 nm) o UV-B de la lámpara (340 nm)
de duración indicado	1600h
potencia de la lámpara	20W×3
rociar agua	aprox. 2l / min
número de paneles de prueba	18ps 150 × 70 mm para cada
fuelle de alimentación	AC220V 50Hz, 1200W
dimensiones	930×450×630mm (l × p × h)
peso	63kg

Tabla 4.16: Especificaciones técnicas modelo DW1412.

Fuente: <http://www.adendorf.net/index.php>

Equipo para ensayo de envejecimiento térmico con método ASTM D5721:



Figura 4.31: Horno para envejecimiento térmico modelo DW-401A.

Fuente: <http://www.adendorf.net/index.php>

MODELO DW-401A	
Temperatura intervalo de temperatura ambiente	+10°C~200°C/300°C, ajustable
uniformidad de la temperatura	≤±2°C
tamaño de cámara de trabajo	450 × 450 × 500 mm
soplador	40w
potencia del motor del plato giratorio	60w
la velocidad de la placa giratoria	10 ~ 12r / min
2200w de potencia de calefacción	



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

AC220V fuente de alimentación $\pm 10\%$
--

Dimensiones 880 x 625 x 1300mm

Tabla 4.17: Especificaciones técnicas modelo DW-401A.

Fuente: <http://www.adendorf.net/index.php>

4.11 DISEÑO DE EQUIPOS.

El diseño de equipos es muy importante en los procesos productivos, estos llevan a cabo, en las condiciones adecuadas, las funciones necesarias para obtener el producto. En particular, es necesario un diseño óptimo de los equipos que forman parte de etapas críticas. En este capítulo no enfocamos en verificar el diseño de los equipos involucrados en estas.

4.11.1 Proceso productivo

El proceso para producción de geomembranas seleccionado es relativamente sencillo ya que durante el mismo solo se producen solamente transformaciones físicas de materia. Salvando la puesta a punto, es un proceso continuo y sin variabilidad apreciable de materia durante todas las etapas.

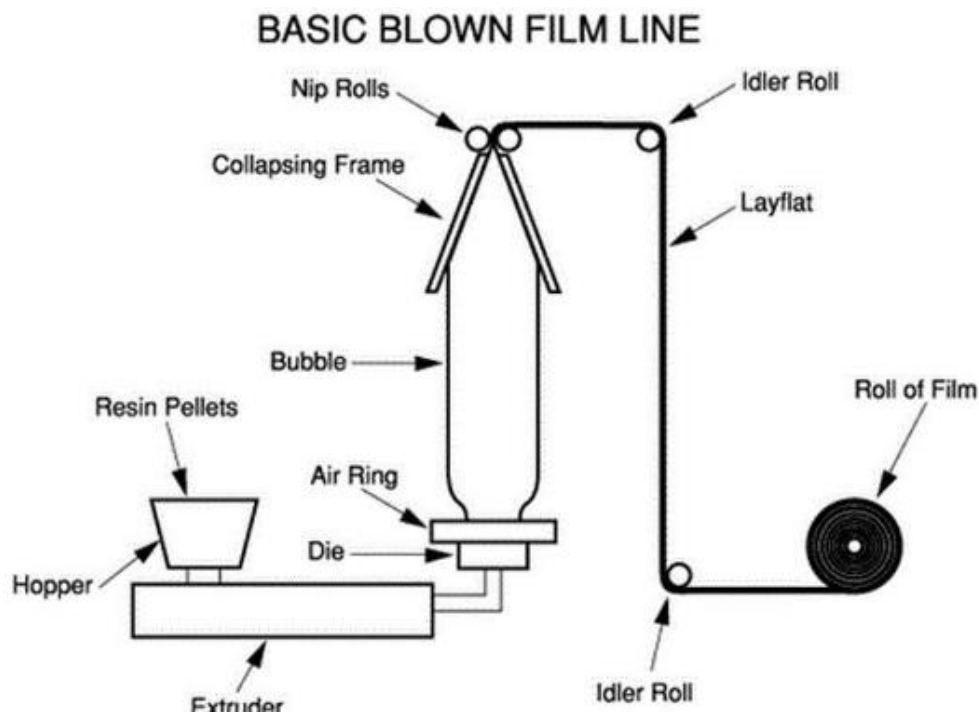


Figura 4.32: Esquema representativo del proceso

Fuente: Gentileza Maccaffferri S.A.



4.11.2 Etapas críticas

Existen dos etapas críticas en el proceso. Las mismas corresponden a:

- ✓ Extrusión
- ✓ Enfriamiento y solidificación

4.11.2.1 Extrusión

La materia prima es fundida a una temperatura a la que adquiere fluidez sin perder sus propiedades. En esta etapa es necesario tener una extrusora que permita llegar hasta la temperatura y fluidez adecuada del material en forma continua.

4.11.2.2 Enfriamiento y solidificación.

En esta etapa el material fluidizado se enfría progresivamente con aire a presión hasta el punto de vitrificación adquiriendo propiedades finales. El intercambio de calor debe ser realizado de forma que el material se enfríe progresivamente permitiendo el tiempo suficiente para una vitrificación homogénea.

4.11.3 Extrusora.

La extrusora es el corazón de la línea de producción ya que debe alimentar toda la línea en forma continua y fluidizar efectivamente el material según solicitudes del proceso.

El equipo es abastecido por un dosificador gravimétrico automático, que mezcla y pesa los distintos componentes (material termoplástico y aditivos) necesarios para obtener láminas de la mejor calidad posible. La composición en peso propuesta es:

- ✓ Resina de HDPE virgen: 98%
- ✓ Masterbatch pre-disperso: 2% (negro de humo, estabilizante y antioxidante)

Luego, un mezclador estático homogeneiza la masa. La materia prima mezclada cae en un cilindro calefaccionado dentro del cual una bomba dosificadora de tipo husillo o tornillo desplaza el material a través del cilindro o barril a medida

que se va fundiendo, e inyecta la cantidad exacta de material al distribuidor de anillo.

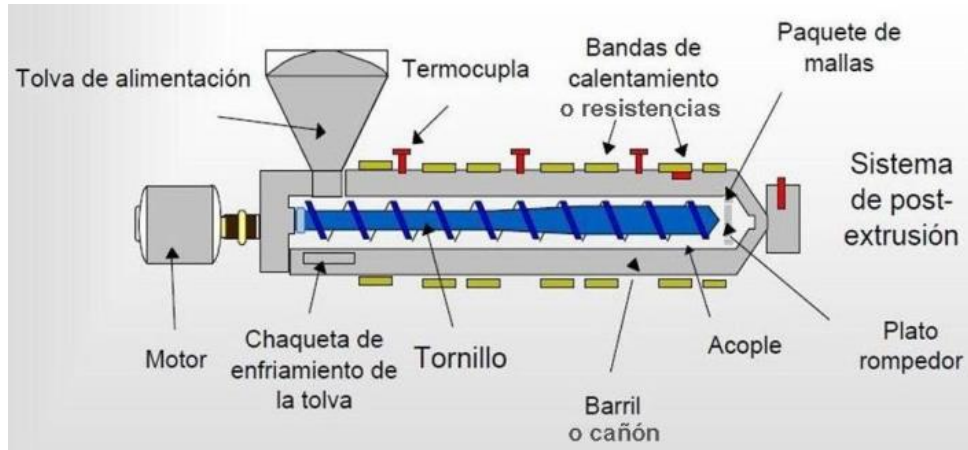


Figura 4.33: Extrusora

Fuente: <http://pervysa.blogspot.com.ar/p/aprendiendo.html>

La parte primordial de una extrusora es el husillo, ya que es capaz de bombear (empujar) el material a una velocidad específica (sin pulsaciones).

La sección de husillo y barril de un extrusor tiene cuatro funciones principales (presurizar, calentar, mezclar y bombear). Para hacer cada función más eficiente es práctica normal dividir esta parte del extrusor en tres zonas: alimentación, compresión y dosificación. La zona de dosificación va seguida por el cabezal y el dado, que es el que proporciona el perfil o la forma final deseada.

La función de la zona de alimentación es coleccionar los gránulos de la tolva y transportarlos hacia adelante en el canal del husillo. Al mismo tiempo los gránulos empiezan a calentarse y a comprimirse a medida que avanzan por el canal. Para un transporte (bombeo) eficiente, los gránulos deben adherirse a la pared del barril y mostrar un alto grado de deslizamiento en la pared del canal de husillo. Para alcanzar un mayor transporte de gránulos en la zona de alimentación se recomienda:

- Canal profundo (en comparación con el resto del husillo).
- Bajo grado de fricción entre gránulos y husillo.
- Alto grado de fricción entre gránulos y barril.
- Óptimo ángulo de la hélice

Con la mayor parte de los materiales poliméricos, y en especial las poliolefinas, para cumplir con la condición b, es fundamental mantener la temperatura de la zona de alimentación al tornillo, conocida como "garganta de alimentación", al

Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

menos a 50°C por debajo de la temperatura de fusión del polímero. Esto impide que la resina se funda y se produzca la adhesión de la misma a la superficie del tornillo; lo cual minimizaría el flujo de material por arrastre, y por lo tanto el caudal extruido. Generalmente, el uso de agua corriente permite mantener la temperatura de la garganta en los límites deseados ($T_m - 50^\circ\text{C} = 85^\circ\text{C}$); sin embargo, en ambientes calientes y con equipos de alto caudal de producción puede requerirse el uso de agua enfriada en torres o incluso, refrigerada. La compresión de los gránulos se debe a que mientras que se avanza en el husillo hay una disminución en la profundidad del canal; esto fuerza al aire contenido entre los gránulos, a los volátiles y al agua evaporada hacia atrás (en dirección de la tolva). En algunos casos diferentes al del HDPE donde el contenido de estos compuestos en la resina es alto, los gases son desalojados del barril por un orificio de venteo. La fusión de los gránulos debe ocurrir en la zona de compresión para consolidar el plástico.

En la zona de dosificación, la masa del polímero fundido alcanza la consistencia correcta y la presión requerida para extrusión. Esta masa debe ser bombeada hacia el dado a una velocidad y presión constante, y la consistencia también debe permanecer constante. Estas tres propiedades pueden variar de un punto a otro en el extrusor, pero cuando son medidas en un mismo punto, estas no deben cambiar con el tiempo. En la zona de dosificación se requiere una presión relativamente alta para obtener un mejor mezclado del material y por ende, propiedades constantes en el producto.

El perfil de presiones a lo largo del husillo es muy relativo, dependiendo de cada equipo de extrusión y del polímero mecanizado, sin embargo, un comportamiento común puede observarse en la anterior figura.

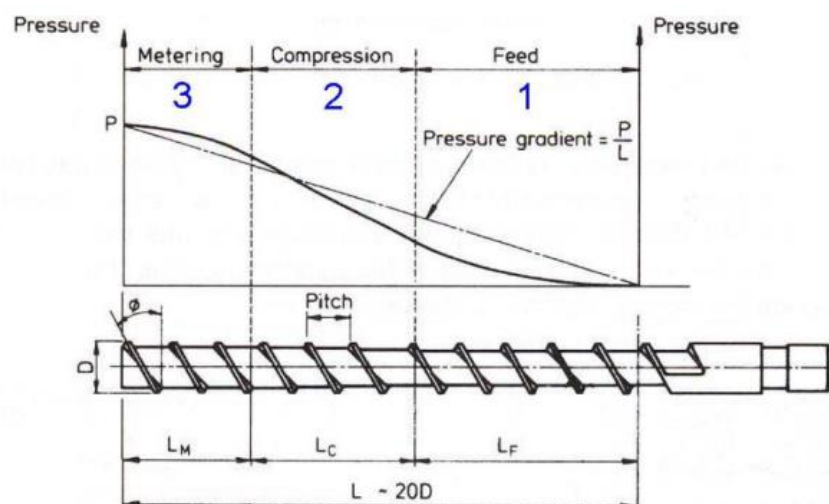
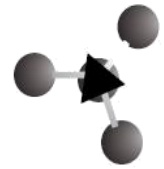


Figura 4.34: Perfil de presiones y zonas dentro del husillo

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Control de Temperatura en los cilindros: Para fundir los gránulos se genera calor internamente por fricción y se aplica calor del exterior por medio de calentadores eléctricos (colocados alrededor del barril). Se necesita un buen control de la cantidad de calor que se aplica, porque si el material se calienta demasiado se puede degradar o hacer demasiado fluido. Por otro lado, si el material se enfría demasiado, la plastificación será insuficiente. Variaciones de temperatura producen además variaciones en el flujo de salida. El rango de temperaturas óptimo para la extrusión del polietileno de alta densidad se encuentra entre 190 y 270°C, sin embargo, se trabajará dentro del margen recomendado por el fabricante de la resina: 170 a 220°C, rango dentro del cual tampoco se verán afectados térmicamente los aditivos incorporados. Se produce un aumento gradual de temperatura desde la zona de alimentación a la de dosificación.

Punto de fusión del termoplástico: 135°C.

Punto de degradación en ausencia de Oxígeno: 290°C.

Figura 4.35: Algunas propiedades del HDPE

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

La temperatura de extrusión sólo puede ser controlada de manera precisa mediante la acción combinada de las bandas de calentamiento eléctrico y ventiladores; cada zona de calentamiento del tornillo de la extrusora está acompañada, en la mayor parte de los equipos comerciales, de un ventilador el cual permite el control de la temperatura eliminando calor de la extrusora mediante el flujo de aire sobre la superficie requerida. Los ventiladores son accionados por controladores de temperatura que comandan la operación de los calefactores eléctricos. Los ventiladores entran en operación cuando la temperatura de una zona supera el punto prefijado, por efecto de:

- a) La transferencia excesiva de calor por parte de la resistencia (Ej: Durante el arranque de la máquina).
- b) La generación excesiva de calor por parte de los elementos de mezclado presentes en el tornillo de la extrusora (fricción).

La extrusora seleccionada cuenta con siete áreas de control de temperatura.

Bomba de dosificación: Es una bomba de engranajes que se ubica entre la salida de la última zona del tornillo y la boquilla de extrusión, puede estar o no dependiendo de la precisión requerida en la homogeneidad de diámetros.

4.11.3.1- Componentes de la máquina.

El tornillo de extrusión: El tornillo o husillo consiste en un cilindro largo rodeado por un filete helicoidal. El tornillo es una de las partes más importantes ya que contribuye a realizar las funciones de transportar, calentar, fundir y mezclar el material. La estabilidad del proceso y la calidad del producto que se obtiene dependen en gran medida del diseño del tornillo.

Los parámetros más importantes en el diseño del tornillo son su longitud (L), diámetro (D), el ángulo del filete (θ) y el paso de rosca (w).

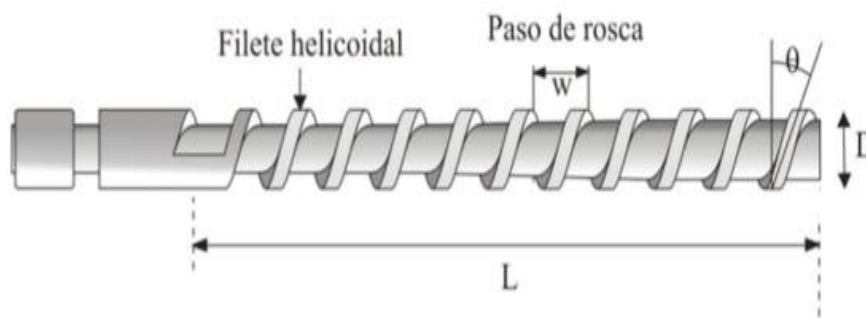
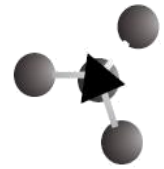


Figura 4.36: Algunas propiedades del HDPE

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Los materiales termoplásticos que se usan en el proceso de extrusión difieren notablemente entre sí. La elasticidad, calor específico, coeficiente de fricción, temperatura de fusión, viscosidad del fundido, etc., cubren un amplio rango de valores, y puesto que todas estas propiedades tienen su importancia en el momento de diseñar el tornillo, es lógico que sea necesario utilizar diferentes tipos de husillos para trabajar adecuadamente cada material. En la práctica es muy raro que un tornillo determinado sea adecuado para trabajar con materiales muy diversos; y más aún, cada uno de ellos se diseña o elige para trabajar con una determinada combinación boquilla-material.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

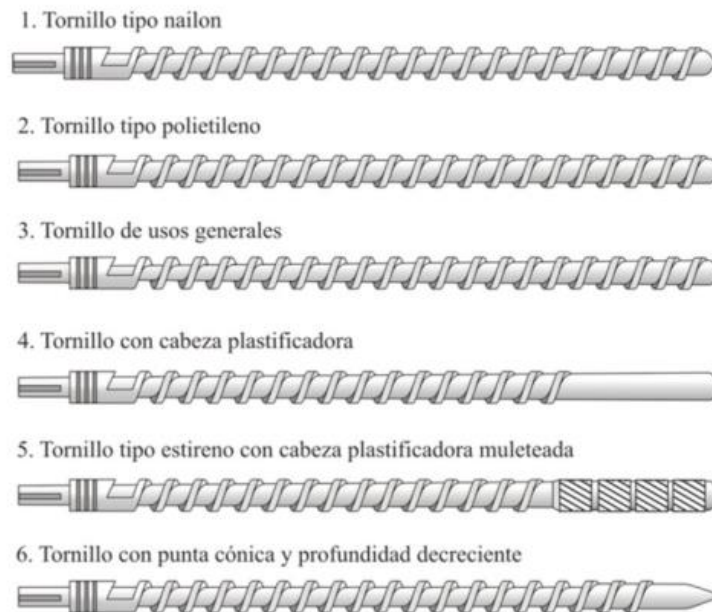


Figura 4.37: perfil de tipos de tornillos de extrusión

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Cilindro o barril: El cilindro de calefacción alberga en su interior al tornillo. La superficie del cilindro debe ser muy rugosa para aumentar las fuerzas de cizalla que soportará el material y permitir así que este fluya a lo largo de la extrusora. Para evitar la corrosión y el desgaste mecánico, el cilindro suele construirse de aceros muy resistentes y en algunos casos viene equipado con un revestimiento bimetálico que le confiere una elevada resistencia, en la mayoría de los casos superior a la del tornillo, ya que este último es mucho más fácil de reemplazar.

El cilindro por lo general posee sistemas de transferencia de calor. El calentamiento se puede realizar mediante resistencias eléctricas circulares localizadas en toda su longitud y también, aunque es menos usual, mediante radiación o encamisado con fluidos refrigerantes o calefactores. El cilindro se divide en zonas de calefacción, al menos tres, con control independiente en cada una de ellas, lo que permite obtener un gradiente de temperaturas razonable desde la alimentación hasta la boquilla.

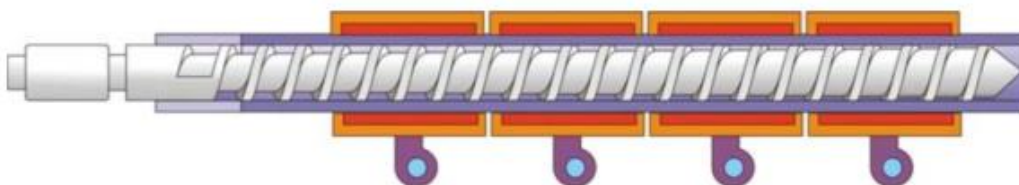


Figura 4.38: Sistema calefactor de extrusora

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo



El cilindro debe enfriarse si como consecuencia de la generación interna de calor, originada por la cizalla a la que se somete al plástico, se rebasa la temperatura nominal del proceso (lo que ocurre normalmente). El enfriamiento en la menor parte de las ocasiones se hace con líquidos, ya que, aunque tengan una mayor capacidad para eliminar el calor que el aire, la temperatura es más difícil de controlar. Normalmente se usan soplantes. Hay que tener en cuenta que los sensores de control de temperatura quedan situados en el cilindro, por lo que la temperatura del material será siempre superior a la que indican los controles. De acuerdo a estudios realizados hay dos fuerzas de fricción principales que actúan sobre la masa de polímero: una en la superficie del cilindro y otra en la superficie del tornillo. La fuerza de fricción en la superficie del cilindro es la que genera el movimiento de la masa hacia la salida de la extrusora, mientras que la fuerza de fricción en la superficie del tornillo es la fuerza retardante. El hecho de que la fuerza de fricción en la superficie del cilindro es la que genera el movimiento del sólido, que quizás es difícil de asumir intuitivamente, puede ser apreciado si se considera una situación extrema: Si esta fuerza de fricción fuera cero y fuera alta con el tornillo, la masa sólida rotaría simplemente con el tornillo, y jamás se movería hacia adelante, de forma similar a como lo haría una tuerca sobre un tornillo que gira. Sin embargo, si existe una fuerza de fricción suficientemente elevada con el cilindro y baja con el tornillo, en principio el material se moverá hacia adelante. De acuerdo con el modelo expuesto se puede mejorar el transporte de sólidos aumentando el coeficiente de fricción del material con el cilindro y disminuyéndolo con el tornillo.

Para aumentar el coeficiente de fricción con el cilindro podría disminuirse la temperatura del mismo o de la garganta de alimentación. Otra posibilidad consiste en utilizar cilindros con superficies rugosas, esto es empleando cilindros estriados. Las ventajas de utilizar cilindros estriados en lugar de lisos son las siguientes:

- Para una misma caída de presión a lo largo de la máquina, el caudal obtenido con un cilindro estriado es mayor que el obtenido con uno liso.
- Hay una mayor estabilidad en el caudal que proporciona el cilindro estriado, de modo que las oscilaciones de la presión a lo largo de la extrusora afectan más al caudal con el cilindro liso que con el estriado.

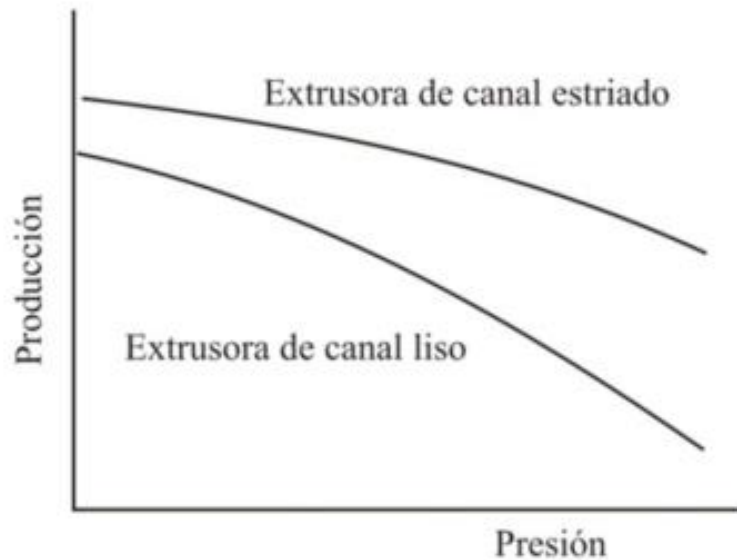


Figura 4.39: Producción en función del tipo de canal de cilindro
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Los cilindros estriados permiten utilizar polímeros con pesos moleculares elevados y difíciles de transportar. Por lo que se considera adecuado para el polietileno de alta densidad, que tiene alto peso molecular. Sin embargo, este polímero no presenta dificultades para ser transportado por la lubricidad y fluidez propias del mismo. Algunas desventajas de utilizar cilindros con superficies rugosas son:

- Las fuerzas de cizalla que se generan son mayores a las generadas en los cilindros lisos, de modo que por una parte el consumo del motor será mayor, y por otra, se puede producir una fusión prematura del material, que al fundir se puede introducir en las estrías, obstruyéndolas y disminuyendo así la eficiencia del proceso.
- El material que queda atrapado en las estrías podría llegar a descomponerse.
- Los materiales empleados para la fabricación de estos cilindros deben ser muy resistentes y en consecuencia caros, pues deben estar diseñados para soportar las altas cizallas generadas.

A la hora de seleccionar la tecnología a implementar, se buscará una extrusora que cuente con cilindro estriado, ya que en nuestro caso es de importancia que la máquina proporcione un caudal.

La otra forma de mejorar el transporte de sólidos inducido por arrastre es disminuir la fricción entre el tornillo y el material. La forma más eficiente de hacerlo, y por ende la más utilizada, es utilizar tornillos con recubrimientos de

Politetrafluoretileno (teflón), con lo que además se consigue facilitar la limpieza de los mismos.

Garganta de alimentación: La parte del cilindro que se sitúa debajo de la tolva se denomina garganta de alimentación. Suele estar provista de un sistema de refrigeración para mantener la temperatura de esta zona lo suficientemente baja para que las partículas de grana no se adhieran a las paredes internas de la extrusora.

La garganta está conectada con la tolva a través de la boquilla de entrada o de alimentación. Esta boquilla suele tener una longitud de 1,5 veces el diámetro del cilindro y un ancho de 0,7 veces el mismo, y suele estar desplazada del eje del tornillo para facilitar la caída del material a la máquina.

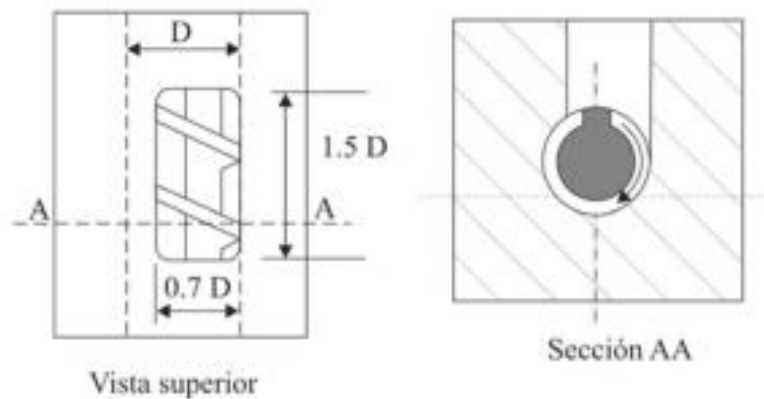


Figura 4.40: Corte de sección garganta de alimentación

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Boquilla: Las dimensiones de la boquilla no son exactamente las mismas que las del producto extruido. Hay varias razones para ello: la recogida del material, el enfriamiento y el fenómeno de relajación contribuyen a que el material cambie de tamaño e incluso de forma.

Para las boquillas circulares es posible fabricar una boquilla en la que la geometría del canal sea tal que la boquilla puede ser empleada para un amplio número de materiales y condiciones de trabajo.

4.11.3.2- Especificaciones necesarias de máquina.

Diámetro del cilindro (D): Es representativo del tamaño de la extrusora y afecta en gran medida a la velocidad de flujo. El caudal de material que proporciona la extrusora es proporcional al cuadrado del diámetro del tornillo. La mayoría de las extrusoras tiene diámetro entre 2 y 90 centímetros.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Relación longitud/diámetro (L/D): Para un diámetro de tornillo dado, la capacidad para fundir, mezclar y homogeneizar a una velocidad de giro del tornillo determinada aumenta al aumentar la longitud del tornillo, y por tanto la relación L/D. Sin embargo, tornillos excesivamente largos son difíciles de construir y alinear dentro del cilindro, de modo que no resultan operativos. La relación L/D típica para la extrusión de polímeros termoplásticos varía generalmente entre 20:1 y 30:1.

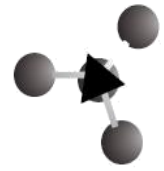
Relación de compresión: Una definición exacta de este parámetro es “la relación volumétrica de las vueltas del filete en las zonas de alimentación y de dosificado”. Se suele expresar, sin embargo, en términos de la relación de profundidades del canal en ambas zonas, una aproximación que es únicamente válida si el ángulo de los filetes y la anchura del canal se mantienen constantes. Las relaciones de compresión típicas oscilan entre 2 y 4. Una zona de dosificado de pequeña profundidad (alta relación de compresión) impone mayor velocidad de cizalla sobre el fundido (para una velocidad de tornillo dada), y se asocia también con un gradiente de presión mayor.

Configuración del tornillo: Es un aspecto de gran importancia. La elección definitiva del número y del diseño geométrico de las zonas del tornillo es un proceso complejo. Esta decisión depende no solo del diseño de la boquilla y las velocidades de flujo esperadas, sino también de las características de fusión del polímero, de su comportamiento reológico y de la velocidad del tornillo. Un husillo simple, de tres zonas, se define usualmente según el número de vueltas de hélice en las zonas de alimentación, compresión y dosificado.

En cuanto al diseño del tornillo hay que tener en cuenta lo siguiente:

- El filete debe ser simple, no doble. El filete doble produce una mayor fricción y por ende es menos eficiente.
- El ángulo de los filetes ha de ser grande.
- El radio de los flancos del filete ha de ser lo más grande posible

En la tabla se muestran dos tornillos, el de la izquierda es de diseño adecuado desde el punto de vista del flujo de material, de acuerdo a lo que se acaba de comentar.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD







Características del tornillo	Diseño adecuado	Diseño defectuoso
Número de filetes	Sencillo 	Doble 
Ángulo del filete	Grande 	Pequeño 
Radio del flanco del filete	Grande 	Pequeño 

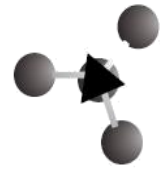
Figura 4.41: Diseños de tornillos adecuados según filete

Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

4.11.3.3- Relación entre variables.

Variables en la zona de fusión o transición: Como se ha visto, el calor necesario puede ser suministrado bien por conducción desde la superficie caliente del cilindro, a través de la película fundida o bien por disipación viscosa debida a las fuertes cizallas a las que está sometida la delgada película de fundido. La relación entre estas dos cantidades de calor depende de las condiciones de operación y del polímero utilizado. El flujo de calor por disipación viscosa está favorecido al aumentar la velocidad del tornillo. Sin embargo, en este caso la contribución de la transmisión de calor por conducción a la fusión se verá reducida puesto que aumentará el caudal y por tanto disminuirá el tiempo de residencia del material en la extrusora.

Además de las condiciones de operación, la configuración del tornillo afecta en gran medida a la velocidad y longitud de fusión. El ángulo del filete del tornillo puede tener un efecto considerable sobre la eficiencia de la fusión. La longitud de fusión disminuye al aumentar el ángulo del filete, especialmente para ángulos pequeños. La eficiencia sería máxima con un ángulo de 90°, sin embargo, en este caso no se produciría avance del material a lo largo de la máquina. Por tanto, hay que buscar ángulos que den una buena eficiencia para la fusión y un buen transporte del material. Normalmente se utilizan ángulos de entre 20 y 30°.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

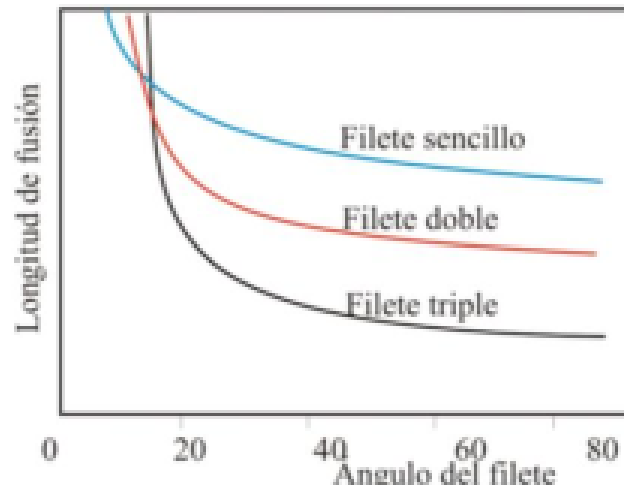
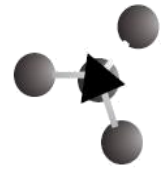


Figura 4.42: Longitud de fusión en función del ángulo del filete
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Por otra parte, para que el proceso de fusión tenga lugar de forma adecuada, está comprobado que la holgura entre el filete del tornillo y el cilindro debe ser lo menor posible.

Zona de dosificado (transporte del fundido): La profundidad del canal en la zona de dosificado es uniforme. El estudio del movimiento de un material viscoso en el tornillo de una máquina de extrusión se simplifica considerando tres tipos distintos de flujo: el flujo de arrastre o de fricción, Q_D , que es debido a la fricción del material con el tornillo y con las paredes del cilindro, es el principal responsable del movimiento del material desde la tolva de alimentación hasta la boquilla; el flujo de presión o retroceso, Q_P , opuesto al anterior debido a la diferencia de presión entre la tolva y el cabezal de la máquina, presión esta última que es originada por la restricción que impone la boquilla o el plato rompedor. Finalmente, el flujo de pérdida o fugas, que tiene lugar entre el cilindro y el filete del tornillo y es también opuesto al flujo de arrastre y originado por el gradiente de presión a lo largo del tornillo. La tolerancia radial de ajuste entre el tornillo y las paredes internas del cilindro es generalmente muy pequeña (del orden de 0,1 milímetros) y, por lo tanto, el flujo de pérdidas es mucho más pequeño que los dos mencionados anteriormente.

La figura muestra el movimiento de una porción de fluido. Esta, en un principio se encuentra cerca de la superficie del cilindro, avanzará a lo largo de esta superficie hasta que se encuentre con la pared del tornillo. En este punto, el fluido girará hacia abajo, se deslizará por la pared del filete, y luego cruzará el canal del tornillo retrocediendo ligeramente, deslizándose por la base. Cuando el elemento llegue a la otra pared del filete del tornillo, girará hacia el cilindro, volviendo otra vez a realizar el mismo tipo de movimiento.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

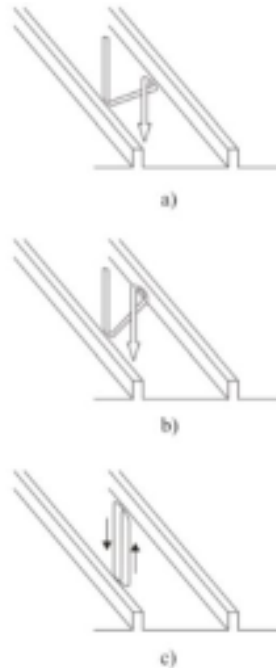


Figura 4.43: Análisis del movimiento del fluido dentro del cilindro
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

En una extrusora funcionando en condiciones normales, una pequeña porción del material que se encuentra próximo al centro del canal no tiene componente de velocidad en la dirección transversal, de modo que este material pasará rápidamente a lo largo de la extrusora, con un tiempo de residencia menor que el material que se encuentra próximo a las paredes del cilindro y del tornillo. En la siguiente figura se observa un corte transversal del canal, donde la temperatura en las diferentes zonas del material se representa en diferentes colores.

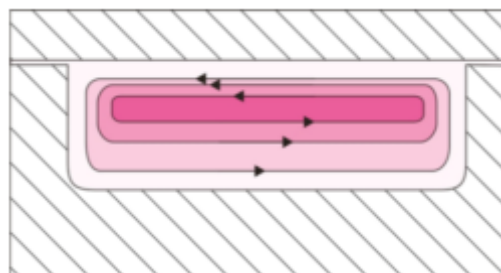
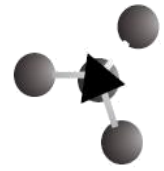


Figura 4.44: Perfil transversal de temperatura en la extrusora
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

La situación planteada provoca que la temperatura en diferentes zonas en un corte de la sección de una extrusora pueda variar sustancialmente. La medición



de la temperatura en los canales del tornillo es complicada debido a la rotación del mismo, si bien se puede predecir usando técnicas numéricas y las diferentes teorías de la extrusión. La temperatura más alta se encontrará en el centro del canal, donde el material está expuesto a mayores cizallas, mientras que en los alrededores se obtendrán temperaturas inferiores si el cilindro está enfriado, lo que suele ocurrir en la zona de dosificación. Las capas internas difícilmente llegan a alcanzar la superficie fría del cilindro y se encuentran aisladas por las capas externas. En consecuencia, la diferencia de temperatura entre las diferentes capas puede alcanzar con facilidad los 60°C. Para evitar que esta situación se propague al final del tornillo y que el fundido que sale por la boquilla no sea homogéneo, se incorporan mezcladores al diseño del tornillo. Estos mezcladores en conjunto con el plato rompedor homogeneizan la temperatura del material.

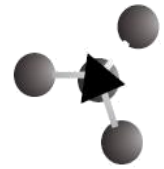
Desgasificado: El desgasificado es necesario sólo en algunos plásticos que retienen gran cantidad de componentes volátiles o en materiales muy higroscópicos como el caso de las poliamidas. También suele emplearse en las extrusoras que se emplean en líneas de mezclado. Los materiales que presentan humedades de equilibrio muy elevadas podrían secarse antes de introducirlos en la extrusora, si bien el proceso sería lento (puede durar entre 4 y 40 horas), por lo que se desgasifica directamente en la extrusora de forma mucho más rápida. No se profundizará en este tema ya que el polietileno de alta densidad no requiere de esta operación.

4.11.3.4- Modelado de la zona de dosificación.

Ecuaciones de velocidad: La zona de dosificado es la que ha sido analizada en mayor profundidad desde el punto de vista teórico. Los cálculos se simplifican mucho en esta zona respecto a las otras debido a que todo el material se encuentra en estado fundido y se puede considerar que es homogéneo. Con ciertas aproximaciones, los resultados del análisis se pueden expresar en forma de ecuaciones simples que son útiles como primera aproximación a la operación de la extrusora en esta zona.

Para hacer el estudio del movimiento del material en el canal del tornillo se realizan algunas suposiciones:

- El canal del tornillo se considera de sección rectangular.
- El canal del tornillo se encuentra “desenrollado” y se escoge el sistema de coordenadas expuesto.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

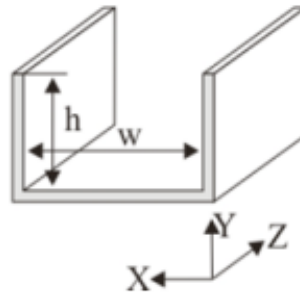


Figura 4.45: Dimensiones supuestas del canal del tornillo
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

- El cilindro es una superficie plana que se mueve sobre el canal del tornillo, arrastrando el material.
- Se considera que el fundido tiene un carácter newtoniano.
- Se considera que el fundido se comporta como un fluido incompresible.
- Se supone que el proceso es continuo y que se ha alcanzado régimen estacionario.

A continuación, se indica la nomenclatura que será empleada a lo largo del desarrollo teórico:

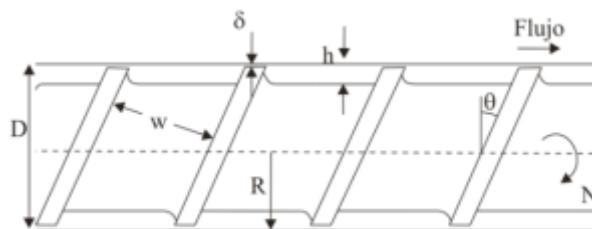


Figura 4.46: Nomenclatura de las dimensiones del tornillo
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Dónde:

R = radio el tornillo

D = diámetro del tornillo

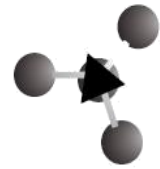
θ = ángulo del filete del tornillo con la vertical

W = ancho del canal

h = profundidad del canal

δ = holgura entre el cilindro y el filete

N = número de revoluciones a las que gira el tornillo



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Hay dos tipos de flujo a lo largo del eje Z que han sido comentados anteriormente: el movimiento del material es debido en parte al flujo de fricción o flujo de arrastre provocado por el movimiento de la superficie del cilindro (siempre en dirección +Z, la dirección positiva +Z es considerada hacia la boquilla). Si hay un impedimento al flujo (una boquilla, una válvula, etc.) se crea un gradiente de presión en dirección Z. Esto causa un flujo en dirección negativa -Z, es el flujo de presión o flujo de retroceso.

El análisis del caudal en esta sección se basa en considerar el flujo newtoniano e isoterma de un fluido incompresible en un canal rectangular de ancho w y altura h. Se desprecia δ holgura entre el tornillo y el cilindro) porque $\delta \ll h$ y se supone que el flujo es uniforme. Realizando un balance de cantidad de movimiento sobre un sistema de este tipo se obtiene la siguiente expresión (ec. Navier-Stokes).

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = \frac{1}{\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right)$$

Dónde:

dP/dZ = gradiente de presión a lo largo del canal.

v = velocidad del fluido en el canal.

η = viscosidad del fluido.

La ecuación anterior se puede simplificar si se considera que $w \gg h$, de modo que:

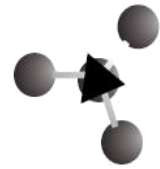
$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \ll \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}$$

Esto nos hace despreciar el efecto que puedan tener las paredes del canal en el flujo. Con esto, la ecuación del flujo se simplifica a:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = \frac{1}{\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right)$$

Usando esta última ecuación se obtienen resultados que discrepan menos del 10 % de los obtenidos con la ecuación completa si la relación del ancho del canal (w) a la profundidad del mismo (h) es mayor de 10. Este es precisamente el caso de la mayoría de los tornillos usados en las máquinas de extrusión de plásticos. La integración de la ecuación proporciona:

$$\frac{dv}{dy} = \frac{y}{\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right) + C_1$$



Integrando nuevamente:

$$V = \frac{y^2}{2\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right) + C_1 + C_2$$

Teniendo en cuenta las condiciones límite: cuando $y = 0$, es decir, junto al tornillo donde también $v = 0$. Sustituyendo esta condición en la ecuación (3), se obtiene $C_2 = 0$. Por otro lado, junto a la pared del cilindro donde $y = h$, la velocidad será $v = V$, velocidad lineal periférica del cilindro, con lo que resulta:

$$V = \frac{h^2}{2\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right) + C_1 h$$

$$C_1 = \frac{v}{h} - \frac{h}{2\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right)$$

Y sustituyendo el valor de C_1 y C_2 en la expresión (3):

$$v = \frac{V * y}{h} - \frac{h * y}{2\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right) + \frac{y^2}{2\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right)$$

$$v = \frac{V * y}{h} - \frac{y(y - h)}{2\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right)$$

En el segundo miembro de esta ecuación aparecen dos términos. El primero varía linealmente con y , y depende de la velocidad del tornillo: representa el flujo de arrastre o fricción; el segundo será negativo o cero (y varía entre 0 y h), luego se opone al movimiento del material hacia la boquilla, da un perfil de velocidades parabólico que depende de la caída de presión a lo largo del tornillo; por tanto, representa el flujo de retroceso o presión. La suma de estos dos términos representa la velocidad resultante en cualquier punto del canal.

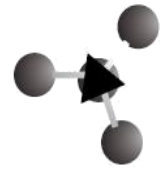
Cálculo del caudal: El caudal de materia extruido podrá calcularse como el producto de la velocidad del material por la sección del tornillo. Se puede partir de la ecuación (4), integrando el producto de la velocidad por el ancho del canal entre los límites $y = 0$ e $y = h$.

$$Q = \int_0^h w * v * dy = \int_0^h \frac{wVy}{h} dy + \int_0^h \frac{wy(y - h)}{2\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right) dy$$

De donde se obtiene:

$$Q = \frac{wVh}{2} - \frac{wh^3}{12\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right)$$

Igual que en el caso de la velocidad, el caudal también presenta dos términos. El primero representa el flujo de arrastre, y el segundo al flujo de presión:



$$\text{Flujo de rraastre } Q_D = \frac{wVh}{2}$$

$$\text{Flujo de presión } Q_P = -\frac{wh^3}{12\eta} \left(\frac{dP}{dz} \right)$$

Interesa ahora escribir la ecuación que da el flujo de material a través del tornillo, en función de las dimensiones de este. Si imaginamos el tornillo cortado a lo largo de una generatriz y desenrollando, despreciando el ancho del filete, podemos escribir las ecuaciones que se muestran más adelante.

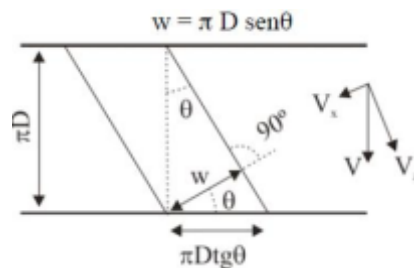


Figura 4.47: Velocidades del fluido a lo largo de la generatriz del tornillo
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Si V es la velocidad con que se mueve el cilindro sobre el tornillo, en términos de velocidad angular $V = \pi \cdot D \cdot N$, que está dirigida formando un ángulo θ con el filete del tornillo y tiene dos componentes: V_z y V_x , paralelas al eje Z y al eje X , respectivamente:

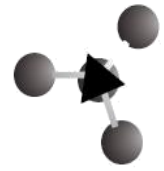
$$v_z = V \cdot \cos \theta = \pi \cdot D \cdot N \cdot \cos \theta$$

$$v_x = V \cdot \sin \theta = \pi \cdot D \cdot N \cdot \sin \theta$$

Una partícula de fluido describe un movimiento muy complejo dentro del canal, pero sólo la componente V_z es responsable del avance del fluido a lo largo del canal. La componente X actúa en un plano normal al eje Z y causa un movimiento circulatorio importante para mejorar el mezclado y la transmisión de calor, pero no para la capacidad de transporte del tornillo. Por tanto, para calcular el caudal de material basta con considerar V_z . Sustituyendo los valores así hallados de w y V en el primer término de la ecuación tenemos:

$$\frac{whV}{2} = \frac{\pi \cdot D \cdot \sin \theta \cdot h \cdot \pi \cdot D \cdot N \cdot \cos \theta}{2} = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (\sin \theta \cos \theta) \cdot h \cdot N}{2}$$

El segundo término de la ecuación puede expresarse en función de las dimensiones del tornillo, teniendo en cuenta que si se desenrolla completamente el tornillo se puede escribir:



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

$$\frac{L}{Z} = \text{sen}\theta \longrightarrow dZ = \frac{dL}{\text{sen}\theta}$$

Donde L es la longitud del cilindro y Z la longitud total del canal del tornillo una vez desenrollado, a lo largo del cual existe un gradiente de presión. De este modo se puede escribir el segundo término de la ecuación como:

$$\frac{w \cdot h^3}{12\eta} \left(\frac{dP}{dZ} \right) = \frac{\pi \cdot D \cdot \text{sen}\theta \cdot h^3}{12\eta} \frac{dP}{dL} \text{sen}\theta = \frac{\pi \cdot D \cdot \text{sen}^2\theta \cdot h^3}{12\eta} \frac{dP}{dL}$$

Si se considera que la caída de presión a lo largo del tornillo es constante y tomando incrementos $dP/dL = \text{cte} = \Delta P/L$, la ecuación puede escribirse como sigue:

$$Q = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (\text{sen}\theta \cdot \cos\theta) \cdot h \cdot N}{2} - \frac{h^3 \cdot \pi \cdot D \cdot \text{sen}^2\theta \cdot \Delta P}{12\eta \cdot L}$$

Que se puede escribir en la forma más general para un determinado tornillo:

$$Q = AN - B \frac{\Delta P}{\eta}$$

Donde A y B son constantes del tornillo.

La ecuación es una recta en una representación de Q frente a ΔP y es conocida como ecuación característica del tornillo o recta operativa, y tiene gran utilidad en la predicción del caudal de salida de una extrusora.

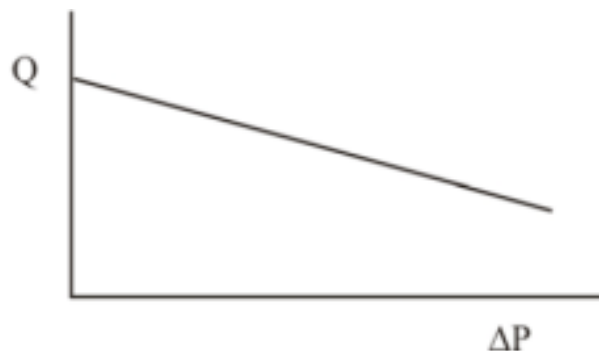
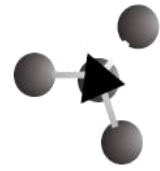


Figura 4.48: Caída de presión en función de la velocidad de flujo
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Cuando se trabaja en un proceso de extrusión interesa que el caudal de material extruido sea lo mayor posible y, además, que la pendiente de la recta operativa sea lo menor, de modo que pequeñas fluctuaciones en la presión impuesta por la boquilla no afecten demasiado al caudal de material extruido.



El caudal extruido por un sistema tornillo-boquilla, depende de diversas variables

que se pueden agrupar del siguiente modo:

- Dimensiones del tornillo: D, L, h, θ
- Tipo de polímero: η
- Condiciones del proceso: N, T
- Restricción impuesta por la boquilla: ΔP

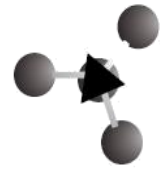
Veamos, de acuerdo con el modelo propuesto, el efecto que causa cada uno de estos parámetros.

Efecto de las dimensiones del tornillo: La longitud del tornillo no afecta al flujo de arrastre, pero sí al flujo de presión. Si la zona de alimentación y transición lo permiten, un aumento en la longitud del tornillo conlleva una disminución del flujo de presión. El aumento de la longitud del tornillo se refleja en la representación de Q frente a ΔP como una disminución en la pendiente de la línea operativa del tornillo, tal y como viene reflejado por la ecuación.

Otra variable que tiene gran importancia es la profundidad del canal, h . La profundidad del canal afecta tanto al flujo de arrastre como al de presión, de modo que un aumento de la profundidad del canal supone un aumento de ambos tipos de flujo. Sin embargo, el efecto de la profundidad del canal es mucho más pronunciado sobre el segundo que sobre el primero, puesto que este parámetro aparece elevado a la tercera potencia en el segundo término de la ecuación. Por tanto, con una pequeña disminución en h se produce una importante disminución de la pendiente en la línea característica del tornillo.

La figura muestra el efecto de la profundidad del canal y de la longitud del tornillo sobre las rectas operativas de una extrusora. La situación normal en un extrusor es que $\Delta P > 0$, ya que la presión a lo largo de la extrusora va aumentando entre la garganta de alimentación (presión atmosférica) y el estrechamiento que suponen el plato rompedor y la boquilla, de modo que, según la ecuación, el caudal de retroceso se opone al de arrastre. El efecto de h y L que hemos comentado corresponde a esta situación normal. En los casos en los que $\Delta P < 0$, el caudal de retroceso va en la misma dirección que el de arrastre pudiendo interesar otros valores de h y L .

En general cuanto mayor sea el diámetro del tornillo mayor será el caudal de material que la máquina es capaz de extruir. El efecto de otras variables como el ángulo de los filetes, θ , no es tan claro. Nos limitaremos a apuntar que en la práctica el ángulo usado generalmente varía entre 25 y 30° , aunque en algunos casos se utilizan valores tan bajos como 10° .



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Efecto de la viscosidad del polímero: La ecuación sugiere que un incremento en la viscosidad supone una disminución de la pendiente de las rectas. Sin embargo, una mayor viscosidad del polímero supone también un mayor consumo energético, por lo que en ocasiones resulta interesante utilizar materiales de baja viscosidad. La disminución en la viscosidad puede lograrse de varias formas:

- Aumentando la temperatura de la boquilla o el perfil de temperatura a lo largo del cilindro.
- Utilizando un material de menor peso molecular.
- Usando aditivos tales como lubricantes internos o plastificantes.

Cualquiera de estas soluciones puede presentar inconvenientes, como un aumento de los precios, incremento del tiempo de enfriamiento, variación de las propiedades mecánicas del producto, entre otras.

Efecto de las condiciones de operativas: Al aumentar el número de vueltas, N , aumenta el flujo de arrastre, pero de acuerdo con la ecuación, el flujo de retroceso no se ve afectado, por lo que se obtiene un mayor caudal. Así, para un mismo tornillo, al aumentar el número de vueltas se debería obtener un haz de rectas operativas paralelas con mayor ordenada al origen, lo que implica que, a un mayor N , mayor caudal, independientemente de ΔP . Sin embargo, la experiencia demuestra que al aumentar el número de vueltas en realidad no se obtienen rectas paralelas, pues el polímero fundido es pseudoplástico. Así, al aumentar N , aumenta la cizalla sobre el material, por lo que disminuye su viscosidad, y en consecuencia aumenta el término Q_p , aumentando también la pendiente de las líneas operativas del tornillo, como se aprecia.

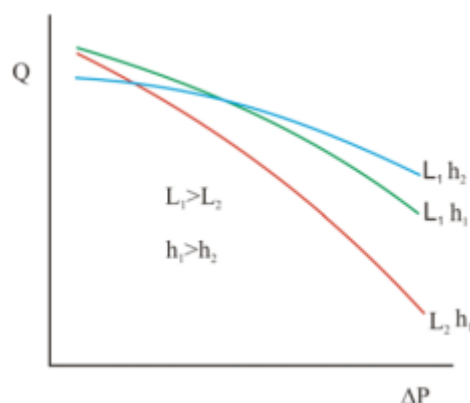
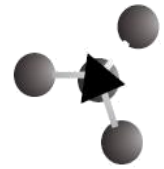


Figura 4.49: Líneas operativas para diferentes condiciones de caudal
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Efecto de la restricción de la boquilla: El comportamiento global de la extrusora está determinado por la interacción entre el comportamiento de la boquilla y el



tornillo. La forma de la boquilla no puede ser cualquiera, pues lógicamente depende de las dimensiones del perfil que se desea obtener.

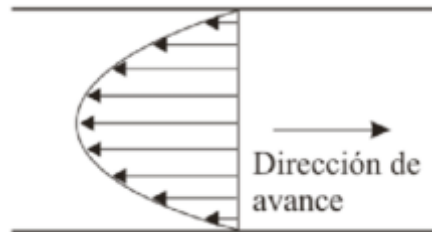


Figura 4.50: Perfil de velocidades de material en la boquilla
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

El flujo del material en la boquilla es debido exclusivamente a la diferencia de presión que se genera entre el punto por donde el material entra a la boquilla y a la salida, donde la presión es la atmosférica. En la boquilla existe sólo flujo de presión en la dirección de salida del material, con un perfil de velocidades parabólico. Si la diferencia de presión entre los extremos de la boquilla fuese nula, no habría caudal de extrusión. En general la cantidad de material que fluye a través de una boquilla en la que hay una diferencia de presión ΔP se calcula como:

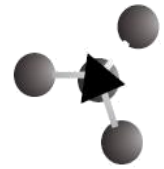
$$Q = k \frac{\Delta P}{\eta}$$

Donde k es una constante del orificio de salida de la boquilla. Cuanto mayor sea el orificio de salida de la boquilla, mayor será el caudal extruido para una ΔP dada. A continuación, se determina el valor de k para una boquilla circular sencilla, de radio

R y longitud L :

$$k = \frac{\pi R^4}{8L}$$

De modo que se transforma en la ecuación de Hagen-Poiseille. La representación de la ecuación en un diagrama Q frente a ΔP da un haz de rectas que pasan por el origen para distintos valores de k , es decir, para distintos tamaños y geometrías de la boquilla. Las rectas son conocidas como rectas operativas o líneas características de la boquilla. Esta representación se ilustra. Cada una de las estas líneas representa el flujo de material a través de una boquilla particular.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

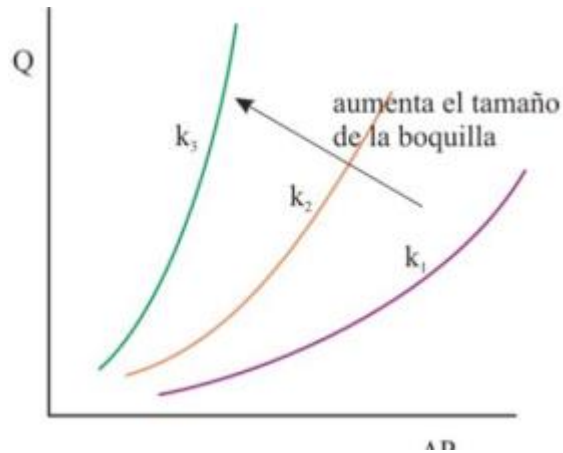


Figura 4.51: Caída de presión en función del flujo para diferentes geometrías de boquilla
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

Al aumentar el tamaño del orificio, aumenta el valor de k , y por tanto la pendiente de la recta operativa de la boquilla.

Para un ΔP dado, a mayores dimensiones de la boquilla mayor caudal de material extruido. En la figura, las líneas experimentales de las boquillas no pasan por el origen de coordenadas. Esta desviación es característica de los fluidos no newtonianos, como es el caso de los termoplásticos fundidos. Si se superponen las líneas operativas de la boquilla con las del tornillo se obtienen los puntos donde trabaja una extrusora determinada, que se conocen como puntos operativos, como se muestra.

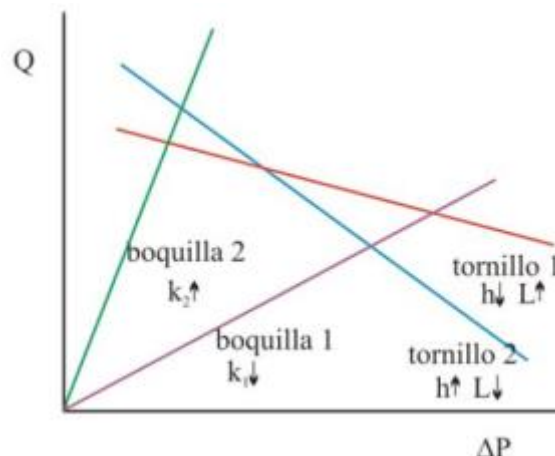
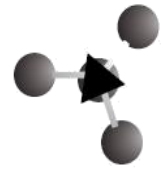


Figura 4.52: Determinación de puntos operativos de extrusión
Fuente: Lección 12-Otros métodos de conformado - Universidad de Oviedo

La recta característica del tornillo 1 corresponde a un tornillo con una relación L/h mayor que en el caso de usar el tornillo 2, o lo que es igual, el tornillo 1 tiene un canal menos profundo y una mayor longitud que el tornillo 2 en la zona de dosificado, de modo que proporciona un caudal más estable y menos



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

dependiente de ΔP . Ambas rectas vienen referidas a igual número de revoluciones del tornillo. Los puntos operativos de un proceso determinado se corresponden en el diagrama anterior con la intersección de la recta operativa del tornillo y de la boquilla. Cuando se utiliza una boquilla de abertura grande, como el caso de k_2 , el tornillo 2, de canal más profundo y más corto, presenta un punto de operación más alto, por lo que es capaz de extruir más caudal que el tornillo 1. Si tenemos una boquilla pequeña, como es el caso de k_1 , es el tornillo 1, poco profundo y largo, el que consigue proporcionar una mayor presión en la boquilla y mayor cantidad de material extruido. Esto quiere decir que el tornillo 2 da menor rendimiento en material extruido cuando se usan boquillas suficientemente grandes. Como vemos, la elección del juego de boquilla/tornillo para trabajar con un determinado material es muy importante. Diagramas de este tipo permiten predecir el tipo de tornillo más adecuado para usar con una boquilla determinada.

Muchas veces el procesador se encuentra con una situación de compromiso en la que se necesita un tornillo que trabaje razonablemente bien con diferentes boquillas con un amplio margen de tamaños: en este caso, lo mejor es adoptar un tornillo con relación L/h elevada, puesto que la pendiente de la línea característica del tornillo es menor.

En los puntos operativos se cumple que el caudal que pasa por el tornillo es el mismo que el que pasa por la boquilla, por lo que igualando las ecuaciones obtenemos:

$$Q_{\text{tornillo}} = Q_{\text{boquilla}} \longrightarrow AN - B \frac{\Delta P}{\eta} = k \frac{\Delta P}{\eta}$$

De donde:

$$\frac{\Delta P}{\eta} = \frac{AN}{k + B}$$

A partir de la ecuación se pueden obtener las dimensiones del tornillo que proporcionan el máximo valor de A , es decir, el máximo rendimiento de la máquina de extrusión en lo que respecta a máximo caudal de material extruido para unas determinadas condiciones de trabajo (N) y un determinado material (η).

El tornillo de la maquinaria seleccionada es de acero al Cromo – Molibdeno – Aluminio, con tratamiento térmico de nitrificación. El diámetro del tornillo es de 200 mm, la relación L/D del tornillo es de 30/1. Es capaz de rotar hasta una velocidad de 60 rpm. En la figura siguiente vemos las configuraciones de tornillo



para los distintos tipos de polímeros, entre las cuales se encuentra la adecuada para polietileno.

Aspectos operativos: La eficiencia del funcionamiento depende de una selección juiciosa de temperaturas y velocidades de línea. El punto de partida más simple es empezar con un perfil de temperaturas de cámara establecido alrededor de 50°C por encima de la TF para plásticos semicristalinos como el polietileno de alta densidad.

Si fluctúa demasiado la presión, se intenta incrementar la temperatura de la zona de alimentación desde el panel de control. Si esto no da resultado, se intenta reducir la velocidad de la línea y/o del tornillo. Equilibrar temperaturas y tasas de flujo es delicado. Los cambios deben ser mínimos y el operador ha de esperar a que se restablezca el equilibrio antes de efectuar otros. Si se calienta la zona de Metering (dosificación) sin cambiar la temperatura de la velocidad de la línea, bajará la presión de entrada y será necesario reducir la velocidad de la línea para mantener las dimensiones del extrudado. Si se aumenta la velocidad del tornillo, es necesario aumentar la velocidad de la línea.

Al aumentar el flujo de calor externo a la zona de transición y la velocidad del tornillo, se reduce la generación viscosa de calor y puede causar un fundido incompleto. Si el fundido tiene viscosidad muy baja, no hay más solución que aumentar el calentamiento en la zona de transición.

Finalmente, para sistematizar la puesta a punto de la extrusión, es conveniente obtener las curvas de salida respecto a temperaturas características del tornillo. Sobre estas curvas a velocidades de rotación constantes que son específicas para resinas en particular pueden sobreponerse datos de la temperatura del extruido, consumo de potencia y calidad del fundido. El uso de estos datos ayudará a optimizar los numerosos ajustes necesarios para el funcionamiento del sistema de extrusión.

4.11.3.5- Balance de masa y energía.

Para verificar si los equipos que comprenden las etapas críticas cumplen con las solicitudes técnicas del proceso debemos realizar los correspondientes balances de masa y energía y verificar si las solicitudes de proceso son cumplimentadas por el equipo y si existe un grado de tolerancia aceptable entre los valores calculados y los de diseño.



4.11.3.5.1- Balance de masa de extrusora.

Teniendo en cuenta que la alimentación de cada extrusora corresponde a 1/3 de la alimentación total y considerando que la instalación produce por diseño un máximo en condiciones ideales de 2000 Kg/h, tendremos que el balance de masa para cada extrusora será:

$$W_t = \text{Alimentación total teórica}$$

$$W_r = \text{Alimentación real}$$

$$W_{ER} = \text{Alimentación a extrusora}$$

$$N_c = \text{Número de capas}$$

$$W_r = 0,8 \times W_t$$

$$W_r = 0,8 \times 2000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$W_r = 1600 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$W_E = \frac{W_t}{N_c} = \frac{2000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}}{3}$$

$$W_E = 666,67 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$W_{ER} = \frac{W_t}{N_c} = \frac{1600 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}}{3}$$

$$W_{ER} = 533,33 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

La cantidad real de materia que puede procesar cada extrusora es de 533,33Kg/h y una cantidad de 666,67Kg/h en condiciones ideales.

La cantidad máxima de alimentación de material será entonces para cada extrusora de:

$$X_{HDPE} = 0,98 \text{ (fracción másica de HDPE)}$$

$$X_{MB} = 0,02 \text{ (fracción másica de MasterBatch)}$$

$$W_{HDPE} = X_{HDPE} \times W_E = 0,98 \times 666,67 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} = 653,534 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$W_{HDPE} = 653,534 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$W_{MB} = X_{MB} \times W_E = 0,02 \times 666,67 \frac{Kg}{h} = 13,136 \frac{Kg}{h}$$

$$W_{MB} = 13,136 \frac{Kg}{h}$$

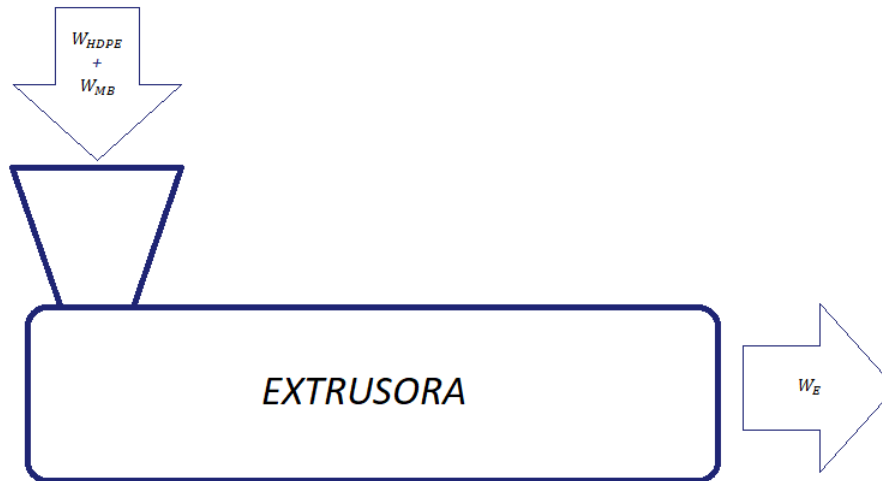


Figura 4.53: Balance de masa en extrusora
Fuente: Elaboración propia

4.11.3.5.2- Balance de energía de extrusora.

En la extrusora la resina debe ser fundida con el Masterbatch, para esto es calentada de temperatura ambiente hasta 220°C, que es la temperatura de extrusión recomendada por el fabricante de la resina para lograr una óptima mezcla entre las materias primas. Teniendo en cuenta que estos equipos se encuentran dentro del establecimiento se considera una temperatura mínima ambiente de 15°C.

La energía calórica necesaria para calentar la materia prima a la temperatura óptima puede calcularse del siguiente modo:

$$Q_{Abs} = W_E \times C_e \times (T_f - T_0)$$

$$Q_{Abs} = \text{Calor Absorbido por } W_E$$

$$C_e = \text{Calor específico medio de } W_E (X_{HDPE}, X_{MB})$$

$$T_f = \text{Temperatura de salida de } W_E \text{ a la extrusora}$$

$$T_0 = \text{Temperatura de entrada de } W_E \text{ a la extrusora}$$

$$C_e = 0,5 \text{ Kcal} / \text{Kg} \times \text{K}$$



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

$$T_f = 220^\circ C = 493K$$

$$T_0 = 15^\circ C = 288K$$

$$Q_{Abs} = 666,67 \frac{Kg}{h} \times 0,5 \frac{Kcal}{Kg \times K} \times (493K - 288K)$$

$$Q_{Abs} = 68,333.37 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{Abs} = 79,47 KW$$

Teniendo en cuenta que la transferencia de calor no tiene un rendimiento del 100% debemos considerar las perdidas generara durante la misma a continuación expresada:

- Emisión de calor de la resistencia eléctrica por radiación.
- Temperatura externa.
- Superficie de calefacción
- Resistencia a la transferencia de calor por conducción de los materiales.

Se considera que las pérdidas de calor por estos aspectos de diseño representan un 20% de la potencia total del equipo en la zona de calefacción:

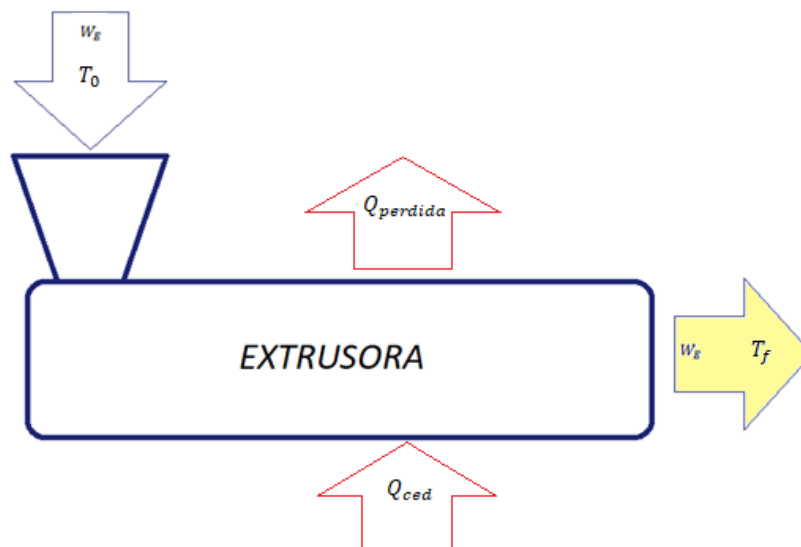
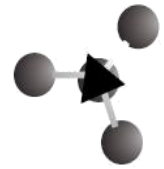


Figura 4.54: Balance de energía en extrusora
Fuente: Elaboración propia

$$Q_{ced} = Q_{Abs} + Q_{perdida}$$

$$Q_{ced} = Q_{Abs} + 0,2 \times Q_{ced}$$

$$Q_{ced} = \frac{Q_{Abs}}{0,8}$$



$$Q_{ced} = \frac{79,47KW}{0,8}$$

$$Q_{ced} = 99,34KW$$

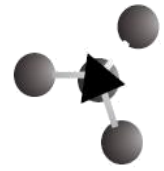
4.11.4- Verificación del diseño.

La tecnología seleccionada comprende tres equipos de extrusión, los mismos deben presentar las características técnicas enmarcadas dentro de las anteriores.

Para verificar estos datos debemos acudir a las especificaciones técnicas de los equipos. Estas se presentan en forma de ficha técnica y son otorgadas por el proveedor del producto y verificada bajo normativas vigentes y certificadas para este proveedor en el mercado nacional.

Las especificaciones solicitadas para el diseño y las presentadas por el proveedor son las siguientes:

Especificaciones para Máquina extrusora de geomembrana de HDPE 8M x 2.0mm				Solicitado
Extrusora	Modelo de extrusora	mm	SJ-180,30/1, 3 pcs	30/1
	Capacidad de extrusión	Kg/h, HDPE	680	666,67
	Potencia del motor	Kw	280	S/E
Boquilla	Diámetro de boquilla	mm	2200	S/E
	Anillo de aire	mm	3800	S/E
	Potencia de calefacción	kw	160	99,34
	Potencia de refrigeración	kw	45	S/E
Bobinadora	Forma de bobinar	/	rodillos de fricción	S/E
	Ancho de bobinado	mm	8500	S/E



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

	Velocidad de Bobinado	m/min	02- 10.	S/E
--	-----------------------	-------	---------	-----

Tabla 4.18: *Especificación del equipo de extrusión*
Fuente: *Empresa Laiwu City Xin Guan Plastic Machinery Co., Ltd.*

Algunos datos sobrepasan los solicitados, esto se debe a que los datos otorgados por el proveedor pueden variar en condiciones reales, por ello es normal sobredimensionar el equipo y de este modo asegurar cumplir con las solicitudes y un normal funcionamiento de los mismos.

4.12- CONCLUSION.

Este capítulo pone de manifiesto que la tecnología juega un rol importante en la ingeniería básica del proyecto. A lo largo de este capítulo no solo se explicó en detalle el proceso productivo,

teniendo en cuenta las variables de diseño más importantes y los balances energéticos y de masa existentes, sino que se fundamentó la selección de cada una

de las tecnologías elegidas en base a diferentes criterios de selección como:

- Adaptabilidad al proceso productivo y a las características de los productos en cuestión.
- Eficiencia y eficacia del equipo.
- Precio, calidad y disponibilidad.
- Capacidad de producción requerida.
- Confiabilidad, responsabilidad y trayectoria de los proveedores.
- Utilización por compañías ya instaladas en el mercado.

En general los equipos seleccionados no presentan susceptibilidad de ser sustituidos en el corto plazo.



CAPÍTULO 5

LOCALIZACIÓN

5.1 - INTRODUCCIÓN

La localización, dentro de la prefactibilidad de un proyecto, es muy importante. La determinación de la misma es tan relevante que una mala ubicación puede generar muchos problemas; principalmente en los aspectos económicos, logísticos, jurídicos, sociales y en algunos casos puede ser causa de la baja de un proyecto. En referencia a esto se debe realizar un estudio para establecer la localización más adecuada y pertinente al proyecto en cuestión.

La localización de un proyecto comprende el estudio de macro-localización y micro-localización en el orden presentado. La solución presentada por el primero será el punto de partida del segundo. Por ello es primordial realizar ambos con criterios y métodos que le son aplicables a este tipo de estudios.

5.2 – FACTORES QUE DETERMINAN LA LOCALIZACIÓN

Antes de comenzar con el estudio y determinación de la localización más adecuada es importante establecer cuáles son los factores que afectan la localización del proyecto. La lista siguiente de factores es algo acotada, pero es suficiente para establecer la localización en el estudio de prefactibilidad de nuestro proyecto:

- Puntos o áreas de consumo
- Distancia a materia prima, proveedores y consumidores.
- Comunicaciones



- Transporte
- Servicios
- Beneficios impositivos
- Costo del terreno
- Restricciones legales
- Recursos Humanos (mano de obra, capacitación, estilo de vida, etc.)
- Restricciones ambientales
- Aceptación social

El factor de aceptación social es característico para proyectos que presentan alta sensibilidad social y sus datos deben ser tomados a partir de datos censales de la población en un área ya considerada para la localización por ello escapan a la prefactibilidad del proyecto.

Los factores relevantes en cada uno de los estudios a continuación han sido seleccionados según las características que presenta este proyecto.

5.3 – MACROLOCALIZACIÓN

El estudio de macro-localización determina una o más áreas convenientes para la ubicación del proyecto. Debemos acotar que se tomó como premisa realizar el proyecto en Argentina y debido a la misma no se realiza una macro-localización partiendo a nivel mundial sino nacional. De este modo, en el estudio de macro-localización lo que se determina es la provincia más adecuada para la ubicación del proyecto.

A continuación, representaremos los puntos evaluados dentro de la macro-localización y justificamos la ponderación que adquiere cada uno para finalmente establecer la macro-localización a partir de estas valoraciones.



5.3.1 – Aras de posible consumo

Este factor establece las provincias con mayor consumo del producto.

Para conocer los puntos de posible consumo y la ponderación que adquiere este factor es necesario determinar las áreas con posibles consumos de producto para cada sector de mercado y posteriormente otorgar un valor ponderal a este factor obteniéndose qué provincia es fuertemente consumidora.

Se ha decidido presentar este análisis, debido a la extensión que abarca nuestro país, en mapas de áreas o regiones de posible consumo y de este modo mejorar su comprensión.

Los mapas de áreas establecen niveles de consumo según la siguiente escala cromática:

Alto consumo
Medio consumo
Bajo consumo
Muy bajo consumo
Sin consumo apreciable

Tabla 5.1: Escala cromatográfica de consumo
Fuente: *Elaboración propia*

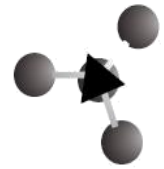
5.3.1.1 – Sector Agrícola

Las geomembranas son utilizadas usualmente en este sector para mantener un ahorro hídrico o un abastecimiento adecuado de agua debido a que los volúmenes de agua para riego son altos. El uso de este recurso se ve limitado a nivel mundial, aunque en este sector se ve agraviado.

El problema hídrico en este sector es consecuencia de:

Saturación de los suelos: Existen, a lo ancho y largo del país, suelos con grandes variaciones de permeabilidad lo que lleva a analizar el suelo según la saturación de agua y reconocer la necesidad de ahorro hídrico para riego.

Regímenes de precipitaciones: Según las regiones, puede existir mayor o menor precipitación anual en algunas provincias, lo que lleva a mayor o menor disponibilidad de agua para riego.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

A continuación, se establecen los mapas correspondientes y en paralelo el mapa referente a áreas de posible consumo del producto a cada caso.

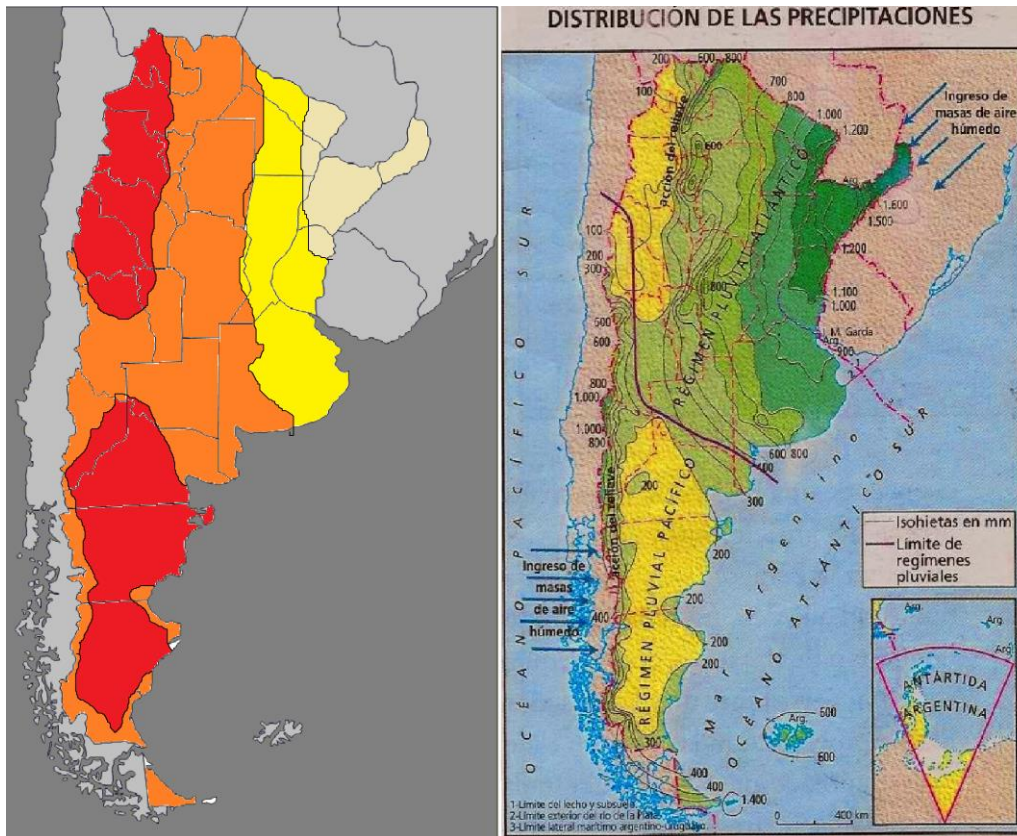
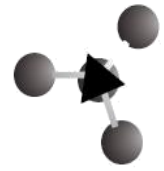


Figura 5.1: Mapa posibilidad de consumo; Mapa distribución de precipitaciones

Fuente: Elaboración propia / <http://geotareas.blogspot.com.ar>

Se considera que las zonas con menos precipitaciones son la que, en justificación de un buen uso y consumo de agua, tienen mayor solicitud de este producto.

Puede comprenderse que los lugares con altas condiciones de sequía deben hacer un buen uso del agua para riego, esto justifica utilizar nuestro producto ya que el mismo permite un buen uso del recurso agua al evitar filtraciones y pérdidas. También suele utilizarse en grandes piletas con fondos de geomembrana para captación de agua de lluvia.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

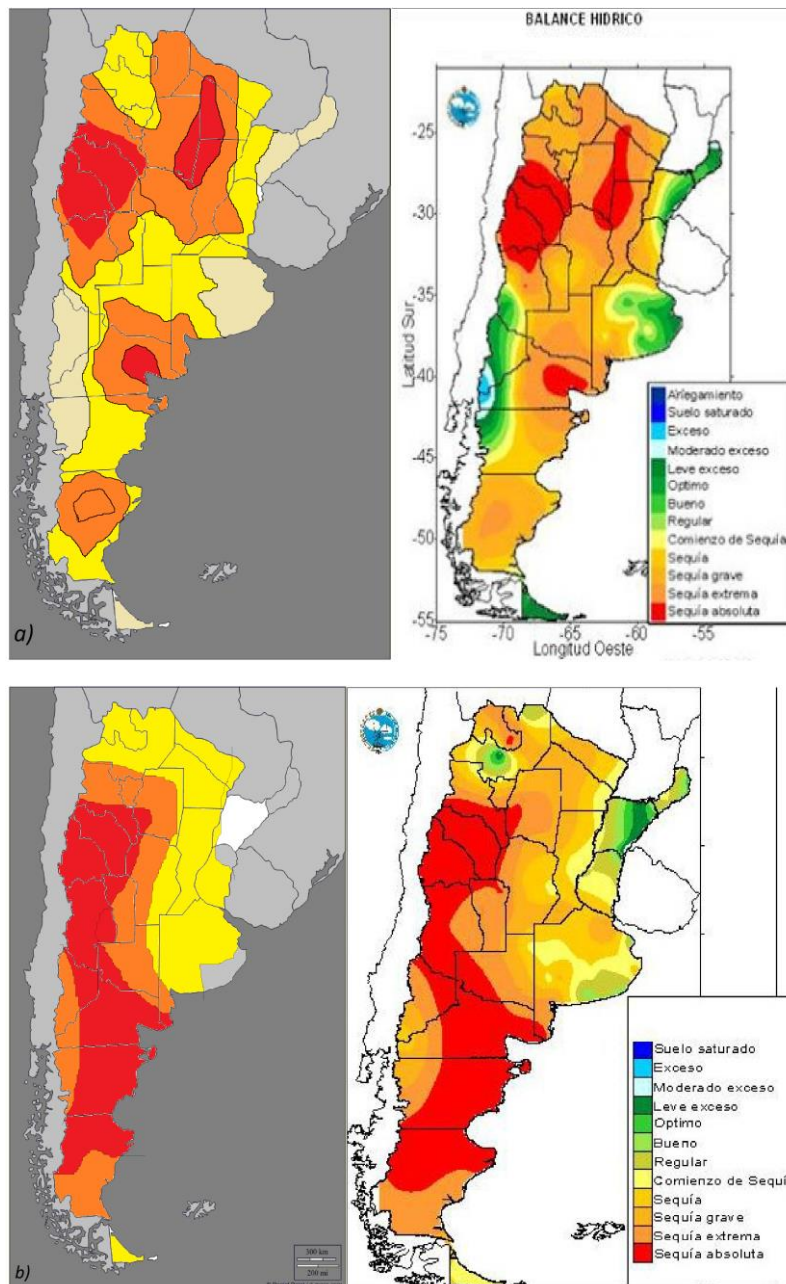


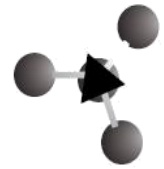
Figura 5.2: Distribución posible consumo; Balance hídrico (a) 2005 – (b)2011

Fuente: Elaboración propia;

http://www.ggsa.com.ar/clima/011533/balance_hidrico_de_argentina.html

En los últimos años debido al calentamiento global han crecido las situaciones de sequía a lo largo de todo el país aumentando la cantidad de provincias afectadas.

Como se observa en la **figura 5.2**, la disponibilidad del recurso hídrico ha bajado en los últimos años. Se debe prestar gran atención a este hecho ya que no se



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

puede hacer una determinación de las zonas más afectadas porque cada año las mismas van en aumento.

5.3.1.2 – Sector minero

El sector minero adquiere por lo general geomembranas de HDPE con el fin de utilizarlas en los fondos de las piletas de lixiviación. La colocación de estas evita pérdidas y filtraciones de contaminaciones en el suelo y napas freáticas.

Por lo general, estas plantas de lixiviado son montadas en la misma zona de extracción o muy cercanas debido al tonelaje que representan. En este caso no sería desacertado considerar que las zonas de consumo de geomembranas sean las mismas que las zonas mineras por excelencia.

A continuación, se representan que provincias pueden solicitar geomembranas en relación con los puntos de extracción de minerales y cuales proyectos de estos pueden solicitar el producto con mayor anticipación.

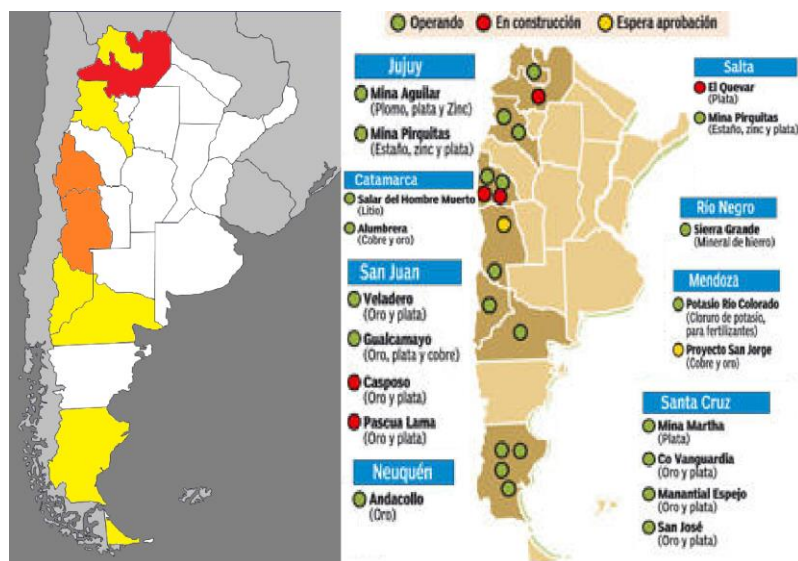


Figura 5.3: Distribución posible consumo; Provincias Mineras

Fuente: Elaboración propia; <http://www.centrocultural.coop/blogs/surdesarrollo/2014/05/la-cuestion-minera/>

5.3.1.3 – Gestión de residuos sólidos

Como se ha detallado con anterioridad en este sector, la necesidad de rellenos sanitarios hace de las geomembranas un excelente producto debido a su relación calidad/costo para estas construcciones.

A continuación, se muestran las provincias con necesidad de instalación de rellenos sanitarios:

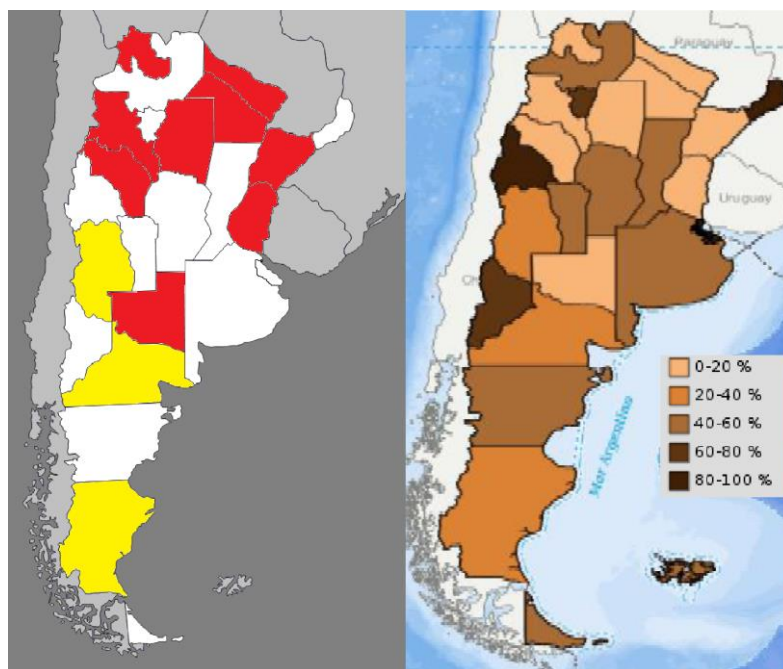
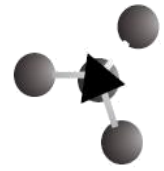


Figura 5.4: Distribución posible consumo; porcentaje de la provincia con relleno sanitario
Fuente: Elaboración propia; Mapas Críticos Gestión de Residuos, marzo 2016 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable)

5.3.1.4 – Sector petróleo

En general, con el fin de prevenir problemas por derrame en los tanques de contención de crudo, es muy común utilizar geomembranas desplegadas que conforman una especie de laguna en rededor de estos tanques. Esto permite que ante algún caso de derrame estas geomembranas puedan contener una gran cantidad del crudo y evitar mayores perjuicios y de este modo mejorar la seguridad del tanque. Normalmente a estas cubas de contención se las suelen denominar tanks farm y en la actualidad son exigidas por la mayor parte de los países.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Los tanques de abastecimiento se ubican, por seguridad, lejos a los centros urbanos y lo más cercano al centro de extracción del recurso debido al transporte. Es apropiado por ello considerar el consumo de geomembranas en las cuencas productivas de petróleo.

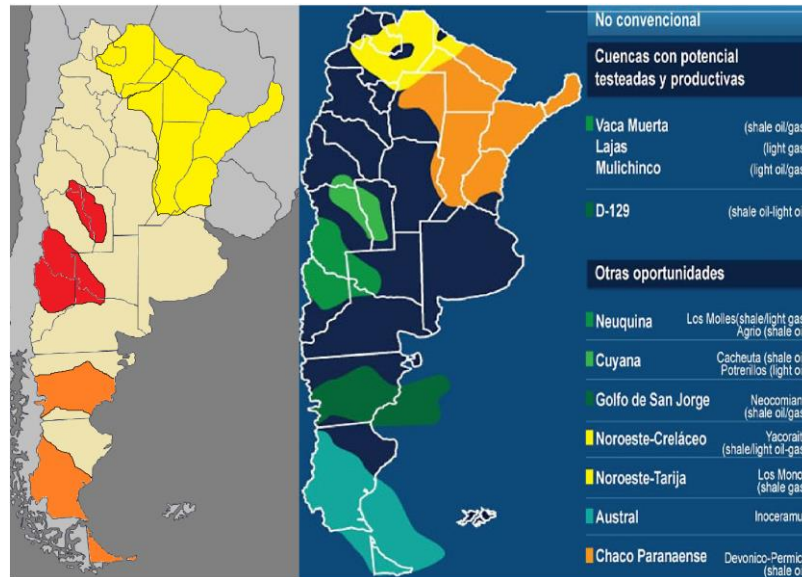


Figura 5.5: Distribución posible consumo; Cuencas productivas de petróleo
Fuente: Elaboración propia; Patricio Eleisegui (<http://www.iprofesional.com>)

- **Primera propuesta de determinación de provincias con mayor probabilidad de consumo:**

Se consideró optar por superponer las áreas de mayor consumo de cada sector en un mismo mapa y de modo simple observar si existían áreas de alta concentración dando como resultado el siguiente mapa de superposición:

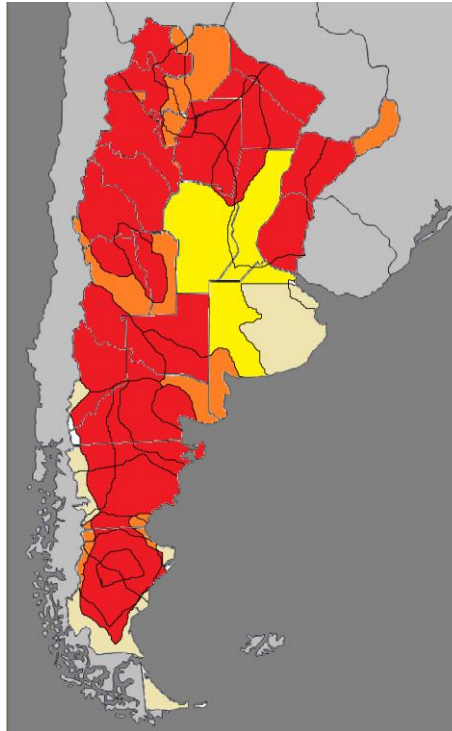


Figura 5.6: Superposición de áreas de mayor consumo de los sectores de mercado
Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse, las zonas de mayor consumo se encuentran muy distribuidas a lo largo y ancho el país, aunque se puede reconocer que en el centro es algo más baja.

Es poco apreciable que sectores superponen áreas específicas, pero se puede rescatar que existe, al menos en una aproximación simple, un alto consumo en todo el país lo que es provechoso en un estudio de pre factibilidad de este tipo.

Como resulta difícil establecer que puntos de consumo son de mayor interés, pasaremos a establecer otra forma de analizarlos.

- **Segunda propuesta de determinación de provincias con mayor probabilidad de consumo:**

La segunda propuesta va concatenada a la información arrojada por los mapas de consumo anteriormente mostrados. En consideración, se establece un valor 1 para las provincias que marcan alto consumo en los diferentes sectores del mercado, 0.6 para las que representan medio, 0.3 bajo consumo y 0 para muy bajo o ningún. De este modo las provincias que representan mayor valor total serán las propicias para localización.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Alto consumo	1
Medio consumo	0.6
Bajo consumo	0.3
Muy bajo consumo	0
Sin consumo apreciable	0

Tabla 5.2: ponderación por *consumo*
Fuente: *Elaboración propia*

Con esta tabla y los datos arrojados por los mapas representativos a cada sector se obtienen los siguientes datos:

Provincia	Sector Agrícola		Sector Minero	Sector RSU	Sector Petróleo	Total
	Distribución de Precipitación	Balance Hídrico				
Jujuy	1	0.3	0.3	1	0.3	2.9
Salta	0.6	0.3	1	0	0.3	1.2
Formosa	0.3	0.3	0	1	0.3	1.9
Chaco	0.3	0.3	0	1	0.3	1.9
Corrientes	0	0	0	1	0.3	1.3
Misiones	0	0	0	0	0.3	0.3
Catamarca	1	0.6	0	1	0	2.6
Tucumán	0.6	0.6	0	0	0	1.2
Santiago del Estero	0.6	0.6	0	1	0.3	2.5
Santa Fe	0.3	0.3	0	0	0.3	0.9
Entre Ríos	0.3	0.3	0	0	0.3	0.9
La Rioja	1	1	0.3	1	0	3.3
Córdoba	0.6	0.6	0	0	0	1.2
San Juan	1	1	0.6	0	1	3.6
San Luis	0.6	0.6	0	0	1	2.2
Mendoza	0.6	1	0.6	0.3	1	3.5
La Pampa	0.6	0.6	0	1	0	2.2
Buenos Aires	0.3	0.3	0	0	0	0.9
Neuquén	0	1	0.3	0	1	2.3
Río Negro	1	1	0.3	0.3	0	2.6
Chubut	1	1	0	0	0.6	2.6
Santa Cruz	1	0.6	0	0.3	0.6	2.5
Tierra del Fuego	0.6	0.3	0.3	0	0.6	3.1

Tabla 5.3: Ponderación total de consumo por provincia
Fuente: *Elaboración propia*

A partir de la tabla quedaría de la siguiente forma conformado el mapa de áreas de posible localización:

- San Juan
- Mendoza
- Jujuy



Figura 5.7: Posible localización según el consumo
Fuente: Elaboración propia

De la tabla se desprende que las provincias que concentran mayores posibilidades de consumo debido a que comprenden a la mayor parte de los rubros de mercado son Mendoza, San Juan y Jujuy. Sin embargo, la ponderación que adquieran estas dos provincias en referencia a la macro-localización dependerá de la incidencia que tenga sobre la localización en el total de factores. Por eso no debemos considerarlas como las únicas posibilidades. De modo tal que continuaremos con los demás factores asociados al estudio de la macro-localización.

5.3.2 – Beneficios impositivos

Este punto en particular se considera muy importante debido a algunas ventajas fiscales, impositivas y económicas a la hora de localizar en parques o polos industriales empresas de este tipo. Sin embargo, la elección de uno de ellos dependerá de otros factores internos como el tipo de polo o parque industrial. La mayor parte de estos parques encierran por lo general empresas de un rubro en particular de la industria ya que se genera un circuito cerrado de circulación de materiales y productos intermedios, posibilitando así la disminución de transporte y/o comercialización de productos intermedios entre otros beneficios.



Para entender un poco porque es este un factor a considerar pasaremos a describir en primera instancia cuales son los beneficios que otorga la promoción industrial y posteriormente estableceremos cuales son en la actualidad los más apropiadas al caso.

- **Promoción industrial en Argentina:**

Un parque industrial es una porción delimitada, planificada y subdividida para la radicación de establecimientos manufactureros y de servicios, dotada de infraestructura, equipamiento y servicios apropiados para el desarrollo de tales actividades.

En la última década, la construcción de parques en distintos puntos del país contribuyó a la industria con beneficios directos e indirectos para las economías regionales. Actualmente hay 330 parques industriales instalados en el país, lo que representa un crecimiento del 300% respecto de los 80 que existían en 2003. Del total, 150 ya están inscriptos en el Registro Nacional de Parques Industriales (RENPI) del Ministerio de Industria, lo que les permite acceder a créditos a tasas subsidiadas.

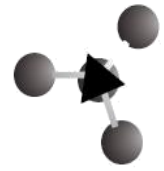
En cuanto a las características, existe gran cantidad de parques industriales multi-rubro, así como parques sectoriales vinculados a algún rubro específico de la industria.

Las pymes instaladas en estos predios jerarquizan su producción, reducen costos en logística, agregan valor en origen y aumentan su competitividad.

Beneficios:

Las empresas que se instalan en estos centros productivos tienen la posibilidad de reducir sus costos logísticos debido a que por lo general se ubican cerca de una autopista, una ruta o un puerto. Por otra parte, tienen gastos comunes que son compartidos y por lo tanto más bajos, como los destinados a la capacitación, la energía y la seguridad.

No sólo las pequeñas empresas se radican en estos parques por una reducción de costos y para acceder a créditos a tasas bajas del Gobierno, sino que también lo hacen otras compañías de gran tamaño.



**Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD**

Desde el punto de vista de los beneficios para la comunidad que está cerca del parque se pueden destacar el mejoramiento urbano-ambiental, la atracción de inversiones nacionales e internacionales con impacto local y la generación de nuevos empleos para los vecinos de la ciudad.

En cuanto a las ventajas competitivas y económicas a las cuales pueden acceder las pymes radicadas en los parques industriales están la ubicación estratégica y el potenciamiento derivado de la sinergia de la localización en común con otras firmas, las mejoras de la eficiencia de la empresa, la incentivación a la agregación de valor industrial manufacturera y de servicios, el aumento del valor del terreno y las desgravaciones impositivas.

La inscripción en el Registro Nacional permite que los municipios puedan acceder a los Aportes No Reembolsables de hasta \$ 3 millones. Este subsidio puede ser utilizado para obras de infraestructura dentro del perímetro municipal, pero también para provisión de servicios públicos; pavimento de calles internas, playón de carga y descarga; cerco perimetral, red interna de gas y cloacas, y planta de tratamiento de efluentes, entre otros.

En tanto, las pequeñas empresas pueden acceder a créditos a una tasa que ronda el 11,5% para la radicación o ampliación de la empresa por hasta \$ 5 millones y con un plazo máximo de 5 años. Además, les otorgan un adicional de \$ 2 millones para los gastos de la mudanza de la empresa al parque.

El subsidio del Ministerio es de hasta 5 puntos porcentuales de la tasa de interés de banco. A esto se le puede restar otro punto para aquellas operaciones que se garanticen con avales emitidos por sociedades de garantía recíprocas o fondos de garantía.

Puede comentarse que algunos de los beneficios que encuentran la exención total de hasta diez (10) años según el Plan de Desarrollo Industrial de los Impuestos son:

- Inmobiliario
- Ingresos Brutos
- Sellos
- Automotores
- Consumos energéticos
- Otros servicios públicos.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Conociendo los beneficios que se dan en las zonas de promoción industrial, pasaremos a identificar en que provincias se encuentran dichos sectores:

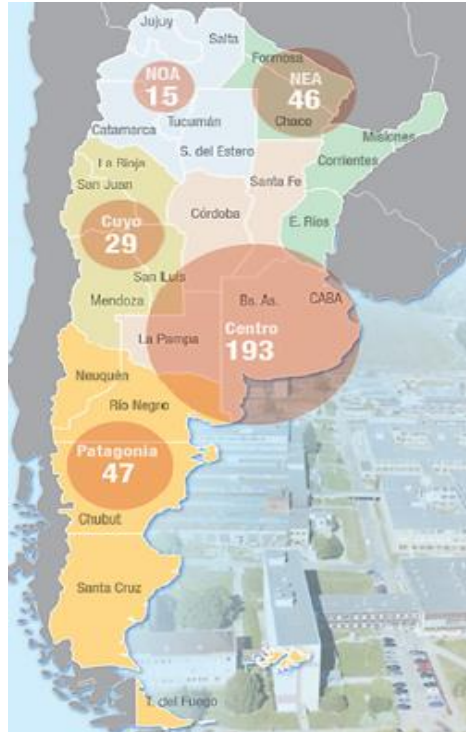


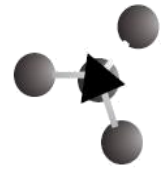
Figura 5.8: Parques Industriales en Argentina

Fuente: <http://www.miningpress.com>

En este mapa se muestran las zonas con promoción industrial y la cantidad de empresas que hay en la actualidad. Este dato es interesante ya que nos muestra las provincias que cuentan con promoción industrial, es decir, posibles localizaciones del proyecto.

Podríamos considerar dos posibles provincias en lo que hace a promoción industrial. Estas serían Mendoza y Buenos Aires. Mendoza tiene altas posibilidades de consumo del producto y Buenos Aires cuenta con el único productor nacional de la materia prima principal para nuestro producto, este se encuentra en el polo de Bahía blanca el cual también es del sector al que corresponde el proyecto.

Antes de finalizar este punto se debe tener en cuenta que los beneficios obtenidos por promoción industrial, como se ha descrito, son muy altos. Esto lleva a tener una alta incidencia en la localización del producto.



5.3.3 – Materia prima

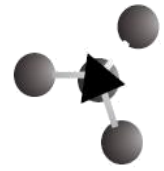
En particular se le da una gran importancia a este factor debido a que los gastos elevados en logística (transporte entre otros). Esto hace que la ubicación del proyecto de ser posible tenga alta cercanía a la materia prima.

La justificación de lo anterior se enfoca en el costo de transporte y el volumen de la materia prima. El costo de flete de la materia prima es mucho más elevado debido a su volumen que el costo de flete del producto equivalente lo que resulta en costos elevados de transporte de materia prima.

A pesar de haberse considerado la posibilidad de importar la materia prima, se ha dejado de lado ésta debido al transporte interno, como se aclaró en el anterior párrafo, además de las cargas impositivas que se suman por ser importación.

En lo que respecta al proveedor de la materia prima, se debe realizar un análisis del mismo para tener un panorama sobre la posibilidad de abastecimiento ya que en la actualidad existe solo un productor de polietileno de alta densidad en Argentina. El mismo corresponde a la empresa internacional DOW con una planta de polietileno ubicado en Bahía Blanca, Buenos Aires asociada con PBB Polisur.

Sobre las posibilidades de abastecimiento por parte de esta empresa se reconoce que la empresa Dow Argentina invirtió 450 millones de pesos para ampliar la capacidad productiva de su complejo en Bahía Blanca desde 2014, uno de los más importantes de América Latina. Esta inversión le permite continuar abasteciendo al creciente mercado local de productos plásticos. Así como también aumentar los niveles de exportación al Mercosur, principalmente a Brasil. La inversión es parte de un plan de expansión y optimización de las cuatro unidades productivas de polietileno, a partir de la incorporación de nuevos equipos y tecnologías que apuntan a mejorar significativamente el rendimiento del complejo. Como resultado de esta inversión, Dow Argentina producirá localmente resinas que actualmente se importan y contribuirán a incrementar la capacidad de producción de polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), ampliamente utilizados por la industria nacional y adicionalmente invirtió 5.000 millones en el polo petroquímico de Bahía Blanca a fines del año pasado, a lo que se suma su inversión en energía eólica y la sociedad con YPF en Vaca Muerta.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Con esta información, podemos considerar que, la empresa DOW puede abastecer un proyecto de nuestra envergadura sin sobrecargar su capacidad o demoras en sus entregas.

Resulta provechoso abastecerse de esta empresa si la misma mantiene el valor de resina como el internacional y sin cargas impositivas por importación ni elevados costos por transporte.

En referencia a los aditivos como el negro de humo y los antioxidantes, los proveedores de estos productos a nivel nacional son proveedores de productos internacionales por lo que cabe localizar si existe alguno en la provincia de Buenos Aires.

Esta provincia, además de ser capital del país, contar con puerto y otras vías de transporte, y ser centro neurálgico de servicios, tiene un elevado avance industrial, esto hace que muchas de las empresas proveedoras tengan puntos de venta en esta localidad. La empresa Cabot, productora de negro de humo, se encuentra en Campana. Esto último justifica que la Macro-localización sea unidireccionada a la provincia de Buenos Aires.

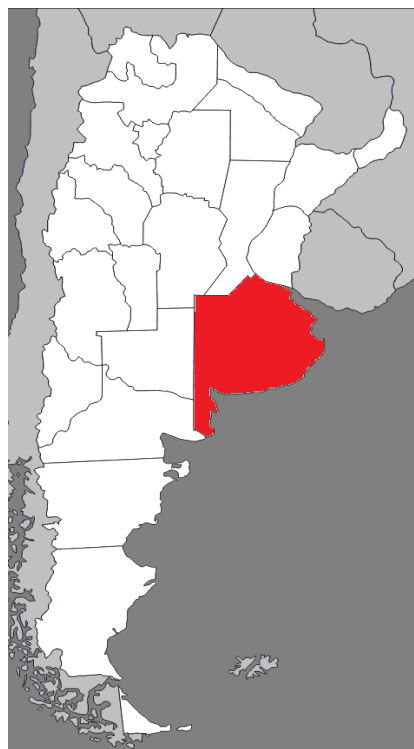


Figura 5.9: Provincias con disponibilidad de materia prima
Fuente: Elaboración propia



5.3.4 – Recursos humanos

Este aspecto se referencia a la calidad educativa de la comunidad, principalmente la orientada al sector de conformado de películas plásticas y procesos de extrusión, administración y relacionados al proyecto.

Para analizar esto debemos conocer el desarrollo de las provincias en el aspecto educativo con la comunidad. Nos volcamos principalmente a las provincias consideradas “universitarias” o con alto desarrollo educativo en los niveles universitarios y técnicos.

En Argentina no resulta difícil reconocer que provincias tienen alto desarrollo educativo en el aspecto técnico profesional ya que no son muchas.

Las provincias de Buenos aires, Mendoza y Córdoba presentan un alto potencial en recursos humanos. Podemos rescatar que el desarrollo educativo a nivel nacional es considerablemente aceptable, es decir, en lo que respecta a recurso humano existe una alta disponibilidad en la mayoría de las provincias. Sin embargo, en este caso no es un criterio que tenga alto impacto en la decisión de localización, aunque cabe analizarlo ya que podría marcar alguna relevancia.

5.3.5 – Determinación de la Macrolocalización

Con los puntos analizados anteriormente podremos pasar a determinar una ponderación en referencia a cada criterio de evaluación y establecer la macro-localización.

Como ya hemos acotado a lo largo del capítulo, la ponderación puede ser objetiva o subjetiva. Por ello la ponderación puede resultar, en algunos casos, sujeta a otras valoraciones. Sin embargo, el criterio evaluado para cada punto cuenta con una justificación bien fundada.

Con las aclaraciones para el caso, pasaremos a ponderar y establecer la importancia reflejada para cada punto analizado.

La importancia de cada uno de estos puntos se establecerá como Alta, Media o Baja y posteriormente se ponderarán estos por provincias obteniendo por tabla la provincia con mayor ponderación como la seleccionada para la ubicación del proyecto.



5.3.5.1 – Importancia de los puntos evaluados

Los puntos tenidos en cuenta en la macro-localización tienen una determinada incidencia en el análisis y por ello es necesario establecer una escala de importancia con anterioridad a la ponderación. A continuación, se establece la importancia otorgada a cada punto analizado y se remarcan los aspectos más representativos de cada uno:

1. Áreas o puntos de posible consumo: Importancia MEDIA

La determinación de una importancia MEDIA se debe principalmente a:

- Existe una alta distribución de áreas de consumo en todo el país
- No existe una estimación de demanda puntual por provincia sino probables.
- Las necesidades de cada provincia no siempre son las mismas en los aspectos industriales, ambientales, económicos o sociales.
- La alta distribución de puntos de consumo hace que el transporte de producto sea un costo elevado.

2. Promoción industrial: Importancia ALTA

La alta incidencia de este punto en la macro-localización es principalmente por:

- Los costos de los terrenos son considerablemente bajos
- La disponibilidad de servicios y vías de comunicación son muy buenas.
- Los beneficios impositivos posibilitan una inversión más baja y mayores beneficios.
- Si el polo corresponde al sector, la materia prima tiene alta cercanía a la ubicación del proyecto.
- Se pueden obtener asociaciones con otras empresas del mismo rubro solidificando la empresa con inversionistas
- El estado contempla la posibilidad de ayudar en inversiones a futuro



- Existe alta actividad industrial en estos sectores, asegurando el resguardo y control ambiental con proyectos que tratan los efluentes de estos sectores, posibilitando el cuidado ambiental

3. Materia prima: Importancia ALTA

La alta importancia de este punto se establece teniendo en cuenta que conocemos por este que:

- El elevado volumen de la materia prima afecta económicamente su transporte.
- Existe un solo productor de la materia prima principal a nivel nacional.
- La opción de materia prima importada representa riesgos de abastecimiento y sobrecostos por transporte.
- En Argentina la logística se ve afectada por la gran variabilidad de factores externos (piquetes, cortes de ruta, paros, etc).
- Las condiciones de las vías de transporte terrestre son muy malas lo que representa riesgos de seguridad de transporte en la materia prima.

4. Recurso humano: Importancia BAJA

La determinación de una baja importancia es justificada debido a:

- El desarrollo educativo en el territorio argentino, salvo algunas provincias, está relativamente equilibrado en los aspectos técnicos profesionales.
- Las provincias con proyección industrial consideran la necesidad de capacitar su población. Como resultado se da la captación de la población local por parte de las industrias que se insertan en el territorio.
- La utilización de un proceso tan conocido a nivel industrial hace que la densidad de profesionales capacitados para cada cargo sea alta a lo largo del país.



• **Análisis ponderal y establecimiento de Macro-localización:**

La siguiente tabla resume la importancia considerada a cada punto de análisis y el valor ponderal que se le atribuye según importancia relativa:

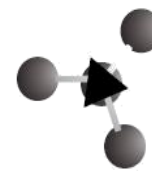
Macro-localización		
PUNTOS ANALIZADOS	IMPORTANCIA	PONDERACIÓN
Áreas o puntos de posible consumo	MEDIA	0,2
Promoción Industrial	ALTA	0,35
Materia Prima	ALTA	0,35
Capacitación y recurso humano	BAJA	0,1

Tabla 5.4: Valor de ponderación por importancia relativa
Fuente: *Elaboración propia*

Lo siguiente es estimar el porcentaje correspondiente a las provincias involucradas en cada punto:

Provincia	Áreas o puntos de posible consumo	Promoción Industrial	Materia Prima	Capacitación y recurso humano
Mendoza	30%	25%	0%	20%
Córdoba	0%	0%	0%	30%
Jujuy	10%	0%	0%	0%
San Juan	60%	0%	0%	0
Buenos Aires	0%	75%	100%	50%
Total	100%	100%	100%	100%

Tabla 5.5: provincias más involucradas (en porcentaje)
Fuente: *Elaboración propia*



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Provincia	Áreas o puntos de posible consumo	Promoción Industrial	Materia Prima	Capacitación y recurso humano
Primer Provincia Representativa	San Juan	Buenos Aires	Buenos Aires	Buenos Aires
Segunda provincia representativa	Mendoza	Mendoza	No encontrada	Córdoba
tercer provincia representativa	Jujuy	No encontrada	No encontrada	Mendoza

Tabla 5.6: Tres principales provincias involucradas
Fuente: *Elaboración propia*

Con la consideración de la incidencia de cada punto y el correspondiente porcentaje que le corresponde a cada provincia por punto, pasaremos a estimar la ponderación y extraer de este análisis la provincia en la que es más adecuado ubicar el proyecto.

PONDERACIÓN					
Provincia	Áreas o puntos de posible consumo	Promoción Industrial	Materia Prima	Capacitación y recurso humano	Ponderación de la provincia
Mendoza	0,06	0,0875	0	0,02	0,1675
Córdoba	0	0	0	0,03	0,03
Jujuy	0,02	0	0	0	0,02
San Juan	0,12	0	0	0	0,12
Buenos Aires	0	0,2625	0,35	0,05	0,6625
Total	0,2	0,35	0,35	0,1	1

Tabla 5.7: Ponderación otorgada a las provincias más representativas
Fuente: *Elaboración propia*

De esta tabla de ponderación hemos obtenido como opciones más recomendables para la ubicación de proyecto:



Provincia en la que se ubicará el proyecto		
Opción	Provincia	Ponderación
1era	Buenos Aires	0,6625
2da	Mendoza	0,1675

Tabla 5.8: Provincias seleccionadas para la localización
Fuente: *Elaboración propia*

Se decide que la ubicación del proyecto se realizará en la provincia de Buenos Aires. Posteriormente deberemos establecer dentro de esta cual es la micro-localización más adecuada para aprovechar los beneficios que se persiguen en este estudio.

5.4 – MICROLOCALIZACION

Se escoge como alternativas el Parque Industrial Pilar (PIP) y el Parque Industrial Azul, teniendo en cuenta la cercanía a las fuentes de materia prima y como consecuencia de esto, el menor costo de transporte. Además, si se aplica en una primera instancia el método de los antecedentes industriales (supone que, si en una zona se instala una planta de una industria similar, ésta será adecuada para el proyecto. “Si el lugar era el mejor para empresas similares en el pasado, para nosotros también ha de ser el mejor ahora”) en estos dos parques hay instaladas empresas dedicadas al rubro de los plásticos.

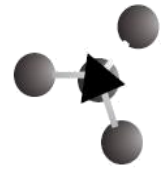
5.4.1 – Método cualitativo por puntos

Este método consiste en definir los principales factores determinantes de una localización, para asignarles valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que se le atribuye.

Los factores a tener en cuenta son los siguientes:

Localización de la materia prima: es un factor que influye en gran medida en la localización, ya que es muy importante la cercanía a la materia prima, en este caso polietileno de alta densidad virgen y aditivos como negro de humo.

Suministro de agua: es importante la disponibilidad de este recurso, ya que es necesario en el proceso. Hay que tener en cuenta no afectar el consumo y utilización del resto de la sociedad.



Suministro de energía eléctrica: es indispensable para el funcionamiento de las distintas maquinarias y equipos. Es necesario contar con un suministro continuo y con la capacidad de abastecimiento a nivel industrial.

Vías de acceso: resulta de importancia tener acceso a rutas de transporte para economizar los costos de transportes y agilizar los tiempos entrega y espera.

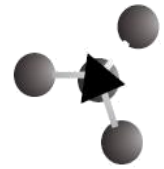
Mano de obra: la cercanía del mercado laboral adecuado es un factor a considerar en la elección de la ubicación. El desempleo actual en el país ha generado una gran oferta de mano de obra.

Transporte: el costo del transporte resulta ser un factor muy importante en la decisión de la localización. La distancia entre las alternativas de localización con las fuentes de abastecimiento debe considerarse, principalmente, en función de los costos que implica el transporte. Deben analizarse las tarifas y las distancias al estudiar el transporte. Para el caso del proyecto en cuestión, a la hora de evaluar la alternativa más conveniente, se tuvo presente la tarifa de C.A.T.A.C. 2015.

Factor	Ponderación
Localización de la materia prima	0,25
Suministro de agua	0,15
Suministro de energía eléctrica	0,15
Vías de acceso	0,1
Mano de Obra	0,1
Transporte	0,25

Tabla 5.9: Ponderación para cada factor
Fuente: *Elaboración propia*

Determinación del parque industrial más conveniente para la localización del proyecto:



Factor	Peso	Parque Industrial Pilar		Parque Industrial Azul	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Localización de la materia prima	0,25	4	1	8	2
Suministro de agua	0,15	8	1,2	8	1,2
Suministro de energía eléctrica	0,15	8	1,2	8	1,2
Vías de acceso	0,1	8	0,8	7	0,7
Mano de Obra	0,1	9	0,9	9	0,9
Transporte	0,25	7	1,75	8	2
Total			6,85		8

Tabla 5.10: Determinación del parque industrial por valor ponderado.
Fuente: *Elaboración propia*

El parque industrial arrojado por el método cualitativo por puntos es Azul con una ponderación general de 8, dos unidades por encima de Pilar, lo que lleva a considerar como localización del proyecto al Parque Industrial Azul.

5.4.2 – Beneficios del Parque Industrial

Con una superficie de 80 hectáreas el Parque Industrial de Azul ofrece lotes con la siguiente infraestructura:

- Pavimento
- Energía eléctrica (subestación de 33.000 voltios)
- Gas natural
- Agua corriente y desagües cloacales
- Comunicaciones: telefonía, banda ancha / wi-fi
- Forestación, cerco perimetral y control de acceso
- Vías del ferrocarril a 500 metros



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD



Figura 5.10: *Entrada principal Parque Industrial Azul*
Fuente: *Google Earth*

Entre los beneficios para la radicación de la empresa en Azul se menciona la eximición por hasta 10 años de los siguientes tributos: impuesto a los ingresos brutos, impuesto de sellos, impuesto inmobiliario e impuesto a los automotores.

Además, y por el mismo período la empresa gozará de franquicias y beneficios de hasta el 100% en todas las tasas municipales:

- Tasa por habilitación de comercios e industrias.
- Tasa por inspección de seguridad e higiene.
- Tasa por inspección veterinaria.
- Derecho de construcción.
- Derecho de publicidad y propaganda.
- Derechos de oficina.

La Municipalidad de Azul otorga el beneficio de reintegro del 20% de los salarios básicos del personal incorporado, durante el primer año.

Entre otros aspectos a destacar se menciona el apoyo logístico municipal en la etapa de construcción de las naves industriales y los servicios de gestión que se ofrecen al empresariado a través de la Agencia de Desarrollo Económico:

Gestión de créditos a tasas subsidiadas para la inversión productiva,

Consultoría y asistencia técnico-profesional.

Capacitación técnica de mano de obra y servicio de contratación de personal.



Resguardo aduanero, y apoyo institucional para la exitosa radicación, relación con el empresariado y vinculación institucional.

Ubicación, rutas de acceso al parque y distribución de parcelas:

El parque se encuentra ubicado en las cercanías de la ciudad de Azul, Provincia de Buenos Aires. El previo se encuentra delimitado al sur por Av. Mujica intersección Av. 25 de Mayo Norte. Al Norte lo delimita calle Las Flores Norte y calle 327.

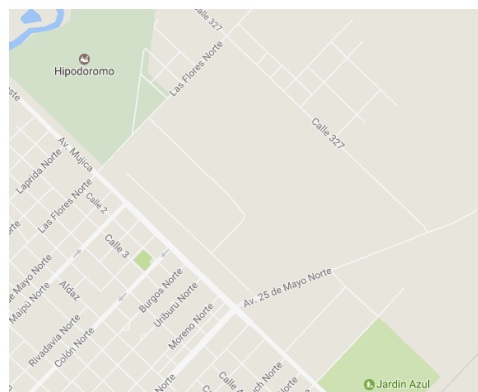


Figura 5.11: Calles limitantes del Parque Industrial Azul
Fuente: Google Earth

El parque industrial cuenta principalmente con accesos a las rutas Nacional 3, Provincial 51 y provincial 60 lo que posibilita vías de transporte tanto de materia prima como producto terminado.

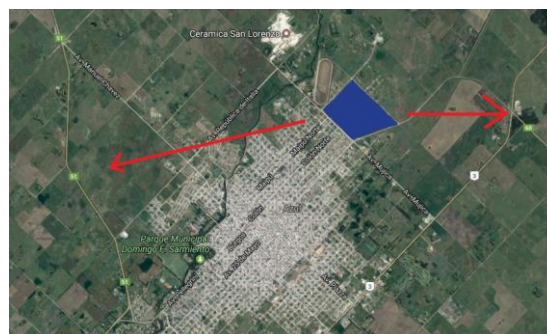


Figura 5.12: Rutas de acceso al Parque Industrial Azul
Fuente: Google Earth

En el previo se encuentran empresas de diferente índole y entre estas una dedicada en particular a la trituración de residuos plásticos como HDPE. Además, dentro del mismo existen accesos que agilizan la circulación.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD



Figura 5.13: Distribución de parcelas e imagen satelital Parque Industrial Azul

Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar> y Google Earth

La localización asignada para el proyecto corresponde puntualmente a la parcela N°22 en el Parque Industrial Azul. La misma consta con una superficie de 4.092m² de los cuales, 2.019 serán cubiertos según requerimientos de infraestructura y 2073m² corresponden a parqueado, ingreso y cierre perimetral.



Figura 5.14: Vista de Parcela N° 22 Parque Industrial Azul

Fuente: *Elaboración propia*



Figura 5.15: vista Satelital: Parcela N° 22.

Fuente: *Elaboración propia*



CAPÍTULO 6

INGENIERÍA DE DETALLE

6.1 – INTRODUCCIÓN.

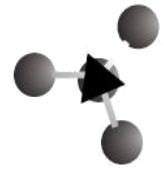
La Ingeniería de Detalle constituye el aspecto más importante en el desarrollo de lo que al inicio solo fue concebido como una posibilidad, como una idea y que en esta etapa del desarrollo se visualiza ya como algo tangible y real. Al inicio, cuando se desarrolla la ingeniería Básica se toman en consideración todos los aspectos que determinarán el rumbo que tomará la ejecución considerando la viabilidad del proyecto, sin embargo, los detalles de estos aspectos son lo que determinarán la funcionalidad y satisfacción del usuario final.

Cuando iniciamos el desarrollo de la Ingeniería de Detalle ya contamos con los datos previos que nos ayudan a definir los aspectos finos y finales del proyecto. Una vez analizados estos aspectos el proyecto será sometido a un filtro cuya intención es pulir los detalles que pudieran ser considerados un punto débil en la ejecución del mismo

Si bien en los proyectos finales de carrera normalmente no se desarrollan sino algunos aspectos, la ingeniería de detalle abarca la totalidad de los documentos necesarios para la materialización del proyecto, desde una análisis de la inversión, la operación y hasta un eventual abandono. Entre los documentos adjuntos se pueden mencionar:

- Planos generales y de detalle de todas las obras, instalaciones y equipos.
- Especificaciones técnicas generales y de detalle.
- Planes de trabajo (Programa de ventas y Programa de producción).
- Organigrama de la empresa.

A continuación se desarrollan aquellos aspectos que tienen un alcance para un nivel de prefactibilidad, y que se consideran de gran importancia para la concreción del proyecto.



6.2 – ORGANIZACIÓN DE FÁBRICA.

Es necesario establecer, en función de los requerimientos del proyecto y de factores exógenos, la forma organizacional necesaria. Estas cuestiones van a determinar también costos, no solo por la definición de los perfiles profesionales requeridos, y eventuales programas de capacitación, sino además por los mecanismos de comunicación interna necesarios y el sistema general de gestión. Estas cuestiones deben ser identificadas y valoradas en su integridad, no solo por el costo de implementación, sino por los tiempos requeridos para hacerlo.

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

Para reducir los costos en salarios lo que más se pueda, garantizando una óptima producción, se intentara tener una estructura lo más acotada y sencilla posible, con la menor cantidad de empleados, siempre prevaleciendo el correcto funcionamiento de la organización.

6.2.1 – Organigrama.

El organigrama es un valioso instrumento de información y análisis estructural y funcional, el cual enmarca, a través de una representación gráfica, la estructura organizativa de la empresa, representa las estructuras departamentales y muestra el esquema sobre las relaciones jerárquicas.

El modelo elegido para representar la estructura jerárquica de la empresa es de Tipo Vertical, ya que es la forma de representación más simple y a la vez más comúnmente utilizada. El diagrama presenta en la parte superior la jerarquía suprema y luego se desarrolla hacia abajo, en forma de pirámide, con la representación gráfica de cada unidad orgánica de la estructura (entregamas) de jerarquía descendente. El mismo se esquematiza a continuación:

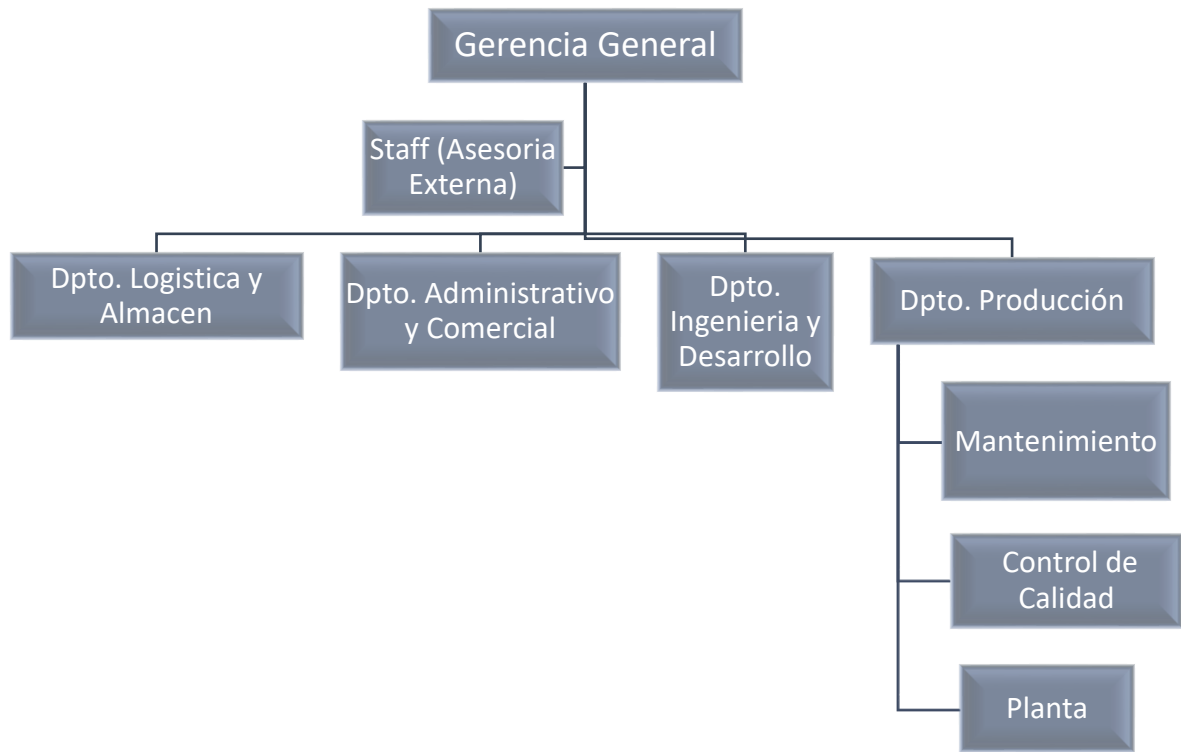
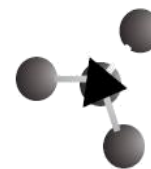


Fig. N°6.1: "Organigrama General".
Elaboración Propia.

Una vez determinadas las estructuras jerárquicas principales, se procede a la selección del personal necesario para cubrir los puestos a partir de las características profesionales que estos requieren.

Así podemos desglosar cada departamento y ver las necesidades de personal para cada uno.

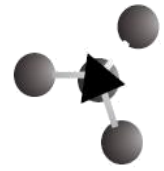
Personal Necesario			
Categoría/Cargo	Cantidad por Turno	Numero de Turnos	Total
Gerencia General			
Gerente General	1	1	1
Dpto. Logística y Almacén			
Jefe de Logística y Almacén	1	1	1
Operario de Almacén	1	2	2
Dpto. Administrativo y Comercial			



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Jefe Administrativo y Comercial (Nivel 5)	1	1	1
Encargado de Comercial (Nivel 4)	1	1	1
Secretario Administrativo (Nivel 2)	1	1	1
Dpto. Ingeniería y Desarrollo			
Jefe de Ing. Y Desarrollo	1	1	1
Dpto. Producción			
Mantenimiento			
Oficial de Mantenimiento	1	1	1
1/2 Oficial de Mantenimiento	1	2	2
Control de Calidad			
Encargado de Calidad	1	1	1
Auxiliar de Laboratorio	1	1	1
Planta			
Conductor de Autoelevador	1	2	2
Jefe o encargado de Planta	1	1	1
Operador Especializado	1	2	2
Operario	2	2	4
Encargado de Seguridad e Higiene	1	1	1
Personal de Limpieza	1	1	1
			24

Tabla N° 6.1: "Especificación de Cargos".
Elaboración Propia.



Debido a la categoría de “Transformadora Plástica” a la que pertenece la empresa, se tomó en cuenta la categorización del personal según figura en el CCT (Convenio Colectivo de Trabajo) N°419/05 de la U.O.Y.E.P. (Unión Obreros y Empleados del Plástico), como así también las Escalas de Sueldos y Salarios básicos para cada cargo, según la categoría que serán necesarios para capítulos posteriores de evaluación económica del proyecto.

Es así que a partir de las necesidades de administración y operación, la empresa necesitara de un total de 20 empleados, considerando los 2 turnos de trabajo programados.

Para entender que competencias y responsabilidades se deben tener para cubrir cada cargo, a continuación se detallan los perfiles que debe tener el personal para cubrir cada puesto dentro de cada departamento:

6.2.2 - Gerencia General.

❖ Gerente General:

Responsable por la dirección y representación legal, judicial y extrajudicial, estableciendo las políticas generales que regirán a la empresa. Desarrolla y define los objetivos organizacionales. Planifica el crecimiento de la empresa a corto y a largo plazo. Además controla los estados financieros, el presupuesto, programas de trabajo y demás obligaciones que requiera.

Entre otras obligaciones y responsabilidades podemos citar:

- **Administración General:**
 - Ejercer la representación legal de la Empresa.
 - Realizar la administración global de las actividades de la empresa buscando su mejoramiento organizacional, técnico y financiero.
 - Garantizar el cumplimiento de las normas, reglamentos, políticas e instructivos internos y los establecidos por las entidades de regulación y control.
 - Coordinar y controlar la ejecución y seguimiento al cumplimiento del Plan Estratégico.
 - Participar en reuniones con Asociaciones, Cámaras, Ministerios y demás Instituciones Públicas y Privadas.



- **Finanzas y Administración:**

- Controlar y supervisar los reportes financieros, comparando resultados reales con los presupuestados.
- Controlar la administración de los recursos monetarios y el cumplimiento de regulaciones en materia tributaria, arancelaria y demás obligaciones legales.
- Controlar los costos y rentabilidad de la empresa.
- Administrar los presupuestos operacionales y las inversiones de la empresa de acuerdo a lo resuelto por el Directorio.
- Gestión de Compras
- Gestión financiera estratégica.

- **Producción Industrial:**

- Controlar el cumplimiento de los planes y programas de producción.
- Controlar que los índices y costos de producción.
- Controlar la producción de la planta.
- Manejo de Proyectos de Inversión

- **Ventas y Mercadeo:**

- Diseñar y desarrollar estrategias tendientes a incrementar la rentabilidad y participación en el mercado nacional e internacional.
- Definir las políticas de ventas y distribución.
- Supervisar la planificación y ejecución de las estrategias y acciones de comercialización de la empresa.
- Efectuar el análisis y evaluación de los resultados de los planes de mercadeo y ventas de la empresa.
- Supervisar la rotación de los productos de la empresa.
- Controlar los niveles de cartera.
- Realizar visitas a clientes claves o clientes.

- **Requisitos personales**

- Formación académica: Graduado en Ing. Química o Industrial. Preferentemente con una Maestría en Finanzas o Administración de Empresas.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

- Experiencia Previa: De 5 a 8 años de experiencia en el cargo o en posiciones similares (Gerente General 5 años u 8 años Gerente de Planta) relacionadas con el mercado de la Industria Plástica, preferiblemente en Procesos de co-extrusion.
- Competencias:
 1. Visión de Negocios.
 2. Orientación a Resultados.
 3. Planificación estratégica.
 4. Capacidad de motivación y liderazgo.
 5. Negociación.
 6. Comunicación efectiva a todo nivel.
 7. Poseer una aptitud de compromiso y responsabilidad para con el Sistema de Gestión de la Calidad y las Normas de Higiene y Seguridad.

6.2.3 - Departamento de Logística y Almacén.

❖ Jefe de Logística y Almacén.

Personal de nivel jerárquico, con capacidad de administrar los procesos relacionados con el abastecimiento de los insumos productivos y no productivos, la programación de la producción y la entrega de los productos a los clientes en tiempo y forma, teniendo en cuenta distintos aspectos relacionados con calidad y costos.

- **Formación Académica:** Técnico Secundario o Terciario en Gestión y/o Logística con conocimientos de normas aduaneras relativas a la manipulación de mercaderías en operaciones de importación y exportación; y conocimientos de logística, distribución y transporte.

Actividades a desarrollar en el puesto:

- Basándose en el presupuesto de ventas y a la programación de la producción, debe asegurar el abastecimiento de las materias primas y demás insumos necesarios en tiempo y forma.
- Supervisar las solicitudes que se realizan a compras.
- Coordinar y participar en forma conjunta con la gerencia en la definición de los niveles de stock de materias primas.



- Estudiar y analizar, conjuntamente con el Jefe de Producción el flujo, distribución y consumo de las materias primas e insumos involucrados en el proceso de fabricación.
- Verificar el stock, controlar y mantener el buen estado de los materiales almacenados.
- Chequear semanalmente el conteo físico.
- Coordinar con los transportistas la distribución de los productos terminados y el abastecimiento de los insumos y materias primas.

❖ Operarios de Almacenes.

Es el encargado de verificar y controlar el flujo de entrada y salida de materiales y/o producto terminado. Deberá tener conocimientos en almacenamiento y manipulación de cargas peligrosas.

Realizara diversas tareas en el área, tales como controlar el stock de materiales a través de un inventario virtual y constatarlo físicamente en forma periódica; coordinar conjuntamente con su superior y el departamento de comercialización la compra de insumos; auxiliar de las actividades de logística, constatar el correcto arribo de insumos y materias primas, como el egreso de productos terminados, etc.

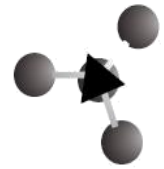
6.2.4 - Departamento Administrativo y Comercial.

Para realizar las tareas administrativas se consideró que con tres empleados basta. Aunque cada uno requiere de diferentes competencias según el puesto asignado, categorizándolos en Niveles, según los determina el CCT de la U.O.Y.E.P (Unión Obreros y Empleados del Plástico), las cuales se detallan a continuación.

❖ Jefe Administrativo y Comercial (Nivel 5).

Uso de criterio propio para tareas frecuentemente complejas. Actúa con virtual independencia y en base al conocimiento de políticas, normas y procedimientos, puede tomar decisiones. Requiere instrucción técnica y práctica previa de acuerdo a la especialidad.

Personal de jerarquía, con capacidades adecuadas para planificar, coordinar y controlar las actividades técnico-administrativas de finanzas, compras, contrataciones, pago a proveedores, facturación, entre otras.



Formación Académica: deberá ser Licenciado en administración de empresas o afín con conocimientos en administración contable y financiera; normas aduaneras y del BCRA; normas legales que rigen los procesos administrativos y sobre facturación. Conocimientos en técnicas de negociación, regímenes impositivos, sistemas presupuestarios, conciliaciones contables.

Actividades a desarrollar en el puesto:

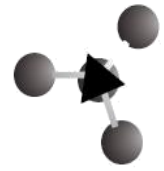
- Dirigir los sistemas y procedimientos contables, administrativos y financieros.
- Analizar, administrar y controlar partidas presupuestarias.
- Revisar y aprobar facturas, órdenes de pago, cheques y otros.
- Administrar los recursos económicos y materiales.
- Programar y gestionar la adquisición del insumo necesario ante los proveedores aprobados previamente. Confeccionar la orden de compra correspondiente, confirmar fecha de entrega según programa de abastecimiento y precio con los proveedores.
- Ordenar y verificar el cumplimiento de las obligaciones tributarias de la organización.
- Asegurarse la compra en tiempo y forma de los insumos productivos y no productivos, y de las contrataciones de servicios necesarias para la organización.
- Asegurar una correcta realización y registro de las operaciones de comercio exterior.
- Supervisión de conciliaciones bancarias, y conciliación de cuentas.
- Gestión y seguimiento de trámites bancarios.
- Relación con autoridades bancarias.

❖ **Secretario Administrativo (Nivel 2).**

Desempeña tareas de rápido y sencillo aprendizaje. No requiere conocimientos previos ni experiencia. Responde a directiva de personal de Nivel 3 o superior.

Deberá programar, coordinar, ejecutar las actividades comerciales en calidad de auxiliar del jefe del sector.

Las tareas y actividades del puesto incluyen controlar la adquisición de materiales y materias primas asegurando que estén disponibles en planta en tiempo y forma y a precio más conveniente; ejecutar la compra de insumos no productivos; contactar con clientes para gestionar la entrega de los productos, etc.



❖ Encargado de Comercial (Nivel 3).

Desempeña tareas que requieren experiencia de por lo menos un año y conocimientos previos.

Entre las actividades asignadas se encuentran:

- **Ventas:**

- Carga en sistema de notas de pedidos pendientes.
- Pactar reuniones con clientes, bonificación por pedido según cantidad.
- Proceso de cobranza (notas de crédito, notas de débito)
- Verificación, actualización de cuentas corrientes por clientes.
- Armado de planillas de despacho junto con la gerencia y el sector de logística.
- Dar informes a finanzas de saldos de cuentas corrientes por clientes.
- Envío de resumen de cuentas por clientes a los vendedores para la gestión de cobranza.
- Emisión de facturas o recibos.
- Control de facturas, notas de pedidos y todos los papeles referidos a ventas.

- **Compras:**

- Recepción de requerimientos de compras.
- Emisiones de Orden de Compra.
- Archivo del legajo de requerimiento de orden de compra y remito.
- Pedidos de cotización.
- Evaluación de proveedores e informa al responsable de calidad el resultado de la evaluación.
- Seguimiento de proveedores.
- Solicitud de autorización de la compra a Finanzas y Gerencia General.
- Realización de caja diaria.

6.2.5 - Departamento de Ingeniería y Desarrollo.

❖ Jefe de Ing. Y Desarrollo.



Persona de jerarquía capaz de administrar y planificar todos los diseños y desarrollos del proceso de producción de las Geomembranas de HDPE. Debe asegurarse de la implementación de mejoras en los procesos y del producto en su ámbito de actuación y controlar el cumplimiento de las normativas bajo las cuales trabajara la empresa.

Formación Académica: Profesional de Grado Universitario Técnico, con conocimientos avanzados de funcionamiento de máquinas y como intervienen en la calidad del producto; además requiere de conocimientos de las materias primas, productos y su aplicación.

Actividades a desarrollar en el puesto:

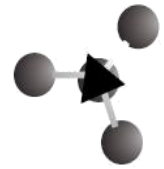
- Trabajar en forma conjunta con el Departamento de Producción, sobre todo con el Área de Calidad.
- Recolectar información acerca de las nuevas tecnologías y desarrollos en el mercado, a fin de mantener la competitividad del producto.
- Proponer diseños del producto a fin de economizar en materiales sin perder propiedades de calidad.
- Planificar y administrar todos los desarrollos de nuevos productos en post de una mejora continua.
- Controlar y hacer cumplir las normativas bajo las cuales se presentara el producto al mercado (ISO 9001, GM13, etc.)

6.2.6 – Departamento de Producción.

6.2.6.1 - Área de Mantenimiento.

❖ Oficial de Mantenimiento.

Persona de jerarquía, encargada de administrar e implementar todos los programas que hacen al mantenimiento, sea este predictivo, preventivo y/o correctivo programable, así como supervisar la ejecución de trabajos previstos e imprevistos, tanto de mantenimiento eléctrico como mecánico, con el objetivo de minimizar los tiempos improductivos y por ende los costos, maximizando así la disponibilidad y continuidad operativa de todos los equipos e instalaciones.

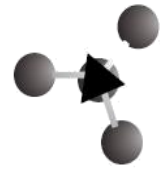


Formación Académica: Técnico Electromecánico o mecánico, con conocimientos en mecánica y funcionamiento del equipo productivo y automatización industrial; planos eléctricos y mecánicos; mantenimiento predictivo y preventivo.

Actividades a desarrollar en el puesto:

- Programar los mantenimientos de máquinas y equipos de cada sector en forma conjunta con el jefe de planta.
- Supervisar la ejecución y calidad de los trabajos.
- Verificar la calidad de repuestos e insumos de mantenimiento adquiridos.
- Cumplir en su totalidad con los procedimientos e instructivos del SGC (Sistema de Gestión de la Calidad) y las normas de seguridad e higiene relacionado a su función.
- Confeccionar el programa de mantenimiento preventivo acorde a la fábrica, y hacerlo cumplir llenando los respectivos registros de mantenimiento cada vez que se realiza un chequeo preventivo o una reparación.
- Cumplir los objetivos fijados para el sector.
- Participar en el desarrollo y mejora de equipos y procesos en conjunto con el jefe de Ingeniería y Desarrollo.
- Comunicación efectiva con sus pares, subordinados y superiores.
- Mantener el orden y limpieza en sectores y máquinas de trabajo.
- Planificar con el Jefe de Planta las tareas a realizar según el sector.
- Estar presente en el arranque de la producción.
- Estar dispuesto a hacerse presente ante emergencias fuera de las horas trabajo.
- Informar novedades sobre funcionamiento y estado de las maquinas al Jefe de Planta en tiempo y forma para la toma de decisiones.
- Preparar las necesidades de repuestos y accesorios, y comunicarlo a administración.
- Llevar el inventario de las herramientas de trabajo a su cargo mensualmente.
- Proyectar la mejora de la productividad en el sector por medio de análisis de la actividad, tiempos muertos, desperdicios, etc.
- Administrar el tiempo a sus subordinados.

Competencias:



- Experiencia en trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo en máquinas industriales.
- Capacidad de programar y ejecutar programas de mantenimiento de máquinas y equipos.
- Contar con un nivel de capacitación acorde a la complejidad de las máquinas y equipos en cuestión.
- Conocimientos básicos sobre normas de calidad.
- Capacidad de Autogestión.
- Capacidad de administración del tiempo y tareas.

❖ **½ Oficial de Mantenimiento.**

Responsable de realizar reparaciones e inspecciones periódicas de las maquinas e instalaciones, acorde a un plan preventivo o necesidades puntuales que puedan surgir.

El puesto requiere de personal idóneo en tareas de reparaciones eléctricas, electrónicas y mecánicas de equipos e instalaciones; con capacidad de realizar adecuaciones, modificaciones y/o mejoras que les sean asignadas en las maquinas e instalaciones; mantener el orden y limpieza de sus herramientas, el taller y las máquinas.

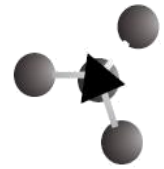
Responde directamente al Oficial de Mantenimiento y tiene relación permanente con el personal de Planta y Control de calidad.

6.2.6.2 - Área de Control de Calidad.

❖ **Encargado de Calidad.**

El encargado de calidad o jefe de laboratorio es el responsable de mantener y realizar los procedimientos de laboratorio, referidos a la corroboración y aseguramiento de la calidad de los productos terminados, como la constatación o certificación de que la materia prima adquirida responde a las especificaciones de calidad otorgadas por los proveedores de las mismas, aplicando las normativas establecidas por la empresa.

Formación Académica: Profesional con conocimientos académicos de nivel universitario en el área técnica, con formación en control estadístico, comportamiento de los materiales, ensayos físico, químicos y mecánicos. Conocimiento y aplicación de normas de calidad que se rijan en la empresa.



Es conveniente que tenga una vasta experiencia de carácter general en la industria, con cierto grado de apreciación inteligente de los fines de inspección con respecto a las necesidades de fabricación.

Actividades a desarrollar en el puesto:

- Organización y ejecución de los procedimientos de inspección de materia prima e insumos, y producto terminado.
- Inspección y control de los dispositivos, herramientas y aparatos que se emplean en las pruebas de laboratorio.
- La preparación de la lista de necesidades de insumos de su departamento.
- Control mediante inventario de las máquinas e insumos que se utilizan en el laboratorio.
- Corregir las observaciones efectuadas por la autoridad competente, que hacen al cumplimiento de Leyes y Normativas vigentes de aplicación; coordinación de capacitaciones al personal de su área, como de todas aquellas que tengan intervención en la calidad del producto y/o manipulación del mismo, como así también de las materias primas.
- Elaboración de procedimientos e instructivos acordes a la norma de calidad, asegurando el cumplimiento de los mismos y que se completen los registros correspondientes a los procedimientos que involucran a los distintos sectores.
- Dirigir y administrar el proceso de reclamos de clientes.
- Realizar los reclamos a proveedores (por diferencias en calidad, cantidad y/o plazo), manteniendo informado a los sectores involucrados (Logística, Encargado de Comercial).
- Garantizar la aplicación de las normas de calidad establecidas por la empresa y clientes para mantener la competitividad en el mercado.

❖ **Auxiliar de Laboratorio.**

Persona encargada de llevar a cabo las auditorias y controles correspondientes para asegurar la calidad de los procesos de planta.

El puesto requiere de personal con conocimiento técnico en instrumental de laboratorio y procedimientos de aplicación. Trabajar en forma coordinada con el Encargado de Calidad, tomar muestras en Planta y realizar análisis, ensayos físicos, químicos o mecánicos, de carácter destructivo o no destructivo según las normativas para la certificación del producto; habilitar productos terminados para su despacho, llevar registro de productos aprobados, y el detalle de aquellos



que no pasen los controles preestablecidos, tratando de determinar las causas en forma conjunta con todo el personal del Departamento de Producción, etc.

6.2.6.3 - Área de Planta (o Proceso).

❖ Jefe o Encargado de Planta.

Es un empresario dentro de su puesto de trabajo, por ello su preocupación en cuanto a calidad y/o mejoramiento continuo. Solo es supervisado por el gerente general, con quien debe existir una estricta comunicación. Está a cargo de los operarios y el chofer del autoelevador.

Formación Académica: Ingeniero Industrial, Electromecánico o en Procesos, con especialización en gestión de la producción y conocimientos generales en mantenimiento de máquinas y equipos.

Actividades a desarrollar en el puesto: Como es de esperar, la gama de actividades que cubre es bastante amplia.

- Participar en el Planeamiento, Programación y Control de la producción.
- Mantener conocimiento de los niveles de inventario.
- Mantener bajo control todas las etapas del proceso.
- Transmitir las novedades y conocimientos propios a los subordinados.
- Mantener una comunicación fluida con las áreas vinculadas al Departamento de Producción, de manera tal de analizar en conjunto la toma de decisiones con respecto a lo producción.
- Uso de sistemas informáticos.
- Promover reuniones informativas y de resoluciones de problemas con sus subordinados.
- Fijar objetivos del sector a corto, mediano y largo plazo.
- Cumplir y hacer cumplir el Sistema de Gestión de la Calidad y las normas de seguridad e higiene industrial.
- Participar en el desarrollo y mejora de procesos en forma conjunta con el encargado del Sector de Ingeniería y Desarrollo.
- Realizar las evaluaciones de competencias de cada puesto e indicar las necesidades de capacitaciones del personal a su cargo.



- Participar en la planificación de las tareas de mantenimiento a realiza con el Oficial de Mantenimiento.
- Promover la mejora continua de la productividad en el sector por medio de análisis de la actividad, tiempos muertos, paradas de máquinas, volumen de desperdicios y puestas en marcha, etc.

Debido a su alto nivel de jerarquía y responsabilidad, debe cumplir requisitos de alta exigencia, como son:

- Conocimientos sobre calidad, liderazgo, recursos humanos y gestión, acreditados por experiencia y estudios.
- Conocimientos de la empresa y sus productos.
- Capacidad de ejecución y control de planes de acción.
- Buen nivel de inglés, necesario para interpretación de manuales tecnológicos o trato con potenciales clientes internacionales.
- Actuar y hacer actuar a sus subordinados con conceptos y criterios motivacionales.

❖ **Operador Especializado.**

Es aquel que tiene bajo su entera responsabilidad tareas o procesos altamente complejos. A tales efectos debe contar con estudios, conocimientos y experiencia que le permitan resolver procedimientos o ejecutar funciones complicadas. La naturaleza de las tareas a su cargo, le obliga a mantener un alto grado de atención a fin de evitar importantes perjuicios a equipos, productos y/o daños a terceros. Desempeña sus tareas prácticamente sin supervisión, ya que normalmente se maneja con elevado grado de autonomía, y tiene comunicación directa con el Jefe o Encargado de Planta.

Deberán ser capaces de desempeñar sin dificultades todas las operaciones que se lleven a cabo en la máquina del proceso productivo sin inconvenientes, saber diferenciar diferentes tipos de tecnología involucrada, identificar partes, piezas y funcionamiento.

Formación Académica: contar con título secundario y Título de formación tecnológica o de formación técnica profesional. Mínimo un año de experiencia acreditada, relacionada con el proceso productivo.

Otros requisitos son:

- Conocimientos de los objetivos de la empresa, su visión y misión.
- Manejo apropiado de las especificaciones de Insumos no productivos, herramientas, materias primas y producto terminado.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

- Capacidad de concentración (control de calidad en línea).
- Capacidad de administración del tiempo y tareas.
- Poseer aptitud de compromiso y responsabilidad para cumplir, y hacer cumplir a sus subordinados, con el Sistema de Gestión de la Calidad, y las normas de Higiene y Seguridad en planta.
- Comunicación efectiva con sus pares y superiores.
- Capacidad para trabajar en Equipo.

Sus responsabilidades serán:

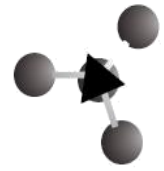
- Operador de tablero de control de la línea de co-extrusión y soplado.
- Mantener las variables dentro de los rangos preestablecidos.
- Mantener la operación y garantizar la producción según el programa de producción propuesto.
- Apoyo a la presentación de informes que se generen en el área de desempeño para los entes de control internos y externos (llevar y mantener registros de carácter técnico y responder por la exactitud de los mismos).
- Llevar a cabo las tareas que le sean asignadas por su superior.

❖ **Operador.**

Es aquel que realiza tareas que forman parte de un proceso de fabricación de cierta complejidad para el cual son requisitos poseer formación, conocimientos y experiencia adecuados, para la satisfacción de las exigencias del puesto que debe desempeñar. Si bien recibe supervisión, se desempeña con cierto grado de autonomía, aunque responde directamente al operador calificado y al Jefe de Planta.

Las actividades que tienen que llevar a cabo los operadores comprenden:

- La gestión y operación de la máquina.
- Asegurar el continuo abastecimiento de las materias primas al proceso.
- Controlar los niveles de las mismas en los dosificadores de las extrusoras.
- Preparar los rollos de producto terminado para que puedan ser retirados por el encargado de manipular el autoelevador y luego dejar la máquina acondicionada para el siguiente producto.
- Llevar el registro de la producción, paradas de máquinas y verificar continuamente que se esté cumpliendo con el programa de producción establecido para su turno de trabajo.



- Mantener una comunicación fluida con el Área de Mantenimiento y Control de Calidad.

❖ **Conductor Autoelevador.**

Responsabilidades:

- Verificar y mantener en perfecto estado del autoelevador.
- Avisar a mantenimiento ante posibles desperfectos.
- Cumplir en su totalidad con los procedimientos e instructivos del Sistema de Gestión de la Calidad y las normas de Higiene y Seguridad relacionado a su función.
- Cumplir los objetivos fijados a su sector.
- Abastecer a los distintos sectores donde tiene intervención el uso del autoelevador, garantizando la correcta manipulación y transporte de los materiales.
- Retirar en perfectas condiciones el producto de la máquina, y garantizar su transporte a la zona de almacenamiento.
- Cargar los camiones con el producto sin que este sufra daño alguno.
- No sobrecargar el autoelevador.
- Trabajar bajo condiciones óptimas de salud, ergonomía y EPP.
- Comunicación efectiva con sus pares, subordinados y superiores.
- Velar por el cuidado de las herramientas utilizadas para transportar el producto terminado (lanza, lingas, etc.).
- Mantener el orden y limpieza de los depósitos de producto terminado y materias primas.
- No circular fuera de las áreas delimitadas para tal fin, y respetar las velocidades de circulación establecidas.
- Llevar un conteo físico de los movimientos en almacén y depósitos durante su turno de trabajo.

Competencias:

- Tener habilitación para transporte de cargas suspendidas y manejo de autoelevadores.
- Capacidad de administrar sus tiempos y tareas.
- Conocimientos básicos sobre normas de calidad de producto terminado y materias primas.
- Conocimiento de la empresa y sus productos.



Ante eventuales inconvenientes para conducir el autoelevador, el chofer será reemplazado temporalmente por alguno operario habilitado para tal fin. Los tiempos de confección del producto permiten que este trabajador pueda ser utilizado en otras tareas para las cuales esté capacitado, como ayudar en almacén.

❖ **Encargado de Seguridad e Higiene.**

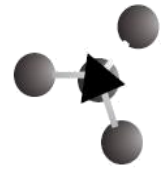
Este cargo será ocupado por un Técnico o Licenciado en Seguridad e Higiene, con especialización en establecimientos industriales.

Obligaciones:

- Revisar y aprobar las políticas de seguridad.
- Realizar inspecciones periódicas de seguridad.
- Establecer normas adecuadas de seguridad, estas deben concordar con las disposiciones legales.
- Poner en funcionamiento y mejorar el programa de seguridad.
- Asesorar sobre problemas de seguridad.
- Ocuparse del control de las enfermedades ocupacionales.
- Asesorarse sobre problemas del medio ambiente.
- Identificar los riesgos contra la salud que existen.
- Ejecutar el plan de primeros auxilios.
- Identificar peligros en áreas específicas
- Mejorar procedimientos de trabajo
- Eliminar errores en el proceso de ejecución en una actividad específica.

Entre las políticas concebidas por la empresa para la prevención de riesgos laborales se cuentan las siguientes:

- Ejecutar procesos de capacitación y actualización permanentes que contribuyan a minimizar los riesgos laborales.
- Asesorar permanentemente al personal involucrado en el área operativa sobre normas y procedimientos para la prevención de riesgos laborales.
- Mantener los equipos de seguridad industrial requeridos para cada tarea.
- Ejecutar campañas de prevención de riesgos laborales a través de medios publicitarios dentro de la empresa.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

- Uso permanente de implementos de seguridad tales como: zapatos de seguridad, casco de seguridad, faja, entre otros requeridos para cada tarea.
- Atender a las señales de prevención.
- Evitar el acceso de visitantes al área laboral sin el uso de los implementos de seguridad.
- Mantener el orden en el área de trabajo.

6.2.7 - Staff (Asesoría Externa).

La asesoría externa o Staff se compone de personas que cumplen actividades específicas, de carácter legal, y que por razones económicas no es conveniente que formen parte de la planta permanente de la empresa, sino en situaciones que así lo requieran.

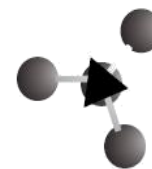
El Staff está integrado por un abogado encargado de la asesoría y representación legal de la empresa; un contador encargado de los balances anuales, liquidación de sueldos, etc.; y una agente asesor que se encargue de la gestión de recursos humanos.

6.3 – PROGRAMACIÓN.

6.3.1 – Programa de Ventas.

Teniendo en cuenta que el producto no presenta en el mercado demanda estacional, de temporada, o periódica y que la demanda anual para el periodo de 2018 es de aproximadamente 4.696.659,73 m² podremos establecer un programa de ventas relacionado a los datos presentados.

Con un método simple establecemos una demanda promedio a satisfacer constante de 391.388 m² de geomembrana de HDPE por mes para el año 2018. Si tomamos en cuenta que la producción máxima del proyecto establece para dos turnos una producción mensual promedio de 370.229,8 m² resulta razonable establecer una demanda absorbida, mediante un programa de ventas del 94,6%, lo que representa ventas de 370.253 m² mensuales.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

-(2018)-	Demanda insatisfecha para 1,5mm (m2)	Programa de Ventas (m2)
Enero	391.388	370.253
Febrero	391.388	370.253
Marzo	391.388	370.253
Abril	391.388	370.253
Mayo	391.388	370.253
Junio	391.388	370.253
Julio	391.388	370.253
Agosto	391.388	370.253
Septiembre	391.388	370.253
Octubre	391.388	370.253
Noviembre	391.388	370.253
Diciembre	391.388	370.253

Tabla N°6.2: "Programa de ventas para periodo 2018".

Fuente: Elaboración propia

6.3.2 – Programa de Producción.

Si superponemos el programa de ventas con la productividad máxima mensual para una alternativa con dos turnos de producción obtendremos la siguiente gráfica. En la gráfica la productividad mensual se ve afectada por los días hábiles laborales.

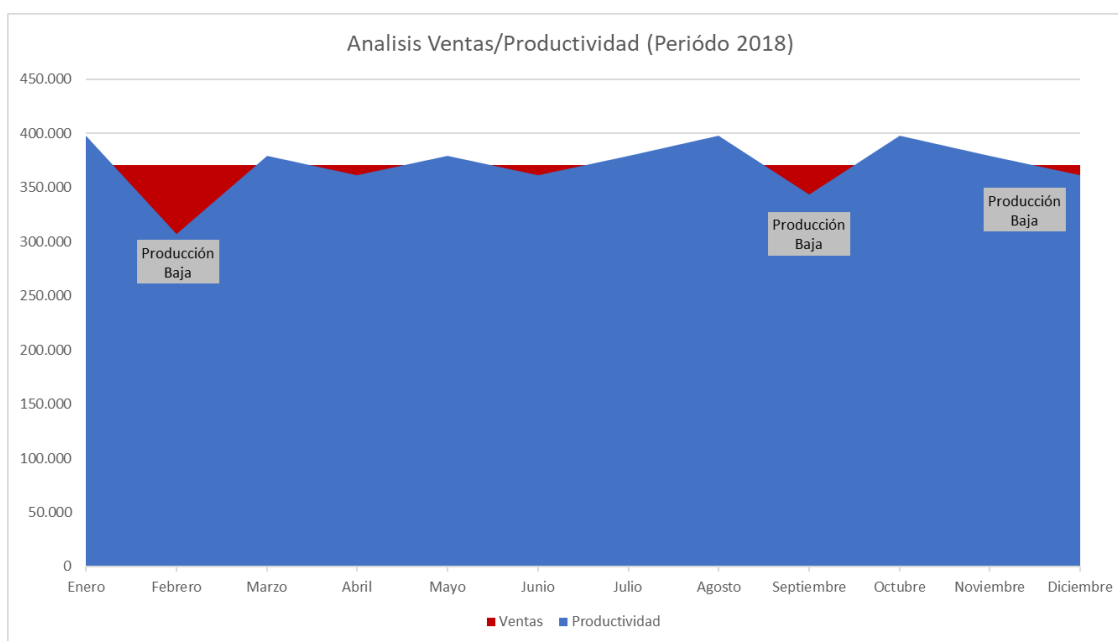
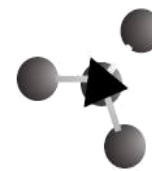


Fig. N°6.2: "Gráfico Ventas/Productividad periodo 2018".

Fuente: Elaboración propia



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

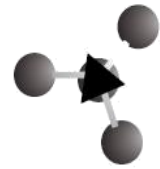
En los meses de enero, agosto y octubre la producción sobrepasa a las ventas promedio estimadas, esto en principio podría suponer que la producción sobrepasa a la demanda, pero debemos tener en cuenta que los stocks generados de estos meses servirán para abarcar los subsiguientes meses de febrero, septiembre y diciembre donde la productividad es menor a la demanda a absorber dichos meses. Por ello se establece el programa de producción en dos turnos a capacidad máxima con stock en los meses de producción alta para completar con los meses de producción baja y en caso de ser necesario se implementarán horas extras o un turno más el día sábado. Con estas consideraciones el programa de producción queda establecido como se muestra a continuación:

Mes	Horas Hábiles	Horas (sábados)	Horas Extras	Producción (Kg/h)	Producción (m2)	Stock	Producción + Stock	Stock Después de Ventas
Enero	352	0	1	1600	398.448	0	398.448	28.195
Febrero	272	32	0	1600	343.139	28.195	371.334	1.081
Marzo	336	0	0	1600	379.259	1.081	380.341	10.088
Abril	320	0	0	1600	361.199	10.088	371.287	1.034
Mayo	336	0	0	1600	379.259	1.034	380.293	10.040
Junio	320	0	0	1600	361.199	10.040	371.239	986
Julio	336	0	0	1560	369.778	986	370.764	511
Agosto	352	0	0	1600	397.319	511	397.830	27.577
Septiembre	304	0	1	1600	344.268	27.577	371.845	1.592
Octubre	352	0	0	1500	372.487	1.592	374.079	3.826
Noviembre	336	0	0	1600	379.259	3.826	383.086	12.833
Diciembre	320	0	0	1600	361.199	12.833	374.032	3.779

Tabla N°6.3: "Programa de producción periodo 2018"
Fuente: Elaboración propia

6.3.3 – Formula.

Es indispensable establecer la fórmula del producto, en la que se detallan todos los insumos que componen a la unidad de venta (en este caso un rollo) y sus cantidades. Haciendo uso de la misma, las mermas considerables y el programa de producción se determina el "listado de necesidades", que será fundamental a



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

la hora de determinar la mejor política de compras para adquirir los distintos materiales a lo largo del año.

Formula Rollo Geomembrana HDPE 1,5mm (6mx80m)		
ITEM	CANTIDAD	UNIDAD
Resina HDPE Virgen (NG7000)	666,8	Kg
Masterbatch (Negro de Humo, antioxidantes, UV)	13,6	Kg
Fleje de embalaje	12	m
Cinta adhesiva embalaje	7	m
Hebillas de sujeción	5	unidad
Tubos de cartón	5	unidad

Tabla N°6.4: "Fórmula rollo geomembrana HDPE 1,5mm".

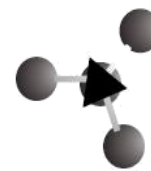
Fuente: Elaboración propia

6.3.4 – Listado de Necesidades.

El listado de necesidades expresa la cantidad necesaria de cada material en cada mes del ciclo de producción. Se confecciona simplemente multiplicando la producción de cada mes (obtenida del programa de producción) por las cantidades de cada material utilizando la fórmula.

La información que nos aporta será de gran utilidad para establecer un criterioso "programa de abastecimiento" y una buena estrategia de compras a lo largo del año, e indirectamente para el dimensionamiento de los depósitos.

Mes	Resina HDPE Virgen (Kg)	Masterbatch (Negro de Humo, antioxidantes, UV) (Kg)	Fleje de embalaje (m)	Cinta adhesiva embalaje (m)	Hebillas de sujeción	Tubos de cartón
Enero	553.511	11.289	9.961	78.237	4.150	4.150
Febrero	476.678	9.722	8.578	67.377	3.574	3.574
Marzo	526.854	10.746	9.481	74.469	3.951	3.951
Abril	501.766	10.234	9.030	70.923	3.762	3.762
Mayo	526.854	10.746	9.481	74.469	3.951	3.951
Junio	501.766	10.234	9.030	70.923	3.762	3.762
Julio	513.683	10.477	9.244	72.607	3.852	3.852
Agosto	551.943	11.257	9.933	78.015	4.139	4.139



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Septiembre	478.246	9.754	8.607	67.598	3.586	3.586
Octubre	517.446	10.554	9.312	73.139	3.880	3.880
Noviembre	526.854	10.746	9.481	74.469	3.951	3.951
Diciembre	501.766	10.234	9.030	70.923	3.762	3.762

Tabla N°6.5: "Listado de necesidades geomembrana HDPE 1,5mm".
Fuente: Elaboración propia

6.3.5 – Programa de Abastecimiento.

La confección del programa de abastecimiento, requiere un riguroso análisis que tiene en cuenta un número de variables económicas (inflación, capital inmovilizado, forma de pago, etc.) y técnicas (espacio disponible, stock mínimo, tiempo de entrega, etc.).

Se presta especial atención a las compras que representan mayores costos, es decir, las compras más grandes. Este grupo está conformado únicamente por la Resina de HDPE, debido a su marcada diferencia respecto a las demás materias primas e insumos, lo cual se apreció al detallar la fórmula del producto.

❖ Resina de polietileno de alta densidad

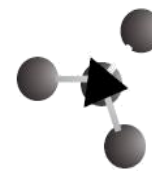
A la hora de cuantificar las grandes compras se utilizó el criterio de lote óptimo de transporte, buscando la forma de reducir los costos utilizando al máximo la carga permitida en camiones. A partir de datos aportados por el proveedor de dicha materia prima, la misma se comercializa de la siguiente manera:

Resina HDPE:

- Bolsas de 25 Kg.
- 55 bolsas por pallet. (Envueltos por un film stretch a su alrededor y un top cover en la parte superior)
- Peso total: 1375 Kg de HDPE.

Dimensiones pallet:

- Ancho: 1.2 m
- Profundidad: 1.1 m
- Altura total con bolsas: 1.935 m.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Considerando que por camión pueden entrar hasta 20 pallets, la carga total de cada uno será de 27500 Kg. Dato que se utilizara en la siguiente tabla para programar el abastecimiento.

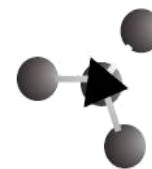
Se concluyó que la alternativa más conveniente para adquirir la resina de HDPE será mediante compras mensuales, lo que tiene las siguientes ventajas:

- Al realizar compras más pequeñas la producción se abastece inmediatamente cuando la mercadería llega. Esto significa que tendremos menos mercadería en stock y por ende menor capital inmovilizado.
- Al tener menor stock se reducen los espacios requeridos para el almacenamiento.

En la tabla que se muestra a continuación vemos las cantidades de resina a adquirir mensualmente, las cuales como se dijo son lo más pequeñas posibles, pero sin perjudicar la producción de cada mes (evitar el stock negativo de materia prima).

PROGRAMA DE ABASTECIMIENTO: RESINA VIRGEN DE HDPE NG7000							
Mes	Resina HDPE Virgen a consumir (Kg)	Camiones de resina HDPE teóricos sin considerar Stock	Abastecimiento Resina HDPE Virgen teórica (Kg)	Stock Resina HDPE teórico sin consumir	Stock Acumulad o no consumido teórico	Stock Acumulado real no consumido resina HDPE	Camiones reales a solicitar
Enero	553511	21	577.500	23.989	23.989	23.989	21
Febrero	476678	18	495.000	18.322	42.312	14.812	18
Marzo	526854	20	550.000	23.146	65.457	10.457	19
Abril	501766	19	522.500	20.734	86.191	3.691	18
Mayo	526854	20	550.000	23.146	109.337	26.837	20
Junio	501766	19	522.500	20.734	130.071	20.071	18
Julio	513683	19	522.500	8.817	138.888	1.388	18
Agosto	551943	21	577.500	25.557	164.445	26.945	21
Septiembre	478246	18	495.000	16.754	181.200	16.200	17
Octubre	517446	19	522.500	5.054	186.253	21.253	19
Noviembre	526854	20	550.000	23.146	209.399	16.899	19
Diciembre	501766	19	522.500	20.734	230.133	10.133	18
Capacidad por Camión:		27500 Kg HDPE					

Tabla N°6.6: "Programa de abastecimiento resina virgen de HDPE"
Fuente: Elaboración propia



❖ Masterbatch Predisperso.

Este producto se comercializa de la misma manera que la Resina de HDPE, en pallets de 55 sacos, cada uno de 25 Kg. Así en función del programa de producción establecido anteriormente podemos, podemos organizar su abastecimiento de la siguiente manera.

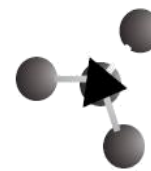
Mes	Masterbatch Solicitado para producción (Kg)	Pallets a consumir por mes	Pallets en Stock inicio mes	Pallets a solicitar por mes
Enero	11.289	8,21	0,00	9
Febrero	9.722	7,07	0,79	7
Marzo	10.746	7,82	0,72	8
Abril	10.234	7,44	0,90	7
Mayo	10.746	7,82	0,46	8
Junio	10.234	7,44	0,65	7
Julio	10.477	7,62	0,20	8
Agosto	11.257	8,19	0,58	8
Septiembre	9.754	7,09	0,40	7
Octubre	10.554	7,68	0,30	8
Noviembre	10.746	7,82	0,63	8
Diciembre	10.234	7,44	0,81	7

Tabla N°6.7: "Programa de abastecimiento Masterbatch Predisperso".

Fuente: Elaboración propia

❖ Cinta adhesiva.

Utilizada en la preparación de los rollos de Geomembranas para ser despachados. Estas no representan un insumo determinante desde el punto de vista económico, pero si garantiza el estado del producto.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Mes	Rollos de geomembrana a producir	Metros de cinta consumidos	Equivalente a unidad de cinta adhesiva	Consumo equivalente paquetes 6 unidades	Paquetes x6 unidades en Stock inicio de mes	Paquetes Cinta Adhesiva a solicitar (x6 Unidades)
Enero	831	5817	89,00	14,83	0,00	15
Febrero	715	5005	76,00	12,67	0,17	13
Marzo	791	5537	84,00	14,00	0,50	14
Abril	753	5271	80,00	13,33	0,50	13
Mayo	791	5537	84,00	14,00	0,17	14
Junio	753	5271	80,00	13,33	0,17	14
Julio	771	5397	82,00	13,67	0,83	13
Agosto	828	5796	88,00	14,67	0,17	15
Septiembre	718	5026	77,00	12,83	0,50	13
Octubre	777	5439	83,00	13,83	0,67	14
Noviembre	791	5537	84,00	14,00	0,83	14
Diciembre	753	5271	80,00	13,33	0,83	13

Tabla N°6.8: "Programa de abastecimiento cinta adhesiva".

Fuente: Elaboración propia

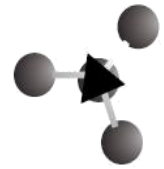
❖ Flejes y Hebillas.

Al igual que la cinta adhesiva, forman parte del producto para asegurarlo al momento de ser transportado.

Mes	Producción Kg	Rollos de Geomembrana	Metros de Fleje	Rollos de Fleje	Bolsas de Hebillas (25 Kg)
Enero	564800	831	6232,5	8	3
Febrero	486400	715	5362,5	7	3
Marzo	537600	791	5932,5	8	3
Abril	512000	753	5647,5	7	3
Mayo	537600	791	5932,5	8	3
Junio	512000	753	5647,5	7	3
Julio	524160	771	5782,5	8	3
Agosto	563200	828	6210	8	3
Septiembre	488000	718	5385	7	3
Octubre	528000	777	5827,5	8	3
Noviembre	537600	791	5932,5	8	3
Diciembre	512000	753	5647,5	7	3

Tabla N°6.9: "Programa de abastecimiento Flejes y Hebillas".

Fuente: Elaboración propia



❖ **Tubos de cartón espiralados.**

Los mismos tienen las siguientes características:

- Diámetro interno: 152,4mm.
- Espesor: 7mm
- Diámetro externo: 166.4mm.
- Longitud: 1000mm.

Se determinó que los mismos serán adquiridos cada 10000 unidades debido a bonificaciones en el precio por parte del proveedor. Vienen en pallets de 96 unidades. A partir de que por camión pueden transportarse hasta 18 pallets, serán 1728 las unidades transportables por cada uno de ellos.

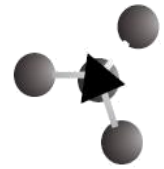
Si bien la compra es por cantidad, el abastecimiento se hará de manera de no tener que estoquear todas las unidades juntas, lo que ocuparía mucho espacio de almacén.

A continuación se determina el abastecimiento mensual necesario, a partir del cual se dimensiona el espacio necesario en almacén en puntos posteriores.

Mes	Rollos de Geomembrana a producir	Cantidad de tubos a consumir	Tubos en Stock a final de mes	Cantidad de camiones a solicitar
Enero	831	4.155,00	1.029	3
Febrero	715	3.575,00	910	2
Marzo	791	3.955,00	411	2
Abril	753	3.765,00	102	2
Mayo	791	3.955,00	1.331	3
Junio	753	3.765,00	1.022	2
Julio	771	3.855,00	623	2
Agosto	828	4.140,00	1.667	3
Septiembre	718	3.590,00	1.533	2
Octubre	777	3.885,00	1.104	2
Noviembre	791	3.955,00	605	2
Diciembre	753	3.765,00	296	2

Tabla N°6.10: "Programa de abastecimiento Tubos de Cartón Espiralados".

Fuente: Elaboración propia



La empresa proveedora, Cartonería San José S.A., permite tener en su almacén el pedido hasta 40 días, por lo cual no se retirara todo junto. Esto nos permite disponer de una menor superficie en almacén para su disposición, y trabajar con puntos de pedido en función de cómo marche la producción.

6.4 - DIAGRAMAS Y REPRESENTACIONES GRAFICAS.

En función de lo avanzado hasta este momento en el proyecto, se puede decir que ya se tiene la información necesaria para desarrollar lo referido a sistemas de representación donde pueden apreciarse con claridad detalles técnicos y de organización del proyecto.

Así es que podemos presentar lay-outs de toda la planta, planos generales por sector en función de los departamentos establecidos por el organigrama y demás espacios para la materialización de la planta, depósitos, bascula, flujos de circulación dentro y fuera de la planta, zona de carga y descarga de materiales, etc.

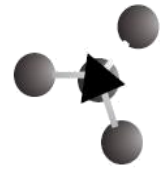
Se comienza por desglosar la planta en diferentes espacios, para a través de los datos necesarios en cada caso, determinar la disposición de los mismos y sus respectivas medidas constructivas y así se determina mediante un plano general la superficie cubierta. Los mismos serán: **Depósitos, Área de Producción y Sector Administrativo.**

También se considera los espacios exteriores para la circulación y fácil maniobrabilidad de camiones de carga y descarga de materiales, estacionamiento para los autos del personal y parqueado, lo cual contribuye a la estética e imagen de la planta.

Con todas estas consideraciones y sus respectivos dimensionamientos se estima área total necesaria de adquirir para la instalación de la planta. Dato necesario para considerar su costo de adquisición que luego se suma a los costos asociados a la etapa de inversión del proyecto.

6.4.1 – Disposición y Dimensionamiento de Depósitos.

Por razones de practicidad y por la naturaleza de los materiales (materias primas, producto terminado e insumos) se opta por colocarlos a todos dentro de un solo galpón, respetando un orden y determinando un espacio para cada uno.



Para calcular la superficie necesaria para cada tipo de material se deberán tener en cuenta ciertas consideraciones, como el método de almacenamiento de las materias primas y el producto final, espacio para la circulación de personal y autoelevador, *stock máximo admisible* en función del programa de abastecimiento, ingresos al depósito, etc.

Una vez determinadas las superficies necesarias y el lugar que ocuparan dentro del depósito, la manipulación de los mismos será bajo **“sistema FIFO (First IN, First On), lo que entra primero sale primero”**

6.4.1.1 - Materias Primas Principales y Secundarias.

Como se determinó en el programa de abastecimiento las materias primas principales (Resina HDPE y Masterbatch) se adquieren en las mismas condiciones de embalaje:

- **Pallets de 55 bolsas, cada una de 25 Kg, lo que equivale a 1375 Kg/Pallet.**

Como se aprecia en listado de necesidades, la **Resina de HDPE** es la que más se consume mensualmente en comparación a las otras materias primas y requerirá más espacio en almacén.

Obviamente, por cuestiones de costos no es conveniente diseñar el espacio necesario para su disposición en función de todo lo necesario para abastecer la producción para todo un mes; las acciones a tomar podrían ser:

- Coordinar la entrega de material determinando puntos de pedidos (fechas de entregas) pactadas con el proveedor en función de la producción, lo más cercanos a su consumo, para trabajar con el menor stock posible. Esto sería viable ya que las empresas proveedoras de materias primas se encuentran ubicadas dentro de un radio de 400 Km del lugar elegido para instalar el proyecto, por lo que la demora de entrega de producto no debería ser mayor a 1 o 2 días ya que estas tienen stock permanente.
- U otra opción, que será la que se adoptara, será la de disponer de un espacio equivalente a la necesidad de Resina para 10 días de producción, de manera de garantizar la producción por un tiempo ante cualquier problema en el abastecimiento. (Paros de transporte, cortes de rutas, inclemencias climáticas, etc.). Por lo tanto los pedidos serán para abastecer esos 10 días, determinando los puntos de pedidos convenientes para cumplir con este stock.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Así, tenemos la siguiente tabla:

HDPE	Kg /h	Kg/día	10 Días	Bolsas 25 Kg	Nº Pallets (55 Bolsas c/u)
	1568	25088	250880	10035,2	182,4581818

Así vemos que necesitaríamos 182 pallets para 10 días de producción, de los cuales tomaremos 180 como referencia. Los mismos pueden apilarse de a 2, uno sobre el otro. Por lo que se podrían disponer de 2 islas de 90 pallet cada una, con 45 en piso y los otros 45 montados.

- Medida de los pallets: $1,2\text{m} * 1,1\text{m} = 1,32\text{m}^2$
- Superficie para 45 pallets: $45 * 1,32\text{m} = 39.6\text{m}^2 \cong 60\text{m}^2$
- Se deja una margen de separación entre pallet de 10cm, para evitar inconvenientes de maniobras del autoelevador, por lo que se tomaran islas de $18\text{m} * 3.8\text{m} = 68.5\text{m}^2$
- **Superficie total 2 islas: 137 m²**

Para el caso del **Masterbatch predisperso**, su consumo es mucho menor, por lo que este si se puede comprar mensualmente. Partiendo de que Enero es el mes que más consumo tendría, 11289 Kg tendríamos:

Masterbatch	Consumo Max. Mensual (Kg)	Bolsas 25 Kg	Nº Pallets (55 bolsas c/u)
	11289	451,56	8,21018182

Tomando los datos anteriores tenemos:

- Superficie necesaria: $1,32\text{m}^2 * 9 \text{ Pallets} \cong 12\text{m}^2$

Considerando el espacio necesario entre pallet de 10 cm, tendremos un área de $11\text{m} * 1,2\text{m}$.

- **Superficie necesaria final = 13,2m²**

De ser necesario, los pallets con Masterbatch también pueden ser apilados, como en el caso del HDPE, hasta 2 pallets como se puede ver en la siguiente imagen.



Fig. N°6.3: "Almacén de HDPE y Masterbatch a modo representativo".

6.4.1.2 - Insumos.

Otro espacio importante a considerar será el ocupado por los **Tubos de cartón Espiralados**, los cuales vienen en pallets de 96 unidades cada uno. Debido a bonificaciones otorgadas por el proveedor, las compras son cada 10000 unidades (104 pallets aprox.), los cuales no se traerán de 1 sola vez para no tener que destinar tanto espacio en almacén.

Al igual que para las materias primas, se pueden estibar de hasta 2 pallets.

En función del programa de producción antes establecido, vemos que el mes de Enero será el que requiera de mayor cantidad de tubos, para lo cual se estableció mediante el programa de abastecimiento, que serán necesarios 54 pallets para cubrir esa necesidad mensual. Y será el espacio necesario para estibarlos el designado en el depósito.

Las medidas de los pallets son de 1,2m de ancho por 1,3 m de largo y 2,2 metros de alto.

De manera de aprovechar los espacios en almacén, se dispondrá de dos islas para almacenar los pallets:

- Cada una de $4\text{m} * 7,2\text{m} \cong 28,8\text{m}^2$.
- Pasillo de circulación de 2,3m para autoelevador entre isla.

Esto nos permite almacenar hasta 36 pallets por isla, con un total de 72 pallets, espacio suficiente para tener en depósito tubos para más de un mes de producción.

- **Superficie total para almacenar tubos $\cong 57,6\text{m}^2$.**

En lo que respecta a la **cinta adhesiva, flejes y hebillas**, estos no ocupan un espacio considerable que requiera un cálculo de una superficie específica para almacenarlos; se les dará un lugar dentro del almacén.

6.4.1.3 - Producto terminado.

El dimensionamiento se hizo teniendo en cuenta que los rollos Geomembranas tienen un ancho de 6 metros y un diámetro de 0,42 metros, ocupando cada uno $2,52\text{m}^2$.

El método de almacenamiento es en posición horizontal, como por ejemplo se puede ver en la siguiente imagen, permitiendo estibarlos hasta 5 niveles.



Fig. N°6.4: "Almacenamiento de producto terminado".

Si bien el programa de ventas es mensual, por los cuales el abastecimiento y producción también los son, se trabajara de manera tal de despachar lo más rápido posible el pedido al cliente, así se ahorra espacio de almacenamiento. Es por esto que el espacio máximo destinado para guardar el producto terminado, será el equivalente a $1/3$ de la mayor producción mensual estimada, la cual corresponde a un área de $6\text{m} * 22\text{m} = 132\text{m}^2$, la cual permite almacenar 280 rollos (60 en base, y luego hacia arriba con 58, 56, 54 y 52 en cada nivel).

– **Superficie producto terminado: 132m^2**

6.4.1.4 - Pasillos y espacios de maniobra.

Se debe tener en cuenta el espacio necesario para la circulación tanto del personal como del autoelevador cargado. Se debe contemplar en la distribución de espacios para maniobra, tanto en el área de producción como dentro del depósito, que la materia prima se moviliza en pallets, mientras que el producto terminado es en rollos, por lo que tienen dimensiones diferentes, y deben ser tenidas en cuenta para evitar problemas de circulación.

Como se ha especificado en puntos anteriores, los espacios para circulación entre islas que contienen pallets (Resina HDPE, Masterbatch y Tubos) serán de 2,3 m de ancho, por el largo requerido en cada caso.

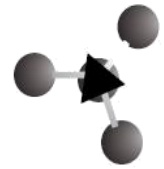
El producto terminado puede ser transportado de dos formas:

- **Mediante Eslingas:** generalmente se utiliza cuando se saca de la máquina, una vez ya listas las Geomembranas para llevarlas a almacén. De esta forma el ancho mínimo para la circulación del autoelevador cargándolas será el equivalente al ancho de la misma (6 metros), por lo cual se disponen de pasillos de 8 metros de ancho para maniobrar y circular con seguridad.



*Fig. N°6.5: "Manipulación de rollos con eslingas".
Fuente: "Manual Técnico Geomembranas POLITEX".*

- **Mediante Lanza:** con estas las Geomembranas son transportadas introduciendo la lanza en el interior del alma del rollo. Esta generalmente se utiliza para cargar los rollos a los camiones o containers de transporte.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

Esta es la que se recomienda porque requiere menos tiempo de operación (no hay que amarrar ni sacar eslingas). Los 8 metros destinados para las maniobras con lingas son suficientes para transportarlas por este método.



Fig. N°6.6: "Manipulación de rollos mediante lanza".
Fuente: "Manual Técnico Geomembranas POLITEX".

– Superficie cubierta total Área Depósitos: 1042m²

6.4.1.5 - Plano Área de Depósitos.

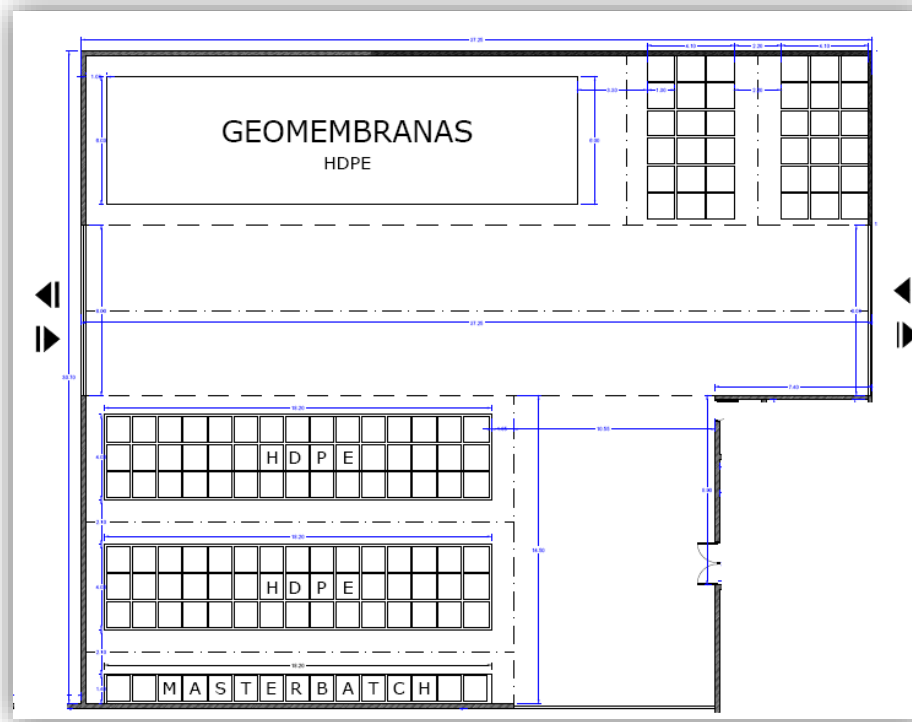


Fig. N°6.7: "Plano de depósito materia prima y producto terminado".
Fuente: Elaboración Propia.

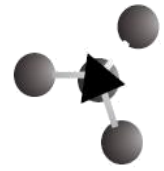
6.4.2 – Dimensionamiento Área de Planta.

6.4.2.1 - Producción.

El equipo para la producción de las Geomembranas de HDPE, está compuesto por diferentes partes, pero todas interconectadas entre sí; no es un proceso en serie que requiera de la manipulación de productos intermedios por diferentes sectores de la planta. De esta manera se determina un sector para el equipo completo, el cual ocupa según especificaciones del proveedor un área de 10m de ancho por 20m de profundidad.

- **Superficie necesaria para el equipo = 200m².**

Junto a este, se destina un Área para colocar 4 pallets de materia prima en forma permanente para alimentar las tolvas de las extrusoras.



Un aspecto importante a considerar es la altura del equipo, lo cual hace que por lo menos para el área de producción, se considere una altura mínima de 30 metros.

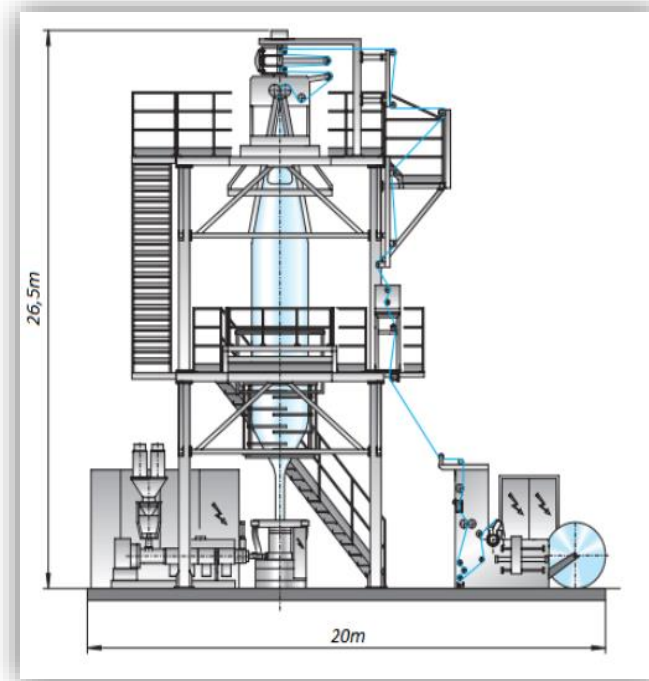


Fig. N°6.8: "Medidas del equipo".

Fuente: "Empresa Provedora".

A esta área se le debe agregar la necesaria para la circulación del personal y manipulación de los materiales.

6.4.2.2 - Baños y Vestidores.

Baños y vestidores, ubicados al ingreso del área de producción, destinado a los operarios de dicho sector. **Superficie 37m².**

Por lo que:

- **Superficie total del área de Producción: 612m²**



6.4.2.3 - Taller.

El taller está ubicado a continuación del laboratorio de control de calidad, con conexión directa a planta. El mismo es manejado por el Oficial de Mantenimiento. Ocupa una **superficie de 65m²**.

Debemos mencionar que esta superficie no será ocupada solamente por bancos y herramientas de taller, sino también como depósito de repuestos.

6.4.2.4 - Laboratorio de Control de calidad.

Se destinó un espacio para que funcione el laboratorio, con el respectivo equipamiento para realizar los controles de calidad del producto y materia prima.

Formando parte de este espacio se encuentra una oficina destinada al encargado de control de calidad y otra que es ocupada por el jefe de Ingeniería y Desarrollo. Compartir el sector de trabajo entre los encargados de estas dos áreas se debe a que es fundamental la comunicación entre ambos para los fines del buen funcionamiento de la planta.

– **Superficie total de laboratorio: 55m²**

6.4.2.5 - Oficina Jefe de Planta y Encargado de Logística.

La oficina del Jefe o Encargado de Planta se encuentra anexa a la sala de reuniones con vista a planta y comunicación al pasillo de circulación que une el taller, y laboratorio con el área administrativa. La misma tiene un área de 16m².

A continuación también se encuentra una oficina para el jefe de logística, que debe coordinar con comercial los arribos y despachos de materiales, cuya oficina posee un área de 22m².

– **Área total: 38m²**

6.4.2.6 - Baños.

Baño para dama y caballero para el sector comprendido por el personal de Laboratorio, Taller, Jefe de Planta e Ingeniería y Desarrollo. **Superficie 10m²**.



6.4.2.7 - Kitchenette:

Espacio físico con anafe, mesa, sillas y dispense. **Superficie 8m².**

– Superficie total Área de Planta:
788m²

6.4.2.8 - Plano Área de Planta:

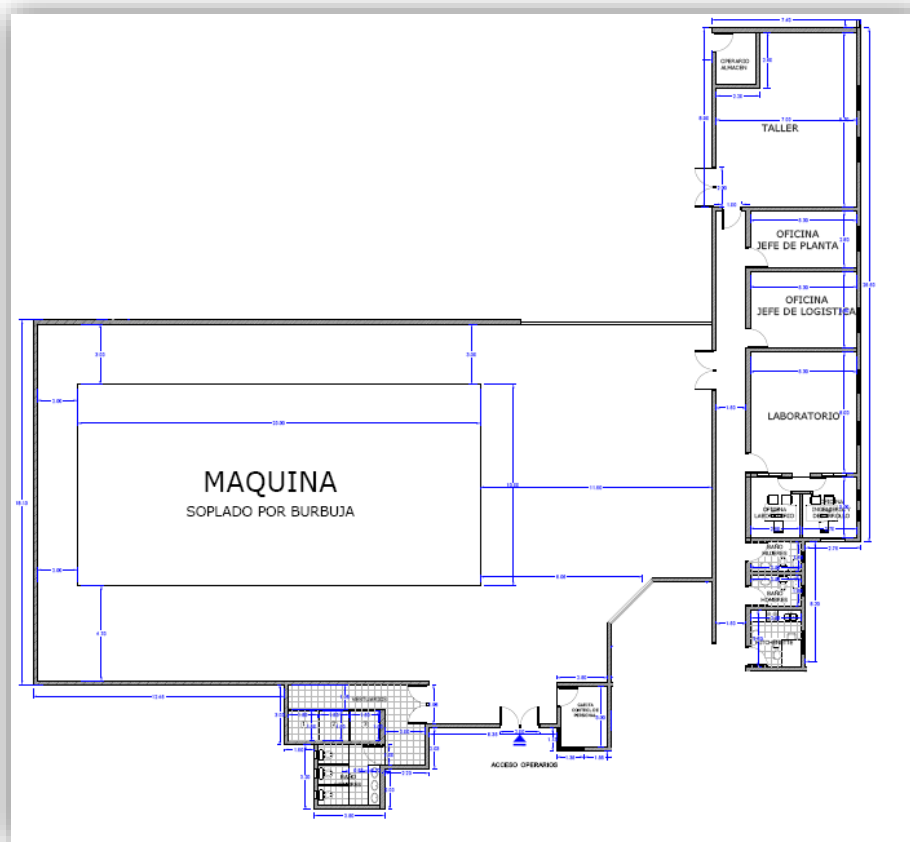
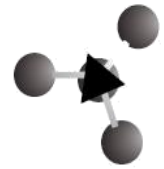


Fig. N°6.9: "Plano Área de Planta".
Fuente: Elaboración Propia.



6.4.3 – Dimensionamiento Sector Administrativo.

Este sector viene a esta representado por el despacho privado del gerente general, la sala de reuniones y una oficina de uso común donde se encontrara el personal del departamento administrativo y comercial.

También se destina un espacio para la sala de ingreso al área administrativa, donde además se reciben clientes, proveedores y otras visitas.

Baño para damas y caballeros para el sector de personal administrativo, clientes y visitas.

– Superficie Total Área Administrativa: 124m²

6.4.3.1 - Plano Área Administrativa.

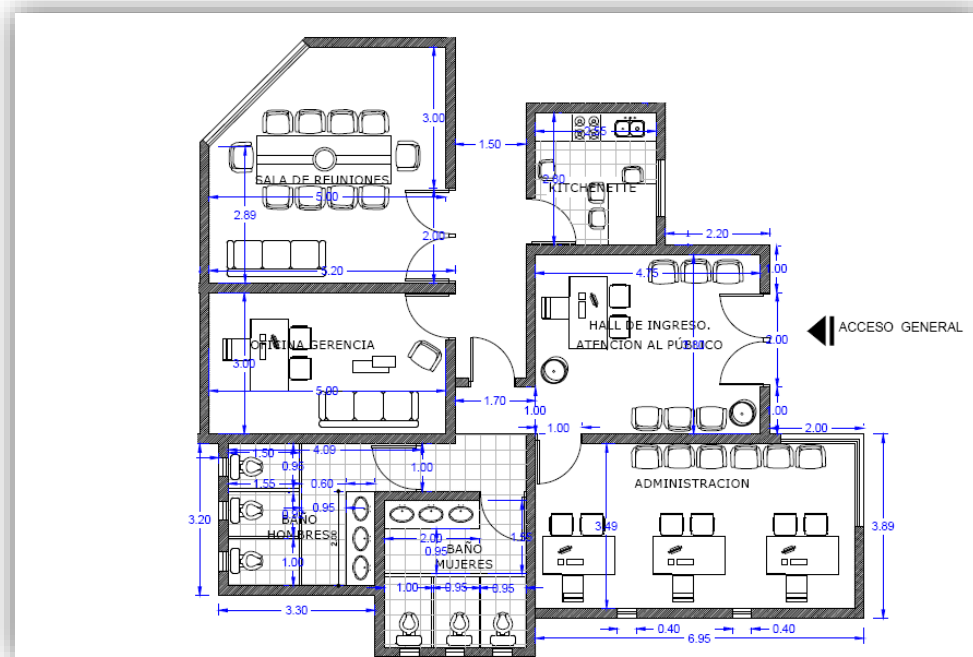


Fig. N°6.10: "Plano Área Administrativa".
Elaboración Propia.

6.4.4 – Superficie Cubierta Total.



– La superficie total cubierta es de 1954m²

6.4.4.1 - Plano General:

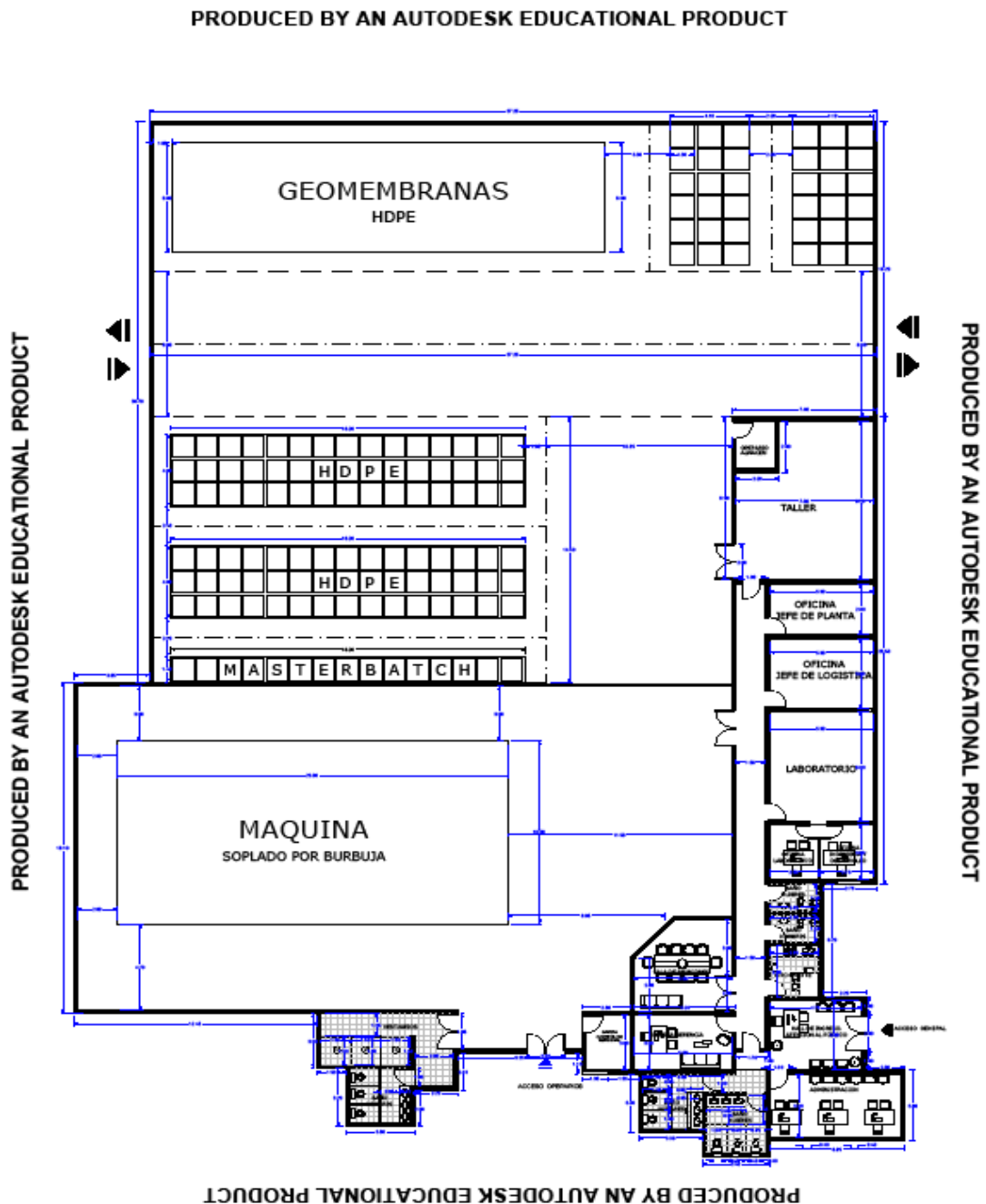
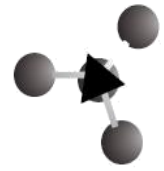


Fig. N°6.11: "Plano General".
Elaboración Propia.



La *altura máxima alcanza los 30 metros*, en la zona de producción, mientras que en las demás áreas puede ser mucho menor, ahorrando costos constructivos.

En cuanto a los materiales de construcción difieren entre los utilizados para la zona de almacén y producción, con los utilizados en la zona de oficinas administrativas, laboratorio y taller.

6.5 – CONCLUSION.

La empresa contara con una estructura organizacional simple y a la vez funcional conformada por una gerencia general y cuatro departamentos principales, designados para trabajar de la forma más interrelacionada posible. El personal fijo estará integrado por 24 personas, y se necesitaran cuatros especialistas que brinden asesoría externa.

En función de estos cargos se determinaron los perfiles necesarios del personal a cubrirlos junto a las actividades y responsabilidades que tendrán en cada uno.

Se determinó la programación de la producción, lo que contemplo el programa de ventas en función de datos de capítulos anteriores, la fórmula del producto, programa de producción y el programa de abastecimiento basándonos de las necesidades de materiales y características del transporte de insumos y materias primas y de posibles beneficios por parte de compras en cantidades de parte de los proveedores.

Por último se realizó el diseño, distribución y dimensionamiento de todo el espacio cubierto de planta, en función de las necesidades de la empresa y volúmenes de materiales manejables, con la respectiva representación gráfica mediante planos, más el área externa donde se contemplan los accesos a toda la planta, bascula y estacionamiento. De esta forma se determinó el área total a adquirir para la instalación del proyecto.



CAPITULO 7

ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

7.1 - INTRODUCCIÓN

En la planificación de un proyecto, indiferentemente de la envergadura, localización o tipo de producto o proceso, se debe realizar un estudio de impacto ambiental (EIA) ya que este representa una de las habilitaciones mínimas solicitadas por, municipios, provincia y estado. Este estudio representa el tipo de impacto que dicho proyecto puede tener en el medioambiente, cual es la magnitud y tipo de impacto (positivo o negativo) y cuáles son las medidas a tomar para evitar, disminuir o controlar dicho impacto. El EIA se presenta a evaluación ante los entes de regulación y son aprobados o no de forma pública.

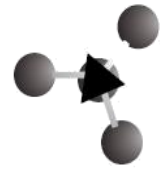
En lo que respecta a los parques industriales, donde se ubicará particularmente este proyecto, se presentan algunas solicitudes y regulaciones extras que obligan, para instalación de la empresa en dicho previo, el fomento de programas de cuidado medioambiental, de ser posible, uso de tecnologías limpias y además una regulación constante posterior a la instalación.

De este modo se debe reconocer qué tipos de materiales se manipulan, almacenan, y modifican en el proceso y cuáles son los desechos y/o residuos generados por el mismo, el tipo de impacto ambiental que representan, como así de las diferentes etapas del proyecto.

De este modo podemos establecer los parámetros necesarios para un EIA como el que se presenta en dicho capítulo.

7.2 - IMPACTO AMBIENTAL DE LA MATERIA PRIMA

Para conocer qué tipo de impacto ambiental presenta la materia prima debemos primeramente conocer sus características y los tipos de impactos asociados al proceso.



7.2.1– Polietileno de Alta Densidad

El polietileno de alta densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos o de los polietilenos. Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno.

Se produce normalmente con un peso molecular que se encuentra en el rango entre 200.000 y 500.000, pero puede ser mayor. Es un polímero de cadena lineal no ramificada. Es más duro, fuerte y un poco más pesado que el de baja densidad, pero es menos dúctil.

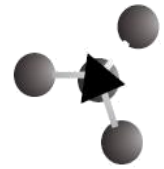
La obtención del HDPE se hace mediante un proceso de polimerización Ziegler-Natta, que es un proceso de polimerización catalítica (catalizador de Ziegler-Natta).

Es un material termoplástico parcialmente amorfo y parcialmente cristalino. El grado de cristalinidad depende del peso molecular, de la cantidad de monómero presente y del tratamiento térmico aplicado. El HDPE, representa la parte más grande de aplicaciones del polietileno. El HDPE ofrece una excelente resistencia al impacto, peso ligero, baja absorción a la humedad y alta fuerza extensible, además de que no es tóxico.

7.2.1.1– Propiedades

Estructura Química: El análisis del polietileno (C, 85.7%; H, 14.3%) corresponde a la fórmula empírica $(CH_2)_n$ resultante de la polimerización por adición del etileno. Además, presenta las siguientes propiedades físico-químicas:

- Cristalinidad: Es cristalino en más de un 90%
- Temperatura de transición vítrea: Tiene 2 valores, a $-30^{\circ}C$ y a $-80^{\circ}C$
- Punto de fusión: $135^{\circ}C$ Esto le hace resistente al agua en ebullición
- Rango de temperaturas de trabajo: Desde $-100^{\circ}C$ hasta $+120^{\circ}C$
- Propiedades ópticas: Debido a su alta densidad es opaco.
- Densidad: Inferior a la del agua; valores entre 945 y 960 kg por m^3
- Viscosidad: Elevada. Índice de fluidez menor de 1g/10min, a $190^{\circ}C$ y 16kg de tensión
- Flexibilidad: Comparativamente, es más flexible que el polipropileno
- Resistencia Química: Excelente frente a ácidos, bases y alcoholes.



Estabilidad Térmica: En ausencia completa de oxígeno, el polietileno es estable hasta 290 °C. Entre 290 y 350 °C, se descompone y da polímeros de peso molecular más bajo, que son normalmente termoplásticos o ceras, pero se produce poco etileno. A temperaturas superiores a 350 °C, se producen productos gaseosos en cantidad creciente, siendo el producto principal el butileno.

Oxidación del polietileno: En presencia de oxígeno, el polietileno es mucho menos estable. Se produce oxidación y degradación de las moléculas del polímero a 50 °C, y en presencia de la luz se produce una degradación incluso a las temperaturas ordinarias. La oxidación térmica del polietileno es importante en el estado fundido, porque influye sobre el comportamiento en los procesos de tratamiento, y en el estado sólido porque fija límites a ciertos usos.

Efectos de la oxidación: Los principales son variaciones en el peso molecular que se manifiestan primero por cambios en la viscosidad y, cuando son más intensos, por deterioro en la resistencia mecánica, variación en las propiedades eléctricas, cambio de color. Una oxidación intensa, especialmente a temperaturas elevadas, conduce a la degradación de la cadena y a la pérdida de productos volátiles y el producto se hace quebradizo y parecido a la cera. El proceso de la oxidación es autocatalítico; aumenta la rapidez de la oxidación a medida que aumenta la cantidad de oxígeno absorbido.

Protección frente a la oxidación térmica: La oxidación térmica del polietileno puede reducirse o suprimirse durante algún tiempo incorporándole **antioxidantes**; en general, estos son los mismos tipos que se usan para el caucho, y muchos son fenoles o aminas. Al elegir el antioxidante, se prestará atención a puntos como la ausencia de color y olor y a la **baja volatilidad** para evitar pérdidas durante el tratamiento a temperaturas altas.

Oxidación catalizada por la luz solar: Se tiene también aquí una reacción autocatalítica, como en el caso de la oxidación térmica. La foto-oxidación produce coloración, deterioro en las propiedades físicas y pérdida de resistencia mecánica, que conduce al agrietamiento y ruptura de las muestras sometidas a tensión. Es un problema más grave que la oxidación térmica, ya que la protección no se consigue con tanta facilidad. Los antioxidantes normales son de poca utilidad y la protección más satisfactoria se obtiene incorporando aproximadamente **2% de negro de humo**, bien dispersado en el polímero. Conviene insistir en que **el polietileno no protegido no sirve para usos en los cuales estará expuesto a la luz solar**.



Propiedades Eléctricas: Como podía esperarse de su composición química, el polietileno tiene una conductividad eléctrica pequeña, baja permitividad, un factor de potencia bajo (9,15) y una resistencia dieléctrica elevada.

Existen en el mercado grados especiales con distribución de pesos moleculares más estrecha, que responden fuertemente al estirado y orientación y con los que se alcanzan altas tenacidades.

El polietileno tiene también entre sus ventajas que es un producto reciclable, esto significa que puede ser utilizado por terceros para fabricar por ejemplo estibas plásticas, sillas ornamentales, macetas plásticas, etc.

La resina de polietileno de alta densidad no presenta ningún tipo de toxicidad, se puede resaltar que es eco tóxica, es decir, no existe impacto o efectos en el ambiente. No es cancerígena y no presenta ningún efecto en la salud. No es recomendable su ingesta y debe evitarse su derramamiento.

7.2.1.1– Reciclado

El PEAD se recicla a través de un proceso mecánico: Se inicia con un proceso de lavado, donde se separan el PVC y el PET, debido a que éstos presentan una densidad mayor que la del agua mientras que el PEAD permanece en flotación. El siguiente paso es la trituración o molienda, donde el material experimenta una reducción del 80 al 90% en volumen. Luego se lleva a lavado y secado donde se desprenden los restos orgánicos y otros contaminantes presentes en el plástico molido y luego se secan. Pasa entonces a la extrusión donde el plástico se convierte en granza para ser procesada por diferentes técnicas.

7.2.2– Masterbatch

Los elementos constituyentes del masterbatch no presentan impacto apreciable al medioambiente como se puede observar a continuación:

- **Negro de Carbono:** Este compuesto no es soluble en agua, no es tóxico y no representa riesgos significativos a la salud en bajas proporciones. Se debe evitar en contacto en ojos y boca. Es altamente volátil dependiendo su granulometría. Se debe evitar la dispersión al aire ya que alguno de ellos es proveniente de procesos de hidrocarburos y pueden contener algunos compuestos aromáticos y olefínicos. Evitar contacto con llama y exposición a altas temperaturas. No representa riesgo ambiental o a la salud, es recomendable evitar altas concentraciones en suelo, aire y agua.



- **Antioxidante:** Los compuestos antioxidantes como las aminas y bisfenoles, para este uso, no representan riesgo a la salud ni al ambiente. Se debe evitar alta concentración de aminas en agua ya que puede generar muerte de peces. Son aptos para productos en contacto con alimentos, no son tóxicos ni cancerígenos.

La utilización de masterbatch le confiere propiedades de resistencia a la foto-oxidación y a la oxidación térmica del HDPE. Esto contribuye a la disminución de impacto de HDPE al ambiente.

7.3– TIPOS DE EFLUENTES GENERADOS

Efluentes gaseosos contaminantes: La concentración de contaminantes gaseosos por parte de la extrusora son bajos ya que no utiliza combustible y funciona por medio de resistencias eléctricas.

Efluentes sólidos: El residuo sólido generado en la puesta a punto de la máquina tiene las mismas propiedades que la geomembrana con alto contenido de HDPE. Por ello reciclables.

Los residuos sólidos por mermas o derrames de materia prima y residuos de embalaje también son reciclables.

Efluentes líquidos: Aquí resaltamos que el proceso es del tipo seco, es decir, ninguna de las etapas del proceso tiene consumo de agua, no interfiere con agua y no genera residuos líquidos de ningún tipo. Cabe aclarar que todos los materiales utilizados en el proceso son sólidos a temperatura ambiente.

7.4– AREA DE IMPACTO DEL PROYECTO

El área en la que se desarrolla la instalación, operación y abandono del proyecto, y que puede verse perjudicada ambientalmente, corresponde al área del parque industrial Azul y la perimetral al mismo.

El parque industrial Azul, solicita utilización de tecnologías limpias o en su defecto planes efectivos de mitigación de impacto ambiental para aceptar la instalación de una empresa productora en dicho previo. Además, mantiene un plan de seguimiento sobre las empresas durante todo el lapso operativo.

Se debe tener en cuenta que dicho previo, como la mayoría de los parques industriales, se encuentran relativamente alejado de la zona urbana del partido como se observa en la imagen del capítulo correspondiente a localización.

De todas formas, cabe resalta que tipo de ecosistema se da en dicho partido. Una manera simple de observar dicho desarrollo es conocer las características de flora y fauna del partido.

7.4.1– Fauna de Azul

Existen dos grupos, uno que se desarrolla en el área llana y otro, en la zona de serranías. Entre los mamíferos se encuentran: comadreja overa y colorada, murciélago, zorro, hurón, vizcacha, zorrino, peludo y mulita. Reptiles como lagartijas, iguanas, víboras, yarará y del coral. Batracios: culebras, sapos, ranas, escuerzos. Entre los ejemplares de aves encontramos: palomas, golondrinas y gallaretas, entre otras.

7.4.1– Flora de Azul

La vegetación es de escasa altura, con representantes como cebollita de agua, juncos, totoras, tréboles, mentas y cardos, entre otras.



Figura 7.1: Flora y fauna en Azul, Buenos Aires.
Fuente: <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar>.

7.5– TECNOLOGIAS LIMPIAS

La tecnología solicitada para el proyecto contempla el impacto ambiental que podría generar el proceso y, por ende, hemos solicitado tecnología limpia. Esta tecnología permite que los desechos y/o residuos generados mantengan características que permitan su reciclaje.

En lo que respecta a los residuos de embalaje, todos los materiales son reciclables de modo que todos los residuos generados por y para el proceso son reciclables.



7.6– IMPACTO DE LAS FASES DEL PROYECTO

El método para la evaluación del impacto ambiental utilizado en el presente estudio fue elaborado sobre la base de las Matrices de Leopold.

El esquema de la matriz cromática aquí propuesto se aplica a las diferentes fases del proyecto. Considerando la dificultad para cuantificar la interacción entre las diversas listas de control de la matriz, se usa una representación cromática para describirlas en forma cualitativa.

Las escalas cromáticas corresponden a las influencias positivas o negativas, e incluyen niveles de evaluación expresados por diferentes tonalidades. Permite una identificación inmediata y sintética de los elementos críticos de impacto, que eventualmente demandará medidas de control.





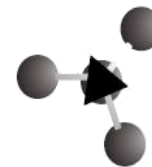
Impactos Positivos	
	Bajo
	Mediano
	Alto
Impactos Negativos	
	Bajo
	Mediano
	Alto

Tabla 7.1: Escala cromática de impacto ambiental.
Fuente: Elaboración propia.

7.6.1– Fase de Construcción

En esta fase del proyecto se pueden diferenciar 10 etapas. Cada una de ellas tiene un impacto particular en el ambiente y cabe mostrar cada una de ellas en la tabla matriz:

1. Construcción de accesos viales
2. Nivelación del terreno
3. Construcción de edificios
4. Instalación de red de agua, gas, y cloacas
5. Instalación de la red eléctrica
6. Terminación y fachada del edificio



7. Transporte de equipos y maquinarias
8. Montaje de equipos
9. Puesta en marcha: prueba de equipos y de estanqueidad de cañerías.
10. Parqueo y señalización

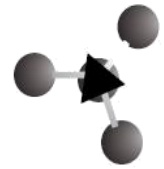
FASE: CONSTRUCCION														
Sistema	Factor Ambiental	Componente Ambiental	Construcción de Accesos viales	Nivelación del terreno	Construcción de edificios	Inst. red (agua, gas y cloacas)	Instalación red eléctrica	Terminación y fachada	Transporte de equipos y maq.	Montaje de equipos	Puesta en marcha	Parqueizado y señalización		
MEDIO FÍSICO	Atmósfera	Calidad química												
		Temperatura							X					
		Nivel de material particular	X	X	X				X					
	Suelo	Nivel sonoro	X	X	X									
		Calidad química	X											
		Edafología	X											
		Geomorfología	X											
	Agua	Subterránea	Calidad química				X							
			Caudal				X							
		Superficial	Recarga											
			Calidad química											
			Caudal											X
Medio Biotico	Flora Y Fauna	Recarga												
		Biodiversidad										X		
		Abundancia					X					X		
Medio Socio Económico	Paisaje	Distribución	X			X						X		
		Infraestructura	X	X	X	X	X	X				X		
		Uso del Suelo												
		Población								X			X	
		Economía				X	X	X	X	X	X		X	
Medio Perceptual	Calidad Paisajística	Nivel de Empleo	X	X	X	X	X	X	X	X		X		
					X							X		

Tabla 7.2: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Construcción.
Fuente: Elaboración propia.

7.6.2– Fase de Producción

En esta fase se destacan todas las acciones que pueden tener algún tipo de impacto durante la fase operativa. Estas corresponden a:

- Transporte de materia prima
- Transporte de insumos
- Almacenamiento de materia prima y/o insumos
- Producción
- Almacenamiento de productos terminados
- Transporte de productos terminados
- Tareas varias administrativas



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

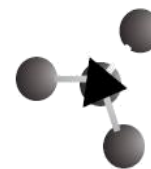
FASE: PRODUCCION									
Sistema	Factor Ambiental	Componente Ambiental	Transporte de Mat. Primas	Transporte de Insumos	Almacenamiento de Mat. Primas/insumos	Producción	Almacenamiento de producto terminado	Transporte de producto terminado	Tareas Administrativas
MEDIO FÍSICO	Atmósfera	Calidad química							
		Temperatura							
		Nivel de material particular	X	X					X
		Nivel sonoro	X	X			X		X
	Suelo	Calidad química							
		Edafología							
		Geomorfología							
	Agua	Subterránea	Calidad química						
			Caudal						
			Recarga						
		Superficial	Calidad química						
			Caudal						
			Recarga						
Medio Biotico	Flora Y Fauna	Biodiversidad							
		Abundancia							
		Distribución							
Medio Socio-Economico	Infraestructura								
	Uso del Suelo								
	Población								
	Economía		X	X		X		X	X
	Nivel de Empleo		X	X		X		X	X
Medio Perceptual	Paisaje	Calidad Paisajística							

Tabla 7.3: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Producción.
Fuente: Elaboración propia.

7.6.3– Fase de Abandono

En esta fase se debe considerar prioritario los impactos que pueden generar las actividades de:

- Seguridad y mantenimiento
- Venta de equipos e inmuebles



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

FASE: ABANDONO					
Sistema	Factor Ambiental		Componente Ambiental	Seguridad y Mantenimiento	Venta de Equipos e Inmuebles
MEDIO FÍSICO	Atmósfera		Calidad química		
			Temperatura		
			Nivel de material particular		
			Nivel sonoro		
	Suelo		Calidad química		
			Edafología		
			Geomorfología		
	Agua	Subterránea	Calidad química		
			Caudal		
			Recarga		
Superficial		Calidad química			
		Caudal	X		
Recarga					
Medio Biotico	Flora Y Fauna		Biodiversidad		
			Abundancia		
			Distribución		
Medio Socio-Economico	Infraestructura				X
	Uso del Suelo				
	Población				
	Economía				
	Nivel de Empleo			X	X
Medio Perceptual	Paisaje	Calidad Paisajística			

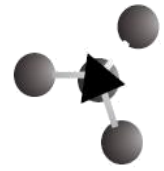
Tabla 7.4: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Abandono.

Fuente: Elaboración propia.

7.7– OBSERVACIONES

El estudio de impacto ambiental de un proyecto resulta algo más robusto y cargado de datos estadísticos para ser presentado ante los entes de regulación, sin embargo, los parámetros que se tienen en cuenta en este capítulo sirven en la prefactibilidad del proyecto.

Debemos recalcar que todos los residuos generados por y para el proceso durante la etapa operativa son reciclables. En este sentido se ha tenido en cuenta que se encuentra dentro del parque industrial Azul una empresa dedicada al reciclado y triturado de polietileno, la misma es DELIO BAIER UNIPERSONAL, por lo que se opta en acordar con dicha empresa la utilización de los residuos de



nuestro proceso como material para reciclar. Esto evita sumar costos de transporte y disminuir los costos por puesta a punto y mermas.

7.7.1– Impacto sobre el medio perceptual

En la etapa de construcción, el factor visibilidad resulta impactado negativamente, ya que en el caso de la nivelación del terreno se realiza un movimiento de tierra y el uso de maquinarias produce un impacto en la visual, aunque el mismo sea de baja intensidad y por un tiempo determinado. Sin embargo, la construcción del edificio da el impacto más importante de esta etapa y resulta positivo ya que por las condiciones que se encuentra el parque y sus alrededores mejorarían el aspecto y la visual del lugar.

Las acciones en la etapa de construcción desde el punto de vista del factor calidad paisajística resultan positivas.

El factor visual es afectado positivamente por acciones como la construcción y la terminación de la fachada del edificio, así también la parquización, que disminuyen el impacto de otras acciones. La calidad paisajística es de fácil impacto.

7.7.2– Impacto Socio-económico

A nivel socio-económico podemos ver que los impactos más importantes son positivos:

- Creación de nuevas fuentes de trabajo: aquí debe tenerse en cuenta no solo el personal que trabajará durante la etapa de funcionamiento (operarios, administrativos, seguridad, asesores, etc.), sino que también los trabajadores contratados para las etapas previas. En estas etapas se generan empleos temporales como así también un beneficio económico a los agentes prestadores de servicios y proveedores de insumos, mejorando la calidad de vida de los actores involucrados.
- Aumento de la industrialización de la zona y por ende mayor movilidad económica.
- Se crean alternativas de ingreso en áreas carenciadas.
- Inyección de recursos en la economía local.



El medio socio-económico también es afectado negativamente. La población emplazada en el entorno inmediato, sobre todo los habitantes de las viviendas más próximas a la zona de la obra, pueden verse afectados por el transporte de materiales en la red vial de acceso, ruidos y emanación de polvos en la atmósfera producto de la limpieza del terreno, excavaciones y tareas propias de la ejecución de la obra. Sin embargo, estos impactos negativos son bajos, de carácter puntual, temporal, corregible o mitigable a través de medidas tales como el riego diario y horarios de trabajo adecuados que no afecten a los vecinos. Se destaca además que la densidad poblacional del entorno inmediato no es considerable.

7.7.3– Impacto sobre el medio físico

- **Aire**

Los impactos sobre la atmósfera no son debidos al proceso productivo en sí. Se produce un aumento del material pulverulento debido a la circulación de vehículos y a los movimientos de tierra realizados en la etapa de construcción. Aumento del ruido en la etapa de construcción y producción, a pesar de que las máquinas que mecanizan el polietileno no generan ruidos de alta intensidad.

- **Agua**

El agua es el factor menos afectado del medio físico, debido a que las cantidades consumidas son mínimas. El terreno se riega con agua de riego y el proceso no requiere un flujo continuo de agua potable.

El agua disponible en las distintas etapas del proyecto será provista mediante cañería de agua potable. Durante la construcción se estima que la cantidad de agua necesaria para las distintas actividades será la normal para este tipo de proyectos. Para el consumo humano diario en la etapa de funcionamiento se utilizarán aproximadamente 400 litros.

- **Suelo**

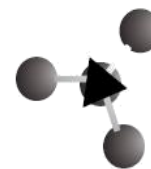
El impacto sobre el factor suelo se registra durante la etapa de preparación del terreno, previa a la construcción del edificio, pero solo se remueve el suelo a nivel superficial, sin afectar en ningún momento las propiedades de las capas inferiores.



7.7.4– Impacto sobre el medio biótico

Actividades como el movimiento de tierras, la nivelación del terreno, la construcción del edificio, y el transporte de equipos, materia prima y producto; afectan de forma negativa a la fauna y flora tanto autóctona como introducida.

La instalación de servicios, también modifica en forma negativa al medio biótico. Por otro lado, el parquizado establece un impacto positivo en la flora introducida y en la fauna.



CAPÍTULO 8

ASPECTOS JURÍDICOS

8.1 – INTRODUCCIÓN.

Uno de los pasos más importantes que debe realizar el o los emprendedores es la elección más conveniente de la representación jurídica de su futura empresa.

Los aspectos jurídicos más relevantes se relacionan con la constitución de la empresa dueña del proyecto, la legislación laboral aplicable, las reglamentaciones específicas que pudieran existir respecto de la actividad a emprender, y desde luego la legislación que sea de aplicación general.

Tanto la constitución de la empresa como la legislación laboral aplicable deben ser analizadas con detenimiento, atento que son fundamentales a la hora de establecer los costos vinculados.

8.2 – CONSTITUCION LEGAL DE LA EMPRESA.

Constituir legalmente nuestra empresa nos permite que ésta sea reconocida desde un punto de vista legal, que califique como sujeto de crédito, que podamos emitir comprobantes de pago, y que podamos producir, comercializar y promocionar nuestros productos o servicios con autoridad y sin restricciones.

8.2.1 – Persona Jurídica.

Para constituir legalmente nuestra empresa el primer paso que realizamos fue determinar que la misma iba a ser constituida como Persona Jurídica y no como Persona Natural.



Persona Jurídica es una empresa que ejerce derechos y cumple obligaciones a nombre de ésta. Constituir nuestra empresa como Persona Jurídica significa que es la empresa, y no nosotros, quien adquiere y asume las obligaciones de ésta.

A diferencia de la Persona Natural, implica que las deudas u obligaciones que pueda contraer la empresa, están garantizadas y se limitan solo a los bienes que pueda tener la empresa a su nombre (tanto capital como patrimonio).

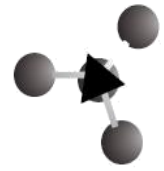
Si, por ejemplo, la empresa quiebra y es obligada a pagar alguna deuda, ésta se pagará solo con los bienes que pueda tener la empresa a su nombre, sin poder obligar al dueño o a los dueños a tener que hacerse responsable por ella con sus bienes personales.

Ventajas.

- Tiene responsabilidad limitada, es decir, el dueño o los dueños de la empresa asumen solo de forma limitada la responsabilidad por las deudas u obligaciones que pueda contraer la empresa, las cuales solo se garantizan con los bienes, capital o patrimonio que pueda tener la empresa.
- Mayor disponibilidad de capital, ya que éste puede ser aportado por varios socios.
- Mayores posibilidades de acceder a créditos financieros (los bancos o entidades financieras suelen mostrar mayor disposición a conceder préstamos a Personas Jurídicas antes que a Personas Naturales).
- Posibilidad de acceder a concursos públicos sin mayores restricciones.
- El propietario y los socios trabajadores de la empresa pueden acceder a beneficios sociales y seguros.

Otras consideraciones.

- Presenta una mayor cantidad de trámites y requisitos.
- Requiere de una mayor inversión para su constitución.
- Se les exige llevar y presentar una mayor cantidad de documentos.
- La propiedad, el control y la administración pueden recaer en varias personas (socios).
- Presenta una mayor cantidad de restricciones al momento de querer ampliar o reducir el patrimonio de la empresa.
- Presenta una mayor dificultad para liquidarse o disolverse.



8.2.2 – Formas Societarias.

Para poder facturar y cobrar nuestro producto legalmente, la empresa estará *inscripta impositivamente*, tanto a nivel nacional como provincial y municipal. No será necesario estar inscripto mientras se esté planificando el negocio y trabajando en la puesta en marcha; pero si deberá hacerlo antes de iniciar la actividad comercial, teniendo en cuenta que este proceso lleva su tiempo y que la inscripción en la AFIP y en la Dirección General de Rentas son necesarias para luego solicitar habilitaciones de la actividad del establecimiento o licencias específicas.

En todo emprendimiento se debe tener en cuenta la forma legal que se adoptara para el negocio (como se presentara frente al estado) y su forma impositiva (como se tributara).

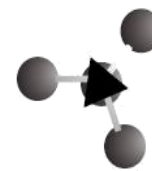
Son dos las variables a tener en cuenta para elegir la forma legal que mejor se adecue a un emprendimiento: la cantidad de personas que lo integran y el grado de formalidad de la estructura que se creara (la cual ya se definió en el punto anterior como *Persona Jurídica*).

8.2.2.1 - Elección del tipo de sociedad.

La correcta elección de un adecuado formato jurídico-societario puede jugar un papel decisivo en la vida de cualquier empresa o negocio condicionado incluso su existencia misma a futuro. En ese sentido la Ley de Sociedades Comerciales N° 19.550 establece que: *“Habrá sociedad comercial cuando una o más personas en forma organizada, conforme a uno de los tipos previstos en esta ley, se obliguen a realizar aportes para aplicarlos a la producción o intercambio de bienes o servicios participando de los beneficios y soportando las perdidas”*.

Así mismo regula distintos tipos de formas societarias y en este caso analizaremos los dos tipos más comunes, una **Sociedad de Responsabilidad Limitada (S.R.L.)** detallada en la *SECCION IV* de dicha ley y una **Sociedad Anónima (S.A.)** detallada en la *SECCION V* de la misma.

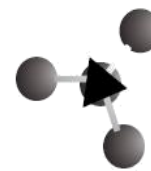
Es de destacar que tanto las S.R.L. como las S.A. son formas societarias que participan del género de las denominadas Sociedades de Capital, en las cuales no se tiene en cuenta la calidad de los socios, sino la solvencia patrimonial de la sociedad. Se caracterizan por la preeminencia del factor capital y la limitación de la responsabilidad de los socios al capital aportado. A su vez, el capital se divide en cuotas partes o acciones.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

En la siguiente tabla podemos ver las principales características y diferencias de estos dos tipos de sociedades:

	SOCIEDAD ANÓNIMA - S.A	SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA - S.R.L.
¿Cómo se divide el capital?	En Acciones.	En cuotas Sociales.
Razón Social o Denominación.	La denominación social puede incluir el nombre de una o más personas de existencia visible y debe contener la expresión "Sociedad Anónima", su abreviatura a la sigla S.A.	La denominación social puede incluir el nombre de uno o más socios y debe contener la indicación "Sociedad de Responsabilidad Limitada", su abreviatura o la sigla S.R.L.
¿Cuántos socios pueden tener?	Dos (2) o más sin límites.	2 a 50
¿Qué responsabilidad patrimonial tiene cada socio?	Limitada al capital suscripto mientras sea socio.	Limitada a las cuotas suscriptas o adquiridas de por vida.
¿Cuál es el capital mínimo requerido para su constitución?	\$100.000.	Depende del objeto social, aunque suele ser inferior al de una S.A. \$30.000 Aprox.
¿Cómo y en qué momento se compromete el aporte de capital?	En efectivo o en especie al celebrarse el contrato constitutivo.	Ídem a S.A.
¿Cuándo deben hacerse efectivos los aportes comprometidos?	Debe integrarse no menos de 25% de los aportes comprometidos en el estatuto mediante depósito en un banco oficial y completarse dentro de los 2 años.	Ídem a S.A.
¿Los socios garantizan sus aportes?	De no integrar la totalidad de los aportes dentro de 2 años comprometidos, se produce mora automática y se suspende el ejercicio de todos los socios inherentes a sus acciones.	Los socios garantizan solidaria e ilimitadamente a los terceros en casos de falta de integración o sobrevaluación de los aportes, los terceros pueden hacer valer esta garantía en los casos de insolvencia o quiebra.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

¿Quiénes llevan a cabo la Administración?	El directorio, compuesto por uno o más directores (accionistas o no) designados por la asamblea de accionistas. La representación ante los accionistas corresponde al presidente del directorio.	La Gerencia - Formada por uno o más gerentes, socios o no.
¿Paga tasa anual de Mantenimiento a la IGJ?	Sí, se calcula sobre el patrimonio neto.	No (salvo excepciones).
¿Se requiere tener un órgano contralor, síndico y comisión fiscalizadora?	Es optativa para la mayoría de las sociedades.	Ídem a S.A.
¿Cómo se transfiere la participación a un tercero?	Libremente, mediante la venta de acciones.	Por transferencia de cuotapartes con el consentimiento de los demás socios.
¿Es obligatorio presentar Balances?	Sí, una vez al año a la IGJ.	No (salvo excepciones).

Tabla N° 8.1: "Principales características y diferencias entre las S.A. y las S.R.L."
Fuente: "Elaboración Propia".

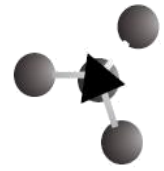
Para dar un paso más en la formalización del emprendimiento, hay que poner en la balanza una serie de cuestiones ligadas a la naturaleza del proyecto para prever cuánto habrá que desembolsar para crear la sociedad.

Así veremos otras consideraciones a tener en cuenta para determinar el tipo de sociedad más conveniente:

8.2.2.2 - Tipo de emprendimiento:

En aquellos proyectos de naturaleza más simple o negocios más pequeños, como puede ser el de un estudio de profesionales, un local de venta directa al público, o una industria manufacturera o artesanal, la constitución de una S.R.L. puede ser la mejor opción.

Por el contrario, en los emprendimientos cuyo desarrollo implica una mayor estructura, capital y dimensión, la mejor opción sin dudas es una S.A., por ejemplo compañías de seguros, los desarrollos inmobiliarios y los emprendimientos industriales.



8.2.2.3 - Costos:

Constituir una SRL cuesta entre 30% y 50% menos que una SA. En primer lugar, las SA requieren obligatoriamente de un instrumento público, con los correspondientes cargos de escribanía. Las SRL pueden constituirse por instrumento privado, sólo con firmas certificadas por escribano público. Además, no están obligadas a pagar la tasa de fiscalización en la IGJ como sí lo están las SA. En términos administrativo-contables ocurre algo similar: la SA deben presentar balances anuales ante la IGJ, no así las SRL, tal como se aclaró en la Tabla N° 8.1.

Si bien los costos de una S.R.L. son menores y se pueden evitar los balances, por lo cual sería a priori más conveniente tomar a esta como forma societaria; para un proyecto de magnitud como el que estamos estudiando, una SA puede cotizar en la Bolsa de Comercio ya que, como se dijo, sus acciones son negociables y transferibles de forma más rápida y menos burocrática.

Por otra parte, alrededor de las S.R.L., muchos creen que los costos de estas sociedades son siempre menores a los de las S.A., pero eso no es del todo cierto, ya que no tienen en cuenta que si se produce algún cambio en la estructura societaria, cada cambio implica modificar el estatuto y realizar las correspondientes publicaciones de edictos que aumenta considerablemente los gastos asociados a ellos.

8.2.2.4 - Posibilidad de crecimiento – Crédito:

Uno de los aspectos más relevantes que poseen las S.A. se vincula con su *posibilidad de expandirse*, una SA puede ser parte de otra compañía, o adquirirla totalmente. Y, de acuerdo al proyecto, en la SA se pueden emitir diferentes clases de acciones. Esto puede dar a un grupo de accionistas mayor poder político, a través de la emisión de acciones preferenciales, o bien mayores beneficios económicos, a través de la emisión de acciones preferidas.

En las SRL, todas las cuotas-partes dan derecho a un voto y a ninguna clase de beneficios en la distribución de utilidades, además una S.R.L. no puede ser titular de ningún otro tipo de sociedad.

De igual manera, las SA están mejor vistas a la hora de *tomar crédito*. Cuentan con mayores facilidades, en parte por la mayor exigencia contable que recae sobre ellas. También hay que tener en cuenta que la mayor parte los programas de incentivos tanto industriales como comerciales están destinados a SA, dado



que su estructura permite una mayor capacidad de concentración de capitales. Esto es un tema no menor, al igual que la mayor facilidad en una SA para abrir el negocio a inversores y terceros, que en una SRL la cual enfrenta trabas burocráticas.

“Para el proyecto en cuestión se determinó que lo más conveniente es constituir la Persona Jurídica como una *Sociedad Anónima (S.A.)*”.

8.2.3 – Conformación de una Sociedad Anónima.

La Sociedad Anónima (en adelante S.A.) es uno de los tipos de sociedad más utilizados en la actualidad para los emprendimientos comerciales cuya actividad requiere de una inversión considerable, como la de este proyecto.

Esta debe constituirse por instrumento público (escritura pública). Para la constitución de la misma se debe tener en cuenta lo estipulado en la SECCION V de la Ley 19550 – “Ley de Sociedades Comerciales”.

- **¿Cómo es el proceso y cuánto tiempo lleva constituir una S.A. en la Provincia de Buenos Aires?**

Una vez obtenidos todos los datos necesarios para la constitución de las S.A. (*Ficha adjunta en Anexo 1*) los pasos a seguir son:

- *Día 1 y 2:* Se reserva el nombre que haya elegido para su sociedad ante la Dirección Provincial de Personas Jurídicas, habiendo verificado la *Homonimia*. Los profesionales a cargo de este tipo de tareas (por lo general estudios jurídicos) redactan el contrato, los estatutos y demás escritos.
- *Día 3:* Se firma el contrato y el estatuto ante Escribano Público. Deben estar presentes todos los accionistas y directores, o bien haber otorgado previamente un poder.
Para la firma deben llevar los DNI (libreta celeste o tarjeta. Los DNI libreta verde, así como las Libreta de Enrolamiento o Cívicas perdieron su vigencia en enero de 2015).
- *Día 4:* Se ordena la Publicación del edicto en el Boletín Oficial (publica a las 72hs).
- *Día 5 y 6:* Se diligencian y tramitan los restantes escritos, seguro de caución, dictámenes y demás formularios.
- *Día 7:* Publica el edicto en el Boletín Oficial.



- *Día 8:* Presentación de todo el expediente ante la IGJ.

La IGJ debe revisar todo el expediente, dependiendo del tipo de trámite que se haya elegido, certificará la constitución de su sociedad en 4 días (trámite urgente) o 15/20 días (trámite normal). El pedido de trámite urgente tiene un costo adicional a que si el mismo se realiza bajo trámite normal.

- **¿Cuánto cuesta constituir una S.A.?**

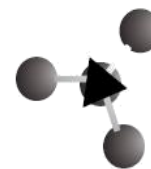
8.2.3.1 - Gastos de constitución detallados:

- Reserva de nombre: \$360.
- Tasa de constitución en Bco. Nación: \$100.
- Formulario de Constitución: \$1440.
- Escrituración: \$4500.
- Dictamen Profesional: \$600.
- Declaraciones Juradas: 2 declaraciones a \$300 c/u = \$600.
- Publicación de edictos: \$2500 (valor aproximado).
- Seguro de Caución para el Presidente de la S.A.: \$500.
- Diligenciamiento: \$550.
- Rúbrica de libros \$5.930: Incluye libros sociales de Directorio, Actas de Asamblea, Inventarios y Balances de 100 hojas; Diario de 250 hojas; Registro de Acciones y Depósito/Registro de Asistencia.

Este es un presupuesto típico para una S.A. de 2 SOCIOS a constituirse e inscribirse ante la IGJ (Inspección General de Justicia) mediante *Trámite Normal* (demora 30 días desde que se presenta el expediente).

Aclaraciones Adicionales:

- Se puede optar por el *Trámite Urgente*, para esto se debe prever un gasto de \$4320 adicionales en concepto de sellado de trámite urgente ante la IGJ. (el trámite de inscripción se obtiene a los 5 días aproximadamente).
- El capital mínimo actualmente sugerido por la IGJ para una S.A. es de \$100.000.
- Los socios deberán demostrar tener el 25% de ese capital (\$25.000). Se demuestra a través de su depósito transitorio en el Banco Nación. Una vez inscrita la S.A., ese importe es retirado por los socios en la misma sucursal donde se hizo el depósito.



Total de gastos de conformación (Tramite Normal): \$17.080.
Honorarios Profesionales: \$8000. (Gervasoni Sociedades – Bs.As.).
Capital Mínimo: \$25.000.

- **Costo total constitución S.A.: \$50.080.**

8.2.3.2 - Inscripción y Organización Contable de la Empresa:

- Alta a la Sociedad ante AFIP y Rentas.
- Inscripciones socios y sociedad en Regímenes Correspondientes.
- Presentación de Declaraciones Juradas de IVA, Ingresos Brutos (C.M).
- Organización Contable del Ente.
- Preparación de Estados Contables Legales.
- Presentación de Declaraciones Juradas correspondientes.
- Ganancias Sociedades y Ganancia Mínima Presunta.
- Elaboración de Planillas y registros para Balance Legal.
- Presentación Anual Ingresos Brutos.
- Asesoramiento Integral.
- Liquidación de Sueldos.

- **Costo Mensual Servicio Contable: \$2500.**

8.2.4 - Razón Social - Marca.

- **Razón social:**

Toda empresa debe tener un nombre que la identifique ante la Ley. Este nombre, la Razón Social, se inscribe en el Registro General de Sociedades, y debe tener dos componentes:

1. Un **nombre distintivo** que no puede ser igual al de ninguna otra razón social en el registro, para lo cual se realiza una previa verificación de *Homonimia* (consiste en corroborar de manera anticipada si la denominación social o razón social escogida se encuentra ya registrada).
2. Una terminación con las siglas que identifiquen el tipo de sociedad, (**S.A.:** Sociedad Anónima, **S.R.L.:** Sociedad de Responsabilidad Limitada, etc.).



Así la Razón Social propuesta para la empresa de Geomembranas de HDPE es:

- “Imper-Plast. S.A”

- **Marca:**

Es el nombre que se utiliza para identificar a la empresa en el mercado. La elección de la marca no es una cuestión legal, como en el caso de la razón social, sino comercial. La marca busca proyectar la “promesa” del producto o servicio, aquello que hace que sea especial. Es común que la razón social y la marca coincidan, pero no necesariamente debe ser así. Algunas empresas tienen varias marcas, para sus distintos productos. En nuestro caso la marca de nuestras Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) será igual a la Razón Social.

- **Registro de Marcas.**

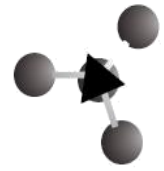
No basta con elegir solamente el nombre para identificar a la empresa, para poder utilizarlo sin conflictos legales es recomendable, aunque no obligatorio, registrarlo en la Dirección Nacional de Marcas del Instituto Nacional de la Propiedad Intelectual (IMPI). Se puede registrar el nombre solo o también el nombre representado de una manera determinada, con colores y tipografías asociadas (logotipos) o con dibujos y símbolos complementarios (isologotipos).

*Fig. N° 8.1: “Isologotipo propuesto”.
Elaboración Propia.*

Las marcas no se registran en general sino circunscriptas dentro de una clase de producto y servicios según la Clasificación de Niza para el registro de marcas. Dicha clasificación incluye 34 clases de productos y 11 servicios, las Geomembranas HDPE entrarían dentro de la Clase 25 de dicha clasificación. Una vez aprobada la marca, proceso que puede durar 18 meses puesto que debe publicarse en edictos y darse un tiempo de espera por una supuesta oposición, el IMPI otorga el correspondiente Título de Marca Registrada, la que garantizara la identidad de la empresa en el mercado protegiéndola de terceros que utilicen su nombre indebidamente o simplemente por desconocimiento.

8.3 - SISTEMA IMPOSITIVO.

Gran parte de los ingresos que genera una empresa debe pagarse al gobierno en sus distintas formas como *impuestos, tasas y contribuciones*; puesto que



supuestamente garantizan el funcionamiento del país y vuelve al contribuyente como seguridad, educación, salud, etc.

El sistema tributario puede resultar complejo para una empresa, dependiendo de la forma legal que se haya optado, el tipo de actividad que desarrolle y la ubicación del emprendimiento.

El sistema tributario argentino está estructurado, principalmente, sobre la imposición a la renta (lo que se gana), el patrimonio (por lo que se tiene) y los consumos (lo que se gasta). Existen impuestos en todos los niveles de gobierno (nacional, provincial y municipal), cada uno de ellos con sus respectivos entes recaudadores:

- **Impuestos nacionales.** El *impuesto a las ganancias*, el *impuesto a los bienes personales* y el *impuesto al valor agregado* son los principales. El ente recaudador es la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP), que incluye a la Dirección General Impositiva (DGI).
- **Impuestos provinciales.** El *impuesto a los ingresos brutos* lo recauda la Dirección de Rentas de cada provincia.
- **Tasas municipales.** Son varias contribuciones retributivas de *servicios como el alumbrado, barrido y limpieza*, recaudado por cada municipio.

8.3.1 - Impuestos Nacionales.

➤ Impuesto a las Ganancias (IG).

Este impuesto rige tanto para las sociedades comerciales como para los trabajadores independientes.

En términos generales, cuando en un periodo los ingresos son mayores que los egresos habrá una *ganancia contable*. Sin embargo, a los fines de calcular el impuesto, se hacen ciertos ajustes sobre esa ganancia contable, *deducciones* que la Ley permite (cargas de familia, medicina prepaga, seguros de retiro, etc.) para que se transforme en *ganancia impositiva* (el monto imponible, sobre el que se aplicará la tasa).

“Las sociedades comerciales, deben aplicar una tasa directa de 35% sobre las utilidades netas”.

El pago de este impuesto se realiza anualmente junto con la presentación de la Declaración Jurada, puede generar anticipos (5 a 10 según el tipo de contribuyente) que se paga durante el año siguiente, presuponiendo una



ganancia similar. Si el saldo del impuesto luego diera negativo, después de deducir todos los gastos relacionados con la actividad, no solo no se paga son que funciona como crédito a cuenta de futuros impuestos cuando haya ganancias.

➤ Impuesto al Valor Agregado (IVA).

Salvo algunas excepciones este impuesto alcanza a la mayor parte de la actividad comercial, en cada una de las etapas de la cadena de valor, por lo que se lo conoce como “*impuesto en cascada*” desde el productor hasta el consumidor final que es quien en definitiva paga el valor del impuesto.

Los *responsables inscriptos* son los que deben liquidar este impuesto mensualmente, comparando el IVA de sus compras con el de las ventas, registrando las operaciones en libros de IVA y depositando en la AFIP el saldo correspondiente entre el *crédito fiscal* (lo que se pagó a los proveedores al hacer las compras) y *débito fiscal* (lo que se cobra a los clientes por ventas); por lo general esta diferencia es a favor del fisco puesto que se supone que una empresa compra a menor valor de lo que vende.

En la actualidad, la **tasa general es de 21%** y las excepciones pagan 10,5% (Máquinas, vehículos, granos, etc.), mientras que algunos productos y actividades se encuentran exentas (libros, actividades culturales, organizaciones sin fines de lucro, alquiler de viviendas, etc.). Los servicios como teléfono, agua potable, electricidad y gas natural pagan una alícuota diferencial del 27%.

➤ Ganancia Mínima Presunta.

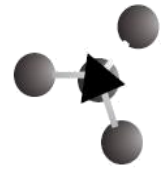
Impuesto creado con la Ley N° 25.063, intentando captar cierta renta que pueda eludir el Impuesto a las Ganancias. Alude que en el caso de que la empresa no tenga resultado positivo o ganancia, debe **pagar el 1% del valor del activo**.

Dicho impuesto pagado puede tomarse a cuenta del pago de impuesto a las ganancias para los futuros años.

8.3.2 - Impuestos Provinciales.

➤ Impuesto a los Ingresos Brutos.

Este es uno de los principales impuestos provinciales relacionados con las actividades de las empresas de todo tipo y tamaño, ya que se aplica tanto a la



venta de bienes y prestación de servicios; varía mucho con la legislación y la forma de gravar de cada provincia.

Por lo general, se trata sobre un porcentaje sobre la facturación del negocio, independientemente de su ganancia. Es decir que debe pagarse en muchos casos aun cuando el negocio no resulta rentable.

La tasa es de un 3% en la mayoría de las provincias; suele pagarse por año, en forma de anticipos mensuales o bimestrales, y puede generar retenciones a cuenta por parte de clientes.

Existe también para el caso de pequeños contribuyentes un régimen simplificado por el que se paga un monto fijo mensual, que varía según la actividad, la facturación y la jurisdicción. Es de considerar que hay actividades exentas definidas en cada provincia.

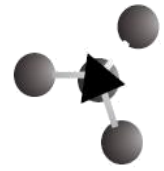
➤ **Impuesto Inmobiliario.**

Los inmuebles situados en cada una de las jurisdicciones deben pagar impuestos anuales, cuyo importe surge de la aplicación de alícuotas que fija la ley impositiva sobre la valuación fiscal de la tierra libre de mejoras y de las mejoras. Es un impuesto real que se aplica en función del valor de la tierra y edificios sin atender a las condiciones personales del contribuyente. El monto del tributo es determinado por la autoridad de aplicación. Se calcula conforme a las leyes impositivas de cada periodo fiscal, que establecen las escalas de valuaciones y las alícuotas que se aplicaran sobre la base imponible conforme la modalidad prevista para cada tipo de inmueble.

En nuestro caso estaríamos exentos de estos impuestos de acuerdo a la **Ley Nº 13656 – “Promoción Industrial” de la Provincia de Buenos Aires por estar dentro del rubro de empresas incluidas en el **Nomenclador de Actividades del Decreto 523 Anexo III (NC 369990 - Industrias Manufactureras N.C.P)** a las cuales alcanza este beneficio. El mismo queda reglamentado en su punto de **“Exenciones Impositivas”**.*

8.3.3 – Tasas Municipales.

En cada municipio donde se realice una actividad comercial existen tasas locales que están en relación con servicios que la ciudad presta a sus contribuyentes. Si bien técnicamente no son impuestos, suelen aplicar un pago mensual o bimestral



a considerar en un proyecto. Los montos dependen de la actividad y el lugar en el que se lleve a cabo el emprendimiento.

Las tasas municipales más habituales son la *Tasa de Seguridad e Higiene* o *Tasa de Abasto*, generalmente es un porcentaje de los Ingresos Brutos obtenidos por el contribuyente que corresponde a una verificación de cumplimiento de normas de seguridad e higiene; y la *Tasa de Alumbrado, Barrido y Limpieza (ABL)* que se aplica sobre los inmuebles urbanos.

El beneficio de exenciones impositivas determinado en la Ley 13656 – “Promoción Industrial” también alcanza en un 100% a estas tasas, por lo que se estará libre de abonarlas durante el horizonte de evaluación del proyecto.

8.3.4 – Cargas Sociales (Aportes Personales y Contribuciones Patronales).

Para el caso particular en estudio es de aplicación el régimen estipulado para los *empleados en relación de dependencia*. En esta modalidad de trabajo intervienen dos sujetos:

- a) Empleado.
- b) Empleador.

- **Regímenes que deben tributarse:**

- Sistema Integrado Previsional Argentino (SIPA). (Ley N° 24.241).
- Instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados. (Ley N° 19.032)
- Régimen Nacional de Asignaciones familiares. (Ley N° 24.714)
- Fondo Nacional de Empleo. (Ley N° 24.013)
- Régimen Nacional del Seguro de Salud. (Ley N° 23.661)
- Régimen Nacional de Obras Sociales. (Ley N° 23.660)

- **Denominación de los importes a tributar por cada sujeto:**

- a) Aportes: retenciones efectuadas a los haberes de los empleados.
- b) Contribuciones: importes a ingresar por el empleador.

- **Limite mínimo para Aportes y Contribuciones.**

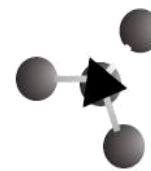


Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

A los fines del cálculo de los Aportes y Contribuciones -excepto del Régimen de Obras Sociales-, la base imponible mínima previsional se fija en \$ 1.969,12, a partir del período devengado setiembre 2016.

Para el cálculo de los Aportes y Contribuciones del Régimen Nacional de Obras Sociales se tomará para los trabajadores a tiempo completo, 4 bases mínimas de la fijada para los aportes previsionales.

CONCEPTOS	BASES IMPONIBLES MÁXIMAS Desde 01/09/16 devengado
Aportes al: . Sistema Integrado de Jubilaciones y Pensiones Ley N° 24.241 (*) . Instituto de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados. Ley N° 19.032 . Régimen Nacional de Obras Sociales. Ley N° 23.660 . Régimen Nacional del Seguro de Salud. Ley N° 23.661	\$ 63.995,73



<p>Contribuciones al:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Sistema Integrado de Jubilaciones y Pensiones. Ley N° 24.241 . Instituto de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados. Ley N° 19.032 . Régimen Nacional de Obras Sociales. Ley N° 23.660 . Régimen Nacional del Seguro de Salud. Ley N° 23.661 . Fondo Nacional de Empleo. Ley N° 24.013 . Régimen de Asignaciones Familiares. Ley N° 24.714 	<p>SIN LIMITE MÁXIMO</p>
--	--------------------------

*Tabla N° 8.2: "Bases imponibles máximas para el cálculo de los Aportes y Contribuciones".
Fuente: Dirección Nacional de Investigaciones y Análisis Fiscal - Subsecretaria de Ingresos Públicos – Secretaria de Hacienda - Ministro de Economía y Finanzas Publicas- Presidencia de la Nación.*

(*) En el caso de los regímenes especiales establecidos en las Leyes Nros. 24.016 (Personal Docente), 24.018 (Funcionarios de los Poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial de la Nación), 22.731 (Personal del Servicio Exterior de la Nación) y 22.929 (Personal que cumple tareas técnico- científicas de investigación o desarrollo en determinados organismos), el cálculo de los Aportes se efectuará sin considerar el límite máximo para su base imponible.

- **Ingreso de los Aportes y Contribuciones.**

Es el empleador quien ingresa los importes mensuales al organismo recaudador.

- Las Contribuciones: como responsable por deuda propia y
- Los Aportes: como agente de retención en el momento de efectuar el pago de la retribución periódica.

- **Porcentajes:**

CONCEPTOS	Empleados Aportes %	Empleadores Contribuciones %
a. Jubilación.	11,00	
b. I.N.S.S.J.P.	3,00	



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

c. Asignaciones Familiares	-	
d. Fondo Nacional de Empleo	-	
Subtotal a-d		17/21 (1)
e. Obras Sociales (2)	3,00	6,00
- Obra Social Sindical		
. Menor a \$ 2.400	2,70	5,40
. Igual o mayor a \$ 2.400	2,55	5,10
- Obra Social de Personal de Dirección		
. Menor a \$ 2.400	2,55	5,10
. Igual o mayor a \$ 2.400	2,40	4,80
- Fondo Solidario de Redistribución (3)		
. Obra Social Sindical	0,30	0,60
. Menor a \$ 2.400	0,45	0,90
. Igual o mayor a \$ 2.400		
. Obra Social de Personal de Dirección	0,45	0,90
. Menor a \$ 2.400	0,60	1,20
. Igual o mayor a \$ 2.400		
TOTAL	17,00	23/27

Tabla N° 8.3: "Porcentajes de Aportes y Contribuciones".

Fuente: Dirección Nacional de Investigaciones y Análisis Fiscal - Subsecretaría de Ingresos Públicos – Secretaría de Hacienda - Ministro de Economía y Finanzas Públicas- Presidencia de la Nación.

1. Las alícuotas correspondientes a las contribuciones patronales sobre la nómina salarial con destino a los subsistemas de Seguridad Social regidos por las Leyes Nros. 19.032 (INSSJP), 24.013 (Fondo Nacional de Empleo), 24.241 (Sistema Integrado de Jubilaciones y Pensiones) y 24.714 (Régimen de Asignaciones Familiares) se establecen de acuerdo a lo siguiente:
 - a) 21% para los empleadores cuya actividad principal sea la locación y prestación de servicios con excepción de los comprendidos en las Leyes Nros. 23.551 (Asociaciones Sindicales de Trabajadores), 23.660 (Obras Sociales), 23.661 (Agentes del Sistema Nacional de Seguro de Salud) y 24.467 (Pequeñas y Medianas Empresas).

Quedan comprendidos aquellos empleadores cuya actividad principal encuadre en el Sector "Servicios" o en el Sector "Comercio" -de acuerdo Res. SPYME N° 24/01- siempre que sus ventas totales anuales superen en todos



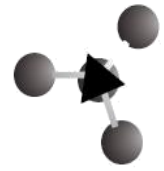
los casos los \$ 48.000.000.

- b) 17% para los restantes empleadores no incluidos en el inciso anterior. Asimismo será de aplicación a las entidades y organismos con participación estatal, los bancos y entidades financieras nacionales regidos por la Ley N° 21.526 y todo otro organismo nacional, provincial o municipal que venda bienes o preste servicios a terceros a título oneroso, comprendidos en el art. 1° de la Ley N° 22.016.
2. Las Obras Sociales perciben el 90% de los Aportes y Contribuciones con ese destino cuando las remuneraciones brutas mensuales son menores a \$ 2.400 y el 85%, cuando dichas remuneraciones son iguales o mayores \$ 2.400. En el caso de las Obras Sociales del Personal de Dirección y las Asociaciones Profesionales de Empresarios, dichos porcentajes son de 85% y 80%, respectivamente.
3. El Fondo Solidario de Redistribución se integra con el 10% ó el 15% de los Aportes y Contribuciones, según se supere o no el tope de las remuneraciones brutas mensuales de \$ 2.400. En el caso de las Obras Sociales del Personal de Dirección y de las Asociaciones Profesionales de Empresarios los porcentajes son 15% ó 20%, respectivamente. La Superintendencia de Servicios de Salud recibe parte del Fondo, en función de lo establecido en el Presupuesto de la Administración Nacional.
 - **Reducción de las Contribuciones - Ley N° 26.940 Título II y Decretos N°: 1714/2014, 1801/2015 y 946/2016.**

Régimen temporario de promoción del trabajo registrado.

Los empleadores del sector privado que tengan hasta 80 trabajadores, gozarán por el término de 24 meses contados a partir del mes de inicio de una nueva relación laboral por tiempo indeterminado -con excepción del trabajador permanente discontinuo del trabajo agrario-, el beneficio de reducción de las contribuciones patronales destinadas a los distintos subsistemas del régimen general de la seguridad social, de acuerdo a lo siguiente:

- Los empleadores con una dotación de personal de hasta 15 trabajadores: durante los primeros 12 meses de la relación laboral, no ingresarán contribuciones y, por los siguientes 12 meses, pagarán el 25% de las mismas.



- Los empleadores que tengan entre 16 y 80 trabajadores: durante los primeros 24 meses de la relación laboral ingresarán el 50% de las contribuciones.

En nuestro caso, como se determinó en el Capítulo 6, la empresa contara con 21 empleados, por lo que se tendrá en cuenta lo estimado en el último punto a la hora de calcular la reducción de las contribuciones en la estructura de costos de la empresa.

- **Otras obligaciones del empleador.**

Aseguradoras de Riesgo de Trabajo (A.R.T.): Ley Nº 24.557.

Todas las empresas que tengan personal en relación de dependencia se encuentran obligadas a contratar un seguro de las A.R.T.

Los precios de las pólizas son libres y dependen de:

- La actividad económica de la empresa.
- Las condiciones de Higiene y Seguridad de la empresa.
- Cantidad de personal de la empresa.

8.3.5 - Trámites e Inscripciones Impositivas.

Cada sociedad comercial debe inscribirse en la dependencia de la AFIP que le corresponde según su domicilio fiscal; la inscripción en los Ingresos Brutos se realiza en la Dirección General de Rentas de cada provincia y las Tasas y habilitaciones se tramitan en la Municipalidad de la localidad donde se trabaje.

La inscripción en la Dirección General de Rentas (D.G.R.) es el primer trámite que se debe realizar, debido a que la misma es requisito necesario para la inscripción ante la AFIP.

Las inscripciones en la AFIP para darse de alta en los distintos impuestos se realizan completando el formulario 460/J para personas jurídicas (sociedades).

El primer trámite a realizar en la AFIP es la obtención de la Clave Única de Identificación Tributaria (CUIT). Este es el número que identifica al contribuyente frente al Estado. Se utiliza para todos los trámites y debe figurar en las facturas de todas las empresas.

Luego que se obtiene el CUIT conviene solicitar la Clave Fiscal (nombre del usuario y contraseña) que sirve para hacer tramites electrónicos con la AFIP vía internet.



8.4 - LEGISLACION ESPECÍFICA APLICABLE.

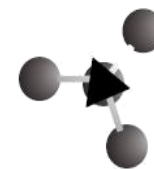
8.4.1 - Convenio Colectivo de Trabajo - CCT 419/05.

El mismo tiene como partes intervinientes a la Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP) y la Unión Obreros y Empleados Plásticos (UOYEP), celebrado en Buenos Aires el 16 de Agosto de 2005. El ámbito de aplicación del presente convenio es todo el territorio de la República Argentina y beneficia a 30.000 trabajadores del rubro.

En el mismo se tratan los siguientes temas:

- Capítulo II – Aplicación de la Convención.
- Capítulo III - Condiciones generales de trabajo.
- Capítulo IV - Condiciones especiales de trabajo.
- Capítulo V - Salarios, Cargas Sociales y Beneficios Sociales.
- Capítulo VI - Representación gremial y sistemas para reclamos.
- Capítulo VII - Régimen para pequeñas y medianas empresas.

A partir del mismo se establecen los salarios del personal en función de la categorización establecida.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-



CONVENIO DE TRABAJO N°419/05 - ESCALA DE SUELDOS Y SALARIOS BÁSICOS
UNION OBREROS Y EMPLEADOS PLÁSTICOS



CATEGORIAS	MAYO - JUNIO 2017		JULIO - AGOSTO 2017	SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2017		NOVIEMBRE 2017 MAYO 2018
	BÁSICO VALOR HORA	SUMA FIJA NO REMUNERATIVA	BÁSICO VALOR HORA	BÁSICO VALOR HORA	SUMA FIJA NO REMUNERATIVA	BÁSICO VALOR HORA
PRODUCCIÓN						
OPERARIO	74.26	1.600	81.69	81.69	1.552	89.85
AUXILIAR	80.06	1.600	88.07	88.07	1.552	96.88
OPERADOR	86.15	1.600	94.77	94.77	1.552	104.25
OPERADOR CALIFICADO	90.01	1.600	99.01	99.01	1.552	108.91
OPERADOR ESPECIALIZADO	93.77	1.600	103.15	103.15	1.552	113.47
OFICIAL ESPECIALIZADO	104.08	1.600	114.49	114.49	1.552	125.94
MANTENIMIENTO						
MED. OFIC. DE MANTENIMIENTO	96.93	1.600	106.62	106.62	1.552	117.28
OFICIAL DE MANTENIMIENTO	104.10	1.600	114.51	114.51	1.552	125.96
ADMINISTRACIÓN						
NIVEL 1	14.854	1.600	16.339	16.339	1.552	17.973
NIVEL 2	15.081	1.600	16.589	16.589	1.552	18.248
NIVEL 3	15.927	1.600	17.520	17.520	1.552	19.272
NIVEL 4	16.569	1.600	18.226	18.226	1.552	20.049
NIVEL 5	18.222	1.600	20.044	20.044	1.552	22.048
CAPATAZ	18.602	1.600	20.462	20.462	1.552	22.508
CHOFER	16.698	1.600	18.368	18.368	1.552	20.205
AYUDANTE DE CHOFER	15.036	1.600	16.540	16.540	1.552	18.194
CONDUCTOR DE AUTOELEVADOR	18.646	1.600	20.511	20.511	1.552	22.562

Tabla N° 8.4: "Escala Salarial Mayo - Junio 2017 / Mayo 2018".

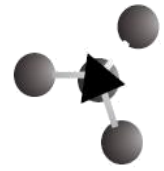
Fuente: www.uoyepweb.org.ar.

8.4.2 - Ley Provincial N° 13.656 – "Promoción Industrial".

Según esta ley, entre los beneficios que adjudica, se exime del pago de impuestos a las empresas incluidas en el **Nomenclador de Actividades del Decreto 523 Anexo III** a las cuales alcanza este beneficio. En nuestro caso, la empresa estaría dentro de las denominadas **Industrias Manufactureras N.C.P (NC 369990)** de dicho nomenclador. El mismo queda reglamentado en su punto de "Exenciones Impositivas". Entre los artículos más destacados tenemos:

Artículo 7: "Las empresas beneficiadas podrán gozar de una **exención total de hasta diez (10) años** según el Plan de Desarrollo Industrial, de los Impuestos: Inmobiliario, sobre los ingresos brutos (o el que en el futuro lo sustituya), sellos, automotores, sobre los consumos energéticos, y otros servicios públicos, de acuerdo a lo que determine la reglamentación".

ARTÍCULO 8: - Las exenciones impositivas provinciales alcanzan a:



1. La exención para el impuesto sobre los ingresos brutos se determinará en cada caso de la siguiente manera:

1. Planta nueva: 100% de la facturación originada en las actividades promocionadas (la cual corresponde a nuestro caso particular).

Esta exención alcanzará también al Impuesto sobre los Ingresos Brutos incluido en la facturación de los servicios de energía eléctrica, comunicaciones, gas y agua en lo que hace exclusivamente a la planta industrial promocionada.

2. La exención del Impuesto Inmobiliario, cuando se trate de:

1. Una planta nueva, será del 100% de las partidas inmobiliarias para los inmuebles afectados a las actividades promovidas.

3. La exención del Impuesto de Sellos alcanzará:

1. En el período de construcción o montaje de las instalaciones industriales alcanzadas por las exenciones impositivas mencionadas en el artículo 8°, a los contratos de:

1. Locación de obras o servicios
2. Suministro de energía eléctrica y de gas
3. Seguros que cubran riesgos relacionados con la construcción o montaje de instalaciones industriales.

4. Las micro, pequeñas y medianas empresas industriales podrán beneficiarse con la exención del Impuesto sobre los Automotores según el siguiente detalle:

1. En planta nueva será del cien por cien (100%), hasta cinco (5) unidades que se destinen a las actividades promovidas. Los mismos deberán ser vehículos utilitarios y/o camiones.

8.4.3 - Resolución 424/2016 – Ministerio de Producción.

Régimen de importación de bienes de grandes proyectos de inversión.

Es un incentivo promocional dirigido a alentar las inversiones con el fin de aumentar la competitividad de los productos industrializados a través de la incorporación de tecnología de última generación.

Artículo 2º:



“Se establece el pago del 0% en concepto de derechos de importación para todos los bienes nuevos que forman parte exclusivamente de una línea de producción completa y autónoma a ser instalada por el solicitante dentro del predio que funciona tal empresa y ser imprescindibles para la realización del proceso productivo objeto de la petición. Asimismo, se podrá importar al mismo tiempo en concepto de “repuestos” hasta un valor no superior al 5% del valor total de los bienes a importar”.

La mencionada línea de producción, a su vez, deberá ser parte de una nueva planta industrial o implicar una ampliación de la capacidad productiva de una planta industrial existente, una diversificación de su producción, o bien, su modernización, en términos de mejora de procesos, de las tecnologías aplicadas o un incremento del valor agregado por unidad de producto”.

8.5 – CONCLUSION.

Habiendo analizado las diferencias entre las principales formas societarias desde el punto de vista de la personería jurídica a adoptar, concluimos que la opción que mejor se adapta al emprendimientos es la “Sociedad Anónima”, la cual además posee ciertas ventajas con respecto a una Sociedad de Responsabilidad Limitada, entre las cuales podemos resumir:

- Las S.A. puede expandirse sin necesidad de modificar su estatuto, pudiendo incluso comprar otras S.A.
- Las S.A no tienen límite superior de socios.
- No existen conflictos de denominaciones.
- Tanto a la hora de transferir acciones (venta, herencia, etc.) como de incorporar inversionistas, el trámite es más simple, rápido y menos costoso en el caso de las S.A.
- En la S.A. la responsabilidad de los socios se limita al capital suscrito.
- Las S.A. están mejor vistas a la hora de *tomar crédito*. Cuentan con mayores facilidades, en parte por la mayor exigencia contable que recae sobre ellas.

Se propuso como razón social para la empresa la denominación: “**Imper-Plast. S.A.**”

También se analizó el sistema impositivo aplicable, las posibles exenciones en función de la legislación vigente y demás legislación aplicable para un emprendimiento de esta naturaleza, prestando principal atención a aquellas que tengan costos involucrados.



CAPÍTULO 9

ASPECTOS NORMATIVOS

9.1 - INTRODUCCIÓN.

La certificación es la demostración independiente del cumplimiento con normas. Es un instrumento eficaz para la defensa del consumidor y para la competencia leal entre empresas, contribuye al desarrollo tecnológico de las mismas, a lograr un mejor posicionamiento en los mercados y a facilitar y promover la exportación.

Este capítulo aborda las exigencias normativas como ISO 9001, 14000, 18000, etc., que por un lado pueden ser condiciones básicas para ingresar a un mercado específico, o bien que su implementación se deba a una decisión empresarial.

Si bien estas normas contribuyen a la eficiencia de la organización, para ser aplicadas y certificadas es necesario realizar una inversión y disponer de capital humano y financiero para su mantenimiento. Numerosos estudios indican que aquellas organizaciones que brindan una correcta utilización y aplicación de un Sistema de Calidad mejora considerablemente la utilidad neta de la empresa. Esto se debe a una disminución de costos como tiempos improductivos, menor manipulación de mercaderías, mejora en el layout de la empresa y mejora en la conformidad de la satisfacción del cliente por estandarización de la calidad.

9.2 - SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD.

En el ámbito de la Gestión Empresarial, la calidad ha dejado de ser una mera descripción del grado de satisfacción que proporciona un producto o servicio para convertirse en toda una cultura, una filosofía que rige los principios de la gestión de la organización y que está presente en todas sus áreas.

La gestión de la calidad su puede implementar por medio de un sistema el cual se denomina "*Sistema de Gestión de la Calidad*", este requiere la participación de todos los integrantes de la empresa. Los sistemas para la calidad se inician con el



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

principio básico del control total de la calidad, ya que la satisfacción del cliente no puede lograrse mediante la concentración en una sola área de la compañía o planta por la importancia que cada fase tiene por derecho propio.

Un sistema de gestión de calidad en la empresa, persigue la satisfacción total de los clientes a través de la mejora continua de la calidad de todos los procesos operativos mediante la participación activa de todo el personal que previamente ha recibido información y capacitación.

Además, este sistema es dinámico, puede adaptarse y cambiar, se basa en el conocimiento de las necesidades, requisitos y expectativas de los clientes, como así también de las exigencias del mercado en el cual se desea ingresar y permanecer de manera competitiva.

El diseño y la implementación del sistema de gestión de la calidad de la organización están influenciados por:

- El entorno de la organización, los cambios en ese entorno y los riesgos asociados con ese entorno.
- Sus necesidades cambiantes.
- Sus objetivos particulares.
- Los productos que proporciona
- Los procesos que emplea
- Su tamaño y la estructura organizativa adoptada.

Como se ve en la figura 9.1, el modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos muestra que los clientes juegan un papel significativo para definir los requisitos como elementos de entrada. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente acerca de si la organización ha cumplido sus requisitos.

Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

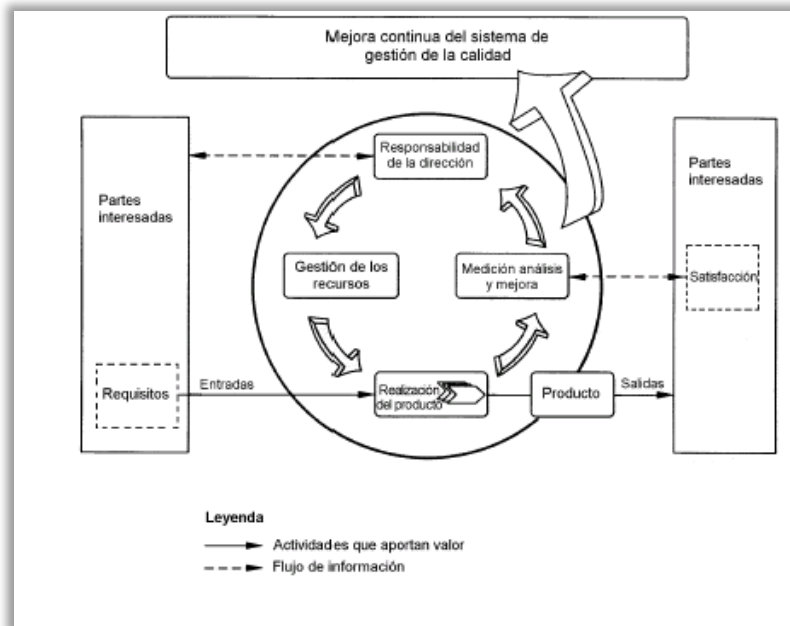


Fig. Nº 9.1: “Modelo de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en Procesos”.

Fuente: NORMAS ISO 9001.2008.

De manera adicional puede aplicarse a todos los procesos la metodología de mejora continua conocida como “Planificar – Hacer – Verificar – Actuar” (PHVA), o ciclo de Deming (por Edwards Deming) que podemos describir de la siguiente manera:

- **Planificar:** en la etapa de planificación se establecen objetivos y se identifican los procesos necesarios para lograr unos determinados resultados de acuerdo a las políticas de la organización. En esta etapa se determinan también los *parámetros de medición* que se van a utilizar para controlar y seguir el proceso.
- **Hacer:** consiste en la *implementación de los cambios o acciones necesarias* para lograr las mejoras planteadas. Con el objeto de ganar en eficacia y poder corregir fácilmente posibles errores en la ejecución, normalmente se desarrolla un *plan piloto* a modo de prueba o testeo.
- **Verificar:** una vez se ha puesto en marcha el plan de mejoras, se establece un *periodo de prueba para medir y valorar la efectividad de los cambios*. Se trata de una fase de regulación y ajuste.
- **Actuar:** realizadas las mediciones, en el caso de que los resultados no se ajusten a las expectativas y objetivos predefinidos, se realizan las *correcciones y modificaciones necesarias*. Por otro lado, se toman las decisiones y acciones pertinentes para mejorar continuamente el desarrollo de los procesos.

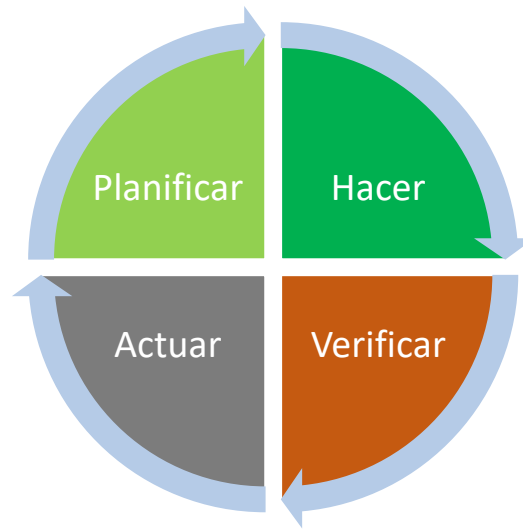
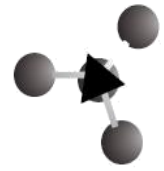


Fig. Nº 9.2: “Metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) de mejora continua”.
Fuente: Elaboración Propia.

Si bien no es condición necesaria la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad para comenzar a trabajar y desarrollar un proyecto como el que estamos estudiando, sobre todo en esta etapa de estudio de su pre-factibilidad, será bueno para la organización contemplarlo a futuro para poder estar a la vanguardia de las políticas de calidad.

De igual manera a continuación se nombran normas características que, las empresas que serán competencia directa para nuestro producto, cumplen en el mercado nacional, como es el caso de normas ISO y ayudan a cumplir el ciclo o modelo de gestión planteado en las figuras anteriores.

9.2.1 – Normas ISO.

Las normas ISO apuntan a cuatro puntos básicos de gestión dentro de una organización, dentro de los cuales hay varias normas certificables. A continuación nombraremos las más representativas para cada uno.

9.2.1.1 - Gestión de Calidad:

“ISO 9001”



Es la *norma Internacional de Gestión de la Calidad* más reconocida del mundo, aplicable a cualquier tipo de organización de cualquier sector o actividad. El enfoque de la nueva versión de ISO 9001:2015 está basado en:

- Estructura de Alto Nivel (mayor facilidad de integración con otros sistemas de gestión).
- Gestión del riesgo.
- Liderazgo.
- Apertura a la industria de servicios.
- Integración de la cadena de valor: mayor importancia del contexto y de sus partes interesadas.

9.2.1.2 - Gestión de Medio Ambiente:

“ISO 14001”

Forma parte de una serie de *normas internacionales de gestión ambiental* aplicables a cualquier organización. Basada en el ciclo **Planificar - Hacer - Verificar - Actuar**, representado en la figura anterior 9.2, la ISO 14001 especifica los requisitos más importantes para identificar y controlar los aspectos ambientales de cualquier organización.

Beneficios de la certificación ISO 14001:

- Mostrar compromiso con clientes, inversores, público y comunidad.
- Mejorar el control de gastos a través de la reducción de los residuos y la optimización del consumo de energía.
- Reducir las primas de seguros a través de la disminución de incidencias.
- Facilitar la obtención de permisos y autorizaciones.
- Mejorar su calificación para acceder a licitaciones y subvenciones públicas

9.2.1.3 - Gestión de Riesgos y Seguridad:

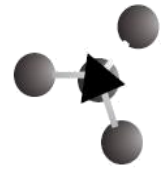
“OHSAS 18001”.

Es una norma internacional que establece un conjunto de requisitos relacionados con los *sistemas de gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo* y que permite a una organización controlar sus riesgos laborales y mejorar su rendimiento en materia de **Seguridad y Salud**. Esta norma puede ser implementada en cualquier organización independientemente de su tamaño, actividad o ubicación.

Beneficios de la Certificación OHSAS 18001:

Sancandi, Danilo Italo – Soto, Juan José.

2017



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-

- Fomenta la cultura preventiva, al identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados a cada puesto de trabajo.
- Aumenta la productividad al asegurar las condiciones de trabajo.
- Facilita el cumplimiento de la legislación aplicable, mejorando su reputación en relación con la gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo.
- Demuestra que se tiene un enfoque proactivo sobre la seguridad alimentaria.
- Enfoque sobre los principales retos para la empresa.

9.2.1.4 - Gestión de Responsabilidad Social Empresaria:

“ISO 26000”

Es una norma internacional de aplicación voluntaria que orienta a las organizaciones en la que se establecen las definiciones, principios y materiales fundamentales de la **Responsabilidad Social Empresarial**.

Esta norma es una guía de directrices que ayuda a cualquier tipo de organización, de carácter público o privado, a la hora de operar de forma socialmente responsable, contribuir al desarrollo sostenible y mejorar las relaciones con cada uno de sus grupos de interés o stakeholders.

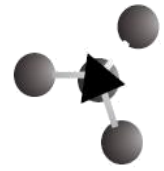
No es una norma certificable, por lo que no contiene requisitos específicos, pero sí orientaciones básicas y de carácter universal sobre las que han de trabajar las organizaciones para alcanzar un **comportamiento responsable**.

Según el apartado cuarto de esta norma, los principios de la Responsabilidad Social de las empresas son 7:

1. Rendición de cuentas.
2. Transparencia.
3. Comportamiento Ético.
4. Respeto a los intereses de las partes interesadas.
5. Respeto al principio de legalidad.
6. Respeto a la normativa internacional de comportamiento.
7. Respeto a los derechos humanos.

9.3 – CERTIFICACIÓN DEL PRODUCTO.

Luego de analizar aquellas normas aplicables a la gestión de la organización, las cuales pueden ir adquiriéndose en etapas posteriores a la materialización del proyecto, ahora veremos aquellas que necesitarían una certificación inmediata



para poder competir en el mercado o entrar en un mercado específico en cuanto a la calidad de producto.

Así encontramos:

9.3.1 - NORMAS IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación).

En relación a la aplicación, las normas se encuentran dentro del campo voluntario, por lo cual es decisión del fabricante querer certificarlas.

IRAM 78028:

“Geomembranas. Envejecimiento en estufa de convección mecánica de geomembranas de poliolefinas”.

IRAM 78029:

“Geomembranas. Determinación de la integridad de las uniones realizadas en obra, mediante soldadura química”.

IRAM 78032:

“Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad (HDPE). Requisitos”.

9.3.2 - NORMAS GRI (Geosynthetic Research Institute).

GRI - GM 13:

“Test Methods, Test Properties and Testing Frequency for High Density Polyethylene (HDPE) Smooth and Textured Geomembranes”. (Métodos de ensayo, Propiedades de prueba y Frecuencia de prueba para Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad lisas y texturadas).

La GRI Test Method GM13 es una especificación generada por el Geosynthetic Research Institute (GRI) perteneciente al GSI (Geosynthetic Institute), que establece valores y normas de ensayo de las principales propiedades que debe cumplir la geomembrana, así como los criterios de homologación de las fábricas donde se producen y de los laboratorios donde se realizan los controles. La norma GM13 está ampliamente difundida a nivel internacional y se adopta para asegurar la calidad de las geomembranas fabricadas a partir del polietileno de alta densidad.

El Geosynthetic Institute (GSI) es un consorcio de organizaciones interesadas en los geosintéticos en general. El GSI incluye actualmente a 53 organizaciones entre agencias federales de EEUU, usuarios, proyectistas, investigadores, organismos



**Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
-ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD-**

de control de calidad, laboratorios, proveedores de materias primas, productores de geosintéticos, e instaladores.

Dentro del ámbito del GSI existen cinco comités específicos, uno de los cuales es el GRI que produjo la especificación GM13 para Geomembranas HDPE, en los que las organizaciones interesadas desarrollan recomendaciones o directivas sobre los tópicos que estudian, compartiendo los resultados de sus investigaciones o experiencias relacionadas con el uso y la fabricación de geosintéticos.

Alcance:

1. Esta especificación trata sobre las geomembranas de polietileno de alta densidad (HDPE) con una densidad de la lámina formulada igual o superior a 0.940 g/ml, en el rango de espesores comprendido entre 0.75 mm (30 mil) y 3.00 mm (120mil). Tanto las geomembranas de superficie lisa y texturizada han sido consideradas.
2. Esta especificación establece los conjuntos de propiedades físicas, mecánicas y químicas mínimas, que deben ser cumplidas o excedidas por la geomembrana. En algunos casos se especifica no un mínimo sino un rango.
3. En el contexto de los sistemas de Calidad y Administración, esta especificación representa el Control de Calidad de Fabricación.
 - Nota 1: Control de Calidad de Fabricación corresponde a aquellas acciones tomadas por el fabricante para asegurar que el producto representa los objetivos y propiedades establecidas en esta especificación.
4. Esta especificación estándar tiene por objeto garantizar la buena calidad y rendimiento de las geomembranas de PEAD en aplicaciones generales, pero posiblemente no sea adecuada para la especificación completa en una situación específica. Pueden ser necesarias pruebas adicionales, o valores más restrictivos para la prueba indicada, en las condiciones de una aplicación particular.
 - Nota 2: Para información sobre técnicas de instalación, los usuarios de esta norma se refieren a la literatura de geosintéticos, que es abundante en el tema.

Suele ser una exigencia certificar esta norma para Geomembranas de HDPE en la aplicación de las mismas para la industria Minera, Petrolera y en la impermeabilización de celdas para RSU (Residuos Sólidos Urbanos).



Los costos de la implementación, mantenimiento y certificación de estas normas están contemplados habiendo seleccionado un encargado de calidad y armado un moderno laboratorio con máquinas de ensayo que son de última generación al igual que las maquinas implicadas en el proceso.

9.4 – BENEFICIOS ADICIONALES.

La aplicación de normas vinculadas a la calidad tanto en materia de gestión como certificaciones de producto traen aparejados otros beneficios como los expuestos en la Ley de la Provincia de Buenos Aires, **Ley Nº 13.656 -“Promoción Industrial”**, la cual establece en su ARTICULO Nº2 que: Las empresas comprendidas por los alcances de la presente Ley podrán gozar de los siguientes beneficios y franquicias:

Inciso 4: *“Preferencia en las licitaciones del Estado Provincial en caso de que exista una diferencia igual o menor del 5% en las condiciones y precios con otras empresas no comprendidas en la presente ley. Dicho porcentaje se ampliará hasta el 10% para las empresas con certificación de calidad de reconocimiento internacional”.*

En nuestro caso aplicaría ya que la radicación de nuestra planta es en la provincia de Buenos Aires, tal como se determinó en el capítulo de Localización, y se encuentra dentro del rubro de *“Industria Manufacturera, dentro del Nomenclador de Actividades del Decreto 523 Anexo III”.*



CAPÍTULO 10

EVALUACIÓN ECONÓMICA

10.1 - INTRODUCCIÓN.

En este capítulo construiremos el flujo de caja del proyecto, para ello analizaremos cada uno de sus componentes por separado. Comenzando con las inversiones necesarias previas a la puesta en marcha, las que contemplan tanto la inversión en activos fijos, activos intangibles y capital de trabajo. Luego se realiza un detallado análisis de la totalidad de los costos, teniendo en cuenta las amortizaciones y depreciaciones correspondientes. A continuación estimaremos los beneficios que tendremos por la venta del producto y debido al valor de desecho del proyecto.

Por último, una vez definidos todos los puntos anteriores, realizaremos el flujo de caja teniendo en cuenta la tasa de descuento definida de antemano.

Así, estaremos en condiciones de determinar la viabilidad o factibilidad económica del proyecto mediante diferentes criterios de evaluación como son, el *Valor Actual Neto (VAN)*, que nos dará el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuro evaluados a 10 años; y la *Tasa Interna de Retorno (TIR)*, que establece la tasa a la cual se recuperará la inversión.

Luego se completará el estudio en los capítulos posteriores, por medio de un *análisis de riesgos y sensibilidad* del proyecto, por último, se determina hasta qué punto se puede modificar una variable para que el proyecto siga siendo rentable.

10.2 - TASA DE DESCUENTO.

Previamente a la determinación de cada uno de los componentes necesarios para llevar a cabo el flujo de caja, se debe hallar una tasa de descuento pertinente al proyecto, la cual permitirá realizar capitalizaciones y actualizaciones de los valores a un mismo instante de tiempo. La tasa de descuento o coste de capital es una medida financiera que se aplica para determinar el valor actual de un pago futuro.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

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.

Según la estrategia que se defina para la inclusión del riesgo en el análisis se deberán establecer valores para la tasa de descuento. Si el valor adoptado para la misma es la libre de riesgo, evidentemente el mismo se considera en otros parámetros. Se mencionan como tales las siguientes estrategias o métodos:

- Método probabilístico.
- Equivalencia a certeza.
- Árboles de decisión.

Si se considera una tasa de descuento ajustada por riesgo se tiene:

- Método de ajuste de la tasa de descuento por prima de riesgo.

La metodología elegida para la introducir el riesgo en el análisis, es contemplarlo en la tasa de descuento.

El método más empleado en la actualidad para determinar esta tasa es el basado en el modelo de valorización de los activos de capital, conocido con las siglas CAPM (Capital Asset Pricing Model).

El enfoque del método CAPM tiene como fundamento central que la única fuente de riesgo que afecta la rentabilidad de las inversiones es el riesgo de mercado, el cual es medido mediante un coeficiente “beta”, que relaciona el riesgo del proyecto con el del mercado.

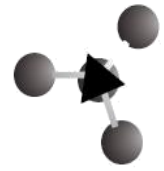
El costo de capital propio (o tasa de descuento) se puede calcular mediante el uso de la tasa libre de riesgo, a la cual se le suma un premio por riesgo según indica el método y añadimos una tasa que contempla el riesgo país.

En la fórmula que vemos a continuación para calcular la tasa de descuento el segundo término es el premio por riesgo:

$$r = Rf + (Rm - Rf) \times \beta + Rp$$

Podemos ampliar a que hace referencia cada término para entender de mejor manera como se conformó la formula anterior:

- “*r*” - *Tasa de descuento a calcular.*



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

- **“Rf” - Tasa libre de riesgo:** Es práctica habitual, y aceptada en forma generalizada, evaluar la Tasa de libre riesgo como el rendimiento de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos (Treasury Bonds o T-Bonds) con una madurez equivalente a la vida útil del activo que se desea evaluar. Normalmente se toma un valor de 5%.
- **“Rm” - Tasa de rentabilidad observada en el mercado en EEUU:** Se considera de un 10% y abarca a todos los sectores de la economía.
- **“β” - Sensibilidad:** Relaciona el riesgo del proyecto con el riesgo del mercado, básicamente mide la sensibilidad de un cambio de la rentabilidad de una inversión individual al cambio de la rentabilidad en el mercado en general. Su valor depende del sector en el que se desea invertir y se basa en datos históricos. Por ejemplo la actividad bancaria tiene un $\beta=1$ porque tiene acciones en todos los sectores de la economía. Si una inversión es menos riesgosa que el mercado tendrá un β menor a 1 (empresas distribuidoras de energía), mientras que una más riesgosa en el mercado, como es nuestro caso, tiene un β mayor a 1.

Los bienes producidos por este proyecto se consideran materiales de consumo en el sector Metales y Minería, Agricultura y Servicios Ambientales y de Residuos. Por lo que cabe determinar un valor de sensibilidad que enmarque a estos sectores y el peso representativo de cada uno.

Mercado	Sensibilidad	Peso (%)
Metales y Minería (β_m)	1,3	39%
Agricultura (β_a)	0,92	14%
Servicios Ambientales y de Residuos (β_s)	0,85	12%
Petróleo/Gas (Producción y Explotación) (β_p)	1,38	34%

Tabla Nº 10.1: “Valores de sensibilidad y peso relativo de los diferentes sectores de consumo”.
Fuente: http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

$$\beta = \frac{39\beta_m + 14\beta_a + 12\beta_s + 34\beta_p}{100} = 1,217$$

Se obtiene una sensibilidad representativa de mercado de **1,217**.



- **“Rp” - Riesgo país:** este varía con el tiempo. 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 es de 419 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:

$$r = 5 + (10 - 5) \times 1,217 + 6.00 = 17,085\%$$

10.3 – LAS INVERSIONES DEL PROYECTO.

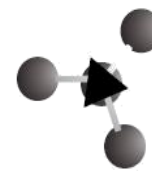
En función del establecimiento del tamaño del proyecto, se está ahora en condiciones de determinar el monto de las inversiones necesarias para el desarrollo del mismo

El costo del estudio del proyecto no debe considerarse dentro de las inversiones, por cuanto es un costo inevitable que se debe pagar independientemente del resultado de la evaluación y, por tanto, es irrelevante. Por regla general, solo se incluyen como inversiones aquellos costos en que se incurrirá si se decide llevar a cabo el proyecto.

Las inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto se pueden agrupar en tres tipos: *activos intangibles*, *activos fijos* y *capital de trabajo*.

10.3.1 – Activos 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. Constituyen inversiones intangibles susceptibles de amortizar y, al igual que la depreciación, afectarán al flujo de caja indirectamente. Los principales ítems que configuran esta inversión son los gastos de organización, las patentes y licencias, etc.



10.3.1.1 – Constitución de la Sociedad Anónima.

Siendo en nuestro caso los primeros los que han requerido un desembolso debido a los gastos legales que implican la constitución jurídica de la empresa creada para operar el proyecto tal cual se explicó en el Capítulo 8 de Aspectos Jurídicos, y lo podemos ver en la siguiente tabla:

Constitución de la Sociedad Anónima			
Ítem	Cantidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Gastos de conformación (Tramite Normal)	1	17080	17.080,00
Honorarios profesionales	1	8000	8.000,00
Capital mínimo	1	25000	25.000,00
Gastos diferidos	1	10000	10.000,00
Total constitución			\$60.080,00

Tabla Nº 10.2: "Costo total de Constitución de la S.A."

Fuente: Elaboración Propia.

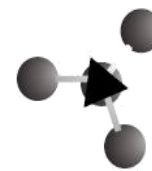
10.3.2 – Activos Fijos o Tangibles.

Las inversiones en activos fijos son todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizaran en el proceso de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto. Constituyen activos fijos, entre otros, los terrenos, las obras físicas (edificios industriales, sala de venta, oficinas administrativas, vías de acceso, estacionamientos, depósitos, etc.), el equipamiento de la planta, y oficinas (maquinaria, muebles, vehículos y decoración en general) y la infraestructura de servicios de apoyo (agua potable, desagües, red eléctrica, comunicaciones, energía, etc.).

10.3.2.1 - Terreno.

El primer paso consiste en la adquisición del terreno en función de las necesidades de espacio para instalar la planta y las dimensiones disponibles de las parcelas en venta en el Parque Industrial de Azul. Así el costo total del terreno, que se muestra en la tabla siguiente, contempla su costo de adquisición como el costo de limpieza y nivelación para dejarlo en condiciones para la construcción edilicia.

Terreno			
Ítem	Cantidad (m ²)	Precio (\$/m ²)	Total (\$)
Parcela	4092	100	409.200,00



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Limpieza y nivelación	4092	70	286.440,00
		Total Terreno	\$ 695.640,00

Tabla N° 10.3: "Costo total del Terreno."

Fuente: Elaboración Propia.

10.3.2.2 - Construcción Edilicia.

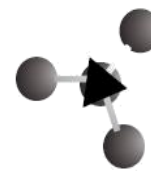
En este punto se encuentran todos los costos de ítems referidos al acondicionamiento final del terreno (cercado y replanteo) y la obra civil. Es usual diferenciar la construcción de diferentes áreas en categorías, en función de los servicios instalados, las condiciones que deberán cumplir las construcciones en función de su finalidad y la variedad de materiales que estas traen aparejadas, lo cual influye en los costos de los mismos. Así tendremos:

- Categoría 1: Se toma para galpones, hangares y estructuras simples.
- Categoría 2: Para Oficinas administrativas, salas de espera, pasillos y todas aquellas otras áreas con personal constante.
- Categoría 3: Para las áreas de higiene personal (baños y vestidores) o manipulación de alimentos.
- Otros: Dentro de esta clasificación se han volcado todos los costos asociados a la construcción edilicia pero que no son contemplados de forma directa. Se han tomado los accesorios utilizados durante la construcción como inodoros, cuadros de ducha y la grifería en general. También algunos que en si actúan como equipos, pero debido a sus características deben ser instalados y no se pueden considerar como mobiliario; por ejemplo, la báscula para camiones.

Los costos de construcción por m² para cada categoría contemplan costo de materiales y mano de obra, y fueron obtenidos a partir del cálculo aproximado establecido por las reglamentaciones emitidas por el Colegio de Agrimensura, el Colegio de Arquitectos, el Colegio de Técnicos y el Consejo de Ingenieros y Técnicos. Mientras que a los fines de la determinación de los aportes y contribuciones, se calculó el honorario profesional según Decreto N° 4761/51, N°1052/72.

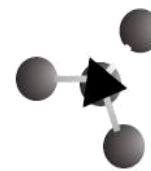
De esta manera tendremos la siguiente tabla:

Construcción Edilicia			
Acondicionamiento	Cantidad (m ²)	Precio (\$/m ²)	Total (\$)
Replanteo	2019	65	131.235,00
cercado	4092	60	245.520,00



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Subtotal	6111		376.755,00
Categoría 1			
	Cantidad (m ²)	Precio (\$/m ²)	Total (\$)
Área de Producción	1036,28	7856,45	8.141.442,72
Área de depósito	598,91	7856,45	4.705.306,47
Subtotal	1635,19		12.846.749,19
Honorarios Profesional			1.284.674,92
Aporte Profesional			18.638,98
Categoría 2			
	Cantidad (m ²)	Precio (\$/m ²)	Total (\$)
Administración	27,84	13105	364.843,20
Hall de Ingreso Atención al público	20,60	13105	269.963,00
Oficina de Gerencia	16,64	13105	218.067,20
Sala de Reuniones	24,55	13105	321.727,75
Garita Control de personal	8,50	13105	111.392,50
Oficina: Laboratorio, Ingeniería y Desarrollo	17,60	13105	230.648,00
Laboratorio	35,34	13105	463.130,70
Oficina Jefe Logística	22,80	13105	298.794,00
Oficina Jefe de Planta	17,11	13105	224.226,55
Taller	65,86	13105	863.095,30
Pasillos	50,92	13105	667.306,60
Subtotal			4.033.194,80
Honorarios Profesional			403.319,48
Aporte Profesional			33.621,32
Categoría 3			
	Cantidad (m ²)	Precio (\$/m ²)	Total (\$)
Vestuario y Baños Área producción	35,44	15156	537.128,64
Baños Área Administrativa	26,42	15156	400.421,52
Baños Área Oficinas	10,00	15156	151.560,00
Kitchenette	9,00	15156	136.404,00
Subtotal			1.225.514,16
Honorarios Profesional			122.551,42
Aporte Profesional			33.621,32
Otros			
	Cantidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Inodoros	12	2200	26.400,00
Bidets	2	2000	4.000,00
Lavabos, grifería y bachas	10	1800	18.000,00
Cuadros de Duchas	3	780	2.340,00
Báscula electrónica Bitrenes	1	300000	300.000,00
Subtotal			350.740,00



Total Construcción \$20.729.380,59

Tabla Nº 10.4: "Costo total de Construcción Edilicia."

Fuente: Elaboración Propia.

10.3.2.3 - Mobiliario.

Contempla todos los muebles y equipos necesarios para acondicionar las diferentes áreas. Se han considerado que no es recomendable cuantificar los útiles de oficina y pequeños accesorios, por lo que se establece un costo aproximado destinado a la adquisición de los mismos. El total del mobiliario se detalla a continuación:

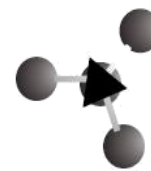
Mobiliario			
Item	Cantidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Sillas fijas	45	700	31.500,00
Sillón ejecutivo	7	1150	8.050,00
Escritorios	9	1500	13.500,00
Mesas ejecutivas	1	14000	14.000,00
Mesa cocina	1	2800	2.800,00
Armarios	4	3000	12.000,00
Computadoras	7	4500	31.500,00
Impresoras	1	2000	2.000,00
Proyectores	1	6000	6.000,00
Útiles	Varios	N/D	15.000,00
Anafes	1	15000	15.000,00
Frigo bar	1	4900	4.900,00
Aire Acondicionado	4	8000	32.000,00
Total Mobiliario			\$ 188.250,00

Tabla Nº 10.5: "Costo total Mobiliario."

Fuente: Elaboración Propia.

10.3.2.4 - Línea de Producción y Equipos Complementarios.

La línea de producción es de Origen Chino, por lo que su costo de adquisición a precio FOB (Free On Board – Libre a Bordo) una cláusula de comercio internacional que se utiliza para operaciones de compraventa en las que el transporte de la mercancía se realiza por barco, ya sea marítimo o fluvial es a precio dólar. Por lo tanto, al considerar que los costos de inversión y operación del proyecto son en pesos argentinos, es necesario hacer la conversión pertinente. Se ha tomado la cotización a 1U\$S= \$16,73, precio de la moneda



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

norteamericana en el mes que se hizo la compra de la línea y que está reflejado más adelante en el cronograma de inversiones. Por lo que el costo de la línea de producción será:

$$\text{Costo Línea de Prod. (\$)} = \text{U\$\$435.000} \times 16,73 \frac{\$}{\text{U\$\$}} = \$7.277.550$$

Los equipos complementarios son adquiridos en el mercado nacional a la moneda oficial de Argentina.

Línea de Producción y Equipos Complementarios			
Ítem	Cantidad	Precio unitario (\\$)	Total (\\$)
Línea de Producción	1	7277550	7.277.550,00
Silos y Sistema de alimentación	1	85000	85.000,00
Máquina Despaletizadora	1	160000	160.000,00
Total Maquinaria			\$7.522.550,00

Tabla Nº 10.6: "Costo total Línea de Producción y Equipos Complementarios."
Fuente: Elaboración Propia.

10.3.2.5 - Transporte de la Línea de Producción.

La misma es enviada en 4 (cuatro) containers (o contenedores) en una primera etapa desde el puerto de Shanghai, China hasta el Puerto de Buenos Aires, Argentina. Los costos en esta etapa están dolarizados, por lo que se toma la misma cotización que para el caso de la adquisición de la línea de producción, 1U\\$= \$16,73. Hay que considerar los siguientes costos asociados:

– *Flete:*

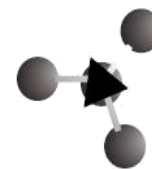
Costos de transporte Marítimo			
Ítem	Contenedor	Costo unitario (U\\$/Contenedor)	Costo (\\$)
Flete	4	1510	101.049,20

– *Seguro de flete marítimo:*

Costos de transporte Marítimo			
Ítem	Contenedor	Costo unitario (U\\$/Contenedor)	Costo (\\$)
Seguro Carga	1	VCx1,1x0,0055	44029,1775

Donde en el cálculo VC hace referencia al valor de la carga (\$7.277.550).

– *Otros aranceles aplicables a la carga:*



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Costos de transporte Marítimo			
Ítem	Contenedor	Costo unitario (U\$S/Contenedor)	Costo (\$)
TCH	4	300	20.076,00
ISPS	4	10	669,20
SEAL	4	10	669,20
DOCS	1	60	1.003,80
Mensajería para BL	4	70	4.684,40
Certificado Origen	4	150	10.038,00
Aduana CN T2	4	450	30.114,00
Total Aranceles			\$67.254,60

Además de estos, se considera el costo de transporte vía terrestre de los 4 containers desde el Puerto de Buenos Aires hasta el Partido de Azul, Provincia de Buenos Aires.

Servicio de transporte camión				
Km/Viaje (Ida + Vuelta)	Costo (\$/Km)	\$/Viaje	Cantidad de Viajes	Total
582	25	14550	4	\$ 58.200,00

A partir de la determinación de los costos anteriores podemos resumir los costos totales de transporte mediante la siguiente tabla:

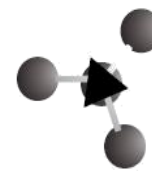
Transporte línea de Producción			
Ítem	Cantidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Flete marítimo (Shanghái-Buenos Aires)	1	101049,2	101.049,20
Seguro de flete marítimo	1	44029,1775	44.029,18
Otros aranceles aplicables a la carga total	1	67254,6	67.254,60
Honorarios Despachante de Aduana	1	3346	3.346,00
Flete local (Puerto Buenos Aires-Partido Azul)	4	14550	58.200,00
Total Transporte			\$270.532,98

Tabla Nº 10.7: "Costo total Transporte Línea de Producción."
Fuente: Elaboración Propia.

10.3.2.6 - Vehículos propios.

Ambos son adquiridos en el mercado nacional.

Vehículos Propios



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Ítem	Cantidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Montacargas	1	418.250	418.250,00
Utilitario	1	250.000	250.000,00
Costo total Vehículos			\$668.250,00

Tabla Nº 10.8: "Costo vehículos propios de la Empresa."

Fuente: Elaboración Propia

10.3.2.7 - Equipos de laboratorio.

Hace referencia al instrumental de laboratorio necesario, definido en el Capítulo 5 de Tecnología.

Equipamiento de Laboratorio			
Ítem	cantidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Densímetro laboratorio	1	16.700	16.700,00
Maquina Universal Ensayos	1	150.000	150.000,00
Máquina de prueba rasgado	1	41.750	41.750,00
Máquina prueba punzonado	1	40.152	40.152,00
Máquina ensayo agrietamiento	1	30.114	30.114,00
Maquina contenido negro de humo	1	6.692	6.692,00
Máquina dispersión Negro de humo	1	66.920	66.920,00
Máquina tiempo oxidación inducida	1	18.403	18.403,00
Cámara envejecimiento UV	1	75.285	75.285,00
Cámara envejecimiento térmico	1	70.266	70.266,00
Total			\$516.282,00

Tabla Nº 10.9: "Costo Equipos de Laboratorio."

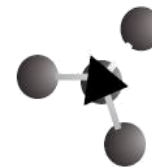
Fuente: Elaboración Propia

10.3.3 – Otras Inversiones Previas a la Puesta en Marcha.

Las mismas podrían considerarse dentro de los activos intangibles ya que claramente constituyen un servicio para la empresa, más que la adquisición de un bien de capital.

10.3.3.1 - Ensamble e Instalación:

En este ítem se ha considerado el ensamble e instalación de la línea de producción en el área de producción, los silos con sus respectivos sistemas de alimentación y la maquina despaletizadora. Desde la empresa proveedora de la línea de



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

producción ofrecen 4 profesionales para ensamblar la misma a un costo de U\$S 70 por día, por profesional. Además se trabajara con personal auxiliar que ayudara a ensamblarla y un sistema de grúas para descargar los containers con la máquina y ayudar a ensamblarla una vez que esté dentro del área de producción ya que esta alcanza una altura de 27 metros. El tiempo estimado para la instalación es de 24 días (días hábiles mes de Noviembre). Así tenemos el siguiente cuadro tarifario para esta etapa.

Ensamble e Instalación				
	u\$S/Día	Días	Remuneración (u\$S)	Remuneración (\$)
1 Profesional (Prov)	70	24	1680	\$ 28.106,40
4 Profesionales (Prov)	280	24	6720	\$ 112.425,60
Personal Auxiliar				\$ 11.242,56
Grúa				\$ 22.485,12
			Total	\$ 146.153,28

Tabla Nº 10.10: "Costo de Ensamble e Instalación."

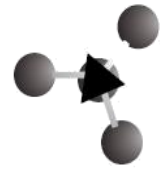
Fuente: Elaboración Propia.

10.3.3.2 - Puesta a punto y capacitación:

Los gastos de capacitación consisten en aquellos tendientes a la instrucción, adiestramiento y preparación del personal para el desarrollo de las habilidades y conocimientos que deben adquirir con anticipación a la puesta en marcha del proyecto.

Se realizaran las entrevistas a los distintos postulantes y se realizara la elección y contratación de los empleados necesarios que estarán abocados a trabajar en la línea de producción. La capacitación estará a cargo de 2 de los profesionales que instalen los equipos. Los costos de capacitación están representados por la remuneración de los 2 profesionales a cargo, (U\$S 70/día), 4 operarios (básico \$89,85/hora) y 2 operadores especializados (básico \$113,47/hora). Se trabajara en la capacitación y puesta punto durante los 24 días hábiles del último mes previo al arranque de operaciones de la empresa, y en un solo turno/día (8 horas). A partir de esto se calcula el costo total de dichas tareas.

Capacitación y Puesta a Punto					
	Cantidad	Días/mes	Horas/Mes	u\$S/Mes	\$/Mes
Profesionales (Prov.)	2	24	192	3360	\$ 56.212,80
Operador Especializado	2	24	192		\$ 43.572,48



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Operario	4	24	192	\$ 69.081,60
TOTAL				\$ 168.866,88

Tabla Nº 10.11: "Costo de Capacitación y Puesta a Punto."

Fuente: Elaboración Propia

10.3.4 – Cronograma de Inversiones.

Además de la reunión y sistematización de todos los antecedentes atinentes a las inversiones iniciales en activos fijos e intangibles del proyecto, se debe elaborar un calendario (o cronograma) de inversiones previas a la operación, que identifique los montos para invertir en cada periodo anterior a la puesta en marcha del proyecto. En nuestro caso se contempló que el tiempo estimado para realizar todas las actividades nombradas en los puntos anteriores antes de la puesta en marcha de la producción será de 1 año (12 meses).

Todas las inversiones previas a la puesta en marcha deben expresarse en el momento cero del proyecto. Para ello, puede capitalizarse el flujo resultante del calendario de inversiones a la tasa de costo de capital (tasa de descuento) del inversionista.

La importancia de determinar el momento en que tiene lugar cada inversión reside en la realización de la capitalización de cada una de ellas para poder llevar a cabo la sumatoria de las mismas en el momento antes del que antes hablábamos (comienzo de ejecución del proyecto).

Esto se lograra utilizando la tasa de descuento de proyecto de 17,085% para hallar una tasa proporcional mensual, la cual se calcula de la siguiente manera:

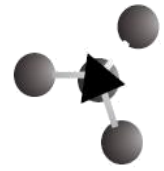
$$i_p = \frac{TNA}{N^{\circ} \text{Capitalizaciones por año}}$$

$$i_p = \frac{17,085\%}{12}$$

$$i_p = 1,42375\%$$

$$i_p = 0,0142375$$

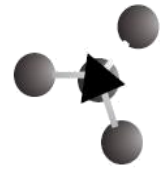
La mayoría de los proyectos consideran un ítem especial de imprevistos para afrontar aquellas inversiones no consideradas en los estudios y para contrarrestar posibles contingencias. Su magnitud suele calcularse como un porcentaje del total de inversiones, por lo que en nuestro caso decidimos tomar el valor de este ítem como el 3% del valor futuro (o momento cero) del total de la inversión.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

	MES												Valor Futuro		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
2017															
Inversión															
Constitución de la S.A.	60.080,00														\$ 71.187,85
Terreno	102.300,00	102.300,00	102.300,00	102.300,00											\$ 474.740,57
Limpieza y nivelación	143.220,00	143.220,00													\$ 337.016,10
Construcción		3.454.896,76	3.454.896,76	3.454.896,76	3.454.896,76	3.454.896,76	3.454.896,76								\$ 23.382.989,78
Mobiliario											94.125,00	94.125,00			\$ 192.289,39
Extrusora y equipos complementarios				2.256.765,00					5.265.785,00						\$ 8.135.105,67
Transporte marítimo línea de extrusión						215.678,98									\$ 234.771,73
Flete local (Buenos Aires-Azu)									58.200,00						\$ 61.585,95
Transporte Auxiliar							418.250,00			250.000,00					\$ 709.715,02
Equipamiento de Laboratorio											516.282,00				\$ 531.087,78
Ensamble e instalación											146.143,28				\$ 150.334,33
Puesta a punto y capacitación													168.886,88		\$ 171.291,41
Subtotal	305.600,00	3.700.416,76	3.557.196,76	5.813.961,76	3.454.896,76	3.454.896,76	3.670.575,74	418.250,00	5.323.985,00	250.000,00	756.550,28	263.011,88			\$ 34.452.115,60
Imprevistos (3%)															\$ 1.033.563,47
TOTAL															\$ 35.485.679,06

Tabla N° 10.12: "Cronograma de Inversiones."
Fuente: Elaboración Propia



Para calcular el valor de cada inversión o desembolso en el momento cero, se utilizó la fórmula para valor futuro:

$$VF = VA * (1 + i_p)^n$$

VF = Valor futuro al "momento cero".

VA = Valor de cada Inversión en el mes estimado en el calendario.

i_p = Tasa de descuento mensual.

n = numero de capitalizaciones hasta el "momento cero".

A partir de este cronograma vemos que el total de la inversión en el *Momento Cero* (o *Valor Futuro*) será de: **\$35.485.679,06**.

10.3.5 – Inversión en Capital de Trabajo.

La inversión en capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un *ciclo productivo*, para la capacidad y tamaño determinado; entendiéndose como ciclo productivo al proceso que se inicia con el primer desembolso para cancelar los insumos de la operación y termina cuando se venden los insumos, transformados en productos terminados, y se percibe el producto de la venta y queda disponible para cancelar nuevos insumos.

En consecuencia, para efectos de la evaluación del proyecto, el capital de trabajo inicial constituirá una parte de las inversiones de largo plazo, ya que forma parte del monto permanente de los activos corrientes necesarios para asegurar la operación del proyecto.

Existen 3 métodos para el cálculo del capital de trabajo, los cuales se aplican en diferentes circunstancias o tipos de proyectos. Estos son:

- Método Contable.
- Método del Periodo de Desfase.
- Déficit Acumulado Máximo.

En nuestro caso se utilizaran los últimos 2 para analizar el capital de trabajo del proyecto, ya que el primero se implementa por lo general en etapas posteriores a un estudio de prefactibilidad o a proyectos en funcionamiento.



10.3.5.1 - Método del Periodo de Desfase.

Este método consiste en determinar la cuantía de los costos de operación que debe 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 destinaran a financiar el periodo de desfase siguiente.

El cálculo de la inversión en capital de trabajo (ICT) se determina por la siguiente expresión:

$$ICT = \frac{Ca}{365} * n_d$$

Donde:

- *Ca*: Costo Anual.
- *n_d*: número de días de desfase.

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
\$ 16.544.659,12	\$ 14.307.845,15	\$ 15.122.678,65	\$ 15.026.834,23	\$ 15.210.952,45	\$ 14.400.801,22
Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
\$ 15.122.663,75	\$ 15.853.788,19	\$ 14.384.015,38	\$ 15.139.447,59	\$ 15.122.678,65	\$ 14.400.784,33
Egresos Anuales		\$ 180.637.148,71			

Tabla Nº 10.13: "Costos Anuales de Operación – Periodo de desfase."

Fuente: Elaboración Propia.

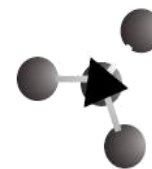
En nuestro caso se determinó que el número de días de desfase (*n_d*) será de 90 días, mientras que el costo anual de operación del proyecto asciende a **\$180.637.148,71**, por lo que la ICT será de:

$$ICT = \frac{\$180.637.148,71}{365 \text{ dias}} * 90 \text{ dias}$$

$$ICT = \$44.540.666,8$$

10.3.5.2 - Método del Déficit Acumulado Máximo.

Determinar la inversión en capital de trabajo por este método supone calcular para cada mes los flujos de ingresos y egresos proyectados, se calcula el saldo resultante, y posteriormente el saldo acumulado mes a mes. Se toma como ICT



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

para financiar la operación norma del proyecto, el máximo saldo deficitario acumulado, ya que este refleja la cuantía de los recursos a cubrir para que se mantenga el nivel de operación que permitió su cálculo. El déficit acumulado máximo siempre deberá estar disponible, ya que siempre existirá un desfase entre ingresos y egresos.

Sin Anticipo total a 90 días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Egresos	16.544.659,12	14.307.845,15	15.122.678,65	15.026.834,23	15.210.952,45	14.400.801,22
Ingresos	0	0	0	20398065,78	17566606,22	19415722,67
Total	- 16.544.659,12	- 14.307.845,15	- 15.122.678,65	5.371.231,55	2.355.653,77	5.014.921,44
Deficit Acumulado máximo			- 45.975.182,92			

Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
15.122.663,75	15.853.788,19	14.384.015,38	15.139.447,59	15.122.678,65	14.400.784,33
18491164,44	19415722,67	18491164,44	18930329,6	20340280,89	17624391,11
3.368.500,69	3.561.934,47	4.107.149,06	3.790.882,01	5.217.602,24	3.223.606,79

Tabla N° 10.14: "Déficit Acumulado Máximo."

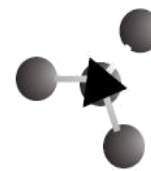
Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, el déficit acumulado máximo se registrara en el mes de Marzo, y asciende a **\$45.975.182,92**, valor aproximado muy similar al calculado mediante el método del periodo de desfase.

10.4 - ESTRUCTURA DE COSTOS.

Establecido el capital necesario en lo que respecta a las inversiones del proyecto, se está ahora en condiciones de establecer en forma aproximada la estructura de costos de la operación del mismo, siguiendo un determinado criterio de clasificación. En este caso analizaremos los costos según su comportamiento frente al nivel de actividad o producción. Así podremos diferenciar entre *costos fijos* y *costos variables*, y analizar su incidencia sobre el desarrollo de la operación del proyecto.

Aquellos costos que vienen dolarizados se han convertido a pesos utilizando la cotización del dólar del día 29/06/2017, el cual fue de 1 U\$S= \$16,73. Debido a la fluctuación de la divisa, los costos variaran dependiendo de la cotización de la misma para un momento dado.



10.4.1 – Costos Fijos.

Un costo fijo, es una erogación en que la empresa debe incurrir obligatoriamente, independientemente del nivel de operación en el que se encuentre, razón por la cual son tan importantes en la estructura financiera de cualquier empresa. Sumados a estos encontraremos aquellos costos fijos distribuidos (o no erogables) que si bien no constituyen erogaciones financieras, representan un costo desde el punto de vista económico y deberán tenerse en cuenta en la determinación del flujo de caja del proyecto. A continuación analizaremos en detalle cada uno de ellos:

10.4.1.1 - Personal Permanente.

Representan al personal que tiene una remuneración fija mensual, independientemente de que la línea de producción funcione. En el siguiente cuadro se ha realizado el cálculo tanto del sueldo bruto mensual, los aportes personales y contribuciones patronales para poder calcular el monto total anual en sueldo del personal permanente. En el *Anexo II* se presenta la liquidación de sueldos completa.

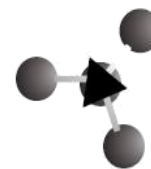
COSTOS FIJOS DE MANO DE OBRA (PERSONAL PERMANENTE)	Personal	Sueldo básico (\$/Mes)	Extra (vacaciones, aguinaldo, etc) (\$/Mes)	Sueldo Bruto (\$/Mes)	Total Anual empleados	Contribuciones Patronales Anuales	Prevision por despidos Anual (20%)	Total Anual
	Cantidad	\$	0,6	\$	\$	0,27	\$	\$
Gerente general	1	28.125	16.875	45.000	540.000	145.800	108.000	\$ 793.800
Jefe de Logística y Almacén	1	18.500	11.100	29.600	355.200	95.904	71.040	\$ 522.144
Operario de Almacén	2	15.800	9.480	25.280	606.720	163.814	121.344	\$ 891.878
Jefe Administrativo y comercial (nivel 5)	1	22.048	13.229	35.277	423.322	114.297	84.664	\$ 622.283
Encargado Comercial (Nivel 4)	1	13.077	7.846	20.923	251.075	67.790	50.215	\$ 369.080
Secretario Administrativo (Nivel 2)	1	18.248	10.949	29.197	350.362	94.598	70.072	\$ 515.032
Jefe de Ing. Y Desarrollo	1	19.000	11.400	30.400	364.800	98.496	72.960	\$ 536.256
Encargado de Calidad(mes)	1	17.600	10.560	28.160	337.920	91.238	67.584	\$ 496.742
Auxiliar de Laboratorio (mes)	1	15.000	9.000	24.000	288.000	77.760	57.600	\$ 423.360
Jefe o encargado de Planta	1	22.000	13.200	35.200	422.400	114.048	84.480	\$ 620.928
Encargado de Seguridad e Higiene	1	18.000	10.800	28.800	345.600	93.312	69.120	\$ 508.032
Personal de Limpieza	1	8.500	5.100	13.600	163.200	44.064	32.640	\$ 239.904
								\$ 6.539.439

Tabla Nº 10.15: “Remuneración Anual del Personal Permanente.”

Fuente: Elaboración Propia.

10.4.1.2 - Depreciaciones y Amortizaciones.

A continuación se puede observar la depreciación de cada uno de los activos que se tendrán en cuenta como parte de los costos:



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Bienes	Valor inicial del bien V_0 (\$)	Tipo de bien	Vida útil (años)	Depreciación anual (%)	Depreciación Anual (\$)	Valor Residual a 10 años V_R (\$)
Construcción Edilicia	20.729.380,59	Inmuebles	50	4%	\$ 829.175,22	12.437.628,35
Mobiliario	133.750,00	Muebles y Útiles	10	10%	\$ 13.375,00	0,00
Computadora, impresora, proyector	39.500,00	Equipos de Computación	5	20%	\$ 7.900,00	0,00
Equipamiento de Laboratorio	516.282,00	Maquinaria	10	10%	\$ 51.628,20	0,00
Línea de producción y equipos complementarios	7.522.550,00	Maquinaria e Instalaciones	10	10%	\$ 752.255,00	0,00
Vehículos propios	668.250,00	Rodados	5	20%	\$ 133.650,00	0,00
Total					\$ 1.787.983,42	

Tabla Nº 10.16: "Depreciación Anual."

Fuente: Elaboración Propia.

En lo que respecta a las amortizaciones de activos intangibles, se amortizará el costo de constitución de la empresa en un periodo de 2 años a razón de **\$30.040** anuales.

Por lo que el total anual entre amortizaciones y depreciaciones, para los dos primeros años asciende a:

$$\text{Total Anual} = \text{Dep.} + \text{Amort.}$$

$$\text{Total Anual} = \$1.787.983,42 + \$30.040$$

\$1.818.023,42

En la siguiente tabla vemos las depreciaciones y amortizaciones anuales para los diez años de duración del proyecto.

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depreciaciones y Amortizaciones	\$1.818.023,42	\$ 1.818.023,42	\$1.787.983,42	\$ 1.787.983,42	\$1.787.983,42	\$ 1.646.433,42	\$1.646.433,42	\$1.646.433,42	\$1.646.433,42	\$ 1.646.433,42
Valor residual										\$12.437.628,35

10.4.1.3 - Bienes y Servicios.

Se tabulan los costos más representativos en este rubro y se aproximan los de los mismos tratando de reflejar los valores más cercanos a los de mercado.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Bienes y Servicios	Tarifa (\$/mes)	Costo Anual
Agua potable	438	\$ 5.256,00
Gas Natural	1385	\$ 16.620,00
Internet y servicio de telefonía fija	976	\$ 11.712,00
Útiles	1200	\$ 14.400,00
Art. De Limpieza	1000	\$ 12.000,00
Publicidad	2000	\$ 24.000,00
Combustible	3500	\$ 42.000,00
Seguro automotor (utilitario)	900	\$ 10.800,00
		\$ 136.788,00

Tabla Nº 10.17: "Costos Anual de Bienes y Servicios."
Fuente: Elaboración Propia.

10.4.1.4 - Servicios de Terceros.

Hay ciertos servicios que serán tercerizados, dentro de los más representativos encontramos la Asesoría Externa, para lo cual se contratara a un estudio contable que lleve las cuentas de la empresa y una empresa de Seguridad Privada la cual trabajara las 24hs.

Servicios de Terceros	Tarifa (\$/mes)	Costo Anual
Asesoría Externa	2500	\$ 30.000,00
Seguridad Privada	18000	\$ 216.000,00
		\$ 246.000,00

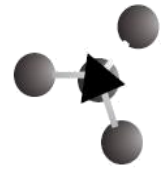
Tabla Nº 10.18: "Costos Anual de Servicios Tercerizados."
Fuente: Elaboración Propia.

10.4.1.5 - Impuestos.

Tal como se especificó en el Capítulo 8 de Aspectos Jurídicos, según lo establecido en la Ley Provincial Nº 13.656 de Promoción Industrial, se exime por un lapso de 10 años del 100% del pago del Impuesto Inmobiliario, Impuesto a los Ingresos Brutos, Sellos e Impuesto Automotor.

10.4.1.6 – Total Costos Fijos.

TOTAL COSTO FIJOS ANUALES		
Ítem	Costo Total (\$/Año)	% Incidencia



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Personal Permanente	\$ 6.539.439,00	74,82%
Depreciaciones y Amortizaciones	\$ 1.818.023,42	20,80%
Bienes y Servicios	\$ 136.788,00	1,57%
Servicios de Terceros	\$ 246.000,00	2,81%
TOTAL	\$ 8.740.250,42	100,00%

Tabla N° 10.19: "Total Costos Fijos Anuales."

Fuente: Elaboración Propia.

Para ver el grado de incidencia de cada ítem de mejor manera, lo podemos representar gráficamente:

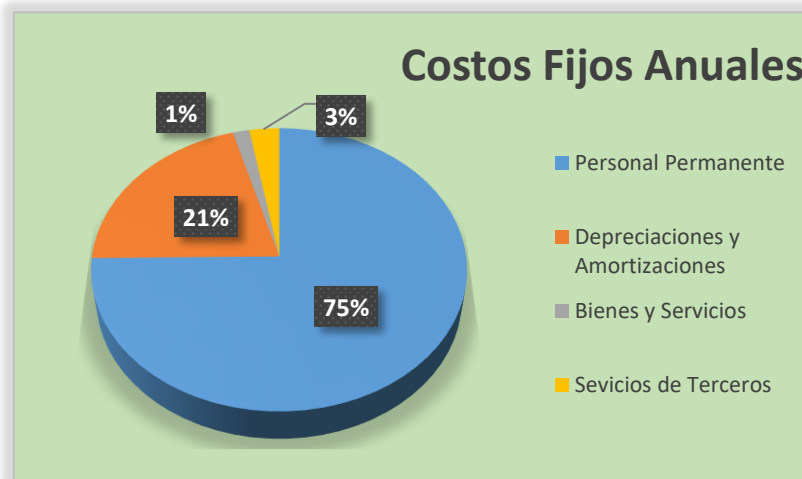


Fig. N°10.1: "Distribución Porcentual Costos Fijos Anuales".

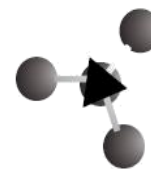
Fuente: Elaboración Propia.

10.4.2 - Costos Variables.

Los costos variables, por su parte, hacen referencia a los costos que varían dependiendo del nivel de producción, es decir, todos aquellos costos que aumentan o disminuyen según aumente o disminuya la producción.

10.4.2.1 - Mano de Obra Directa.

En este caso se consideró al personal que obtiene una remuneración por horas trabajadas (horas/hombre), con turnos de 8 horas diarias, según los cargos establecidos en el organigrama de la empresa incluido en el Capítulo 6.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

En este punto se expondrá un resumen de los sueldos anuales por cargo, y en el *Anexo II* se adjunta el cálculo completo de los mismos. Así tenemos las siguientes remuneraciones anuales por tipo de cargo:

- **Oficiales de Mantenimiento:**

1 persona		
Cargo	\$/hora	\$/turno
Oficial de Mantenimiento	125,96	1007,68
Bruto Total Anual	\$ 396.622,85	
Contribuciones Patronales Anuales(0,27)	\$ 107.088,17	
Previsión por despidos Anual (20%)	\$ 79.324,57	
Total Anual (2 oficiales)	\$ 1.166.071,17	

Tabla N° 10.20: "Remuneración Anual para los 2 Of. de Mantenimiento."
Fuente: Elaboración Propia.

- **Medios Oficiales de Mantenimiento.**

1 persona		
Cargo	\$/hora	\$/turno
1/2 Oficial de Mantenimiento	117,28	938,24
Bruto Total Anual	\$ 369.291,26	
Contribuciones Patronales Anuales(0,27)	\$ 99.708,64	
Previsión por despidos Anual (20%)	\$ 73.858,25	
Total Anual (Dos 1/2 oficiales)	\$ 1.085.716,32	

Tabla N° 10.21: "Remuneración Anual para los 2 Medios Of. de Mantenimiento."
Fuente: Elaboración Propia.

- **Operadores Especializados.**

1 persona		
Cargo	\$/hora	\$/turno
Operador especializado	113,47	907,76
Bruto Total Anual	\$ 357.294,34	



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Contribuciones Patronales Anuales(0,27)	\$ 96.469,47
Previsión por Despidos Anual (20%)	\$ 71.458,87
Total Anual (2 operadores)	\$ 1.050.445,35

Tabla Nº 10.22: "Remuneración Anual para los 2 Op. Especializados."
Fuente: Elaboración Propia.

- **Operarios.**

1 persona		
Cargo	\$/hora	\$/turno
Operario	89,85	718,8
Bruto Total Anual		\$ 282.919,68
Contribuciones Patronales Anuales(0,27)		\$ 76.388,31
Previsión por despidos Anual (20%)		\$ 56.583,94
Total Anual (4 operarios)		\$ 1.663.567,72

Tabla Nº 10.23: "Remuneración Anual para los 4 Operarios."
Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que el total anual en remuneraciones de la mano de obra directa asciende a **\$4.965.800,87**.

10.4.2.2 - Materias Primas.

A partir de lo estimado en el Capítulo 6, donde se realizó el programa de abastecimiento anual para cumplir con la producción estipulada, se definen los costos de adquisición de las mismas. Para aquellas que se comercializan a precio dólar, pero se abonan en pesos, se utilizó la equivalencia de 1U\$= \$16,73, el mismo valor con el que se ha venido trabajando a lo largo del proyecto. Los detalles del cálculo de consumo mensual y anual se encuentran en el *Anexo II*.

- **Resina Virgen de HDPE.**

La resina utilizada es la que comercialmente se conoce como NG7000 de Dow Chemical - Argentina.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Resina HDPE "NG7000"			
Toneladas Anuales	u\$s/Tonelada	Cotización u\$s	Costo Total Anual \$
6212,25	1480	\$ 16,73	\$ 153.817.794,90

Tabla N° 10.24: "Costo Anual de Resina Virgen de HDPE NG7000."
Fuente: Elaboración Propia.

- **Masterbatch Predisperso.**

El Masterbatch predisperso es el que comercialmente se conoce como PLASBLAK LL4752 de Cabot Argentina.

Masterbatch PlasBlack LL4752			
Toneladas Anuales	u\$s/Tonelada	Cotización u\$s	Costo Total Anual \$
126,5	2200	\$ 16,73	\$ 4.655.959,00

Tabla N° 10.25: "Costo Anual de Masterbatch PlasBlack LL4752".
Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que el costo total en materias primas asciende a **\$158.473.753,9** por año. Además podemos resaltar el grado de incidencia de los costos de cada materia prima sobre el costo total anual de su adquisición mediante el siguiente gráfico:

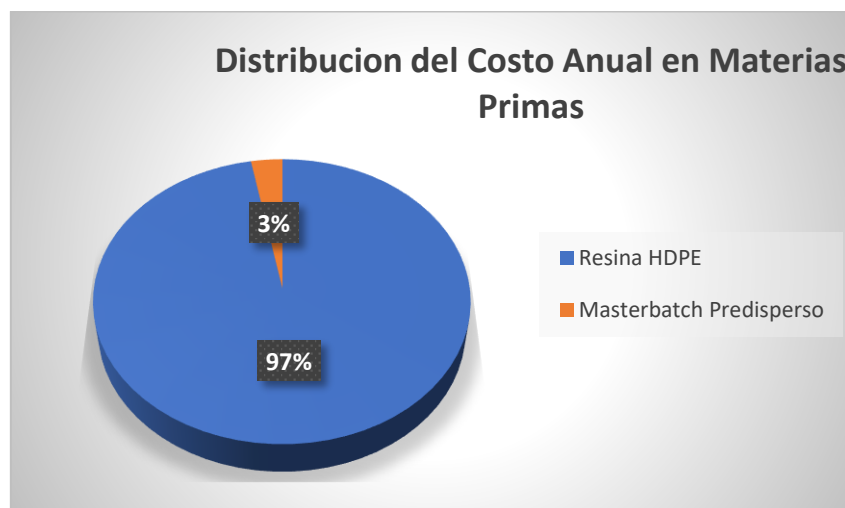
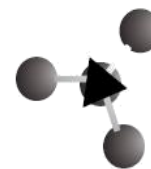


Fig. N°10.2: "Distribución Porcentual del Costo Anual de Materias Primas".
Fuente: Elaboración Propia.



10.4.2.3 - Suministros e Insumos.

En estos puntos se expresan las cantidades y costos anuales, el cálculo de tallado de los mismos se hizo a partir del programa de abastecimiento expuesto en el capítulo 6 y se encuentran adjuntos en el *Anexo II*.

- **Cinta Autoadhesiva.**

Cinta Autoadhesiva (Cajas de 6 unidades)		
Total Cajas/Año	\$/Caja	Costo Total Anual \$
165	\$ 16,90	\$ 2.788,05

Tabla Nº 10.26: "Costo Anual de Cinta Autoadhesiva".

Fuente: Elaboración Propia.

- **Bobinas de Fleje Plástico.**

Bobinas de Fleje Plástico		
Total Bobinas/Año	\$/Bobina	Costo Total Anual \$
91	\$ 28,77	\$ 2.618,07

Tabla Nº 10.27: "Costo Anual de Bobinas de Flejes Plásticos".

Fuente: Elaboración Propia.

- **Hebillas de Sujeción.**

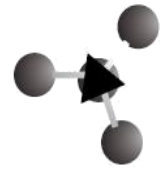
Hebillas de Sujeción (Bolsas de 25 Kg)		
Total Bolsas/Año	\$/Bolsa	Costo Total Anual \$
36	\$ 30,20	\$ 1.087,20

Tabla Nº 10.28: "Costo Anual de Hebillas de Sujeción".

Fuente: Elaboración Propia.

- **Tubos de Cartón.**

Tubos de Cartón		
Total Tubos/Año	\$/Tubo	Costo Total Anual \$
46656	\$ 43,80	\$ 2.043.532,80



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Tabla N° 10.29: "Costo Anual de Tubos de Cartón".

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que el total anual en suministros e insumos asciende a **\$2.050.026,12**.

10.4.2.4 - Transporte de Materias Primas e Insumos.

En estos puntos se expresan las cantidades y costos anuales, el cálculo de tallado de los mismos se hizo a partir del programa de abastecimiento expuesto en el capítulo 6 y se encuentran adjuntos en el *Anexo II*.

- **Resina Virgen HDPE.**

Transporte Resina HDPE NG7000				
Km (ida + vuelta)	\$/Km	Costo/Viaje	Total Viajes/Año	Costo Total Transporte
700	\$ 18,90	\$ 13.230,00	251	\$ 3.320.730,00

Tabla N° 10.30: "Costo Anual Transporte Resina HDPE".

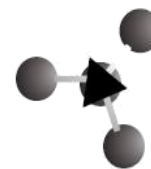
Fuente: Elaboración Propia.

- **Masterbatch Predisperso + Pallet consolidado.**

En este caso para ahorrar costos de transporte, se opta por comprar bimestralmente el Masterbatch junto con lo que llamamos pallet consolidado que contiene las Hebillas, Flejes y cinta autoadhesiva y se compra a la empresa Flashpack y enviarlos en un mismo viaje. Por lo que primero se cargan los pallets de Masterbatch en la empresa Cabot, luego se busca el pallet consolidado en la empresa Flashpack para llevar la carga completa hasta el parque Industrial de Azul, Provincia de Buenos Aires.

Distancia entre:	Km
Cabot y FlashPack	65,1
FlashPack-Azul	310
Total Cabot-Flashpack-Azul	375,1
Total ida + vuelta	750,2

Transporte Masterbatch + Pallet Consolidado				
Km (ida + vuelta)	\$/Km	Costo/Viaje	Total Viajes/Año	Costo Total Anual
750,2	\$ 18,90	\$ 14.178,78	6	\$ 85.072,68



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Tabla Nº 10.31: "Costo Anual Transporte de Masterbatch y Pallet Consolidado".
Fuente: Elaboración Propia.

- **Tubos de Cartón.**

Transporte Tubos de Cartón				
Km (ida + vuelta)	\$/Km	Costo/Viaje	Total Viajes/Año	Costo Total Transporte
666	\$ 18,90	\$ 12.587,40	27	\$ 339.859,80

Tabla Nº 10.32: "Costo Anual Transporte Tubos de Cartón".
Fuente: Elaboración Propia.

Lo que suma un costo total en transporte de **\$3.745.662,48** anuales.

10.4.2.5 - Suministro Eléctrico.

A continuación se expresa el detalle anual entre cargos fijos y variables del servicio. En el *Anexo II* se encuentra en detalle el consumo mensual según las horas trabajadas y el cálculo anual final, junto a la tarifa eléctrica del parque Industrial de Azul.

SUMINISTRO ELÉCTRICO		
Potencia Contratada (KW)		Costo Consumo Eléctrico Anual
1450		
Cargo eléctrico T3AT	Tarifa	
Cargo Fijo (\$/mes)	849,33	10.191,96
Cargo por potencia en Pico (\$/Kw-mes)	6,89	119.886,00
Cargo por potencia fuera Pico (\$/kW-mes)	6,12	106.488,00
Cargo variable por energía demandada en Pico (\$/kWh)-(5hs/día)	0,7454	1.065.370,40
Cargo variable por energía demandada en Resto (\$/kWh)-(13hs/día)	0,7394	3.166.746,68
Cargo variable por energía demandada en Valle (\$/kWh)-(8hs/día)	0,7317	10.799,89
		\$ 4.479.482,94

Tabla Nº 10.33: "Costo Anual Suministro Eléctrico".
Fuente: Elaboración Propia.

10.4.2.5 - Total Costos Variables.

TOTAL COSTOS VARIABLES ANUALES



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Ítem	Costo Total (\$/Año)	% Incidencia
Mano de Obra Directa	\$ 4.965.800,87	2,86%
Materias Primas	\$ 158.473.753,90	91,23%
Suministros e Insumos	\$ 2.050.026,12	1,18%
Transporte de M.P. e Insumos	\$ 3.745.662,48	2,16%
Suministro Eléctrico	\$ 4.479.482,94	2,58%
TOTAL	\$ 173.714.726,31	100,00%

Tabla Nº 10.34: "Total Costos Variables Anuales".
Fuente: Elaboración Propia.

Para ver el grado de incidencia de cada ítem de mejor manera, lo podemos representar gráficamente:

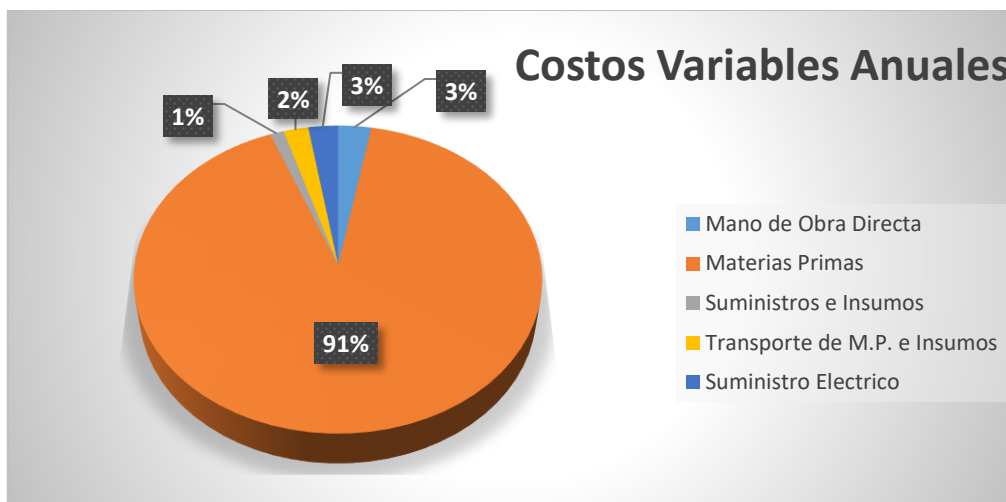
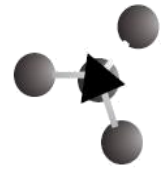


Fig. Nº10.3: "Distribución Porcentual Costos Variables Anuales".
Fuente: Elaboración Propia.

A partir de los datos de costos variables y del gráfico anterior podemos ver la gran incidencia que tiene el *costo de adquisición de las materias primas* sobre el resto de los costos variables.

10.4.3 - Costos Totales.

TIPO DE COSTO	\$/Año	% Incidencia
Costos Fijos	\$ 8.740.250,42	4,79%



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Costos Variables	\$ 173.714.726,31	95,21%
Costo Total	\$ 182.454.976,73	100,00%

Tabla N° 10.35: "Total Costos Anuales".
Fuente: Elaboración Propia.

Mediante el siguiente grafico podemos ver mejor la distribución entre costos fijos y variables sobre el total de los costos anuales, el cual refleja de mejor manera la gran incidencia que tienen estos últimos sobre los costos totales de operación del proyecto.

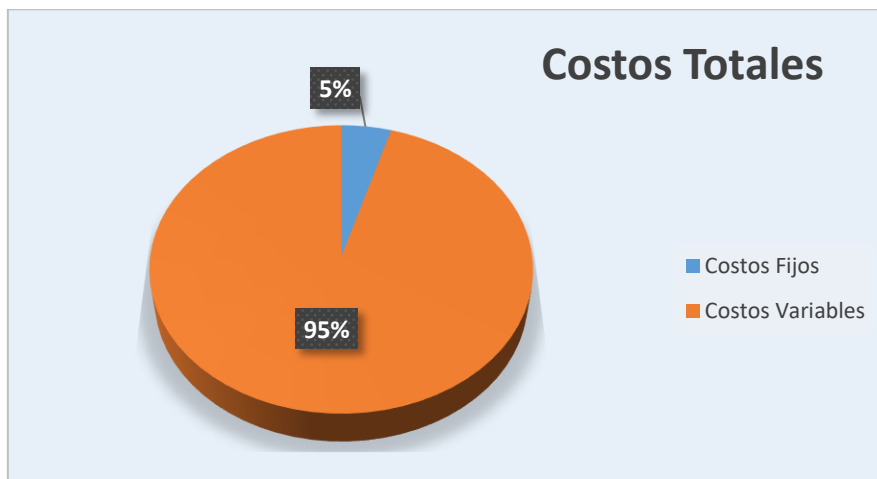
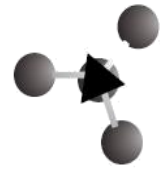


Fig. N°10.4: "Distribución Porcentual de Costos Totales".
Fuente: Elaboración Propia.

10.5 - PUNTO DE EQUILIBRIO.

El punto de equilibrio económico es una herramienta de control y gestión de negocios, la cual representa el mínimo de facturación necesario para cubrir todos los costos fijos y variables sin que exista perjuicio; o dicho de otra forma es el volumen de ventas para el cual no se gana ni se pierde, es decir, los ingresos totales por ventas se igualan a los costos totales.

Determinados los costos fijos y variables, para luego sumarlos y obtener los costos totales, se pueden representar en un gráfico en función de la cantidad de rollos de geomembranas producidos en un año, y a la vez representar los ingresos que se generarían para esas cantidades de rollos si fueran vendidos.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Para estimar los ingresos es necesario determinar el Precio de Venta del producto, el cual esta detallado en el punto de beneficios del proyecto.

Unidades	Cvu	CFu	CV	CF	CT	Ingresos	Punto de equilibrio
0	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 0,00	\$ 8.740.250,13	\$ 8.740.250,13	\$ 0,00	NEGATIVO
500	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 9.368.726,24	\$ 8.740.250,13	\$ 18.108.976,37	\$ 12.286.512,00	NEGATIVO
1000	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 18.737.452,49	\$ 8.740.250,13	\$ 27.477.702,62	\$ 24.573.024,00	NEGATIVO
1500	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 28.106.178,73	\$ 8.740.250,13	\$ 36.846.428,86	\$ 36.859.536,00	POSITIVO
2000	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 37.474.904,97	\$ 8.740.250,13	\$ 46.215.155,10	\$ 49.146.048,00	POSITIVO
2500	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 46.843.631,22	\$ 8.740.250,13	\$ 55.583.881,35	\$ 61.432.560,00	POSITIVO
3000	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 56.212.357,46	\$ 8.740.250,13	\$ 64.952.607,59	\$ 73.719.072,00	POSITIVO
3500	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 65.581.083,70	\$ 8.740.250,13	\$ 74.321.333,83	\$ 86.005.584,00	POSITIVO
4000	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 74.949.809,94	\$ 8.740.250,13	\$ 83.690.060,08	\$ 98.292.096,00	POSITIVO
4500	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 84.318.536,19	\$ 8.740.250,13	\$ 93.058.786,32	\$ 110.578.608,00	POSITIVO
5000	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 93.687.262,43	\$ 8.740.250,13	\$ 102.427.512,56	\$ 122.865.120,00	POSITIVO
5500	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 103.055.988,67	\$ 8.740.250,13	\$ 111.796.238,81	\$ 135.151.632,00	POSITIVO
6000	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 112.424.714,92	\$ 8.740.250,13	\$ 121.164.965,05	\$ 147.438.144,00	POSITIVO
6500	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 121.793.441,16	\$ 8.740.250,13	\$ 130.533.691,29	\$ 159.724.656,00	POSITIVO
7000	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 131.162.167,40	\$ 8.740.250,13	\$ 139.902.417,53	\$ 172.011.168,00	POSITIVO
7500	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 140.530.893,65	\$ 8.740.250,13	\$ 149.271.143,78	\$ 184.297.680,00	POSITIVO
8000	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 149.899.619,89	\$ 8.740.250,13	\$ 158.639.870,02	\$ 196.584.192,00	POSITIVO
8500	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 159.268.346,13	\$ 8.740.250,13	\$ 168.008.596,26	\$ 208.870.704,00	POSITIVO
9000	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 168.637.072,38	\$ 8.740.250,13	\$ 177.377.322,51	\$ 221.157.216,00	POSITIVO
9271	\$ 18.737,45	\$ 942,75	\$ 173.714.922,00	\$ 8.740.250,13	\$ 182.455.172,13	\$ 227.816.505,50	POSITIVO

Tabla N° 10.36: "Datos para determinar el Punto de Equilibrio".
 Fuente: Elaboración Propia.

Mediante estos datos se puede obtener el *punto de equilibrio* gráficamente:

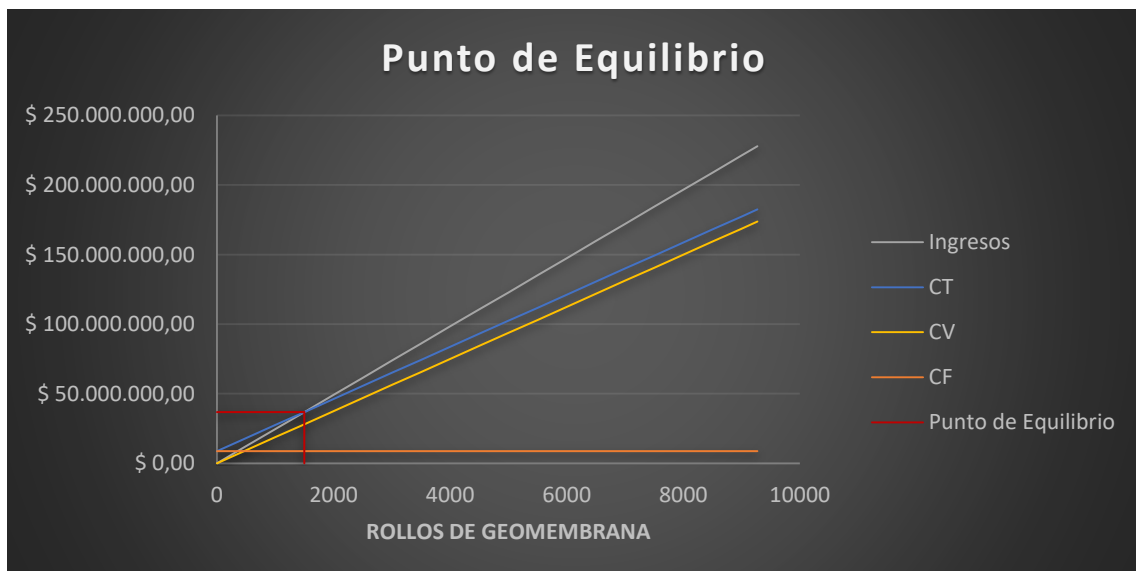


Fig. N°10.5: "Punto de Equilibrio".
 Fuente: Elaboración Propia.



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Es notable el peso que tienen los costos variables sobre los costos fijos en comparación con los costos fijos, esto se debe a que las mayores erogaciones realizadas en el proyecto se deben a los costos de las materias primas y los volúmenes utilizados. Además, se puede apreciar la intersección entre los costos totales y los ingresos por ventas, lo cual marca el punto de equilibrio económico del proyecto.

Este se puede expresar de dos maneras, en “cantidad de unidades” o en “valor”, lo cual haremos a continuación:

$$Ing. = P_v * q_v$$

$$C.Total = C_{FT} + C_{VU} * q_v$$

Igualando y despejando:

$$q_v = \frac{C_{FT}}{P_v - C_{VU}}$$

$$q_v = \frac{\$8.740.250,13}{\$24.573,02/\text{Rollo} - \$18.737,45/\text{Rollo}}$$

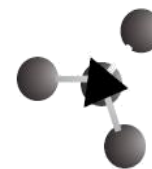
$$q_v = 1498 \text{ Rollos}$$

Expresándolo en *Valor*, utilizando cualquiera de las fórmulas de ingresos o costos totales tenemos:

$$Ing. = \$24.573,02 * 1498$$

$$Ing. = C.Total = \$36.810.383,96$$

Estos datos nos dan la pauta, a priori, que vendiendo 1498 rollos de geomembranas de 480m² cada una se igualaran los ingresos con los costos totales y de ese punto en adelante comenzaríamos a tener ganancias. En puntos posteriores se estudiara la factibilidad del proyecto teniendo en cuenta las inversiones y otros posibles beneficios, lo cual aporta información de mayor relevancia para la toma de decisiones.



10.6 - BENEFICIOS DEL PROYECTO.

10.6.1 - Precio de Venta.

En función a lo establecido en el Capítulo 1, el mercado en el cual comercializaremos los rollos de Geomembranas de HPDE es un oligopolio, por lo tanto a la hora de establecer el precio de venta del producto, tomaremos uno similar al que se maneja en el mercado nacional. También tendremos en cuenta el costo total (costo fijo + costo variable) y la producción anual.

Al analizar el precio de la competencia, no encontramos que se comercialicen rollos en las mismas medidas en que los produciríamos nosotros, ni medidas similares entre los que comercializa el resto de los competidores, por lo que a la hora de tomar un precio referencial se hará en función del valor del m² de geomembrana.

El precio referencial es de u\$s 3,06 para la geomembrana de HDPE de fabricación nacional, el cual no tiene en cuenta costos de transporte ni IVA, por lo tanto nuestro precio será igual a este. Comparándolo con los precios del m² en que se consiguen las geomembranas importadas, el de fabricación nacional está por debajo de este, que ronda los u\$s 5 por m², lo cual es alentador a la hora de salir a competir en el mercado.

El precio final estará ajustado por las medidas del rollo (cantidad de m²) y su valor en pesos argentinos se ajustara por la cotización del dólar a la hora de realizar la venta. Para llevar a cabo el análisis económico del proyecto, como se ha establecido en puntos anteriores, se tomó un tipo de cambio referencial.

Así el precio final de venta será:

Precio de Venta Rollo de Geomembrana HDPE				
u\$s/m ²	m ² /Rollo	Precio/Rollo (u\$s)	Tipo de Cambio (\$/u\$s)	Precio/Rollo (\$)
3,06	480	u\$s 1468,8	16,73	\$ 24.573,02

Tabla N° 10.37: "Precio de Venta".

Fuente: Elaboración Propia.



Durante el tiempo estimado de duración del proyecto, no se realizara venta de activos que pudieran generar un ingreso extra, como así tampoco aquellos residuos o desechos de producción que pueden comercializarse como “scrap” y obtener una rentabilidad de estos, por lo que los ingresos por venta del producto son el único recurso disponible para enfrentar los compromisos financieros del proyecto. Sin embargo existe otro beneficio que debe considerarse para medir la rentabilidad de la inversión, pero que no es un recurso disponible, el valor de desecho del proyecto.

10.6.2 – Valor de Desecho.

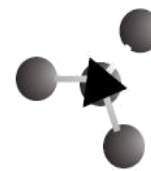
La estimación del valor que podría tener un proyecto después de varios años de operación es una tarea de por si compleja. Muchas veces el factor decisivo entre varias opciones de inversión lo constituye el valor de desecho.

Al respecto existen tres métodos posibles de usar para calcular el valor remanente que tendrá la inversión en el horizonte de su evaluación, y aunque cada uno conduce a un resultado diferente, su inclusión aporta, en todos los casos, información valiosa para tomar la decisión de aceptar o rechazar el proyecto.

En nuestro caso, en el punto de costos fijos, se aplicó el “*método contable*”, ya que es un método conservador y recomendable de utilizar en niveles de prefactibilidad, ya que compensa la falta de precisión en algunas estimaciones de costos y beneficios. Este método contempla que una vez transcurrida la vida útil de los activos, estos no tienen valor en el mercado. Sin embargo, es necesario tener presente que, cuanto más se empleen criterios conservadores en la formulación del proyecto, más negativos serán siempre los resultados arrojados por la evaluación.

De esta manera, el valor de desecho se calculara como la sumatoria del valor de libro que tengan los activos al momento de cumplirse el horizonte de evaluación del proyecto.

Así, remontándonos a datos de la *Tabla N°10.16* vemos que el valor de desecho al cabo de los diez años de duración del proyecto, por la depreciación de los activos, asciende a **\$12.437.628**



10.6.3 – Flujo de Caja del Proyecto.

La proyección del flujo de caja constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto, ya que la evaluación del mismo se efectuara sobre los resultados que se determinen en ella.

La información básica para realizar esta proyección está contenida en los estudios de mercado, técnico y organizacional, ya que cada uno de ellos definió los recursos básicos necesarios para la operación óptima en cada área y cuantifico los costos de su utilización; como así también en el cálculo de los beneficios.

Habiendo determinado todos los elementos necesarios para construir el flujo de caja del proyecto, se plantea como hipótesis inicial del estudio y a los fines del análisis, un horizonte de evaluación de 10 años.

El cálculo del flujo de caja comienza con el planteamiento de los ingresos esperados por la venta del producto y los costos totales de operación para cada ejercicio. De esta manera puede establecerse la utilidad antes de impuesto (impuesto a las ganancias) y así la utilidad neta. Sigue la corrección por depreciaciones y amortizaciones. Finalmente aparecen las inversiones fijas y el capital de trabajo, y termina la estructuración el valor de desecho o residual.

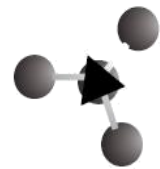
A continuación observamos el flujo de caja del proyecto:

Flujo de caja											
Horizonte temporal (\$/año)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por ventas (+)	0	227.816.506	227.816.506	227.816.506	227.816.506	227.816.506	227.816.506	227.816.506	227.816.506	227.816.506	227.816.506
Ingresos Brutos (-4,5%)	0	-10.251.743	-10.251.743	-10.251.743	-10.251.743	-10.251.743	-10.251.743	-10.251.743	-10.251.743	-10.251.743	-10.251.743
Costos Fijos (-)	0	-6.922.227	-6.922.227	-6.922.227	-6.922.227	-6.922.227	-6.922.227	-6.922.227	-6.922.227	-6.922.227	-6.922.227
Costos Variables (-)	0	-173.714.922	-173.714.922	-173.714.922	-173.714.922	-173.714.922	-173.714.922	-173.714.922	-173.714.922	-173.714.922	-173.714.922
Amortizaciones y depreciaciones (-)	0	-1.818.023	-1.818.023	-1.787.983	-1.787.983	-1.787.983	-1.646.433	-1.646.433	-1.646.433	-1.646.433	-1.646.433
Utilidad bruta	0	35.109.591	35.109.591	35.139.631	35.139.631	35.139.631	35.281.181	35.281.181	35.281.181	35.281.181	35.281.181
Impuestos a las ganancias (-)	0	-12.288.357	-12.288.357	-12.298.871	-12.298.871	-12.298.871	-12.348.413	-12.348.413	-12.348.413	-12.348.413	-12.348.413
Utilidad Neta	0	22.821.234	22.821.234	22.840.760	22.840.760	22.840.760	22.932.767	22.932.767	22.932.767	22.932.767	22.932.767
Amortizaciones y d (+)	0	1.818.023	1.818.023	1.787.983	1.787.983	1.787.983	1.646.433	1.646.433	1.646.433	1.646.433	1.646.433
Inversión inicial (-)	-35.599.443										
Inversión Capital de trabajo (-)(+)	-44.540.667										44.540.667
Valor de desecho											12.437.628
Flujo de caja	-80.140.109	24.639.257	24.639.257	24.628.743	24.628.743	24.628.743	24.579.201	24.579.201	24.579.201	24.579.201	81.557.496

Tabla Nº 10.38: “Flujo de Caja del Proyecto”.

Fuente: Elaboración Propia.

El cálculo del flujo de caja del proyecto se hace con valores libres de Impuesto al Valor Agregado (IVA).



10.6.4 –Criterios de Evaluación.

En este punto se presentan los diferentes criterios de evaluación de proyectos más usados en la práctica para la toma de decisiones.

10.6.4.1 - Valor Actual Neto (VAN).

Este es uno de los criterios de evaluación de mayor relevancia y por ende más utilizado. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente (o momento cero) descontándolos a un tipo de interés determinado (la tasa de descuento). El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en nº de unidades monetarias, en nuestro caso pesos argentinos.

Se obtiene mediante la siguiente formula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^n \frac{V_n}{(1+r)^n}$$

Donde:

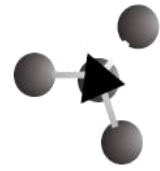
- I_0 es el valor de inversión inicial total en el momento “cero”, que para el proyecto en cuestión equivale a \$80.140.109.
- n es el número de periodos considerados, en nuestro caso es igual al horizonte de evaluación, o sea 10 años o 10 periodos.
- r es la tasa de descuento calculada para el proyecto (17,085%).
- V_n representa los flujos de caja para cada periodo n .

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_n (\$)	\$ 24.639.257	\$ 24.639.257	\$ 24.628.743	\$ 24.628.743	\$ 24.628.743	\$ 24.579.201	\$ 24.579.201	\$ 24.579.201	\$ 24.579.201	\$ 81.557.496

Reemplazando los valores en la ecuación tenemos:

$$VAN = \frac{\$24.639.257}{(1+0,17085)^1} + \frac{\$24.639.257}{(1+0,17085)^2} + \frac{\$24.628.743}{(1+0,17085)^3} + \frac{\$24.628.743}{(1+0,17085)^4} + \frac{\$24.628.743}{(1+0,17085)^5} + \frac{\$24.579.201}{(1+0,17085)^6} + \frac{\$24.579.201}{(1+0,17085)^7} + \frac{\$24.579.201}{(1+0,17085)^8} + \frac{\$24.579.201}{(1+0,17085)^9} + \frac{\$81.557.496}{(1+0,17085)^{10}} - \$80.140.109$$

$$VAN = \$45.954.223,19$$



Observando el cálculo antes expuesto vemos que la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (es positivo) y por ende el proyecto puede aceptarse, en una primera instancia es rentable, con un remanente de \$67.998.757,04 sobre la inversión.

Posteriormente se analizara como responde este indicador al sensibilizar algunas variables críticas del proyecto.

10.6.4.2 – Tasa Interna de Retorno (TIR).

El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. En resumen, representa la tasa a la cual el VAN es igual a cero. Para que el VAN de este proyecto sea cero, la tasa de descuento debería equivaler a 30,048%. Por ende este es el valor de la TIR.

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad; así, también se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

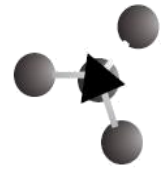
La tasa calculada se compara con la tasa de descuento (r) de la empresa:

- Si la $TIR \geq r$, el proyecto debe aceptarse, la razón es que el negocio de una rentabilidad mayor que la mínima requerida; y si es menor, debe rechazarse. A mayor diferencia entre TIR y r , más rentable será el proyecto.

La TIR (30,048%) $\geq r$ (17,085%), por ende, según este indicador, nuevamente se considera conveniente llevar a cabo el proyecto. La TIR obtenida es bastante buena para un proyecto en general, más del doble de la tasa de descuento calculada.

10.6.4.3 – Tasa Interna de Retorno (TIR) vs Valor Actual Neto (VAN).

Cuando la decisión sobre el proyecto es la aceptación o el rechazo de mismo, y no hay necesidad de consideraciones comparativas con otro proyecto, las dos técnicas proporcionan igual resultado en cuanto a la decisión a tomar. Esta situación puede apreciarse en el gráfico 10.6. Si la tasa de descuento es cero, el



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

VAN es la suma algebraica de los flujos de caja de cada periodo del proyecto, puesto que el denominador de la ecuación utilizada para calcularlo en el punto 10.6.4.1 sería siempre 1. A medida que se actualiza a una tasa de descuento mayor, el VAN va decreciendo.

Tasa de Descuento (r %)	VAN
0	\$ 222.898.934,78
5	\$ 144.867.737,83
10	\$ 93.062.091,44
15	\$ 57.484.542,64
17,085	\$ 45.954.223,24
20	\$ 32.274.042,25
25	\$ 13.886.379,27
30	\$ 115.534,21
30,048	\$ 0,00
35	-\$ 10.449.170,91
38	-\$ 15.648.086,01

Tabla N°10.39: "VAN vs Tasa de Descuento".
Fuente: Elaboración Propia.

En resumen, tasas de descuento mayores castigan a los proyectos con menores valores de VAN. Esto se puede apreciar en el siguiente gráfico:

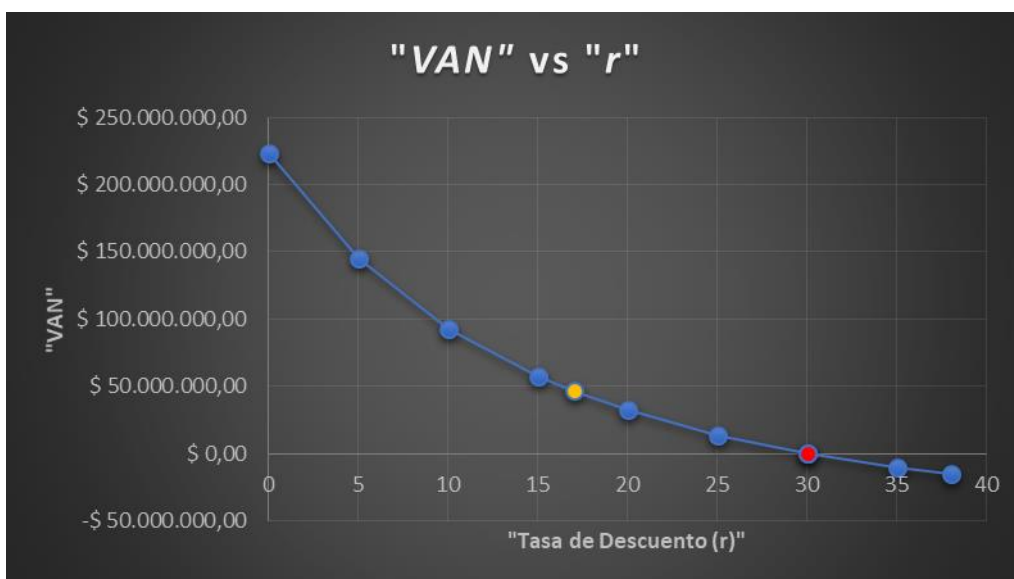
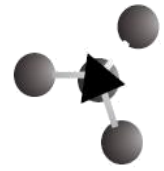


Fig. N° 10.6: "VAN vs Tasa de Descuento r".
Fuente: Elaboración Propia.



La tasa de descuento del proyecto (17,085%) se muestra en amarillo, arrojando un VAN positivo como ya se vio en puntos anteriores. Si aumenta “ r ” llegamos a un punto donde el VAN es igual a cero, es aquí donde la tasa de descuento se hace igual a la tasa interna de retorno y se muestra en rojo.

Si nuestro proyecto tuviera una tasa r mayor a la TIR el VAN sería negativo y en ese caso no se recomienda llevar adelante el proyecto.

Mediante este análisis vemos porque a proyectos más riesgosos (tasas de descuento mayores) se les exige mayor rentabilidad (TIR más grande) para que sean convenientes de ejecutar.

10.7 - CONCLUSION.

En este capítulo, en una primera instancia se determinó la *tasa de descuento “ r ”* correspondiente al proyecto, y luego se determinó, en forma ordenada y detallada las *inversiones* necesarias para ponerlo en funcionamiento, estipulándolas en un *cronograma de inversiones*, el cual se tomó a un año, para luego cuantificarlas con la tasa pertinente a un valor futuro o “momento cero”, arrojando la *inversión inicial* necesaria en activos tangibles e intangibles.

Seguidamente se determinó la *inversión en capital de trabajo* necesaria mediante el *método del periodo de desfase*, tomando como periodo de desfase 90 días entre el momento en que se vende un producto y el que se cobra el mismo. Esto arrojó una *inversión inicial total de \$80.140.109*.

El mismo nivel de análisis y detalle se llevó a cabo para estimar los costos, concluyéndose que los *costos variables* abarcan el *95% de los costos totales anuales* para que funcione la empresa para el tamaño elegido, ya que el costo de adquisición de materia prima y las toneladas necesarias son muy incidentes en los mismos.

También se debe resaltar el *punto de equilibrio* entre los ingresos y los costos totales, el cual se ubica para un nivel de producción de 1498 rollos, muy por debajo de la capacidad de producción anual de 9271 rollos, solo un 16,15% de la producción anual programada, lo que arroja que rápidamente se pueden obtener ganancias para el proyecto, y a priori el mismo sería conveniente, aunque este análisis no contempla el costo de oportunidad.

Al momento de cuantificar los beneficios del proyecto, se tuvo en cuenta que el negocio debe adaptarse al precio de venta del mercado nacional, marcado por el precio del m^2 de geomembrana que es de u\$s 3,06. Al estudiar el mismo, se



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

concluyó que este es suficiente para cubrir los costos totales y además obtener una cierta rentabilidad. Otro beneficio que se percibirá al final del horizonte de evaluación es el *valor de desecho* del proyecto, que se calculó según el *método contable*, identificando también como beneficio la recuperación del capital de trabajo del proyecto en el último periodo de evaluación.

Al analizar los resultados del flujo de caja año tras año, se notó una disminución en los mismos desde el periodo 1 hacia el 10, lo cual se atribuye netamente al comportamiento de las *depreciaciones y amortizaciones* (como influyen estas tributariamente). Siendo que tanto los costos como los ingresos por ventas se mantienen constantes durante el horizonte de evaluación del proyecto.

Finalmente, se determinaron aquellos indicadores económicos principales utilizados para evaluar el proyecto (*VAN* y *TIR*), los cuales demostraron la conveniencia de llevarlo a cabo.



CAPÍTULO 11

ANÁLISIS DE RIESGOS

11.1 - INTRODUCCIÓN.

El análisis de riesgos presentado en este capítulo clasifica cuales son los riesgos asociados para cada aspecto del proyecto en estudio. Determina cuales son las variables representativas de riesgo dentro de cada aspecto y propone medidas, tanto de mitigación, compensación, como de contingencia. Además, presenta en forma resumida la importancia del riesgo de cada variable, su probabilidad y magnitud para dar una medida del riesgo asociado a cada una de ellas.

Este análisis es una herramienta fundamental para la determinación de variables a sensibilizar en eventuales simulaciones del flujo de caja del proyecto y de la rentabilidad obtenida.

11.2 -RIESGOS IDENTIFICADOS

Enumerar todos los riesgos involucrados en el proyecto requiere un análisis muy extenso. En prefactibilidad no resulta de gran utilidad este último. Sin embargo, si resulta de interés identificar las variables críticas que influyen en el éxito o fracaso de este proyecto y con posterioridad, en el capítulo que corresponda, realizar un análisis de sensibilidad sobre estas variables. En consideración con lo anterior, se pasa a establecer las variables de riesgo asociados a los diferentes aspectos del proyecto.



11.2.1 -Aspectos tecnológicos

Dentro de los aspectos tecnológicos se han considerado las variables que debido a su incidencia en el proceso de producción pueden presentar algún riesgo. Las mismas son presentadas a continuación con el plan de contingencias correspondiente.

11.2.1.1 -Falta de materia prima, insumos y servicios

El mayor problema que se podría presentar es la falta de materias primas, ya que resultaría ser inflexible para el proyecto debido a que no podrían hallarse otras materias que sean sustitutas.

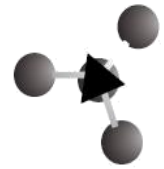
Respecto al suministro eléctrico, es de carácter indispensable, aunque es bastante menos probable que se presenten inconvenientes con el mismo debido a la localización de la planta en un parque industrial como Azul.

Plan de Contingencias:

- Se mantendría el stock de materiales al nivel máximo posible según lotes económicos, almacenándolos en depósito.
- Se establecerían contratos comerciales de abastecimiento de materias prima con las empresas productoras de estas.
- Se podrían realizar conexiones alternativas de servicios, es decir, en caso de fallas de servicios, como por ejemplo la energía, disponer de un equipo generador eléctrico propio.

11.2.1.2 -Falla de máquina

La producción de geomembranas es un proceso en serie. La rotura o falla de alguno de los equipos relacionados lleva a la parada de la línea y en definitiva disminución en la eficiencia y eficacia del proceso. Sin embargo, se tiene mayor riesgo si el equipo afectado es alguna de las extrusoras. Esto se debe a la gran complejidad de funcionamiento que presentan estos equipos respecto del resto.



Plan de Contingencias:

- Se brindarían capacitaciones al personal para que realice un mantenimiento correctivo eficiente, que reduciría el tiempo muerto o improductivo.
- 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 propuesto, ni los tiempos preestablecidos

11.2.1.3 -Falta de calidad de producto

En referencia a la calidad del producto se puede observar que si el producto vendido cae fuera de especificaciones quita confiabilidad del comprador y como consecuencia una mala reputación. Esto recae en una posterior disminución en ventas y hasta la parada de planta por falta de ventas.

La falta de calidad en el producto genera pérdidas. Se debe tener principal cuidado de estas ya que un alto porcentaje puede ser muy perjudicial e incluso se puede llegar a que la rentabilidad del proyecto sea nula o negativa.

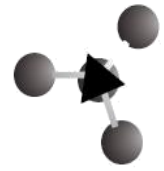
Se debe tener en cuenta que la calidad del producto lo hace especial para ser presentado al mercado minero que es nuestro principal objetivo de venta.

Plan de Contingencias:

- Buscar fallas de proceso y mejorar los procedimientos de control.
- Verificar la instrumentación de laboratorio y capacitar personal de calidad.

11.2.2 – Aspectos económicos

Se puede reconocer que los aspectos económicos tienen un alto impacto en el proyecto y la variabilidad de algunos en particular pueden representar un riesgo muy elevado. A continuación, se pueden reconocer los mismos y los planes de contingencia a aplicar para cada caso.



11.2.2.1 – Aumento del precio de materias primas

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.

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.

11.2.2.2 – Ventas Bajas

La disminución de ventas puede ocasionar graves inconvenientes si la cantidad vendida es inferior a las mínimas (punto de equilibrio económico) lo que perturbaría el flujo de caja del proyecto y en consecuencia suspensiones, despidos, etc. Y si la cantidad disminuye del límite financiero la quiebra de la empresa.

Plan de Contingencias:

- Planes promocionales del producto.
- Convenios y contratos con empresas instaladoras del producto.
- Reestructuración del precio de venta.
- Mayor inversión en publicidad.

11.2.2.3 – Disminución del precio de venta de la competencia

Teniendo en cuenta que el producto que ofrecemos es para un mercado muy particular y debido a sus características, resulta poco probable que la disminución del precio de venta de las empresas competidoras llegue a ser tan bajo como el de nuestro producto. Esto se basa en que este tipo de producto es generalmente



importado y por ello con un sobreprecio tan alto que el precio final de venta es más elevado. Otro aspecto que confirma este hecho son las condiciones del mercado actual a nivel nacional, donde se observa un aumento constante de los precios indiferentemente del sector. Sin embargo, un valor de venta del producto inferior al nuestro por parte de la competencia sería crítico en la demanda. Se podría llegar a considerar que un porcentaje de la demanda absorbida por nuestro producto disminuya y en consecuencia disminuyan las ventas.

Se debe tener en cuenta que nuestra empresa es tomadora de precio, pero con producción nacional, lo que abarata el precio de venta respecto al mercado importador.

Plan de Contingencias:

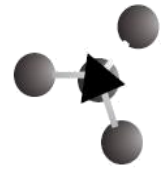
- Convenios y contratos con empresas instaladoras del producto.
- Reestructuración del precio de venta.
- Revisión de contratos con proveedores de materia prima y costos asociados.

11.2.3 – Siniestros e imprevistos

Los siniestros e imprevistos a nivel industrial han desembocado en muchos casos en catástrofes industriales que presentan un alto riesgo, no solo a los internos a la empresa sino también a la población que la rodea. También se debe reconocer que siempre que la vida humana esté en riesgo se debe considerar las condiciones principales que pueden ser causales de accidentes. Por ello se considera de riesgo crítico este aspecto.

11.2.3.1 - Incendios y explosiones

En el presente proyecto no se utilizan materiales altamente peligrosos e inflamables durante el proceso de producción, los incendios y explosiones serían de bajo riesgo, de todas maneras, si esto llegara a ocurrir podría ocasionar daños permanentes en las instalaciones, como así también graves accidentes de trabajo, pudiendo dañar seriamente al personal humano.



Plan de Contingencias:

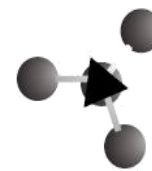
- Se realizarán continuas capacitaciones del personal para que, en caso de un siniestro, sepan cómo actuar.
- Se dispondría de buenas y correctas instalaciones de almacenes o depósitos de inflamables.
- Se realizaría mantenimiento de las condiciones del sistema de alarmas y lucha contra incendios.
- Se dispondría de zonas debidamente indicadas en la planta para la evacuación del personal en caso de un accidente.
- Se capacitaría en conductas operativas acordes a los lineamientos de las normas de seguridad e higiene.

11.2.3.2 - Accidentes de Trabajo

Se deberá tener especial precaución y tomar todos los recaudos necesarios para evitar cualquier tipo de accidente laboral. Estos se podrían disminuir, teniendo en cuenta los diversos aspectos constructivos, realizando una correcta elección de la tecnología, entre otros. La probabilidad de un accidente laboral disminuiría si se tiene en cuenta lo anterior, aunque es importante debido a que afecta al personal del proyecto.

Plan de Contingencias:

- Se capacitaría periódicamente sobre normas de higiene y seguridad en el trabajo.
- Se contaría con los seguros pertinentes que contemplen la cobertura de los accidentes laborales.
- Se proveerían elementos de seguridad personal y promover su uso, señalando las áreas donde se requiera.



11.2.4 – Matriz de Riesgo

Para poder tener conocimiento del riesgo que representa cada variable es necesario determinar una escala de riesgo. Aunque no resulta factible establecer un valor de riesgo ponderable se puede valer de una escala como la siguiente para tener una idea de los mismos.

ASPECTOS	RIESGO	IMPORTANCIA	PROBABILIDAD	MAGNITUD	CONTINGENCIA
Tecnológicos	Falta de MP e insumos	Alta	Media	Media	Acuerdos comerciales,
	Falla de la Maquinaria	Alta	Media	Alta	Mantenimiento Preventivo.
	Falla de servicios	Alta	Baja	Media	Conexiones alternativas.
	Falta de Calidad del producto	Alta	Media	Media	Capacitación personal,
Económicos	Aumento de precios de MP	Alta	Media	Alta	Contrato a largo plazo
	Baja de ventas	Alta	Media	Alta	Inversión en publicidad.
	Disminución del precio de ventas de la competencia	Media	Baja	Alta	Reestructuración de costos.
Siniestros e Imprevistos	Incendios y explosiones	Alta	Baja	Alta	Normas de seguridad e higiene.
	Accidentes de trabajo	Alta	Baja	Media	Contar con ART. Capacitación. Elementos de seguridad.

Tabla 11.1: Matriz de Riesgo
Fuente: Elaboración propia

11.2.5 – Observaciones

Se debe conocer que se han considerado las variables que pueden presentar algún riesgo. Se han dejado de lado algunos aspectos, como “Medioambiente” ya que no representan riesgos hacia el proyecto.

Aunque en primera instancia se hayan considerado dentro del análisis, se han obviado los aspectos que tienen riesgo nulo para evitar abultamiento de variables no riesgosas, lo que entorpecería la interpretación del análisis.

Del análisis anterior podremos reconocer que algunas variables son de mayor incidencia que otras, aunque no se puede determinar cuán sensible es el proyecto al cambio de estas. Por ello se ha optado por establecer, como es común, un análisis de sensibilidad para las mismas.



CAPÍTULO 12

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

12.1 - INTRODUCCIÓN.

Pese a los esfuerzos por perfeccionar los métodos, los resultados de las estimaciones de la rentabilidad de proyectos de inversión implican inevitablemente elementos de incertidumbre, porque están basados en datos que se proyectan en parte hacia un futuro no conocido.

Generalmente el análisis de riesgo es complementado por el “*análisis de sensibilidad*”.

Un análisis de sensibilidad no tiene el objetivo de eliminar la incertidumbre inherente a toda decisión de realizar un proyecto de inversión, sino es más bien un instrumento que permite cuantificar las consecuencias económicas de una variación inesperada, pero posible, de parámetros importantes.

Una pregunta típica que se plantea en el análisis de sensibilidad es “¿cómo varía el valor de un determinado indicador de salida (por ejemplo, Valor Presente Neto, Periodo de Recuperación de la inversión, Tasa Interna de Retorno), si un dato de entrada (por ejemplo, Tasa de descuento, Duración del Proyecto, Ventas) difieren en un determinado monto (o porcentaje) del valor esperado?”.

Si se aumentan o disminuyen sucesivamente en un determinado porcentaje cada uno de los datos de entrada y se comparan las correspondientes variaciones porcentuales o absolutas del resultado, se pueden determinar aquellos datos de entrada cuya modificación afecta en mayor grado al indicador de salida en cuestión. Por lo tanto, se debe prestar especial atención a estos parámetros, porque pueden influir determinadamente sobre los resultados del proyecto.

Así el análisis de sensibilidad permite ordenar jerárquicamente los valores de entrada, de acuerdo al impacto que los mismos provocan en un indicador de salida determinado.

El análisis se hará de a una vez por vez (sensibilidad mono variable), dejando todas las otras constantes y viendo cómo reaccionan el VAN y la TIR.



12.2 - SENSIBILIDAD AL PRECIO DE LAS MATERIAS PRIMAS.

El aumento del costo de las materias primas sería, en el peor de los casos, una de las variables más sensibles del proyecto. Pero como es de esperar en estos casos, el aumento en el costo de adquisición de un bien o insumo se trasladara el precio de venta final del producto para compensar dicha variación, por lo que no creemos conveniente o necesario el análisis detallado de este caso ya que la competencia actuaría de igual manera.

12.3 - SENSIBILIDAD A VARIACIONES EN EL VOLUMEN DE VENTAS.

Una caída en el volumen de ventas es la variable de mayor relevancia para el análisis económico del proyecto, ya que afectara directamente el nivel de ingresos del mismo.

En este caso tomaremos diferentes porcentajes de disminución de ventas lo que influirá también en una disminución de los costos variables asociados a una disminución en la producción de rollos de geomembranas de HDPE.

A partir de estos veremos cuantos rollos de geomembranas serán los mínimos a producir y vender anualmente para que el proyecto presente rentabilidad (VAN Positivo), o aunque sea se recupere la inversión (VAN=0).

La siguiente tabla muestra la variación del valor del VAN en función del porcentaje de caída de ventas.

% Disminución de Ventas	Rollos por mes	VAN
0,0%	0	\$ 45.954.223,19
10,0%	77	\$ 29.865.939,87
20,0%	155	\$ 16.628.749,99
30,710%	237	\$ 2.451.162,61
32,7%	252	\$ 0,00

Tabla N°12.1: "Porcentaje de caída de las ventas"
Fuente: Elaboración Propia.

Lo mismo se puede expresar gráficamente:

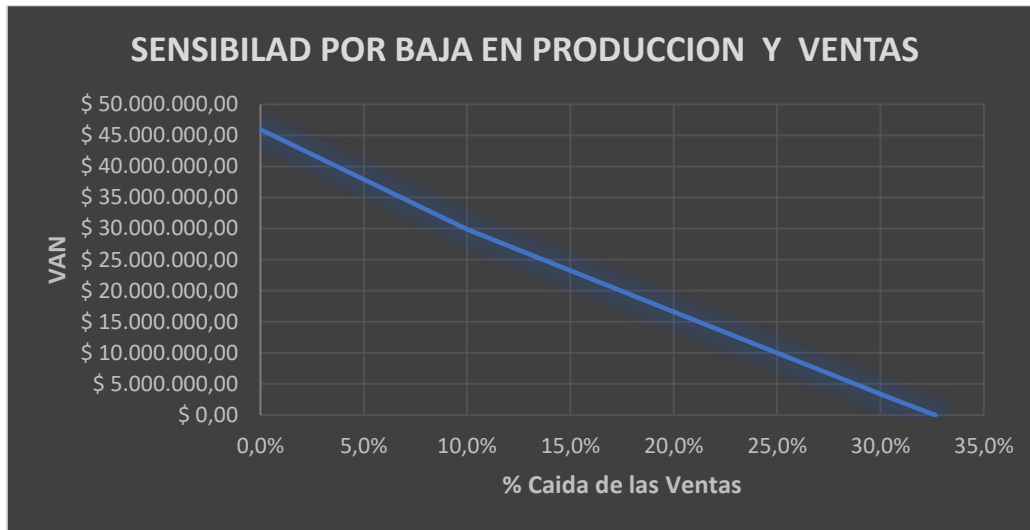


Fig. N° 10.1: "VAN vs Porcentaje de caída de las Ventas".
Fuente: Elaboración Propia.

A partir del análisis podemos establecer que se puede permitir hasta un 32,7% de disminución en las ventas y aun así el proyecto sería rentable, aunque claramente los beneficios netos (o ganancias) anuales disminuyen a medida que nos arrimamos a este porcentaje. Desde el punto de vista de las cantidades vendidas, es necesario vender 6240 rollos de geomembranas de HDPE al año para que el proyecto sea viable económicamente.

12.4 - SENSIBILIDAD FRENTE A POSIBLES PERDIDAS DE PRODUCTO.

En este caso analizaremos cómo impactan las pérdidas de producto terminado (scrap) en la rentabilidad del proyecto, en función del número de rollos que siendo producidos no pudieran ser comercializados por no cumplir los estándares establecidos o no pasar las pruebas de laboratorio y deban descartarse. Debido a que el producto se elabora con materia prima 100% virgen, tampoco pueden ser reutilizados o reciclados e ingresarlos nuevamente al proceso.

A partir de este análisis obtenemos la siguiente tabla:

% Perdidas	Rollos por mes	VAN
0,0%	0	\$ 45.954.223,19
3,0%	23	\$ 23.399.892,34



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

5,0%	39	\$ 10.264.400,74
6,190%	48	\$ 2.451.163,51
6,6%	51	\$ 0,00

Tabla N°12.2: "Porcentaje Perdidas de Producto Terminado".
Fuente: Elaboración Propia.

Gráficamente tenemos:

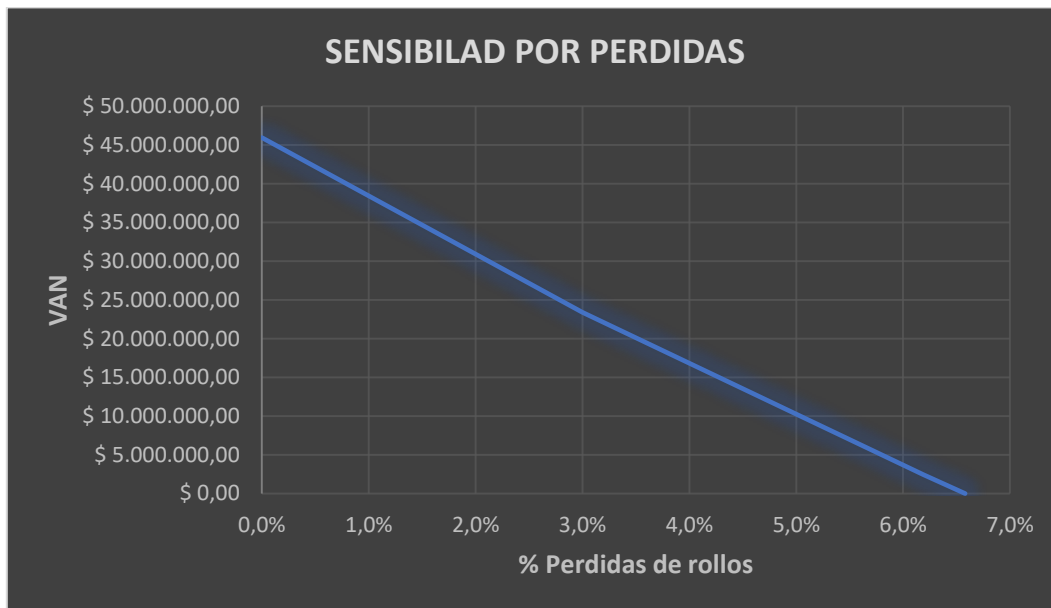
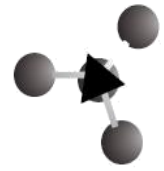


Fig. N° 10.2: "VAN vs Porcentaje de Perdidas".
Fuente: Elaboración Propia.

A partir de los datos obtenidos en este análisis, vemos que el proyecto es muy sensible al porcentaje de pérdidas que se podrían llegar a permitir, y esto viene de la mano de que los costos totales no se cambian, solo se altera las cantidades de rollos que son admisibles de ser vendidos. Traducido a números, se admite que del total de rollos que son posibles producir por año (9271), solo puedan ser deficientes 612 como máximo (a un promedio de 51 rollos por mes), por lo que siempre hay que tratar de minimizar este valor de manera tal de maximizar los beneficios.



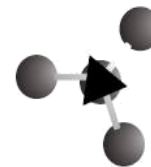
12.5 - CONCLUSION.

El análisis de sensibilidad es una herramienta fundamental que se aplica en la práctica a la hora de evaluar proyectos de inversión. Aunque hay que indicar que además de esta existen muchas otras como los árboles de decisión, el análisis de riesgo, que puede sustituirlo o complementarlo como en este caso, y la simulación de posibles escenarios.

Para el caso en cuestión se determinó analizar aquellos dos datos de entrada que más representatividad tenían para evaluar como alteraban a aquellos indicadores de salida, en nuestro caso el VAN.







Así podemos sacar las siguientes conclusiones:

- Se presenta flexibilidad en cuanto a los volúmenes de ventas con los que se puede trabajar, ya que comercializando 2/3 de la capacidad de producción, el negocio todavía representa rentabilidad.
- Es muy importante certificar y garantizar la calidad del producto, ya que posibles pérdidas inciden rápidamente en los beneficios proyectados, por lo cual se debe ser bastante estricto en cuanto al trabajo en planta para disminuir las mermas lo más posible y evitar grandes volúmenes de scrap.
















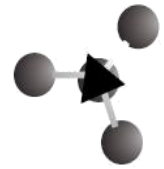
BIBLIOGRAFIA

LIBROS

-  A Guide to Polymeric Geomembranes – JOHN SCHEIRS., 2009.
-  Designin With Geosynthetics – 6th EDICION, VOL 2 – Robert M. KOERNER.
-  Libro Nassir Sapag Chain, Preparación y Evaluación de Proyectos 4ta Edición
-  Manual de diseño con Geosintéticos – PAVCO.
-  Manual Técnico Geomembranas POLITEX.
-  Reservas comprobadas de Gas Natural en Argentina. (Millones de m3) - Boletín anual de Reservas. Subsecretaria de Exploración y Producción, Secretaria de Recursos Hidrocarburíferos, Ministerio de Energía y Minería.

INFORMES Y DOCUMENTOS

-  Análisis de Diagnostico sectorial - Petróleo y Gas- (mincyt).pdf
-  Anuario Estadístico CAIP (2015) – Cámara Argentina de la Industria Plástica.
-  Anuario Estadístico INDEC (2015).
-  Anuario Estadístico IPA (2015) – Instituto Petroquímico Argentino.
-  Beneficios de las geomembranas- SOLMAX.pdf
-  Boletín de la Asociación Argentina de Geosintéticos 2015.pdf
-  Estudio propiedades de HDPE.pdf
-  Geosintéticos en proyectos hidraulicos.pdf
-  IRAM-Normalizacion productos Plasticos.pdf
-  La Historia de las Geomembranas en la Industria Minera.pdf
-  Polyethylene Geomembranes Technical Note.pdf
-  Proyecto de análisis de una Geomembrana de HDPE.pdf
-  Tecnología minera- Geomembranas.pdf



PAGINAS WEB:

Geosynthetic Institute:

 <http://www.geosynthetic-institute.org/>


International Geosynthetics Society (IGS):

 www.geosyntheticsociety.org


Global Geomembranes Market 2015-2019:

 <https://www.researchandmarkets.com/reports/3036743/global-geomembranes-market-2015-2019#relb4>.

Geosynthetics Market Analysis By Product (Geotextiles, Geomembranes, Geogrids, Geonets):

 <https://www.researchandmarkets.com/reports/3616709/geosynthetics-market-analysis-by-product#rela6>.

Global Geosynthetics Market Analysis & Trends – Industry Forecast to 2025:

 www.newswire.com/news/global-geosynthetics-market-analysis-amp-trends-industry-forecast-to-2025.

Mercado Mundial de Geosintéticos:

 <http://www.prnewswire.com/news-releases/world-geosynthetics-market-277829991.html>

Origen de las importaciones de HDPE por parte de Argentina:

 www.trademap.org.

Cámara Argentina de Proveedores y Prestadores de Servicios Mineros:

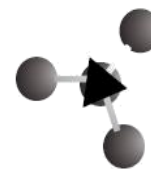
 www.casemiargentina.org.

Reservas comprobadas de Gas Natural en Brasil. (Millones de m3):


 www.indexmundi.com.

Polyolefins consulting:

 <http://www.polyolefinsconsulting.com/esp/index.htm>.



Las geomembranas de polietileno:

 <http://www.quiminet.com/articulos/las-geomembranas-de-polietileno-33015.htm>.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva – Presidencia de la Nación:

 <http://www.mincyt.gov.ar/>.

Uso de las Geomembranas en Rellenos Sanitarios:

 <http://www.geosai.com/uso-de-geomembranas-en-los-rellenos-sanitarios/>.

Fundación Observatorio Pyme:

 <http://www.observatoriopyme.org.ar/>

Gloucester Engineering -- Blown Film Systems and Equipment:

 <http://www.gloucesterengineering.com/>

GeosIndex - Datos Geosintéticos:

 <http://www.geosindex.com/Guidance.aspx>

Geotextiles: La Alternativa Al Concreto | Textiles Panamericanos:

 <http://textilespanamericanos.com/textiles-panamericanos>.

Geomembranas, láminas de pvc, geo compuestos - Numa Industrial:

 <http://www.numaindustrial.com/>.

Andex | Andex del Norte:

 <http://www.andex.com.pe/web/>

TecnologiaMinera.com | Tecnología Aplicada a la Minería y Energía en TecnologiaMinera.com:

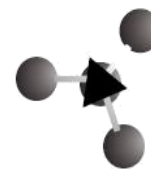
 <http://www.tecnologiaminera.com/tm/d/>

SIGA Ingeniería y Consultoría:

 <http://siga.cl/area-geosinteticos.html>

Geosinteticos S.A.S Colombia:

 <http://www.geosinteticossas.com/>



Geosynthetics Peru:

 <http://geosyntheticsperu.com/>

Geosynthetica: Engenharia com Geossintéticos:

 <http://geosynthetica.com.es/>

Geosynthetics Magazine | A publication of IFAI:

 <http://geosyntheticsmagazine.com/>

Trade Map - Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas:

 <http://www.trademap.org/Index.aspx>

Una guía para poliméricos Geomembranas - Scheirs - Wiley Online Library:

 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470748213/pdfs>

MyR SERVIPLAST:

 <http://www.myrserviplast.com/>

Geomembrana instalación, ABM Argentina:

 <http://www.abmargentina.com/>

CAME | Confederación Argentina de la Mediana Empresa:

 <http://www.redcame.org.ar/>

Mapa países proveedores de HDPE:

 http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_Map.aspx?nvpm


Market Access Map - Improving transparency in international trade and market access:

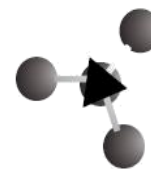
 <http://www.macmap.org/>

AFIP - Administración Federal Ingresos Públicos:


 <http://www.afip.gov.ar/aduana/arancelIntegrado/default.asp>

WebINDEC - Economía / Comercio exterior / Sistema de consulta de comercio exterior:


 http://www.indec.gov.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=3&id_tema_2=2&id_tema_3=124



El uso de las geomembranas en diferentes industrias | QuimiNet.com:

 <https://www.quiminet.com/articulos/el-uso-de-las-geomembranas-en-diferentes-industrias-2841364.htm>

Escala Salarial Vigente Período de octubre 2016 a mayo de 2017 – UOYEP:

 <http://www.uoyepweb.org.ar/organizacion/escala-salarial/escala-2016-2017.html>

Ministerio de Producción:

 http://www.mp.gba.gov.ar/sicm/promocion_industrial/

Teoría de película soplada:

 <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2012/04/extrusion-de-pelicula-soplada.html>

Imágenes ilustrativas proceso extrusión:

 www.maccaferri.com.ar


Lección 12- Otros métodos de Conformado plástico: Universidad de Oviedo:

 www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion12.OtrosMetodosConformado.pdf

Análisis de diagnóstico tecnológico sectorial – Martín Afafe:

 <http://www.mincyt.gov.ar/adjuntos/archivos/000/043/0000043751.pdf>

Máquina extrusora:

 https://www.alibaba.com/product-detail/8-Meter-2-5MM-HDPE-Geomembrane_60432183921.html

Equipo Montacargas:

 www.clark.com.ar

Equipos de Laboratorio:


 http://www.andexport.com/espanol/area_controlcalidad.php

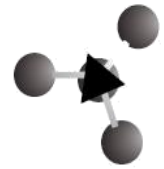
 <http://www.tbt-sciotech.com>

 www.metrotec.es

Mapas de Argentina para distintas estimaciones:

 <http://geotareas.blogspot.com.ar>

 http://www.ggsa.com.ar/clima/011533/balance_hidrico_de_argentina.html



Proyecto Final: PRODUCCIÓN DE GEOMEMBRANAS DE HDPE.
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

-
-  <http://www.centrocultural.coop/blogs/surdesarrollo/2014/05/la-cuestion-minera/>
 -  <http://www.iprofesional.com>
 -  <http://www.miningpress.com>

Imágenes representativas de Parque -industrial Azul:

-  <http://www.estrucplan.com.ar>

Mapas Críticos Gestión de Residuos, marzo 2016 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable):

-  <http://observatoriorsu.ambiente.gov.ar/estadisticas>

Imágenes de Flora y Fauna Autóctona de Azul, Buenos Aires:

-  <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar>

Análisis de mercado:

-  <https://www.researchandmarkets.com/reports/3036743/global-geomembranes-market-2015-2019#relb4>
-  <http://www.prnewswire.com/news-releases/world-geosynthetics-market-277829991.html>
-  <http://geosyntheticsmagazine.com/>