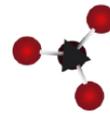




UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo



FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

PROYECTO FINAL

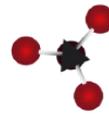
**“PRODUCCIÓN DE PELLETS GRADO ALIMENTICIO A PARTIR DEL
RECICLADO MECÁNICO DE PET Y PRODUCCIÓN DE
PREFORMAS”**

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Autores: Quispe, Carlos Orlando- Antolín, María Gabriela

Nina, Viviana Gisela

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA
San Rafael- Mendoza-Argentina
Agosto 2016**



“Producción de Pellets Grado Alimenticio a partir del Reciclado Mecánico de PET y Producción de Preformas”

Autores: Quispe Orlando Carlos - Antolín María Gabriela - Nina Viviana Gisela

Carrera: Ingeniería Química con Orientación en Petroquímica

Tutores: MSc. Ing. Rogelio Di Santo - Ing. Alejandro Gentile

Aprobado por:

.....

Presidente: Nombre y firma

.....

Fecha

.....

Director: Nombre y firma

.....

Fecha

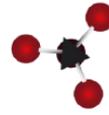
.....

Co- Director: Nombre y firma

.....

Fecha

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA
San Rafael- Mendoza-Argentina
Agosto 2016



AGRADECIMIENTOS

ORLANDO C. QUISPE

Quiero agradecer en primer lugar a Dios y a la Santísima Virgen María por ser mi guía mi fortaleza y protección en mi vida. Agradezco enormemente a mis padres Miguel y Alejandra por haberme dado la vida y por haberme dado todo su amor y el apoyo incondicional durante toda mi vida y esta carrera que concluye.



También quiero agradecer al apoyo de mis hermanos Daniel, Mariela, Norma, Gilberto, Marcelo y en especial a mi hermano Andrés que estuvo siempre cerca y aconsejándome en todo. A mis sobrinas Ángela, Solange y Antonela, también mi sobrino Sebastián por ser la alegría de mi vida.

Quiero mostrar mi más sincero agradecimiento a mis compañeros y amigos, por los momentos vividos y experiencias compartidas, a mis amigos todas las personas que me han ayudado a lo largo de estos años. Por último, agradecer a mis compañeras de proyecto Nina Viviana y Antolín María que me han ayudado mucho en el progreso y elaboración de este proyecto. Sin ella muchas cosas me habrían resultado mucho más difíciles. Agradezco por acompañarme en esta última etapa de la carrera, por sus consejos, apoyo y amistad.



MARIA G. ANTOLIN

Agradezco en primer lugar a Dios por la vida y por darme la fortaleza necesaria para transitar este camino.

A mi familia, por el enorme apoyo incondicional en esta etapa: mi madre, luchadora incansable, que día a día me enseña con su ejemplo de perseverancia; mis hermanos; Nico, Lucas, Danilo y Guille; mis hermanas: Vale, Agus y May. A Grace, por creer siempre en mí y por su invaluable ayuda.

A mis amigos, lo de siempre, los de ahora.

Por último, y no menos importante, a mis compañeros de estudio Orlando y Viviana, en especial a ella, responsable en gran parte, de convencerme a culminar esta etapa con su “otro poco”...



VIVIANA G. NINA

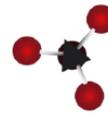
En primer lugar agradezco a DIOS por darme la fuerza necesaria para seguir adelante y por ser siempre mi refugio en todo momento.

En segundo lugar agradezco a mis papás Hilarión y Nubia, por su apoyo incondicional durante toda mi vida y durante esta carrera, por hacer hasta lo imposible para que estudie, por enseñarme a confiar en mí, a ser perseverante, a ponerme metas y cumplirlas. Gracias por brindarme todo su amor.

A mis hermanos Bernardo, Elías, Rodrigo, Bruno y mis hermanas Rebeca y Marilín, por estar siempre a mi lado, por bancarme en mis malos momentos, alentarme siempre a seguir adelante y superarme cada día.

A todos los amigos que encontré en mi paso por la facultad, por los hermosos momentos que viví junto a ellos, momentos que van a quedar guardados en mi corazón. Sobre todo a mis dos grandes amigos: María mi gran compañera, juntas hemos llegado hasta acá con la alegría compartida y el placer del logro alcanzado: ser profesionales; Orlando mi gran amigo quien siempre me alentó a seguir a pesar de todo, a los dos por darme la cuota de alegría que me hacía falta en medio de las obligaciones, simplemente GRACIAS!

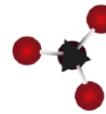




INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 - GENERALIDADES

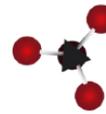
1.1- INTRODUCCION.....	1
1.2- JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.....	2
1.3- OBJETIVOS.....	3
1.3.1- OBJETIVOS GENERALES	3
1.3.2- OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
1.4- PET COMO MATERIAL POLIMERICO	4
1.5- SINTESIS QUIMICA DEL PET	5
1.6- CRISTALIZACION.....	7
1.7- POLIMERIZACION EN ESTADO SOLIDO O POST-POLIMERIZACION	7
1.7.1- PROPIEDADES	8
1.7.2- Propiedades generales.....	10
1.7.3- Características	10
1.7.4- Materiales similares	10
1.7.5- Aplicaciones	11
1.8- RECICLADO	11
1.8.1- TIPOS DE RECICLADO	11
1.9- RECICLADO MECÁNICO.....	12
1.9.1- RECICLADO MECANICO CONVENCIONAL.....	12
1.9.2- RECICLADO MECANICO NO CONVENCIONAL.....	13
1.10- TRATAMIENTO DEL MATERIAL DE DESPERDICIO SIN PROCESOS QUIMICOS	14
1.10.1 - Proceso Vacurema.....	14
1.11- TRATAMIENTO DEL MATERIAL DE DESPERDICIO CON PROCESOS QUIMICOS	15
1.11.1- Procesos de Stehning.....	15
1.11.2- Proceso URRC.....	16
1.11.3- Proceso SuperCycle.....	18
1.11.4- Proceso Buhler.....	18
1.12- RECICLAJE QUIMICO.....	19



1.13- RECICLADO ENERGÉTICO	21
1.13.1- COMPARACION DE LOS PROCESO DE RECICLADO	21
1.13.2- COMPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN ARGENTINA	22
1.13.3- BENEFICIOS DEL RECICLADO	23
1.14- RECICLAJE EN ARGENTINA	24
1.15- LA RECUPERACION DE PET EN EL MUNDO	27
1.16- CONCLUSION	29

CAPÍTULO 2 – ESTUDIO DE MERCADO

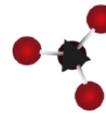
2.1- INTRODUCCIÓN	31
2.2- MERCADO MUNDIAL DE LOS POLÍMEROS	31
2.2.1- CONSUMO MUNDIAL DE PLÁSTICOS	32
2.2.2- CONSUMO MUNDIAL DE PLÁSTICO POR APLICACIÓN	33
2.3- MERCADO EN ARGENTINA	33
2.3.1- CONSUMO DE PLÁSTICOS POR HABITANTE	34
2.4- CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS PLÁSTICOS	35
2.4.1- APLICACIÓN EN ARGENTINA	35
2.4.1.1- PRODUCCIÓN DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS EN LA ARGENTINA	36
2.4.2- CONSUMO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS EN LA ARGENTINA	36
2.5- PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DEL PRODUCTO: PREFORMAS DE PET	36
2.6- DEMANDA EN ARGENTINA	37
2.7- DEMANDA DE ENVASES DE PET EN ARGENTINA	38
2.8- DEMANDA INSATISFECHA	40
2.9- MERCADO DISTRIBUIDOR	41
2.10- MERCADO PROVEEDOR	42
2.10.1- MATERIA PRIMA: RESIDUOS DE PET	43
2.10.1.1- ESTUDIO DE FIUBA Y CEAMSE-CABA-2010/2011	46
2.10.1.2- ANÁLISIS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS- RSU	47
2.10.1.3- ANÁLISIS DE LOS PLÁSTICOS EN RSU	47
2.10.2- MERCADO DE MATERIA PRIMA: RESINA DE PET VIRGEN	48
2.10.2.1- RESINAS VÍRGENES, INFLUENCIA DEL CRUDO Y DEL GAS	



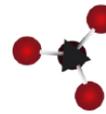
2.10.2.2- RESINAS VÍRGENES EN ARGENTINA.....	49
2.10.2.3-MERCADO PROVEEDORES DE MAQUINARIAS	51
2.11- MERCADO COMPETIDOR.....	52
2.11.1- COMPETIDORES DIRECTOS	52
2.11.2- COMPETIDORES INDIRECTOS	54
2.11.2.1- MERCADO COMPETIDOR DE PRODUCTO.....	54
2.11.3- MERCADO COMPETIDOR DE RECICLADO.....	55
2.11.3.1- EMPRESAS RECICLADORAS DE PET EN LA ARGENTINA	55
2.12- PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE PREFORMAS DE PET.....	57
2.13- CONCLUSIÓN	58

CAPÍTULO 3 - TAMAÑO

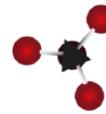
3.1- INTRODUCCIÓN	60
3.2- IMPORTANCIA	60
3.3- ANALISIS DE LOS FACTORES QUE ESTABLECEN EL TAMAÑO.....	61
3.3.1- TAMAÑO Y SU RELACIÓN CON LA DISPONIBILIDAD DE INSUMOS.....	61
3.3.2- MATERIA PRIMA PRINCIPAL PARA EL PROCESO.....	61
3.3.3- TAMAÑO Y SU RELACIÓN CON LA LOCALIZACIÓN	61
3.3.4- TAMAÑO Y SU RELACIÓN CON LOS RECURSOS HUMANOS.....	62
3.3.5- TAMANO Y SU RELACION CON LA CAPACIDAD FINANCIERA.....	63
3.3.6- TAMAÑO Y SU RELACIÓN CON LA SITUACIÓN DEL MERCADO Y LA TECNOLOGÍA.....	64
3.3.6.1- SITUACIÓN DEL MERCADO	64
3.3.6.2- TECNOLOGIA	66
3.4- PROGRAMA DE PRODUCCIÓN.....	68
3.4.1- Calculo de las unidades a producir por matriz:	68
3.4.2- ALTERNATIVAS PROPUESTAS.....	69
3.4.3- Alternativa 1:.....	69
Alternativa 2.....	71



3.5- RESULTADO DEL ANÁLISIS	72
3.6- CONCLUSION	73
CAPÍTULO 4 - TECNOLOGIA	
4.1- INTRODUCCIÓN	74
4.2- DESCRIPCION DEL PROCESO E IDENTIFICACION DE TECNOLOGIAS.....	74
4.3- DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECICLADO MECÁNICO NO CONVENCIONAL	75
4.3.1- Diagrama en bloque de la Elaboración de Preformas a partir del Reciclado Mecánico no Convencional del PET.....	75
4.4- Memoria descriptiva de la elaboración de Preformas a partir del reciclado mecánico no convencional del PET.....	77
4.4.1- RECEPCION.....	77
4.4.2- ALMACENAMIENTO.....	77
4.4.3- DESENFARDADO.....	78
4.4.4- DETECTOR DE METALES.....	79
4.4.5- CLASIFICACION PREVIA	80
4.4.6- DETECTOR DE PVC.....	80
4.4.7- SEPARACIÓN DE ETIQUETAS EN SECO.....	81
4.4.8- MOLIENDA EN SECO.....	82
4.4.9- CICLÓN.....	82
4.4.10- TANQUE DE BAÑO DE SOSA CAÚSTICA	83
4.4.11- SEPARACIÓN POR DENSIDAD.....	84
4.4.12- CENTRIFUGA	84
4.4.13- HORNO ROTATORIO	85
4.4.14- DETECTOR DE METALES.....	86
4.4.15- SILOS MEZCLADORES.....	86



4.4.16- EXTRUSION	87
4.4.16.1 - Datos Técnicos	88
4.4.16.2- Componentes de la Extrusora:.....	89
4.4.17 CRISTALIZADOR	93
4.4.18- REACTOR SSP	94
4.4.18.1- Caída del IV (viscosidad intrínseca).....	94
4.4.18.2- Aumento del IV	95
4.4.18.3- DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL REACTOR SSP.....	96
4.4.19- DOSIFICADOR PARA PELLETS	97
4.4.20- INYECTORA DE PREFORMA DE PET	98
4.4.20.1- Generalidades de las máquinas de moldeo por inyección	98
4.4.20.2- El Ciclo de Inyección.....	100
4.4.20.3- Partes de una inyectora	103
4.4.20.4- Unidad de plastificación	103
4.4.20.5- Tolva de alimentación.....	104
4.4.20.6- Husillos	104
4.4.20.7- Válvulas antirretorno o puntas de husillo (válvula check).....	105
4.4.20.8- Barril de inyección	106
4.4.20.9- Boquilla y punta de inyección.....	107
4.4.20.10- Sistema de expulsión	107
4.4.21- CINTA TRANSPORTADORA DE PREFORMAS.....	108
4.4.22- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE PREFORMAS DE PET	109
4.4.23- PLATAFORMA VIBRATORIA.....	109

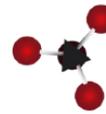


CAPÍTULO 5 – LOCALIZACIÓN

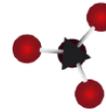
5.1- INTRODUCCIÓN	111
5.2- IMPORTANCIA	111
5.3- FACTORES DE LOCALIZACIÓN	111
5.4- ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN DE LA PLANTA.....	112
5.4.1- MACRO-LOCALIZACIÓN	113
5.4.2- MATERIA PRIMA: RESIDUOS DE PET	114
5.4.3- MICRO-LOCALIZACIÓN	115
5.4.4- ELECCIÓN DEL LUGAR DE INSTALACIÓN.....	117
5.5- MÉTODO CUALITATIVO POR PUNTOS	117
5.5.1- Localización de la materia prima.....	118
5.5.2- Suministro de agua.....	118
5.5.3- Suministro de energía eléctrica:.....	118
5.5.4- Vías de acceso:.....	118
5.5.5- Mano de obra:.....	118
5.5.6- Transporte:	118
5.6- PARQUE INDUSTRIAL PILAR.....	120
5.6.1- Ubicación y Características.....	120
5.6.2- Orígenes.....	120
5.6.3- Organización y Funcionamiento.....	121
5.7- CONCLUSIÓN	122

CAPÍTULO 6 - INGENIERIA DE PROCESO

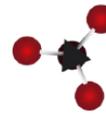
6.1- INTRODUCCIÓN	123
6.2- ALCANCE DE LA INGENIERÍA DE PROCESO	123
6.3- BALANCE DE MASA Y ENERGIA.....	123
6.4- PROCESO PRODUCTIVO	123
6.4.1- Diagrama en bloque de la Elaboración de Preformas a partir del Reciclado Mecánico no Convencional del PET.....	125
6.4.2-Memoria de Cálculo	126
6.5- CÁLCULOS DE MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	126



6.5. a- Composición de la paca.....	127
6.5. b- Composición de la Botella.....	127
6.5.1- DESENFARDADOR.....	127
6.5.2- DETECTOR DE METALES.....	128
5.5.2.1 - Balance de Masa para el componente metal suelto.....	128
6.5.3- EXTRACCION MANUAL.....	129
6.5.3.1- Balance de masa para el componente polvo fino y partículas extrañas	129
6.5.4- DETECTOR DE PVC.....	130
6.5.4.1- Balance de Masa para el componente PVC.....	130
6.5.5- EXTRACCION DE ETIQUETAS.....	130
6.5.5.1- Balance de Masa para los componentes de la etiqueta.....	131
6.5.6- MOLIENDA EN SECO.....	132
6.6.7- CICLÓN.....	133
6.5.8- TANQUE LAVADOR CON SOSA CAUSTICA.....	134
6.5.8.1- TRATAMIENTO DE LODO.....	137
6.5.9- SEPARACIÓN POR DENSIDAD.....	138
6.5.10- CENTRIFUGA.....	139
6.5.11- HORNO ROTATIVO.....	140
6.5.11.1- BALANCE DE ENERGÍA:.....	146
6.5.12- EXTRUSORA.....	153
6.5.12.1- BALANCE DE ENERGÍA.....	154
6.5.12.2- TINA DE ENFRIAMIENTO.....	155
6.5.13- CRISTALIZADOR.....	156
6.5.13.1- BALANCE DE MASA.....	156
6.5.13.2- BALANCE DE ENERGÍA.....	157
6.5.14- REACTOR.....	159
6.5.14.1- DISEÑO DEL REACTOR DE LECHO FLUIDIZADO.....	159
6.5.15- INYECTORA DE PREFORMAS.....	164



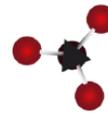
6.6- TECNOLOGIAS SELECCIONADAS	167
6.6.1- DESENFARDADOR.....	167
6.6.2- CINTA TRANSPORTADORA DE ALIMENTACIÓN.....	168
6.6.3- DETECTOR DE METALES.....	169
6.6.4- CINTA TRANSPORTADORA DE CLASIFICACIÓN	170
6.6.5- DETECTOR DE PVC.....	170
6.6.6- EXTRACCION DE ETIQUETAS	171
6.6.7- MOLIENDA EN SECO.....	172
6.6.8- CICLÓN.....	173
6.6.9- TANQUE LAVADOR CON SOSA CAUSTICA.....	174
6.6.10- SEPARACIÓN POR DENSIDAD.....	175
6.6.11- CENTRIFUGA	176
6.6.12- HORNO ROTATIVO.....	177
6.6.13- SILOS MEZCLADORES.....	178
6.6.14- EXTRUSORA.....	179
6.6.15- CRISTALIZADOR	180
.....	181
6.6.16- REACTOR SSP.....	181
6.6.17- DOSIFICADOR PARA PELLETS.....	182
6.6.18- INYECTORA DE PREFORMAS.....	182
.....	182
6.6.19.1- PREFORMA DE 55 GRAMOS.....	183
6.6.2- CINTA TRANSPORTADORA DE ALIMENTACIÓN.....	168
6.6.3- DETECTOR DE METALES.....	169
6.6.4- CINTA TRANSPORTADORA DE CLASIFICACIÓN	170
6.6.5- DETECTOR DE PVC.....	170
6.6.6- EXTRACCION DE ETIQUETAS	171
6.6.7- MOLIENDA EN SECO.....	172
6.6.8- CICLÓN.....	173
6.6.9- TANQUE LAVADOR CON SOSA CAUSTICA.....	174
6.6.10- SEPARACIÓN POR DENSIDAD.....	175



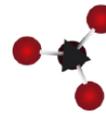
6.6.11- CENTRIFUGA	176
6.6.12- HORNO ROTATIVO	177
6.6.13- SILOS MEZCLADORES	178
6.6.14- EXTRUSORA	179
6.6.15- CRISTALIZADOR	180
.....	181
6.6.16- REACTOR SSP	181
6.6.17- DOSIFICADOR PARA PELLETS	182
6.6.18- INYECTORA DE PREFORMAS	182
.....	182
6.6.19.1- PREFORMA DE 55 GRAMOS	183
6.6.19.2- PREFORMA DE 44 GRAMOS	184
6.6.19.3- PREFORMA DE 21 GRAMOS	185
6.6.20- CINTA TRANSPORTADORA DE PREFORMAS	186
6.6.21- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE PREFORMAS DE PET	187
6.6.22- EQUIPOS AUXILIARES	189
6.6.22.1- HAND TRANS PALLET	189
6.6.22.2- AUTOELEVADOR	190
6.7- CONCLUSION	191

CAPITULO 7 - INGENIERIA DE DETALLE

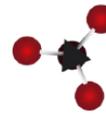
7.1- INTRODUCCION	192
7.2- ORGANIZACIÓN DEL RECURSO HUMANO Y ORGANIGRAMA GENERAL	192
7.2.1- Organigrama Tipo Vertical	193
7.3- PERFIL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO	193
7.3.1- Gerente General	193
7.3.2- Encargado de Calidad	194
7.3.3- Administrativos	195
7.3.4- Jefe de Planta	197
7.3.5- Jefe de Mantenimiento	197
7.3.6- Jefe de Finanzas	198



7.3.7- Operario Calificado	199
7.3.8- Operario Común.....	200
7.4- COSTOS ASOCIADOS A LA SIGNACION DE SUELDOS.....	200
7.5- SEGURIDAD OCUPACIONAL.....	203
7.5.1- Riesgos Involucrados en el Proceso de obtención de preformas.....	203
7.6- ACCIONES PREVENTIVAS PARA LOS RIESGOS INVOLUCRADOS.....	205
7.6.1- Exposición a ruido.....	205
7.6.2- Exposición a vibraciones	206
7.6.3- Exposición a temperaturas elevadas.....	206
7.6.4- Riesgos de Incendios.....	206
7.6.5- Exposición a instalaciones eléctricas.....	209
7.6.6- Exposición a vapores	209
7.6.7- Exposición a polvos	209
7.6.8- Exposición a bacterias.....	210
7.6.9- Posturas inadecuadas.....	210
7.6.10- Movimientos repetitivos	210
7.6.11- Levantar objetos en forma incorrecta.....	210
7.6.12- Exigencia de concentración / atención profunda.....	211
7.6.13- Nivel de responsabilidad alto.....	211
7.6.14- Equipos de protección Personal.....	211
7.7- PROGRAMA DE VENTAS.....	212
7.8- FORMULA.....	217
7.9- LISTADO DE NECESIDADES	218
7.10- PROGRAMA DE PRODUCCION.....	222
7.11- PRODUCTO TERMINADO	226
7.11.1- PRODUCTO PRINCIPAL: PREFORMAS.....	226
7.11.1.1- PREFORMA DE 21 GRAMOS DE 500 ML.....	227
7.9.1.2- PREFORMA DE 44 GRAMOS DE 1000 ML.....	228
7.11.1.3- PREFORMA DE 55 GRAMOS DE 2000 ML.....	228
7.11.2- PRODUCTO SECUNDARIO: PELLETS DE GRADO ALIMENTICIO	229
7.12- PROGRAMA DE ABASTECIMIENTO	230



7.12.1- Materia Prima: RESINA VIRGEN DE POLIETILENO TEREFTALATO (PET)	230
7.12.2- Materia Prima: ADITIVOS	234
7.12.3- Materia Prima: CAJAS	235
7.13- DISTRIBUCION DE AREAS EN LA PLANTA	238
7.13.1- Objetivos y principios básicos de la distribución de la planta	238
7.13.2- TIPOS DE PROCESO Y SUS CARACTERÍSTICAS	239
7.14-TIPOS BÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN	239
7.14.1- Distribución por proceso	239
7.14.2- Distribución por producto	239
7.14.3- Distribución por componente fijo	240
7.15- IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA	240
7.15.1- INGRESO A LA PLANTA	240
7.15.2- AREA DE RECEPCION	240
7.15.3- AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	240
7.16- CALCULO DE LAS DIMENSIONES DEL ALMACÉN DE MATERIA PRIMA	241
7.16.1- RESINA VIRGEN	242
7.16.2- ADITIVOS	242
7.16.3- ÁREA DE PRODUCCIÓN	243
7.16.3.1- Zona de producción de hojuelas/pellets	243
7.16.3.2- Zona de Inyección	243
7.16.4- OFICINA DE PRODUCCION	243
7.16.5- AREA DE SANITARIOS Y VESTUARIOS	243
7.16.6- AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO	245
7.16.6.1- PELLETS GRADO ALIMENTICIO	245
7.16.6.2- PREFORMAS	245
7.16.7- AREA DE LABORATORIO	246
7.16.8- AREA DE MANTENIMIENTO	246
7.16.9- AREA DE ADMINISTRACION	246
7.16.10- PLAYA DE ESTACIONAMIENTO	246
7.16.11- AREA DE COMEDOR Y COCINA	246
7.17- DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN LA PLANTA	246
7.18- CONCLUSION	248

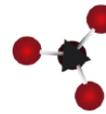


CAPÍTULO 8 – ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

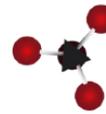
8.1- INTRODUCCIÓN	249
8.1.1- EL CASO PARTICULAR DEL PET:	249
8.2- Situación en Argentina: Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	250
8.2.1- LA ESTRATEGIA NACIONAL	251
8.2.2- LA ENGI RSU COMO RESPUESTA AL MANEJO ACTUAL DE LOS RSU	251
8.2.3- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA ENGI RSU	252
8.2.4- RELLENOS SANITARIOS	253
8.3- RECICLAJE Y MEDIO AMBIENTE	253
8.4- RECICLADO MECÁNICO DE PET Y MEDIO AMBIENTE	254
8.4.1- BENEFICIOS DEL RECICLADO	254
8.5- Marco Legal	255
8.6- Problemática ambiental asociada al proyecto	263
8.6.1- Tipos de efluentes generados:	263
8.6.2- Efluentes gaseosos contaminantes:	263
8.6.3- Efluentes solidos	263
8.6.4- Efluentes líquidos:	263
8.6.2 Datos del partido de Pilar:	263
Actividades del proyecto en sus distintas fases	265
8.6.3- Fase de construcción:	265
8.6.4- Fase elaboración y producción:	265
8.6.5- Fase de abandono:	265
8.7- Impactos generados por la implementación del proyecto	265
8.7.1- Método utilizado:	265
8.8- CONCLUSIÓN	270

CAPÍTULO 9 - HIGIENE Y SEGURIDAD

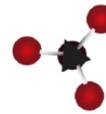
9.1- INTRODUCCIÓN	271
9.2- ASPECTOS A CONSIDERAR	271
9.3- LEY 19587- SOBRE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	271
9.3.1- SERVICIO DE MEDICINA DEL TRABAJO	272
9.3.2- SERVICIO DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	273



9.3.3- PROYECTO, INSTALACIÓN, AMPLIACIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y MODIFICACIÓN	273
9.3.4- PROVISIÓN DE AGUA POTABLE.....	273
9.4- CONDICIONES DE HIGIENE EN LOS AMBIENTES LABORALES.....	273
9.4.1- VENTILACIÓN	273
9.4.2- ILUMINACIÓN Y COLOR	274
9.4.3- RUIDOS Y VIBRACIONES	274
9.4.4- INSTALACIONES ELÉCTRICAS	275
9.4.5- MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	275
9.5.6- APARATOS QUE PUEDAN DESARROLLAR PRESIÓN INTERNA.....	275
9.5.7- TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES	276
9.5.8- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	276
CAPÍTULO 10 - CALIDAD	
10.1- INTRODUCCIÓN.....	278
10.2- ASPECTOS RELACIONADOS A LA CALIDAD.....	278
10.3- IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD.....	279
10.4- BENEFICIOS DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	280
CAPÍTULO 11 - ASPECTOS JURIDICOS	
11.1- INTRODUCCIÓN.....	282
11.2- CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA.....	282
11.2.1- RAZÓN SOCIAL Y FUNCIONES	282
11.2.2- CONSTITUCIÓN LEGAL	282
11.2.3- FORMA JURÍDICA DE LA EMPRESA.....	282
11.2.4- CLASIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	284
11.2.5- SISTEMA IMPOSITIVO	286
11.2.6- IMPUESTOS NACIONALES	286
11.2.7- IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (IVA).....	287
11.2.8- IMPUESTO A LA GANANCIA MÍNIMA PRESUNTA.....	288
11.2.9- IMPUESTO SOBRE LOS BIENES PERSONALES	289
11.2.10- IMPUESTOS INTERNOS.....	290
11.2.11- IMPUESTOS SOBRE LOS CRÉDITOS EN CUENTAS BANCARIAS Y OTRAS OPERATORIAS.....	290



11.3- IMPUESTOS PROVINCIALES	290
11.3.1- IMPUESTOS SOBRE LOS INGRESOS BRUTOS.....	290
11.3.2- IMPUESTOS DE SELLOS	291
11.3.3- IMPUESTO INMOBILIARIO	291
11.3.4- TASAS MUNICIPALES.....	291
11.4- TRÁMITES E INSCRIPCIONES IMPOSITIVAS.....	292
11.4.1- MARCO LEGAL.....	292
11.5- CONCLUSIÓN	293
CAPÍTULO 12 - EVALUACION ECONOMICA	
12.1- INTRODUCCIÓN.....	294
12.2- EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	294
12.2.1- TASA DE DESCUENTO	294
12.3- ESTRUCTURA DE COSTOS.....	295
12.3.1- INVERSIÓN INICIAL	295
12.3.2- CRONOGRAMA DE INVERSIONES.....	298
12.3.3- INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO.....	299
12.3.4- MÉTODO DEL PERÍODO DE DESFASE.....	303
12.4- COSTOS FIJOS.....	303
12.4.1- COSTOS POR AMORTIZACIONES Y DEPRECIACIONES	303
12.4.2- COSTOS DE PERSONAL PERMANENTE.....	306
12.4.3- SERVICIOS Y OTROS	307
12.4.4- TOTAL COSTOS FIJOS	308
12.4.5- COSTOS VARIABLES.....	309
12.4.6- MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	309
12.4.7- MANO DE OBRA DIRECTA	310
12.4.8- SERVICIOS.....	311
12.4.9- COSTOS VARIABLES UNITARIOS	311
12.4.10- COSTOS TOTALES	312
.....	313
12.5- PUNTO DE EQUILIBRIO	313
12.6- BENEFICIOS DEL PROYECTO	321



12.6.2- INGRESOS ANUALES.....	321
12.6.3- CONTRIBUCIÓN MARGINAL.....	322
12.6.4- UTILIDAD ANUAL.....	323
12.6.5- FLUJO DE CAJA A 10 AÑOS.....	324
12.6.6- VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	325
12.6.7- TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	325
12.7- CONCLUSIÓN	326
CAPÍTULO 13 - ANÁLISIS DE RIESGOS	
13.1- INTRODUCCIÓN.....	327
13.2- RIESGOS IDENTIFICADOS	327
13.3- ASPECTOS TECNOLOGICOS	327
13.3.1- FALTA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS Y DE SERVICIOS.....	327
13.3.2- FALLA DE MAQUINARIAS	328
13.4- ASPECTOS ECONOMICOS.....	331
13.4.1- AUMENTO DE PRECIOS DE MATERIAS PRIMAS	331
13.4.2- VENTAS BAJAS	331
13.4.3- DISMINUCION DEL PRECIO DE VENTA DE LA COMPETENCIA	332
13.5- SINIESTROS E IMPREVISTOS	333
13.5.1- INCENDIOS Y EXPLOSIONES	333
13.5.2- ACCIDENTES DE TRABAJO.....	333
13.6- CONCLUSION	335
CAPITULO 14 – ANALISIS DE SENSIBILIDAD	
14.1- INTRODUCCION.....	336
14.2- SELECCIÓN DE LA VARIABLE A SENSIBILIZAR.....	336
14.2.1- COSTO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	336
14.2.2- DEMANDA:.....	338
14.3- CONCLUSIÓN	340
BIBLIOGRAFIA.....	341
ANEXO 1.....	345



INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1 - **GENERALIDADES**

Tabla 1.1: Propiedades de los tres estados estructurales de PET

Tabla 1.2: Propiedades físicas del PET amorfo

Tabla 1.3: Propiedades mecánicas del PET amorfo

Tabla 1.4: Propiedades térmicas del PET amorfo

Tabla 1.5: Propiedades químicas del PET amorfo

Tabla 1.6: Comparación entre reciclado mecánico y químico

Tabla 1.7: Contenido energético del PET

Tabla 1.8: Comparación del aprovechamiento de PET reciclado

Tabla 1.9: Reciclaje en Argentina (Tn/año)

CAPÍTULO 2 – **ESTUDIO DE MERCADO**

Tabla 2.1: Demanda del PET en Argentina. Fuente: elaboración propia en base al ARPET.

Tabla 2.2: Datos Estadísticos del PET-uso envase. Fuente: elaboración en base al anuario IPA.

Tabla 2.3: Ubicación de los Centros de Clasificación. Fuente: elaboración propia

Tabla 2. 4: Composición RSU. Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.5: Porcentaje de plásticos de los RSU. Fuente: elaboración propia

Tabla 2.6: Producción de resina de PET virgen. Fuente: elaboración en base al IPA.

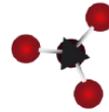
Tabla 2.7: Principales Proveedores de Máquinas y Equipos. Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.8: Mercado Competidor. Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.9: Principales Empresas de Vidrio. Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.10: Empresas recicladoras de PET y otros plásticos en Argentina. Fuente: Ecoplas.

Tabla 2.11: Proyección de la demanda de PET. Fuente: elaboración propia.



CAPÍTULO 3 - **TAMAÑO**

Tabla 3.1: Pronóstico de la demanda. Fuente: IPA 2015.

Tabla 3.2: Calendario laboral 2017

Tabla: 3.3 Alternativa 1: Programa de Producción. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.4: Alternativa 2: Programa de Producción. Fuente: Elaboración Propia.

Capítulo 4

Tabla 4.1: Partes de una inyectora. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 5 – **LOCALIZACIÓN**

Tabla 5.1: Datos de Parques Industriales presentes en la provincia de Buenos Aires.

Tabla 5.2: Tabla de factores ponderables. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.3: Tabla comparativa de ponderación de factores. Fuente: Elaboración propia con criterio del evaluador.

CAPÍTULO 6 - **INGENIERIA DEL PROYECTO**

Tabla 6.1: Composición de la paca.

Tabla 6.2: Composición de la Botella.

Tabla 6.3: Flujos de entrada y salida del desenfundador.

Tabla 6.4: Flujos de entrada y salida del detector de metales.

Tabla 6.5: Flujos de entrada y salida etapa de extracción manual.

Tabla 6.6: Flujos de entrada y salida del detector de PVC.

Tabla 6.7: Flujos de entrada y salida del extractor de etiquetas.

Tabla 6.8: Flujos de entrada y salida del molino

Tabla 6.9: Flujos de entrada y salida del ciclón.

Tabla 6.10 Flujos de entrada y salida del tanque lavador con sosa caustica.

Tabla 6.11: Flujos de entrada y salida del separador por densidad.

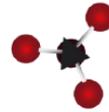


Tabla 6.12: Flujos de entrada y salida de la centrifuga.

Tabla 6.13: Flujos de entrada y salida del horno rotativo.

Tabla 6.14: Flujo de entrada y salida de la extrusora.

Tabla 6.15: Relación de holgura entre tornillo y cilindro.

Tabla 6.16: Flujo de entrada y salida del primer cristalizador

Tabla 6.17: Flujo de entrada y salida del segundo cristalizador.

Tabla 6.19: Flujos entrada y salida del reactor

Tabla 6.18: Datos para cálculo de reactor.

Tabla 6.19: Flujos entrada y salida del reactor

Tabla 6.20: Datos de PET para balance de masa

Tabla 6.21: Flujos de entrada y salida del enfriador.

Tabla 6.22: Parámetros de flujos de entrada y salida del enfriador

Tabla 6.23: Flujos de entrada y salida de la inyectora de preformas.

Tabla 6.24: Datos técnicos del desenfardador

Tabla 6.25: Datos técnicos de la cinta transportadora.

Tabla6.27: Datos técnicos de cinta transportadora de clasificación.

Tabla 6.26: Datos técnicos de la cinta transportadora de alimentación.

Tabla6.27: Datos técnicos de cinta transportadora de clasificación.

Tabla 6.28: Especificaciones del detector de PVC

Tabla6.29: Datos técnicos del extractor de etiquetas.

Tabla 6.30: Datos técnicos del molino.

Tabla 6.31: Datos técnicos del ciclón.

Tabla 6.32: Datos técnicos del tanque lavador.

Tabla 6.33: Datos técnicos del separador por densidad.

Tabla 6.34: Datos técnicos de la centrifuga.

Tabla 6.35: Datos técnicos del horno rotativo.

Tabla 6.36: Datos técnicos del silo.

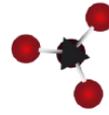


Tabla 6.37: Datos técnicos de la extrusora.

Tabla 6.38: Datos técnicos del cristizador

Tabla 6.39: Datos técnicos del reactor

Tabla 6.40: Datos técnicos del dosificador de pellets.

Tabla 6.41: Datos técnicos de la inyectora.

Tabla 6.42: Datos técnicos de la unidad de cierre de la inyectora.

Tabla 6.43: Datos preforma de PET 55 gramos.

Tabla 6.44: Datos técnicos de la matriz de PET 55 gramos.

Tabla 6.45: Datos preforma de PET 44 gramos.

Tabla 6.46: Descripción de la matriz de PET 44 gramos.

Tabla 6.47: Datos preforma de PET 21 gramos.

Tabla 6.49: Datos técnicos de la cinta transportadora.

Tabla 6.48: Descripción de la matriz de PET 21 gramos.

Tabla 6.49: Datos técnicos de la cinta transportadora.

Tabla 6.50: Especificaciones del sistema de almacenamiento.

Tabla 6.51: Especificaciones técnicas de hand trans pallets

Tabla 6.52: Especificaciones Técnicas del autoelevador.

CAPÍTULO 7 – INGENIERIA DE DETALLE

Tabla 7.1: Categorización de trabajadores según Convenio Colectivo de Trabajo.
Fuente: CCT

Tabla 7.2: Categoría y Funciones de los trabajadores. Fuente: Convenio Colectivo de Trabajo

Tabla 7.3: Análisis de Seguridad e Higiene. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.4: Demanda en función de las distintas preformas. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.5: Demanda en función de las preformas de mayor consumo. Fuente: Elaboración Propia

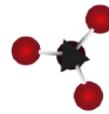


Tabla 7.6: Programa de Ventas. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.7: Turnos por preformas a elaborar. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.8: Líneas de producción. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.9: Programa de Producción en Tn/mes. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.10: Programa de Producción en unidades/mes. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.11: Especificaciones de los Productos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.12.: Producción de PET-PCR. Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.13: Formula para preformas de 21 gramos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.14: Formula para preformas de 44 gramos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.15: Formula para preformas de 55 gramos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.16: Listado de Necesidades preforma de 55 g. Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.17: Listado de Necesidades preforma de 44 g. Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.18. : Listado de Necesidades preforma de 21 g. Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.19: Especificaciones de venta Laser + C. Fuente: DAK Américas S.A

Tabla 7.20: Propiedades Laser + C. Fuente: DAK Américas S.A

Tablas 7.21: Programa de abastecimiento. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.22: Lote óptimo de MP. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.23: Stock en depósito de resina virgen de PET. Fuente: Elaboración Propia

Tablas 7.24: Cantidad a adquirir de Protector UV. Fuente: Elaboración Propia

Tablas 7.25: Cantidad a adquirir de Estabilizante. Fuente: Elaboración Propia

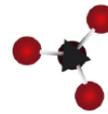
Tablas 7.26: Cantidad a adquirir de lubricante. Fuente: Elaboración Propia

Tablas 7.27: Cajas a adquirir mensualmente por preformas producidas. Fuente: Elaboración Propia

Tablas 7.28: Total de Cajas a adquirir mensualmente. Fuente: Elaboración Propia

Tablas 7.29: Stock máximo de cajas llenas con preformas. Fuente: Elaboración Propia

Tablas 7.30: Stock de cajas sin armar. Fuente: Elaboración Propia



Tablas 7.31: Especificaciones de las pacas. Fuente: Elaboración Propia

Tablas 7.32: Dimensionamiento de pasillos. Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 8 – **ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES**

Tabla 8.1: Matriz integrada de la legislación vigente en materia de RSU.

Tabla 8.2 Datos Censales Partido de Pilar. Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001

Tabla 8.3: Referencias de grado de Impactos.

Tabla 8.4: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Construcción. Fuente: Elaboración propia con criterio del evaluador.

Tabla 8.5: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Producción. Fuente: Elaboración propia con criterio del evaluador.

Tabla 8.5: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Abandono. Fuente: Elaboración propia con criterio del evaluador.

CAPÍTULO 11 - **CALIDAD**

Tabla 11.1: Clasificación Mi Pyme. Fuente: CNV

Tabla 11.2: Tabla de clasificación de la CNV según sector. Fuente: CNV

CAPÍTULO 12 - **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Tabla 12.1: Inversión inicial. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12.2: Cronograma de inversión. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12.3: Capital de trabajo-preforma de 55 g. Fuente: Elaboración Propia

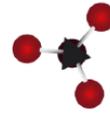
Tabla 12.4: Capital de trabajo-preforma 44 g. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12.5: Capital de trabajo-preforma 21 g. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12.6: Capital de trabajo Pellets. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12.7: Capital de trabajo total. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12.8: Amortizaciones y depreciaciones. Fuente: Elaboración Propia



- Tabla 12.9: Costo de mano de obra. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.10: Servicios y otros. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.11: Costos Fijos. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.12: Costos unitarios. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.13: Costo de Materia prima e Insumos. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.14: Costos variables mano de obra. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.15: Costos de servicios. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.17: Costos variables unitarios. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.17: Costos Totales. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.18: Punto de equilibrio-preforma 55 g. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.19: Resumen costos-preforma 55 g. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.20: Punto de equilibrio-preforma 44 g. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.21: Resumen costos-preforma 44 g. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.22: Punto de equilibrio-preforma 21 g. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.23: Resumen Costos-preforma 21 g. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.24: Punto de equilibrio-pellets. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.25: Resumen Costos-pellets. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.26: Punto de equilibrio global. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.27: Resumen de costos globales. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.28: Precios de ventas. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.29: Ingresos por venta. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.30: Contribución marginal-preforma 55 g. Fuente: Elaboración Propia.
- Tabla 12.31: Contribución marginal-preforma 44 g Fuente: Elaboración Propia.
- Tabla 12.32: Contribución marginal-preforma 21 g Fuente: Elaboración Propia.
- Tabla 12.33: Contribución marginal-pellets. Fuente: Elaboración Propia
- Tabla 12.34: Utilidad-preforma 55 g. Fuente: Elaboración Propia.
- Tabla 12.35: Utilidad-preforma 44 g Fuente: Elaboración Propia.

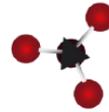


Tabla 12.36: Utilidad-preforma 21 g. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12.37: Utilidad-pellets. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12.38: Flujo Caja. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12.39: VAN. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12.40: TIR. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12.41: VAN Y TIR. Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO 13 – **ANÁLISIS DE RIESGOS**

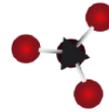
Tabla 13.1 Programa de Control y actividades, para el desarrollo del mantenimiento preventivo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.2: Matriz de riesgo del Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 14 – **ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

Tabla 14.1: Porcentaje de aumento de Materia Prima vs VAN y TIR.

Tabla 14.2: Porcentaje de disminución de la demanda vs VAN y TIR.



INDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 1 - **GENERALIDADES**

Figura 1.1: Propiedades químicas del PET amorfo

Figura 1.2: Limpieza y Separación

Figura 1.3: Proceso de metanólisis

Figura 1.4: Composición de los residuos plásticos

Figura 1.5: Ahorro de energía y Recursos Naturales. Consumo de Energía – Producto Virgen vs Reciclado (kwh/Tn)

Figura 1.6: Reciclaje en Argentina (Tn)

Figura 1.7: Consumo de PET, botellas de PET, índices de recolección y no recolección en Argentina

Figura 1.8: Reciclado de PET en Argentina

Figura 1.9: Porcentaje de reciclaje de PET

CAPÍTULO 2 - **ESTUDIO DE MERCADO**

Figura 2.1: Producción Mundial de Plástico, 1950-2012 (millones de toneladas y tasas de crecimiento). Fuente: CAIP.

Figura 2.2: Consumo Mundial del Plástico. Fuente: elaboración propia

Figura 2.3: Consumo Mundial de Plástico por aplicación. Fuente: elaboración propia

Figura 2.4: Grafico comparativo: Producción, Consumo Aparente, Importación, Exportación. (Ton/año). Fuente: elaboración en base a CAIP e INDEC.

Figura 2.5: Consumo per cápita del Plástico. Fuente: CAIP-Anuario Estadística de la Industria plástica

Figura 2.6: Aplicaciones del PET en Argentina. Fuente: Elaboración propia en base CAIP.

Figura 2.7: Producción del Plástico por material. Fuente: elaboración propia en base CAIP.

Figura 2.8: Consumo de Materias Primas EN Argentina. Fuente: elaboración propia en base CAIP.

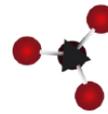


Figura 2.9: Evolución del sector del Plástico: Consumo Aparente, Importación, Exportación (Ton/año). Fuente: elaboración propia en base IAE-INDEC.

Figura 2.10: Consumo Aparente de PET grado envase. Fuente: elaboración propia en base a Secretaria de Alimentos Argentinos.

Figura 2.11: Variación de las Importaciones en el país 2005-2014. Fuente: elaboración en base al IPA.

Figura 2.12: Ubicación geográfica de los centros verdes.

Figura 2.13: Ámbito geográfico del CEAMSE.

Figura 2.14: Plásticos en RSU (%). Fuente: elaboración propia.

Figura 2.15: Valores anuales de barriles de crudo, en dólares. Fuente: OPEP

Figura 2.16: Valores anuales-dólares americanos por millón de BTU. Fuente: OPEP.

Figura 2.17: Producción-Consumo aparente de PET. Fuente: elaboración en base al anuario IPA 2015

Figura 2.18: Precio Internacional del PET. Fuente: elaboración en base al anuario IPA 2015.

Figura 2.19: Distribución Geográfica de las Empresas en el País. Fuente: elaboración propia.

Figura 2.20: Proyección de la Demanda de Preformas de PET. Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO 3 - **TAMAÑO**

Figura 3.1: Consumo Aparente del PET

Figura 3.2: Cantidad de Materia Prima Procesada, Alternativa 1

Figura 3.3: Cantidad de Materia Prima Procesada, Alternativa 2

CAPÍTULO 4 - **TECNOLOGÍA**

Figura 4.1: Elaboración de Preformas a partir del Reciclado Mecánico no Convencional del PET

Figura 4.2: Recepción de pacas

Figura 4.3: Almacenamiento

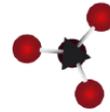


Figura 4.4: Desenfardado

Figura 4.5: Detector de metales

Figura 4.6: Cinta Transportadora; clasificación.

Figura 4.7: Detector de PVC

Figura 4.8: Selección- Detector de PVC

Figura 4.9: Equipo saca-etiquetas

Figura 4.10: Cuchillas giratorias y fijas de molino

Figura 4.11: Ciclón

Figura 4.12: tanque de baño de sosa caustica.

Figura 4.13: Separador por densidad

Figura 4.14: Centrifuga

Figura 4.15: Horno Rotatorio

Figura 4.16: Detector de Metales

Figura 4.17: Silos Mezcladores

Figura 4.18: Extrusora

Figura 4.19: Zonas de la extrusora evolución de la presión a lo largo de las mismas.

Figura 4.20: Tornillo de la extrusora

Figura 4.21: Sistema cilíndrico de calefacción-tornillos

Figura 4.22: Zona de garganta de alimentación

Figura 4.23: Tipos de tolvas

Figura 4.23: Plato rompedor

Figura 4.24: Boquilla anular y cabezal

Figura 4.25: Cristalizador

Figura 4.26: Polimerización del PET

Figura 4.27: Dosificador para pellets.

Figura 4.28: Inyectora.

Figura 4.29: Unidad de Inyección.

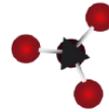


Figura 4.30: Unidad de Cierre.

Figura 4.31: Unidad de Control.

Figura 4.32: Maquina Inyectora.

Figura 4.33: Cierre del molde e inicio de la inyección.

Figura 4.34: Inyección del material.

Figura 4.35: Aplicación de la presión de sostenimiento.

Figura 4.36: Plastificación del material.

Figura 4.37: Enfriamiento y extracción de la pieza.

Figura 4.38: Componentes de una inyectora.

Figura 4.39: Zonas del husillo: fusión, compresión, dosificación.

Figura 4.40: Funcionamiento de la válvula antiretorno.

Figura 4.41: Válvula antiretorno.

Figura 4.42: Barril de Inyección.

Figura 4.43: Tipos de boquillas.

Figura 4.45: Cintas Transportadoras de preformas.

Figura 4.44: Sistema de expulsión de la Inyectora- Partes.

Figura 4.46: Contenedores estándares de preformas.

Figura 4.47: Plataforma vibratoria.

CAPÍTULO 5 - LOCALIZACIÓN

Figura 5.1: Parques Industriales en el PAIS. Fuente: Secretarías Provinciales E Industria.

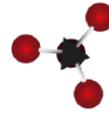
Figura 5.2: Ubicación geográfica de los centros verdes.

Figura 5.3: Distribución geográfica de Parques Industriales.

Figura 5.4: Vista acceso al PIP.

Figura 5.5: Vista Aérea Parque Industrial Pilar.

Figura 5.6: Parque Industrial Pilar. Fuente: Cámara Empresarial del PIP.



CAPÍTULO 6 – INGENIERIA DEL PROYECTO

Figura 6.1: Diagrama en bloque de la Elaboración de Preformas a partir del Reciclado Mecánico no Convencional del PET.

Figura 6.2: Esquema, flujos del desenfardador.

Figura 6.3: Esquema, flujos del detector de metales.

Figura 6.4: Esquema, flujos de la etapa de extracción manual

Figura 6.5: Esquema, flujos del detector de PVC.

Figura 6.6: Esquema, flujos del extractor de etiquetas.

Figura 6.7: Esquema, flujos del molino.

Figura 6.8: Esquema, flujos del ciclón.

Figura 6.9: Esquema y flujos de entrada y salida tanque lavador de sosa caustica.

Figura 6.10: Esquema y flujos de entrada y salida etapa de tratamiento de lodo.

Figura 6.11: Esquema y flujos de entrada y salida etapa de separación por densidad.

Figura 6.12: Esquema y flujos de entrada y salida de la centrifuga.

Figura 6.13: Esquema y flujos de entrada y salida del horno rotativo

Figura 6.14: Esquema, temperaturas y flujos de entrada y salida del horno rotativo del aire.

Figura 6.15: Perfil de Temperatura Reales en Horno Secadero.

Figura 6.16: Esquema y flujos de entrada y salida de la tina de enfriamiento.

Figura 6.17: Esquema y flujos de entrada y salida del primer cristalizador.

Figura 6.18: Esquema y flujos de entrada y salida del segundo cristalizador.

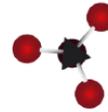
Figura 6.19: Esquema de un cilindro.

Figura 6.20: Flujos de entrada y salida del reactor.

Figura 6.21: Esquema y flujos de entrada y salida del enfriador.

Figura 6.22: Esquema y flujos de entrada y salida a la inyectora.

Figura 6.23: Desenfardador



- Figura 6.24: Cinta Transportadora de alimentación.
- Figura 6.25: Detector de metales
- Figura 6.26: Vistas del detector de metales.
- Figura 6.27: Cinta transportadora de clasificación.
- Figura 6.28: Detector de PVC
- Figura 6.29: Extractor de etiquetas.
- Figura 6.30: Etapas de la molienda.
- Figura 6.31: Ciclón.
- Figura 6.32: Secuencia lavado con sosa caustica.
- Figura 6.33: Separador por densidad.
- Figura 6.34: Centrifuga.
- Figura 6.35: Silo mezclador.
- Figura 6.36: Extrusora.
- Figura 6.37: Esquema de una Extrusora.
- Figura 6.38: Vista lateral y superior del cristalizador.
- Figura 6.39: Reactor.
- Figura 6.40: Dosificador.
- Figura 6.41: Inyectora de preformas.
- Figura 6.42: Matrices de preformas 55 gramos.
- Figura 6.43: Matrices de preformas 44 gramos.
- Figura 6.44: Matrices de preformas 21 gramos.
- Figura 6.45: Cinta transportadora de preformas.
- Figura 6.46: Cinta Transportadora.
- Figura 6.47: Almacenamiento de preformas.
- Figura 6.48: Vistas de sistema de almacenamiento de preformas.
- Figura 6.49: Vistas varias de plataforma vibratoria.
- Figura 6.50: Hand Trans Pallets.

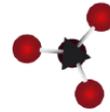


Figura 6.51: Autoelevador.

CAPÍTULO 7 – INGENIERIA DE DETALLE

Figura. 7.1: Organigrama General

Figura 7.21: Distribución de Áreas de la Planta

Figura 7.12: Programa de Ventas

Figura 7.13: Presentación del Producto Terminado

Figura 7.14: Tipos distintos de preformas a producir

Figura 7.15: Preformas de 21 gramos

Figura 7.16: Preformas de 44 gramos

Figura 7.17: Preformas de 55 gramos

Figura 7.18 Llenado de los sacos con pellets grado alimenticio

Figura 7.19: Saco de Pellets Virgen de PET

Figura 7.20: Cajas de Doble Triple Cartón Corrugado

Figura 7.2: Elementos de Protección Auditiva

Figura 7.3: Elementos de Protección a Elevadas Temperaturas

Figura 7.4: Clases de Extintores

Figura 7.5: Chapas Balizas

Figura 7.6: Tipos de mascarillas

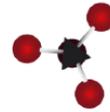
Figura 7.7: Tipos de gafas protectoras

Figura 7.8: Indumentaria necesaria

Figura 7.9: Estadísticas del Consumo de bebidas no alcohólicas en 2015 según la OMS

Figura 7.10: Grafica del Consumo de bebidas no alcohólicas en 2006 según la OMS

Figura 7.11: Grafica del Consumo de bebidas no alcohólicas en 2015 según la OMS



CAPÍTULO 8 – **ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES**

Figura 8.1: Comparación energética entre PET virgen y Reciclado.

Figura 8.2: Localización del Partido de Pilar.

CAPÍTULO 12 – **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Figura 12.1: Grafico Costos Fijos. Fuente: Elaboración Propia

Figura 12.2: Grafico Incidencia de Materias primas. Fuente: Elaboración Propia

Figura 12.3: Gráfico Costos Totales. Fuente: Elaboración Propia

Figura 12.4: Gráfico Punto de equilibrio-preforma 55 g. Fuente: Elaboración Propia

Figura 12.5: Gráfico Punto de equilibrio-preforma 44 g. Fuente: Elaboración Propia

Figura 12.6: Gráfico Punto de equilibrio-preforma 21 g. Fuente: Elaboración Propia

Figura 12.7: Gráfico punto de equilibrio-pellets. Fuente: Elaboración Propia

Figura 12.8: Gráfico Punto de equilibrio Global. Fuente: Elaboración Propia

Figura 12.9: Gráfico VAN vs Tasa de descuento. Fuente: Elaboración Propia

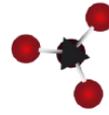
CAPÍTULO 14 – **ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

Figura 14.1: Gráfico VAN (\$) vs Aumento del Costo de Materia Prima (%).

Figura 14.2: Gráfico TIR (%) vs Aumento del Costo de Materia Prima (%).

Figura 14.2: Gráfico VAN (\$) vs Disminución de la demanda (%).

Figura 14.2: Gráfico TIR (%) vs Disminución de la Demanda (%).



RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo contiene el análisis y la evaluación técnico económica de la fabricación de preformas de PET a nivel industrial. El estudio realizado alcanza el nivel de prefactibilidad.

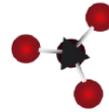
El producto preformas es un bien intermedio, utilizándose en un importante número de aplicaciones, siendo la mayor utilización para la fabricación de botellas de distintos tamaños. En la actualidad el 80% del consumo nacional de preformas se satisface a través de un mercado de carácter oligopólico, con empresa con grandes volumen de producción como Cabelma pet, Acsur, Polypet, Altec que cubren un alto porcentaje de la producción total, cercana al 75 %, y otras pequeñas, que abarcan en conjunto el 25% restante. La calidad del producto está determinada por estándares establecidos en las normas ISO 1450, ASTM 450, IRAM 45000, siendo estos aspectos fundamentales para su aceptación por los clientes.

El estudio de mercado permite inferir que el suministro de los insumos necesarios para la producción estaría garantizado. La demanda de los bienes finales donde el producto preformas se aplica presenta un crecimiento sostenido y constante, lo que otorgaría buenas perspectivas a su producción en forma local.

La distribución a los clientes puede lograrse en forma directa o bien a través de distribuidores terciarios especializados o realizar una distribución mixta. El precio utilizado en la evaluación no prevé esta última situación.

La selección de tecnología abarcó el análisis de tres alternativas posibles para la obtención de preformas, planteándose en la evaluación factores tecnológicos y económicos de comparación, resultando claves el costo de la inversión inicial, la flexibilidad en cuanto a la eficiencia para diferentes niveles de producción y los requerimientos de mano de obra. Resultó entonces seleccionado el proceso de tipo continuo, 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 y el servicio post-venta.

Dentro del proceso de producción se identificó como variables críticas las reacciones que tiene lugar en el reactor SSP y en el equipo Extrusor.



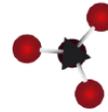
El tamaño propuesto para la planta fue determinado a partir del análisis y consideración de las siguientes variables: tecnologías aplicables, disponibilidad de insumos, mercado potencial a sustituir, tasa de descuento de referencia y requerimientos de gestión. A los fines de la presente evaluación, no fueron consideradas restricciones de financiamiento. El valor obtenido de producción para las preformas de 55 g propuesto es de 35.371.208 unidades/año, para las preformas de 44 g propuesto es de 77.332.672 unidades/año, para las preformas de 21 g propuesto es de 121.223.952 unidades/año y para los pellets grado alimenticio es de 5.429.721,11 Kg/año, el cual representaría aproximadamente el 10% del mercado del país.

En la determinación de la localización fue clave el costo del transporte, dada la fuerte reducción de tamaño y peso que se verifica en el proceso de la materia prima las pacas; los insumos resinas virgen de PET, lubricante, protector UV y estabilizante hasta el producto final preformas. El lugar propuesto para la planta es el parque industrial Pilar. No obstante esto, de la evaluación realizada se desprende que el Parque Industrial de Azul es otra localización aceptable.

Los aspectos organizacionales son convencionales, pero se cree que en el corto plazo un amplio sector de la administración debería conectarse en forma de red informática con la producción para optimizar el control de stocks y con ello las previsiones de compras e ingresos. El costo de la red informática se incluye en las inversiones iniciales. Con relación al personal necesario para el área de administración este podría en su mayor parte ser oriundo de la localización seleccionada, pero previo a su incorporación se deberán desarrollar cursos de capacitación. Los gerentes de las distintas áreas casi con seguridad deberán provenir de otros sitios, por lo que se han previsto en los costos los de vivienda a suministrar.

Con relación a los aspectos vinculados a la seguridad y la higiene no se identifican cuestiones relevantes que difieran de los normales en el sector, pero se recomienda la contratación de un servicio externo que sea responsable del cumplimiento de la reglamentación correspondiente.

Fueron analizados los aspectos legales de donde se desprende que la razón social responsable de la planta puede ser del tipo S.A. El convenio colectivo de trabajo que



debe aplicarse para la contratación de la mano de obra directa es el de la industria del plástico, siendo el nivel de conflictividad moderado a alto.

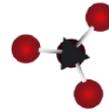
El estudio ambiental se realizó para las etapas de preinversión, inversión, operación y abandono. La profundidad del estudio es acorde con el nivel de análisis realizado, utilizándose como herramientas principales listas de control y matrices. El estudio arrojó la necesidad de implementar sistemas de tratamiento de efluentes líquidos, como así también destinos finales a residuos sólidos caracterizados como cargas peligrosas con un volumen estimado en 202.422,92 Kg/mes. No obstante, el proyecto sería ambientalmente viable, generando impactos positivos sobre todo por la producción de nuevos bienes no fabricados en el país, la generación de empleo y capacitación de mano de obra.

A los fines de la evaluación económica, los costos y beneficios identificados y valorizados en el proyecto fueron de tipo directos, valorados a precio de mercado, no se incluyen efectos indirectos, externalidades, y tampoco intangibles. Todos los precios están netos de Impuesto al Valor Agregado. El capital de trabajo fue estimado por el método del déficit acumulado máximo. Para el cálculo de los ingresos se utilizó un nivel de producción promedio del 80% de la capacidad instalada y un precio de venta para las preformas de 55 g de \$/unidad 1,69; para la preformas de 44 g \$/unidad 1,39; para las preformas de 21 g \$/unidad 0,74 y para los pellets grado alimenticios de \$/Kg 18,00 el 1,69, siendo del orden del 82% del valor de venta hoy en el país. Todos los precios corresponden a Agosto de 2016, con un tipo de cambio 14,56 \$ por U\$S.

La inversión inicial alcanzaría un total de \$185.963.852,2 según el siguiente detalle: Inversión en activo fijo \$ 66.425.224, Inversión en cargos diferidos y gastos asimilables \$ 100.000 y en Capital de Trabajo de \$54.381.282,54.

Los costos de operación totales anuales promedio ascienden a \$ 117.525.130 por año, siendo los costos fijos el 4,83 % del total.

La tasa de descuento utilizada se calculó por el método Cost Asset Price Model, con las siguientes consideraciones: el coeficiente beta se estableció como la media ponderada de los betas de los sectores donde el producto preformas participa con mayor importancia, y al valor alcanzado se le adicionó una prima por riesgo país del 6%, resultando $r = 0,1725$.



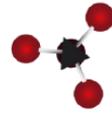
La evaluación se realizó para un horizonte de 10 años resultando un VAN de \$124.095.560; una TIR del 30,56 % y PR de 5 años.

El análisis de riesgo fue abarcativo de todos los aspectos analizados en el proyecto identificándose como críticos los siguientes: Precio de venta del producto, precio de venta de los insumos, el nivel de pérdidas y disminución de la producción.

Con estas variables se realizó un estudio de sensibilidad de tipo unidimensional y multidimensional, considerando que el costo de las materias primas puede aumentar hasta un 28%, que es el de mayor participación en la matriz de costos. Otra variable considerada es la demanda que puede disminuir hasta un 25 %. Los resultados indican que el proyecto aparece como sólido frente a estas fluctuaciones.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

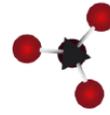


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

GENERALIDADES

CAPÍTULO 1





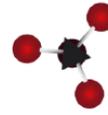
1.1- INTRODUCCION

El plástico es uno de los materiales de mayor uso en las actividades cotidianas del hombre. Gracias a su gran versatilidad de transformación bajo una excelente relación costo-beneficio y a sus excelentes propiedades ha desplazado a muchos de los materiales tradicionales en un sin fin de aplicaciones. Lamentablemente, una vez culminada su vida útil pasa a formar parte del gran volumen de desperdicios no biodegradables generados diariamente, contribuyendo de manera significativa a la problemática asociada a la acumulación de desechos a nivel mundial.

Dentro de los plásticos de consumo masivo se destaca el Polietilen Tereftalato (PET) como una de las principales resinas poliméricas generadas de residuos urbanos. Gracias a su excelente propiedades de barrera a los gases, alta transparencia y brillo, buena resistencia mecánica y conformidad sanitaria para el contacto con alimentos, lo han llevado a ser el material de mayor uso en la fabricación de envases y empaques.

Actualmente existen razones tanto económicas como ambientales que han fomentado el desarrollo de nuevas alternativas que mejoren la calidad de vida de la sociedad y ayuden a una disposición viable e inteligente de los desperdicios producidos por el consumo humano. Entre las razones económicas se tienen los altos costos en recolección y tratamiento de basura que invierte el estado para evitar la acumulación de los mismos en calles y avenidas, sin mencionar la necesidad de un espacio físico para su disposición que fácilmente pudiese ser empleado en propósitos mucho más productivos para la sociedad. Dentro del aspecto ambiental se presenta la contaminación asociada a la acumulación de desechos que afectan de manera significativa el desarrollo adecuado de áreas naturales y urbanas.

Años atrás, las botellas post-consumo y post-industrial de PET se reciclaban para producir principalmente textiles, carpetas y láminas extruidas. Se reconoció desde entonces que estos mercados no son lo suficientemente grandes como para absorber los volúmenes generados por los mercados de bebidas empacadas en botellas de PET. El mercado de fibras consumía solamente el 25% del total del uso del PET, y en vista de un crecimiento anual del 35% en la generación de



desperdicios de la resina, resulta lógico pensar que la única salida al problema de la utilización efectiva de los desperdicios de PET es su utilización en la fabricación de nuevas botellas para bebidas, mediante la utilización de rPET se consiguen ventajas económicas y ecológicas.

El consumo responsable es uno de los aspectos trascendentales que contribuyen en gran parte al paradigma del Desarrollo Sustentable, impulsado por numerosos organismos internacionales.

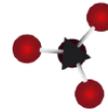
Debemos decir que para que exista una tendencia global hacia el modelo propuesto de desarrollo Sustentable, es necesario que en el mismo, participe toda la cadena PRODUCCION-CONSUMO, es decir que comprenda el conjunto de la humanización lo cual abarca desde la abstención de materias primas, los procesos intermedios, la máxima incorporación posible de materiales reciclados en el producto final y la minimización de residuos industriales y domiciliarios. En otros términos, cuantos menos residuos se generen, más eficiente será el aprovechamiento de la materia y energía en consecuencia más perdurables los recursos del planeta y el equilibrio ambiental.

El reciclaje del PET hoy en día es un tema de interés para los más diversos grupos de usuarios. Fabricantes de envases, embotelladores o empresas de eliminación de basuras participan en el procesamiento de la materia prima PET en diferentes puntos del circuito de materiales.

1.2- JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

La mayoría de los plásticos se obtienen a partir de derivados del petróleo, un producto cada vez más caro y escaso, en consecuencia un bien a preservar. Cada día es más necesaria la recuperación de los desechos plásticos por dos razones principales: la contaminación que provoca y el valor económico que representan.

El PET es uno de los materiales que más ha incrementado su demanda en los últimos años. Debido a esto y a sus características de reciclaje, existe una importante demanda del producto reciclado para diversas aplicaciones.



El reciclaje del envase de PET post-consumo y post-industrial es una realidad viable, tanto técnica como medioambientalmente, ya que da lugar a productos con importante valor agregado y contribuye a disminuir la generación de residuos.

Actualmente el principal uso de la resina PET es en la fabricación de envases como botellas de agua, gaseosas, aceites entre otros usos. El PET reciclado mecánicamente de manera convencional no se destina a nuevos envases de bebidas o de alimentos, sino que es utilizado en la confección de fibras textiles para la producción de alfombras, cepillos, cuerdas, escobas, telas par prendas de vestir como el “polar”, calzados y camisas entre otros uso.

En nuestro país el reciclado del PET creció más de 12 veces en los últimos cinco años, según datos de la Asociación Civil Argentina Pro reciclado de PET (ARPET). Años atrás el procesamiento del PET en Argentina terminaba en el enfardado y formación de scrap, luego se lo transportaba a China donde era reutilizado y transformado, actualmente algunas empresas dentro del país transforman parte del scrap en pellet para satisfacer parte de la demanda.

El presente Estudio de Factibilidad se basa en la necesidad de ofrecer una alternativa tecnológica de reciclado mecánico no convencional para el reaprovechamiento de residuos de PET para favorecer la utilización de los mismos. Convirtiéndolos por un lado en materia prima y paralelamente contribuye a solucionar el problema ambiental a través del reciclaje y la reutilización, y así generar nuevos productos que también pueden ser reciclados.

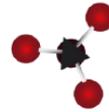
1.3- OBJETIVOS

1.3.1- OBJETIVOS GENERALES

- Puesta en marcha, evaluación y optimización de una planta de reciclado de Polietilen Tereftalato post-consumo y post-industrial para la Producción de Pellets grado Alimenticio a partir del reciclado mecánico no convencional de PET y Producción de Preformas.
- Determinar cuan viable resulta el proceso del reciclaje del PET.

1.3.2- OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la demanda de botellas de PET/persona en el país.



- Analizar la oferta de Materia prima disponible.
- Determinar el consumo y la gestión actual de envases de PET.
- Fomentar el reciclaje en la sociedad.
- Contribuir a la preservación y mejorar la calidad del medio ambiente.
- Determinar los beneficios económicos de reciclar y recuperar envases PET.
- Precisar la localización más conveniente para la instalación de la planta.
- Análisis de costos de inversión, de operación y fabricación de los pellets.
- Evaluar cada componente del proceso con respecto al control de calidad del material.
- Determinar un marco legal que permita tener un respaldo para la aplicación del proyecto.

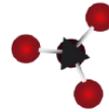
1.4- PET COMO MATERIAL POLIMERICO

No es posible seguir con el presente trabajo de investigación de reciclado de PET, sin conocer las características químicas del material, en donde el conocimiento de las mismas será de vital importancia en el proceso de reciclado y en su ulterior aprovechamiento.

PET es un poliéster lineal termoplástico semicristalino considerado como uno de los materiales de ingeniería más importante desde hace dos décadas por su resistencia a la tracción y resistencia al impacto, resistencia química, la claridad, procesabilidad, la capacidad de color, razonable estabilidad térmica y estabilidad a la intemperie.

Su denominación técnica es Polietilen Tereftalato o politereftalato de etileno y al ser un termoplástico este se puede reciclar. Fue descubierto por los científicos británicos Whinfield y Dickson, en el año 1941, quienes lo patentaron como polímero para la fabricación de fibras.

La producción comercial de fibra de poliéster comenzó en 1955; desde entonces, el PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico hasta lograr un alto nivel de sofisticación basado en el espectacular crecimiento del producto a nivel mundial.



A partir de 1976 se emplea en la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes, principalmente en bebidas, los cuales, al principio eran botellas gruesas y rígidas, pero hoy en día, sin perder sus excelentes propiedades como envase, son mucho más ligeros.

1.5- SINTESIS QUIMICA DEL PET

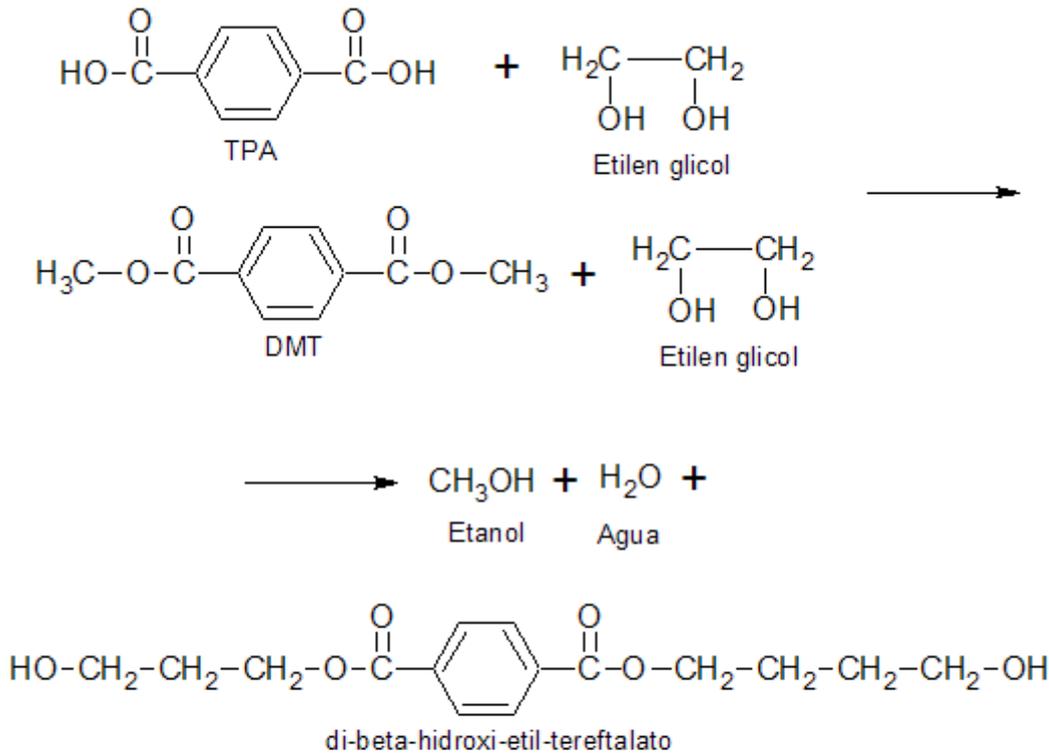
Los poliésteres sintetizan a través de lo que se denomina polimerización de condensación, esta implica una reacción de aglomeración en la cual los dos grupos funcionales reaccionan uno con otro para eliminar una molécula neutra pequeña, normalmente el agua. En esta polimerización se puede controlar el límite de longitud de la cadena dando lugar a polímeros de bajo peso molecular.

Existen dos rutas por las cuales se puede obtener el PET, una es a partir del ácido tereftálico y el etilenglicol y la otra es partiendo del dimetil Tereftalato y etilenglicol.

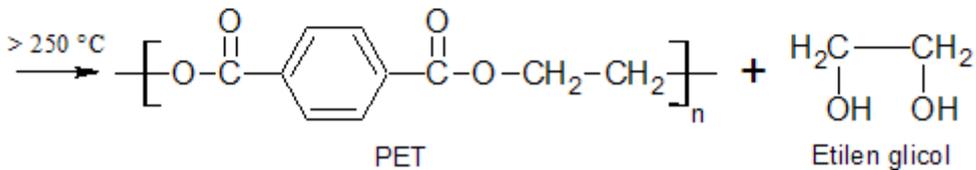
- **TPA ácido tereftálico**
- **DMT dimetiltereftalato**

Haciendo reaccionar por esterificación TPA o DMT con glicol etilénico se obtiene el monómero Bis-beta-hidroxi-etil-tereftalato, el cual en una fase sucesiva, mediante policondensación, se polimeriza en PET según el esquema.

Esterificación



Policondensación

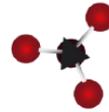


En la reacción de esterificación, se elimina agua en el proceso del TPA y metanol en el proceso del DMT.

La reacción de policondensación se facilita mediante catalizadores y elevadas temperaturas (arriba de 270°C).

La eliminación del glicol etilénico es favorecida por el vacío que se aplica en el autoclave; el glicol recuperado se destila y vuelve al proceso de fabricación.

Cuando la masa del polímero ha alcanzado la viscosidad deseada, registrada en un reómetro adecuado, se romperá el vacío, introduciendo nitrógeno en el autoclave. En este punto se detiene la reacción y la presencia del nitrógeno evita fenómenos de oxidación. La masa fundida, por efecto de una suave presión ejercida por el nitrógeno, es obligada a pasar a través de una matriz, en forma de spaghetti,



cayendo en una batea con agua se enfrían y consolidan. Los hilos que pasan por una cortadora, se reducen a gránulos, los cuales, tamizados y desempolvados se envían al almacenamiento y fabricación

El gránulo así obtenido es brillante y transparente debido a estructura amorfa posee baja viscosidad, o sea un bajo peso molecular, volviéndose apto para la producción de botellas, donde serán necesarios las etapas de Cristalización y Polimerización en estado sólido.

1.6- CRISTALIZACIÓN

Con este término se describe el cambio de estructura de los polímeros semicristalinos y que consiste en el fenómeno físico con el cual las macromoléculas pasan de una estructura en la cual su disposición espacial es desordenada (estructura amorfa, transparente a la luz) a una estructura uniforme y desordenada (estructura cristalina, opaca a la luz) que le confiere a la resina una coloración blanca lechosa. El proceso industrial consiste en un tratamiento térmico a 130- 160 °C, durante un tiempo que puede variar de 10 minutos a una hora, mientras el gránulo, para evitar su bloqueo, es mantenido en agitación por efecto de un lecho fluido o de un movimiento mecánico.

Con la cristalización, la densidad del PET pasa de 1.33 g/cm³ del amorfo a 1.4 del cristalino.

1.7- POLIMERIZACIÓN EN ESTADO SÓLIDO O POST-POLIMERIZACIÓN

Esta es una fase ulterior de polimerización del PET.

El granulo cristalizado se carga en un reactor cilíndrico en cuyo interior, durante tiempos muy largos, es sometido a un flujo de gas inerte (nitrógeno) a temperatura elevada (sobre los 200 ° C).

Este tratamiento ceba una reacción de polimerización que hace aumentar posteriormente el peso molecular de la resina hasta los valores correspondientes de



I.V. (0.72 – 0.86) idóneos para la fabricación de la botella. El aumento de la viscosidad intrínseca es directamente proporcional al aumento del peso molecular.

En esta reacción, mientras se ligan las moléculas, es eliminado parte del acetaldehído que se forma en la primera polimerización. Un buen polímero tiene valores de A.A inferiores a 1 ppm.

De estos reactores, se descarga PET de elevado porcentaje de cristalinidad (> 50) con viscosidad Grado para Botella (“Bottle Grade”).

1.7.1- PROPIEDADES

Estructura de la resina de PET.

El PET tiene tres estados estructurales: cristalino, orientado y amorfo.

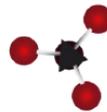
PET Cristalino: Este tipo de PET tiene las moléculas dispuestas en un orden determinado parecido al arreglo que tiene el agua en un copo de nieve.

PET Orientado: Este tipo de PET tiene un arreglo artificial en sus moléculas las cuales son enrolladas u orientadas en una dirección para aprovechar sus propiedades fibrosas. Este es el PET que se utiliza para fabricar las botellas. No se enrolla ni se teje, se estira axialmente y se sopla.

PET Amorfo: Este tipo de PET tiene las moléculas dispuestas en forma aleatoria y desarreglada a nivel microscópico. En otras palabras el plástico no está cristalizado ni orientado.

propiedad	cristalino	Orientado	amorfo
Densidad	Alta(1.40gr/cm ³)	Moderada (1.37gr/cm ³)	Baja (1.33gr/cm ³)
Resistencia o tensión	Alta	Alta	Baja
Resistencia al impacto	Baja	Alta	Moderada
Plasticidad	Muy baja	Baja	Alta
Apariencia	Opaca	Clara	Clara
Volumen libre	Muy bajo	Baja	Alto
Permeabilidad a O ₂	Baja(3.40)	Baja(3.95)	Alta(8.47)
Permeabilidad a CO ₂	Baja(23.1)	Baja(26.7)	Alta(56.0)
Permeabilidad a H ₂ O	Baja (1.39)	Baja(1.83)	Alta(4.60)

Tabla 1.1: Propiedades de los tres estados estructurales de PET



Propiedades físicas

Absorción de agua-equilibrio	<0,7
Densidad (g/cm ³)	1,3-1,4
Índice refractario	1,58-1,64
Inflamabilidad	Auto extinguable
Resistencia a los ultravioletas	Buena

Tabla 1.2: Propiedades físicas del PET amorfo

Propiedades mecánicas

Coeficiente de fricción	0,2-0,4
Dureza-rockwell	M94-101
Resistencia a la tracción (MPa)	190-160
Resistencia al impacto (Jm ⁻¹)	13-35

Tabla 1.3: Propiedades mecánicas del PET amorfo

Propiedades térmicas

Calor específico(KJ/Kg.K)	1,2-1,35
Coeficiente de expansión térmica (*10 ⁻⁶ /K)	20-80
Conductividad térmica (Wm ⁻¹ .K ⁻¹)	0,15-0,40
Temperatura máxima de utilización (°C)	115-170
Temperatura mínima de utilización	-40 a-60

Tabla 1.4: Propiedades térmicas del PET amorfo

Propiedades químicas

Ácidos concentrados	Buena
Álcalis	Mala
Alcoholes	Buena
Grasa y aceites	Buena
Halógenos	Buena
Hidrocarburos aromáticos	Aceptable

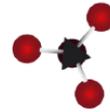


Tabla 1.5: Propiedades químicas del PET amorfo

1.7.2- Propiedades generales

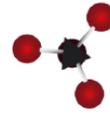
- Cristalinidad y transparencia, aunque admite cargas de colorantes
- Alta resistencia al desgaste
- Buena resistencia química
- Buenas propiedades térmicas
- Muy buena barrera a CO₂, aceptable barrera a O₂ y humedad.
- Totalmente reciclable
- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.
- Alta rigidez y dureza.

1.7.3- Características

- Nombre técnico: Polietilen Tereftalato
- Acronómico: PET
- Categoría: Poliester (termoplástico)
- Procesamiento:
 - moldeo por compresión
 - moldeo por inyección
 - extrusión
 - moldeo por soplado
 - formado por vacío (termoconformado)
 - hilado de fibras

1.7.4- Materiales similares

- poliamidas (PA)
- Poli(butilentereftalato)PBT
- Poli(cloruro de vinilo) PVC
- Poli(etilen)PE
- Poli(estireno)PS



1.7.5- Aplicaciones

- Botellas para gaseosas
- Fibras textiles
- electrodomésticos
- film, empaques
- revestimientos de termos

1.8- RECICLADO

El reciclaje es el proceso a través del cual materiales ya utilizados (desperdicios), en este caso PET, son acondicionados con el propósito de integrarlos nuevamente a un ciclo productivo como materia prima.

Los plásticos que son reciclados provienen principalmente de dos fuentes: la primera de ellos los desechos que quedan a pie de máquina, tanto de la industria petroquímica como en la transformadora. Este tipo de material es mucho más fácil de reciclar, ya que se encuentra mucho más limpio, separado y se conoce perfectamente su precedencia. La segunda fuente de desecho proviene del consumo de los seres humanos.

El reciclado abarca tres etapas, primero la recolección o acopio en el cual seleccionan los materiales, segundo la transformación primaria para hacer la nueva materia prima presentada como: botellas prensadas en pacas, escamas, tanto limpias como sucias, o pellets; y por último la transformación hacia un producto terminado.

1.8.1- TIPOS DE RECICLADO

Existen tres diferentes maneras de aprovechar los envases de PET una vez que termino su vida útil: someterlo a un reciclado mecánico, a un reciclado químico, o a un reciclado energético empleándolos como fuente de energía. El ciclo de vida se muestra en la siguiente figura 1.1.



Figura 1.1: Propiedades químicas del PET amorfo

1.9- RECICLADO MECÁNICO

1.9.1- RECICLADO MECANICO CONVENCIONAL

Es el sistema de reciclado más empleado en el mundo. Este proceso físico comienza con la separación del PET de otros residuos, incluyendo otros materiales plásticos, luego se tritura, se reclasifica eliminando otros residuos como etiquetas y tapas, se lava a alta temperatura con productos químicos, y por último se enjuaga y se seca, para luego ser reintegrado al proceso productivo industrial, como muestra la figura 1.2



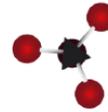
Figura 1.2: Limpieza y Separación

Los productos obtenidos son escamas o pellets aptos para distintos usos tales como: fibras y filamentos, láminas planas, tubos y envases rígidos que no estén en contacto con alimentos.

1.9.2- RECICLADO MECANICO NO CONVENCIONAL

Durante la vida útil de las botellas de PET, las características del material cambian debido a las exposiciones térmicas a las que son sometidas, que provocan la reducción de la viscosidad intrínseca desde valores de cerca de $IV = 0,82 \text{ dl/g}$ a valores de aproximadamente $IV = 0,76 \text{ dl/g}$. Debido a que la viscosidad intrínseca es una medida del peso molecular de la resina, se puede afirmar que la integridad del material es afectada negativamente, provocando una disminución de la estabilidad y de la resistencia a la presión de la botella.

Por otro lado, la contaminación de la pared de la botella, debido a la difusión de los mismos componentes del producto llenado en ella, representa un reto adicional en el manejo del material reciclado. Esto es especialmente cierto en los casos en que la



botella ha estado expuesta a sustancias tan agresivas como ácidos, fertilizantes, detergentes para el hogar, etc.

El objetivo de un proceso de reciclaje de PET debe ser el de convertir nuevamente el material en una resina apta para la producción de botellas. Esto implica en primer término que la viscosidad intrínseca debe volver a ser $IV \geq 0,82$ dl/g. No deben existir sustancias contaminantes, como los aromáticos, y otros químicos como el acetaldehído y el glicol de etileno no deben presentarse en la pared del PET reciclado en cantidades no recomendadas. No deben utilizarse aditivos que actúen como contaminantes del material.

Actualmente existen varias tecnologías que, aplicadas al tratamiento de los desperdicios de PET de cualquier origen, garantizan la recuperación de la resina con una calidad que se presta para la fabricación de nuevas botellas de bebidas de consumo humano; estas tecnologías también son denominadas procesos de recuperación "botella a botella". Se pueden clasificar en dos.

1.10- TRATAMIENTO DEL MATERIAL DE DESPERDICIO SIN PROCESOS QUIMICOS

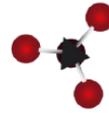
1.10.1 - Proceso Vacurema.

Esta tecnología Vacurema ofrece dos características importantes de rendimiento que no se pueden obtener con las técnicas convencionales, a menos que se incurra en costos mucho más elevados:

- El granulado producido puede ser usado en contacto directo con comestibles.
- La viscosidad de la molienda pos-consumo aumenta durante el proceso, sin la necesidad de usar reactores de estado sólido convencionales.

Estos resultados se logran con una técnica que es compacta y que se destaca por su bajo consumo de energía, además requiere costos de inversión relativamente bajos.

El aumento de la viscosidad del material recuperado pos-consumo se logra al anteponer al proceso Vacurema un cristalizador-secador continuo. En este



cristalizador-secador se precalienta el material, se seca y pre-cristaliza. El material molido pasa posteriormente al reactor a través de una compuerta de vacío. En este se minimiza la humedad residual y se eliminan ciertos contaminantes del material en forma eficaz. Un efecto secundario muy importante de la aplicación del vacío a alta temperatura es el aumento simultáneo de la viscosidad intrínseca. De este modo un material de PET recuperado de botellas usadas con un IV de 0,77 dl/g puede incrementarse a un IV de más de 0.80 dl/g, de manera consistente y sin la adición de agentes químicos y, por ende, sin necesidad de invertir en reactores químicos convencionales.

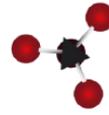
1.11- TRATAMIENTO DEL MATERIAL DE DESPERDICIO CON PROCESOS QUIMICOS

1.11.1- Procesos de Stehning

El proceso de reciclaje de PET Stehning fue desarrollado originalmente por la empresa OHL Apparatebau & Verfahrenstechnik GmbH de Alemania. El proceso comprende una etapa de extrusión con reacción química superimpuesta y otra de pos-condensación del material. De manera más detallada, las etapas del proceso son:

- Lavado y separación del desperdicio de PET (películas y botellas)
- Separación de PET transparente del coloreado
- Remoción de contaminantes como los metales y el PVC
- Molienda y lavado principal, seguido de secado
- Extrusión reactiva y filtración del material fundido
- Pos-condensación en estado sólido del material reciclado
- Aplicación de controles de calidad para empaques de alimentos

El proceso es económico y efectivo desde el punto de vista financiero, las escamas de botellas recuperadas se pueden convertir nuevamente en botellas de alta calidad. Los análisis de cromatografía de gases muestran que las características sensoriales del reciclado son aún mejores que aquellas del producto original. Los contenidos de acetaldehído y glicol de etileno son mucho más bajos que los valores aceptados



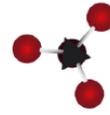
tradicionalmente, debido a la aplicación de vacío durante el proceso de repolimerización en fase sólida.

El material reciclado consiste de escamas de PET obtenidas después de lavado, selección por color y homogenización. En el proceso las escamas de las botellas de PET se alimentan continuamente en un extrusor de tornillo doble sin necesidad de efectuar una etapa de secado previo. El diseño de los tornillos tiene una configuración específica que permite diferenciar las zonas de venteo. En estas zonas, las escamas son sometidas a un proceso de secado cuidadoso, y luego, cuando el material está fundido, se efectúa otro procedimiento eficiente de desgasificación donde la mayoría de los subproductos volátiles y residuos orgánicos son removidos. La geometría del tornillo, el perfil de temperatura de extrusión y el tiempo de residencia determinan la calidad del producto final. El extrusor garantiza, un tratamiento único para toda clase de materiales de PET reciclados. Un filtro ubicado en el sistema de extrusión remueve los sólidos no fundidos. Sin embargo, existe un mínimo incremento del color amarillo en la resina; pero aunque no puede evitarse, está por debajo de los valores que podrían impedir su uso en empaques de alimentos.

Después de la granulación, el PET amorfo se alimenta a un sistema discontinuo de repolimerización en estado sólido, SSP (sigla del nombre en inglés), proceso que se lleva a cabo hasta cumplir con los parámetros exigidos para cada tipo de aplicación para contacto con alimentos. El sistema consiste de un reactor giratorio, tipo Stehning, que opera a alto vacío. El proceso se realiza por tandas, en donde inicialmente ocurre la cristalización y luego la condensación química y descontaminación de la resina. Cualquier contaminante aún presente en el material es casi totalmente removido por la acción del vacío aplicado. Los parámetros que se controlan en esta etapa son la presión, la temperatura y el tiempo de residencia. El material ya tratado se enfría y es sometido a los procesos de evaluación de calidad.

1.11.2- Proceso URRC

El proceso de **United Resource Recovery Corporation, URRC**, es una combinación de métodos mecánicos y químicos. El sistema fue desarrollado por el presidente de la empresa del mismo nombre (URRC). El proceso logró la aprobación

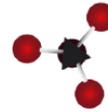


del FDA, Food and Drug Administration, en 2001, para usar material recuperado de los desperdicios municipales y poder fabricar botellas apropiadas para contacto con alimentos.

Un aspecto clave de esta tecnología es el empleo de una especie de cepillado químico, el cual sirve para remover los contaminantes de la superficie de las botellas de PET. Como "cepillo químico" se utiliza soda cáustica. Con este procedimiento es posible trabajar casi todo tipo de material de post-consumo en la corriente de entrada. Por ello el reciclado de PET realizado con la tecnología URRC no tiene restricción con respecto al origen de los envases. La forma de suministro y el grado de suciedad juegan un papel secundario. El procedimiento se puede aplicar en el reciclaje de botellas no retornables y retornables que ya no sirven para la producción.

La materia prima del proceso son las botellas de PET seleccionadas de acuerdo con su color. Normalmente, las botellas de reciclaje llegan en forma de pacas que contienen entre 3.000 y 5.000 unidades. Estas pacas se cargan sobre bandas transportadoras, donde son desarmadas y alimentadas a un molino. La molienda se realiza en seco. El material resultante es una mezcla de PET, etiquetas y tapas, las cuales deben ser separadas entre sí. Las etiquetas plásticas y de papel se remueven en un proceso de arrastre con aire soplado; la fracción de etiquetas que continúa adherida a las escamas de PET se remueve subsecuentemente en un proceso de lavado. La fracción de poliolefinas correspondiente a las tapas se separa en un proceso que hace uso de la diferencia de densidades de los materiales.

Las escamas de PET, ahora limpias y clasificadas, se llevan al proceso URRC en sí, el cual se inicia con un proceso de secado para remover la humedad del proceso de lavado. Las escamas se introducen en un túnel rotatorio de 3 metros de diámetro para ser recubierto con soda cáustica seca. Un perfil de temperatura especial se mantiene en la dirección axial del túnel a lo largo de sus 26 metros de extensión. El secado previo al tratamiento con soda evita la degradación de la resina por efecto de la humedad.



La resina de PET y la soda cáustica se mezclan por efecto de la rotación del túnel, y por efecto de la temperatura ocurre una reacción entre la soda sólida y el PET sólido y seco. La reacción ocurre pues en fase sólida sobre la superficie de las escamas de PET, dando lugar a la remoción de la capa superficial de la resina para dar glicol de etileno y ácido tereftálico como productos de reacción. De esta manera, cualquier contaminante adherido a la superficie es removido, incluyendo los pegantes de las etiquetas y otras sustancias indeseables. Aire soplado evacua los contaminantes en el túnel.

El tiempo de residencia dentro del túnel alcanza un número determinado de horas, al final de las cuales se obtiene una mezcla sólida de sales y escamas de PET limpias. Las sales se remueven por medio de una filtración mecánica y los residuos se remueven con lavado. Un separador de metales remueve también las últimas trazas de residuos minúsculos de estos materiales. La calidad del material es verificada en intervalos de tiempo.

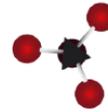
1.11.3- Proceso SuperCycle

Esta tecnología está diseñada para lograr la utilización del reciclado con la modalidad botella a botella, es decir que el reciclado ya procesado es apto para ser empleado en envases en contacto con alimentos.

El proceso SuperCycle combina en una operación continua dos funciones que antes se realizaban de manera separada. El material de pos-consumo se seca limpia en un proceso de extrusión y luego se trata en un reactor de policondensación en estado sólido, que opera continuamente. Al combinarse estos dos procesos se logran ahorros importantes en consumo de energía y se incrementa la capacidad de producción.

1.11.4- Proceso Buhler

La empresa Buhler Technology Group, de Uzwil, Suiza, desarrollo su propio proceso de reciclaje botella a botella. El extrusor de Buhler cuenta con un diseño inusual, y consiste de un anillo conformado por doce tornillos de extrusores gemelos que secan el material a la vez que lo liberan de impurezas de todo tipo, incluyendo los sabores,



aromas y solventes que pueden provenir de todos los usos que se le pueden dar a una botella de PET. Este extrusor, por lo tanto, elimina la necesidad de usar un secador externo, y el sistema de filtración incorporado remueve las partículas sólidas indeseables de la masa fundida. Después del proceso de extrusión, el material es granulado y sometido a cristalización antes de pasar a la segunda etapa.

En la segunda etapa, el proceso de policondensación en estado sólido SSP, refina el material de poliéster para aumentar su resistencia y aportarle propiedades similares a la de la resina virgen. Cualquier contaminante residual es eliminado en esta etapa.

1.12- RECICLAJE QUÍMICO

Consiste en la separación de los componentes básicos de la resina y la síntesis de nueva materia virgen, lo cual permite ampliar la gama de materiales a reciclar y el sustancial ahorro de gas y petróleo, que son las materias primas básicas del PET.

El reciclado químico comenzó a ser desarrollado por la industria petroquímica con el objetivo de lograr la optimización de recursos y recuperación de residuos. Ofrece la ventaja de no tener que separar tipo de resinas plásticas, es decir, que pueden tomar residuos plásticos mixtos reduciendo de esta manera los costos de recolección y clasificación dando origen a productos finales de muy buena calidad.

Existen varios procesos:

- **Pirolisis:** Es el craqueo de las moléculas, por calentamiento en el vacío. Este proceso genera hidrocarburos, líquidos o sólidos, que pueden ser luego procesados en refinerías.
- **Hidrogenación:** En este caso los plásticos son expuestos a una corriente de hidrogeno, a alta temperatura. Las cadenas poliméricas se rompen y se convierten en un petróleo sintético, que puede ser utilizado en refinerías y plantas químicas.
- **Gasificación:** Los plásticos son recalentados con aire o con oxígeno. Así se obtienen los gases sintéticos, monóxido de carbono e hidrogeno, que pueden ser utilizados para la producción de metanol, amoniaco, e incluso como agentes para la producción de acero en hornos de venteo.

- **Chemolysis:** Este proceso se aplica a poliésteres, poliuretanos, poliacetales y poliamidas. Requiere altas cantidades separadas por tipo de resinas. Consiste en la aplicación de procesos solvolíticos como hidrolisis, glicolisis o alcoholisis para reciclarlos y transformarlos nuevamente en sus monómeros básicos para la repolimerización en nuevos plásticos.
- **Esterificación:** Se lleva a cabo en pequeños reactores, obteniendo resinas insaturadas, utilizadas para fabricar laminas plásticas moldeadas en frio, como las destinadas a techos y recubrimientos de automóviles.
- **Metanólisis:** Este proceso de reciclado que consiste en la aplicación de metanol en el PET, como muestra la figura 2.3. Este poliéster, es descompuesto en sus moléculas básicas, incluido el dimetiltereftalato y el etilenglicol, los cuales pueden ser luego repolimerizados para producir resina virgen.

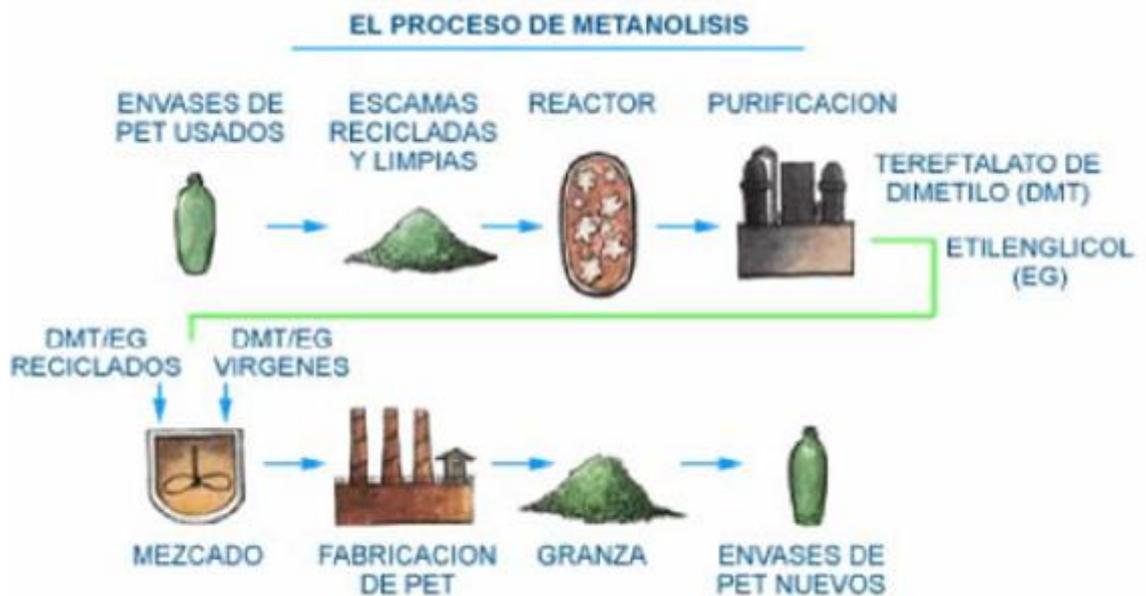


Figura 1.3: Proceso de metanólisis

A continuación, en la Tabla 1.6, se muestra la comparación del reciclado mecánico y el químico tomando en cuenta aspectos de producción y calidad.

	Reciclado mecánico	Reciclado químico	
		Glicólisis	Metanólisis
Cantidad de desperdicio	Alto	Moderado	Amplio
Costo de producción	Bajo	Moderado	Alto
Calidad de producción	Moderado	Alto	"Virgen"
Mercado	Reducido	Muchos	Todos

Tabla 1.6: Comparación entre reciclado mecánico y químico

1.13- RECICLADO ENERGÉTICO

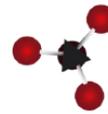
El aprovechamiento energético es una buena opción de reciclar en muchos países del mundo. El PET es un polímero que está formado solo por átomos de carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O₂), y durante su fabricación no se emplean aditivos ni modificadores, por lo que al ser quemados solo desprende agua y dióxido de carbono (H₂O + CO₂), con alto desprendimiento de energía. Un gramo de PET libera 22,075 Btu, similares a los que tienen otros combustibles derivados del petróleo. Todo esto sumado a la eficiencia que posee para realizar la combustión, lo hacen una buena fuente viable de energía. En la tabla 1.7 se representa el poder calorífico por gramo de diversos combustibles en comparación con el PET.

COMBUSTIBLE	Btu/g
Poliolefinas	43.929
Carbón	23.178
PET	22.075
Papel periódico	17.660
Basura húmeda	6.181

Tabla 1.7: Contenido energético del PET

1.13.1- COMPARACIÓN DE LOS PROCESOS DE RECICLADO

Es necesario determinar cuál de los tres sistemas de reciclado se adapta a las condiciones ideales, para la implementación y desarrollo del ante-proyecto. Para esto se utiliza una ponderación cualitativa considerando diversos criterios, la cual se presenta a continuación.



CRITERIO	RECICLADO MECÁNICO	RECICLADO QUÍMICO	VALORACIÓN ENERGÉTICA
Inversión	Baja	Alta	No hay
Tecnología	Accesible	Alta (Accesible solo Europa)	No hay
Costos operativos	Bajo	Muy alto	Muy bajo
Uso del producto	Materia prima	Resina virgen	No aplica
Contaminación ambiental del proceso	Sin contaminación	Sin contaminación	Sin contaminación
Generador de fuentes de trabajo	Alto	Mediano	Bajo

Tabla 1.8: Comparación del aprovechamiento de PET reciclado

1.13.2- COMPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN ARGENTINA

Estudio de FIUBA y CEAMSE- Composición RSU

- Papeles y cartones 18%
- **Plásticos 20%**
- Vidrio 3%
- Metales 2%
- Textiles 3%
- Desechos alimenticios 40%
- Poda, jardín y áridos 6%
- Patógenos y otros 8%

De acuerdo a este estudio en Argentina los plásticos ocupan el segundo lugar con el 20% en residuos sólidos urbanos.

Dentro de los plásticos encontramos como RSU:

- Envases
- Embalajes
- Muebles
- Bazar

Como RSU de PET encontramos principalmente:

- botellas gaseosas
- botellas de agua
- botellas de aceite

El PET representa dentro de los RSU el 11%.

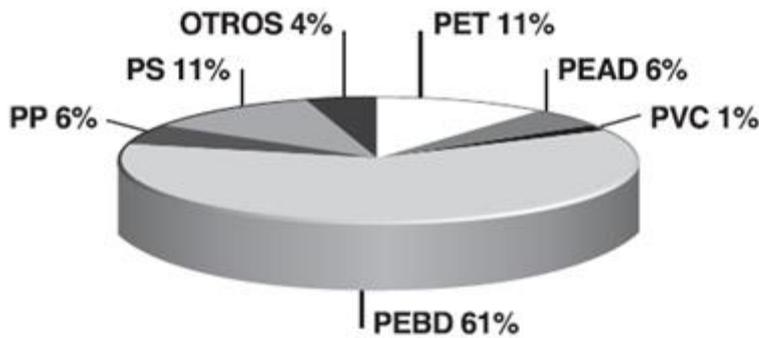


Figura 1.4: Composición de los residuos plásticos

1.13.3- BENEFICIOS DEL RECICLADO

- Ahorro de energía y Recursos Naturales.
- Disminución de la contaminación y daño a los ecosistemas.
- Disminución del volumen de residuos a disponer.
- Prolongación de la vida de los materiales.
- Reducción de la emisión de gases efecto invernadero.
- Disminución del consumo de energía comparado con PET virgen
- Recuperación de valor de los residuos

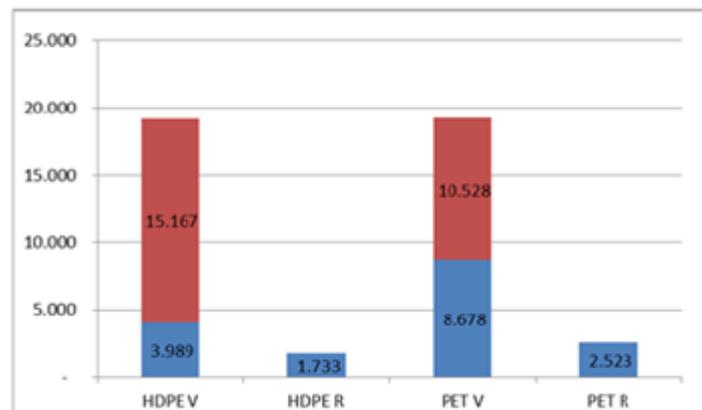
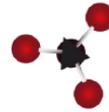


Figura 1.5: Ahorro de energía y Recursos Naturales.

Consumo de Energía – Producto Virgen vs Reciclado (kwh/tn)



Impacto positivo del reciclado de 1000 tn de residuos plásticos

Comparando con plástico virgen

- Ahorro energía: 4,200,000 kwh
- Ahorro materia prima fósil: 1,300,000 m³ gas natural

Impacto ambiental

- Reducción de emisiones de GEI 126,000 tn CO₂ equivalente
- Reducción de volumen de residuos 1,000 tn = 5,700 m³

1.14- RECICLAJE EN ARGENTINA

La crisis económica de 2001, la creciente conciencia ambiental y el éxito de los programas de reutilización de residuos plásticos implementados en varios países, ha servido para que tanto el gobierno como los empresarios y los ciudadanos argentinos conviertan el reciclaje no sólo en una manera de contribuir al cuidado del medio ambiente sino también en una magnífica oportunidad de negocio y en una fuente más de empleo.

En el 2006 el gobierno de la ciudad de Buenos Aires puso en marcha la ley de Basura Cero, una estrategia que ya ha sido adoptada por varias ciudades del mundo y que impulsa la reutilización y el reciclaje de residuos. En Buenos Aires, el objetivo es disminuir los desperdicios reciclables que se entierran en los rellenos.

Actualmente en Argentina el reciclado del PET ha tenido un rápido y eficaz desarrollo en los últimos años. Ante este panorama, las aplicaciones del material reciclado son muchas y las oportunidades de negocio están esperando ser desarrolladas.

	2003	2006	2009	2010	2011
Consumo Aparente	981.000	1.450.000	1.414.000	1.629.000	1.748.000
Reciclado Post Consumo	35.900	61.100	94.500	120.000	140.000
Reciclado Post Industrial	21.200	35.900	55.500	60.000	60.000
Reciclado total	57.100	97.000	150.000	180.000	200.000
Tasa reciclado	6%	7%	11%	11%	11%

Tabla 1.9: Reciclaje en Argentina (Tn/año)

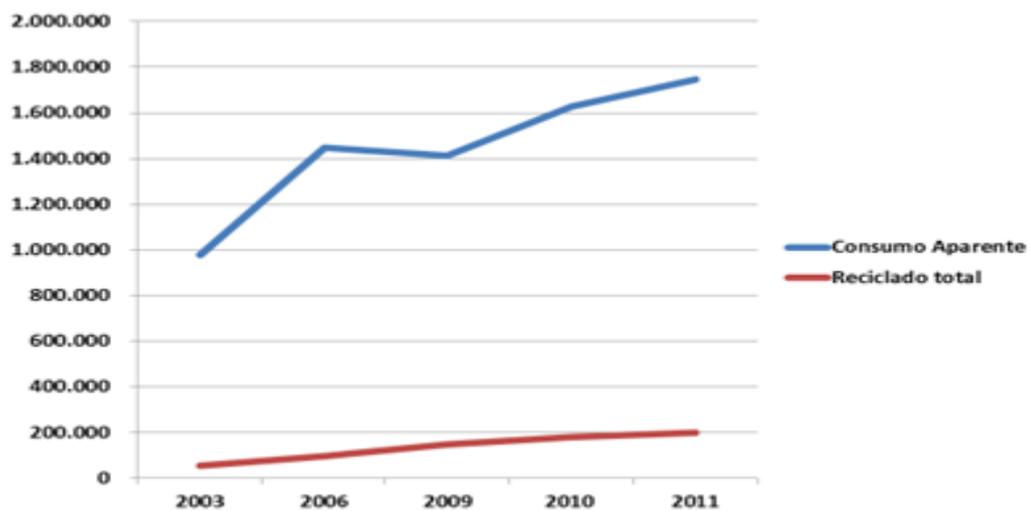


Figura 1.6: Reciclaje en Argentina (Tn)

La mayor parte de este material hoy se pierde. En el siguiente gráfico se muestra el consumo del PET y el consumo de botellas de PET en Argentina, como así también los índices de recolección y no recolección dentro del país.

➔ Consumo PET:	240.000 tons/ año
➔ Consumo botellas PET:	450.000 botellas/ hora
	180.000 tons/ año
➔ Índice de Recolección:	28% (50.400 tons/año)
➔ Índice de NO recolección:	72% (129.600 tons/año)
	Cunetas, basurales y rellenos sanitarios
➔ Potencial degradación	
✓ Papel	1 año
✓ Latas de gaseosas	10 años
✓ Cuero	25 a 40 años
✓ Bolsa Plástica	150 años
✓ Botellas PET	100 a 1.000 años

Figura 1.7: Consumo de PET, botellas de PET, índices de recolección y no recolección en Argentina

Tiempo atrás, había diferentes emprendimientos en los que se procesaban las botellas para ser reutilizadas en textiles o artículos de limpieza.

Actualmente algunas empresas han invertido en nueva tecnología para obtener pellets o escamas grado alimenticio que pueda ser aplicado otra vez para envasar bebidas y alimentos.

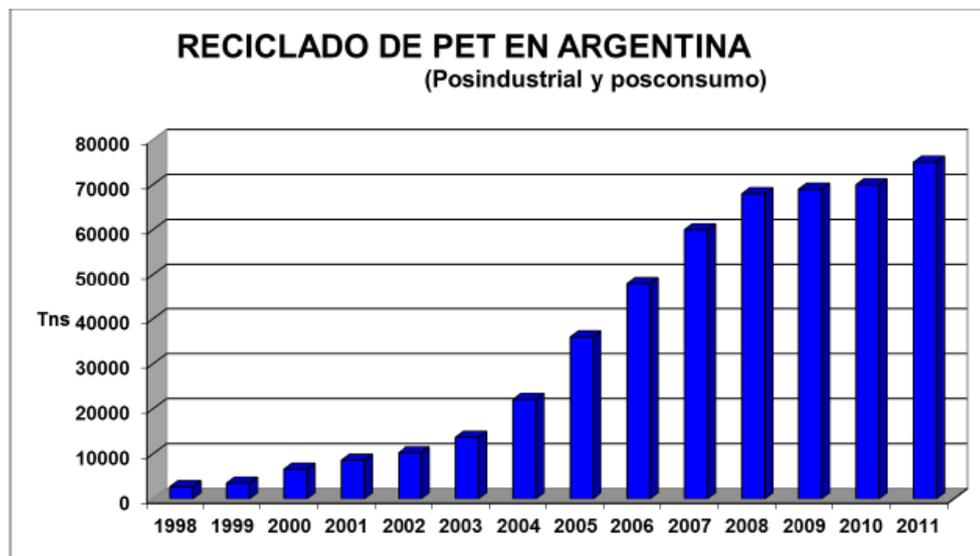
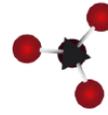


Figura 1.8: Reciclado de PET en Argentina



Al analizar los gráficos podemos concluir que desde el año 2003 al año 2011 el consumo aparente de PET reciclado aumento el 43,8 %, mientras que el reciclado post-consumo aumento el 74,35% y el reciclado post-industrial aumento el 64,6 %.

1.15- LA RECUPERACION DE PET EN EL MUNDO

El mercado está comenzando a percibir el uso de materiales reciclados como una ventaja, gracias a tecnologías para hacer nuevos productos de alto valor.

El reciclaje de PET se está proyectando como parte fundamental del boom ambiental que se vive actualmente y, con esto, se está convirtiendo en una de las mayores oportunidades de negocios para toda la industria del plástico. Sin embargo, aún debe afrontar una serie de retos antes de ampliar su alcance.

El acopio de material, la volatilidad de los precios y cambiar la percepción de los consumidores frente a productos elaborados con estos materiales se constituyen en los principales desafíos.

La recolección y la recuperación del material usado es el principal inconveniente que encuentran las empresas interesadas en reciclar PET. Estas labores son la piedra fundamental para garantizar un abasto permanente y confiable, que a su vez permita el desarrollo de una industria recicladora. A pesar de que se exalta la reciclabilidad del PET como uno de sus más preciados beneficios, para la mayoría de los mercados la cantidad de material que va a parar a un relleno sanitario o vertedero aún supera a la cantidad que se recicla.

El consumo de PET en el mundo ha estado creciendo bastante, reflejando incrementos del 12% o más. Actualmente, hay algunos productos que por cuestiones de seguridad requieren ser envasados en PET, ya que las botellas son irrompibles, por lo que éste se ha posicionado como un sustituto del vidrio. A la par del crecimiento del consumo de dicho material, ha venido creciendo también el reciclaje del mismo.

En el mundo, se recicla el 41% del PET, del cual el 90% proviene de botellas. Colombia apenas está reciclando el 22%, mientras que otros países de la región, como Argentina y Brasil, están en el orden del 34% y 56% respectivamente.

Además, México, que es el mayor consumidor de PET per cápita en el mundo, recicla sólo un 18%. Como se muestra en el siguiente gráfico.

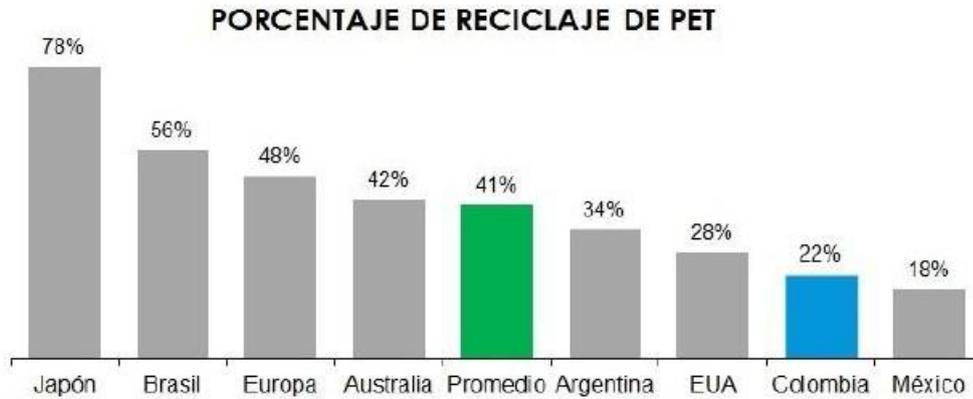
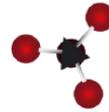


Figura 1.9: Porcentaje de reciclaje de PET

A pesar de que los bajos porcentajes de reciclaje, y en particular de PET, indican una gran oportunidad de negocio, hay un asunto complicado en el tema del reciclaje y es la recolección del material, es decir, recoger las botellas. El éxito dependerá de tener una red que las suministre de manera segura y constante. Es un mercado masivo a la inversa: hay que ir hasta el consumidor final para que, después de haber utilizado el producto, lo retorne.

El tema del acopio es crítico para la industria de reciclaje en América Latina, donde no hay una cultura de separación en la fuente. Aun así las cifras de recuperación muestran un gran potencial. Brasil es uno de los mayores recicladores de PET en el mundo y se precia de consumir internamente todo el material que recupera, según el censo de reciclaje 2010.

Otro asunto importante para el sector en la Región gira en torno a los precios de PET post-consumo, que se ven distorsionados por la dinámica de exportación de materiales a grandes centros de producción en Asia y por los cambios cíclicos en los precios de la resina virgen. Esta volatilidad tiene una influencia directa y negativa en la consistencia en el acopio, cuando el ciclo de precios tiende a la baja. Así mismo, está el hecho de que algunos sectores de mercado presentan resistencia hacia el uso de materiales reciclados en algunos productos.



El panorama es muy positivo ya que cada año se incrementa el uso del PET reciclado para varios productos en América Latina. Muchas compañías en varios países están invirtiendo en maquinaria y tecnología para dar mayor uso al PET reciclado.

1.16- CONCLUSION

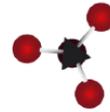
De los tres tipos de reciclado descriptos anteriormente, y en base a la tabla de comparación de los mismos teniendo en cuenta varios aspectos, podemos determinar que la tecnología de reciclado más factible es, por medio del RECICLADO MECANICO.

Podemos justificar la tecnología seleccionada con las siguientes premisas:

- La tecnología de reciclado mecánico es accesible además que no se requiere tecnología petroquímica como el reciclado químico.
- El reciclado mecánico del PET no conlleva contaminación del medio ambiente.
- El reciclado mecánico del PET genera un producto de mayor valor agregado y es materia prima para la producción de productos de uso final.
- Genera fuentes de trabajo en toda la cadena de reciclado.
- Existe un gran mercado en el cual se consume PET reciclado como materia prima en la creación de nuevos productos de consumo final.

Dentro del reciclado mecánico el proceso elegido con el cual se desarrollara el proyecto es por medio del reciclado NO CONVENCIONAL, utilizando una combinación entre el PROCESO URRC y el PROCESO BUHLER, con el objetivo de obtener pellets grado alimenticio para su posterior transformación en preformas.

Se justifica la elección de este proceso ya que es considerado uno los procedimientos más adecuados para la industria productora de bebidas. Con estos procedimientos es posible elaborar a partir de botellas PET, un material reciclado de alta calidad que puede ser utilizado de nuevo en la producción de botellas para bebidas. El material recuperado usando ambos procesos puede ser utilizado

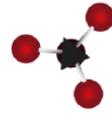


directamente en la producción de nuevas preformas, mezclado con material virgen. Aparte de las características mecánicas, hay que destacar sobre todo el contenido muy bajo de acetaldehído y un factor muy reducido de amarillamiento, aspectos decisivos para una reutilización en la industria de alimentos y de bebidas. Además, este material reciclado cumple con las más altas exigencias en lo referente a pureza y calidad.

Actualmente, en Argentina el número de industrias dedicadas al reciclado de materiales plásticos se encuentra en continuo crecimiento teniendo un eficaz desarrollo en los últimos años, generado nuevos puestos de trabajos. En comparación con otros países de América latina ocupa el segundo lugar en cuanto al porcentaje de reciclados de PET. Ante este panorama, las aplicaciones del material reciclado son muchas y las oportunidades de negocio están esperando ser desarrolladas.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

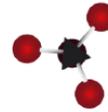


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

ESTUDIO DE MERCADO

CAPÍTULO 2





2.1- INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es conocer la viabilidad comercial del producto analizado. Así por medio de la información obtenida podremos predecir en cierta manera las condiciones del mercado, prever la evolución del mismo y en base a ello, tomar decisiones lo más acertadas posibles.

Se llevara una investigación detallada de la demanda y oferta del producto en el mercado, la demanda insatisfecha, el mercado proveedor y distribuidor, la competencia que existe del producto en el mercado.

De esta forma se busca cuantificar la cantidad de preformas de PET, que se podrían vender a los consumidores, durante la vida útil del proyecto, estimando probables precios que regirán al producto y los canales de comercialización en los cuales será inmerso.

2.2- MERCADO MUNDIAL DE LOS POLÍMEROS

El sector del plástico y sus manufacturas resulta ser uno de los sectores más competitivos en el mundo actual, particularmente con la emergencia de nuevos grandes países como China e India a los cuales se está desplazando la producción (e incluso últimamente el diseño) desde los países desarrollados.

La producción de plástico ha mantenido un crecimiento constante desde 1950. En dicho año se registró una producción de 1.7 millones de toneladas; luego tuvo un incremento de 13.6% promedio anual durante 26 años. A partir de 1976, el crecimiento ha sido más moderado, pero aún muestra tasas interanuales relativamente altas (véase la gráfica 1). En el último año con datos disponibles (2012), la producción alcanzó de nuevo un máximo histórico: 288 millones de toneladas. Aunque representó una de las tasas de crecimiento históricamente más bajas (2.86%), se encuentra levemente por arriba del crecimiento del producto interno bruto mundial para el mismo año (2.36%, según datos del Banco Mundial)

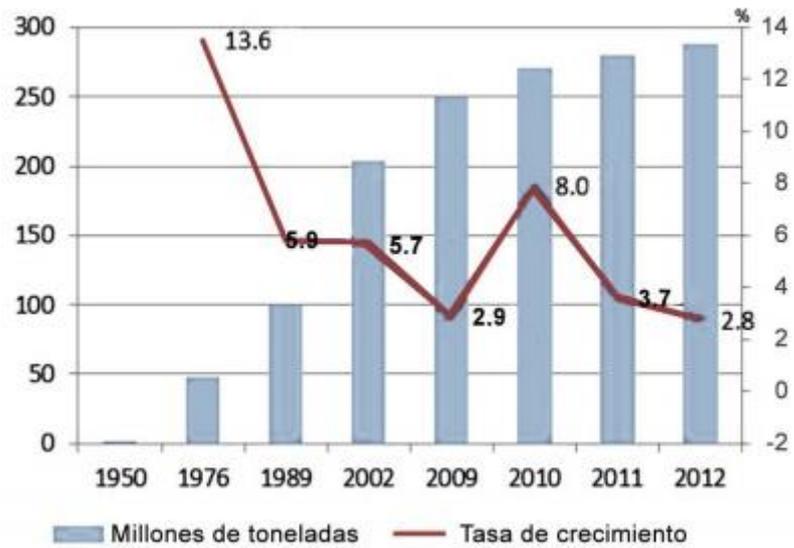


Figura 2.1: Producción Mundial de Plástico, 1950-2012 (millones de toneladas y tasas de crecimiento).
Fuente: CAIP.

2.2.1- CONSUMO MUNDIAL DE PLÁSTICOS

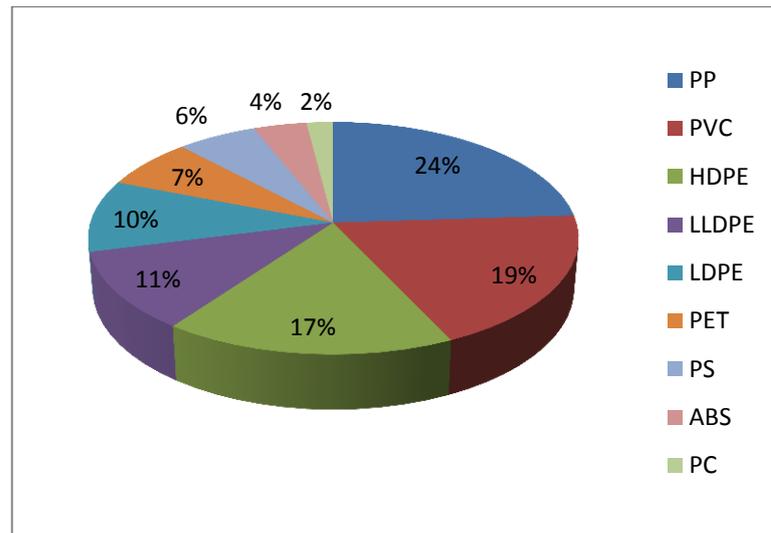


Figura 2.2: Consumo Mundial del Plástico. Fuente: elaboración propia

En la figura 2.2 podemos observar que PET se encuentra en el sexto lugar a nivel mundial, entre los polímeros que más se consumen.

2.2.2- CONSUMO MUNDIAL DE PLÁSTICO POR APLICACIÓN

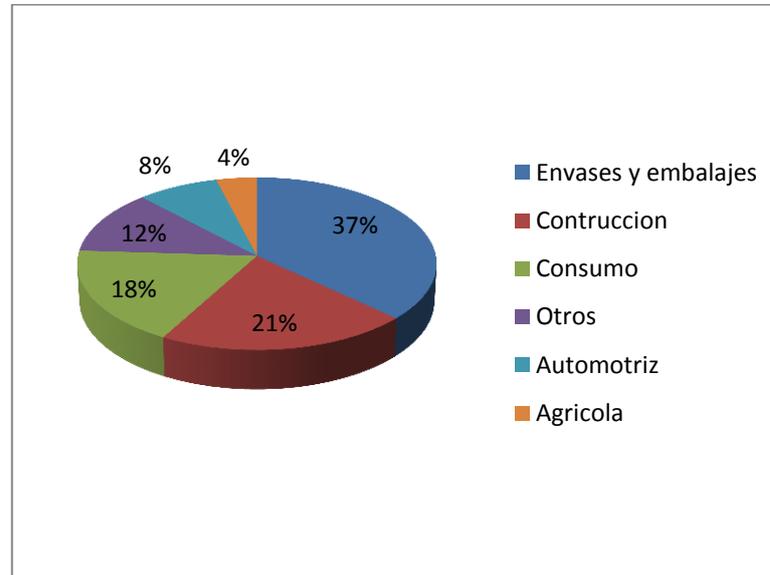


Figura 2.3: Consumo Mundial de Plástico por aplicación. Fuente: elaboración propia

De la figura 2.3 Anterior podemos determinar que el PET es uno de los polímeros que mayor aplicación tiene. Ya que es la materia prima principal para la producción de envases (grado botella) y el uso para embalajes.

2.3- MERCADO EN ARGENTINA

Los principales proveedores locales de materia prima plástica muestran un alto nivel de concentración a nivel nacional a causa de las elevadas escalas de producción necesarias para producir productos de manera rentable. Esta escala mínima necesaria actúa como una barrera a la entrada de nuevos países importadores de productos plásticos y materia prima plástica. Pero la producción local no alcanza a cubrir la gran demanda creciente que existe en la Argentina.

Por este motivo es necesario importar materias primas plásticas de otros países productores. En la figura 2.4, se pueden apreciar estos datos.

Evolución de la hoja de balance del sector de materias primas plásticas en Argentina (en Tn).

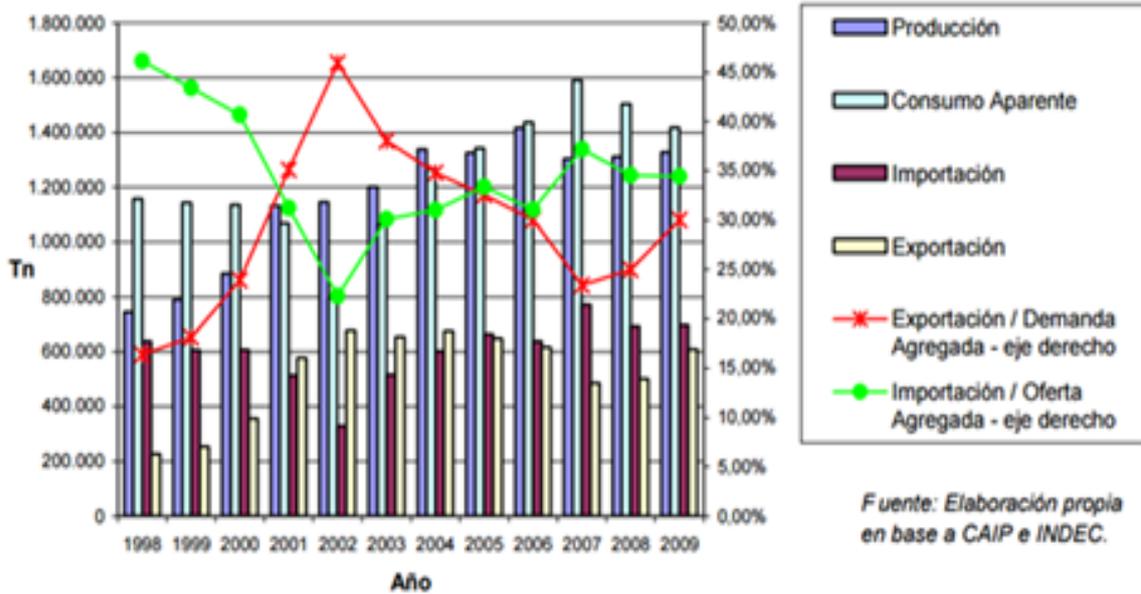


Figura 2.4: Gráfico comparativo: Producción, Consumo Aparente, Importación, Exportación. (Ton/año). Fuente: elaboración en base a CAIP e INDEC.

2.3.1- CONSUMO DE PLÁSTICOS POR HABITANTE

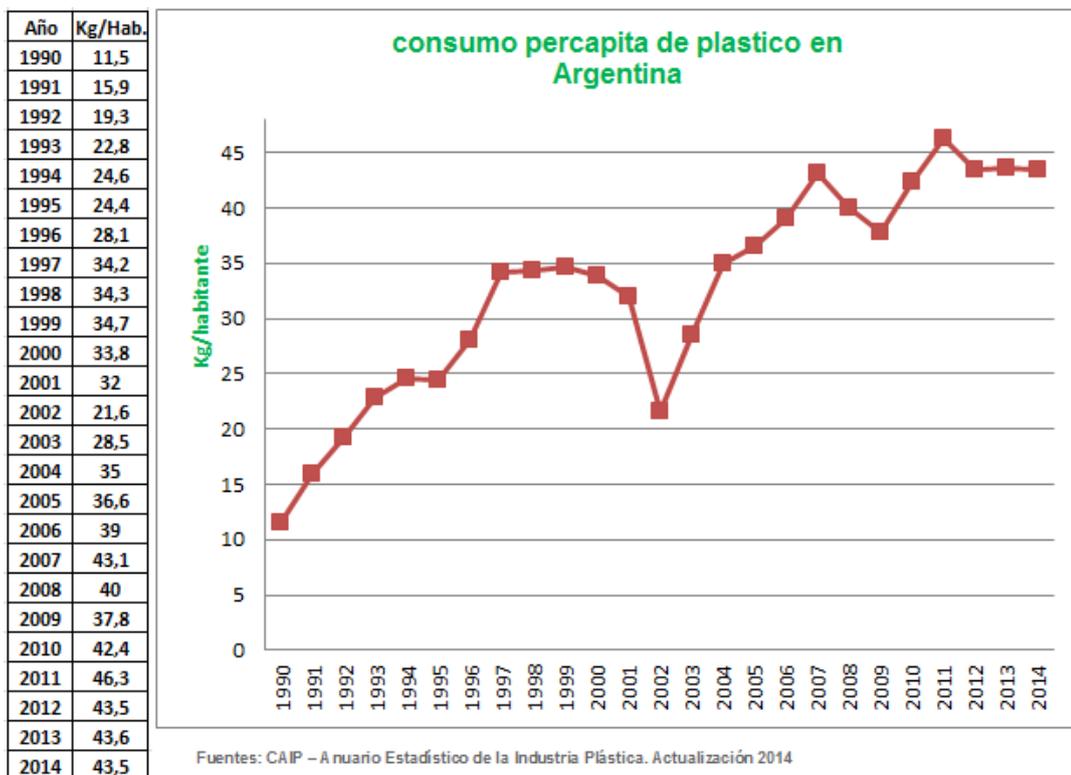


Figura 2.5: Consumo per cápita del Plástico. Fuente: CAIP-Anuario Estadística de la Industria plástica

A pesar de que se observa un pronunciado incremento en el consumo per cápita de plásticos, nuestro país está todavía lejos de otros países como Bélgica, Taiwán, Alemania y Estados Unidos que tienen un consumo superior a los 100 kg.

Europa Occidental (99 Kg/Hab.) y Japón (89 Kg/Hab.), lo que plantea una fuerte potencialidad de crecimiento para este sector, asociado a las perspectivas de crecimiento de nuestro país y de nuestro principales socios comerciales regionales.

2.4- CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS PLÁSTICOS

Los campos de aplicación de los productos plásticos difieren en los distintos países según su estructura industrial y los hábitos de consumo de sus poblaciones.

2.4.1- APLICACIÓN EN ARGENTINA

En la Argentina la producción de envases y embalajes tiene mayor campo de aplicación con el 45,5 %, con el 13 % lo sigue la industria automotriz.

Actualmente todos los envases y material para embalaje están fabricados a partir del PET.

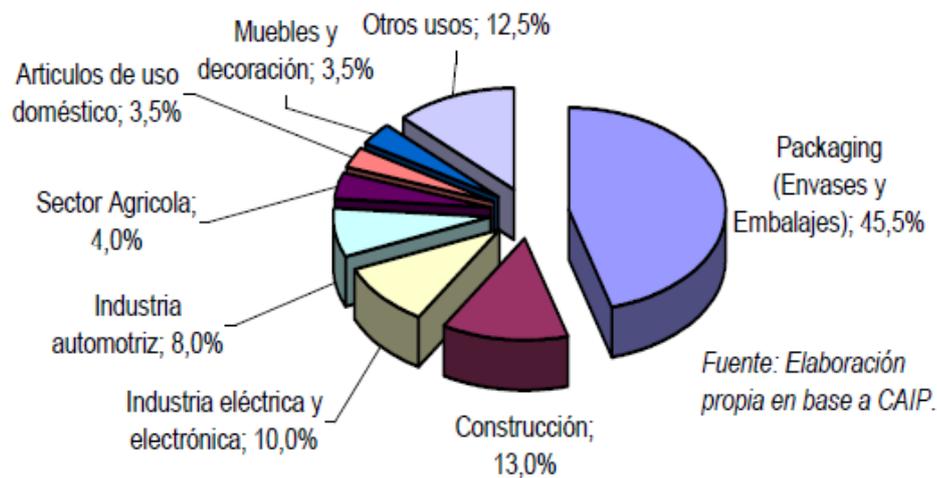


Figura 2.6: Aplicaciones del PET en Argentina. Fuente: Elaboración propia en base CAIP.

2.4.1.1- PRODUCCIÓN DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS EN LA ARGENTINA

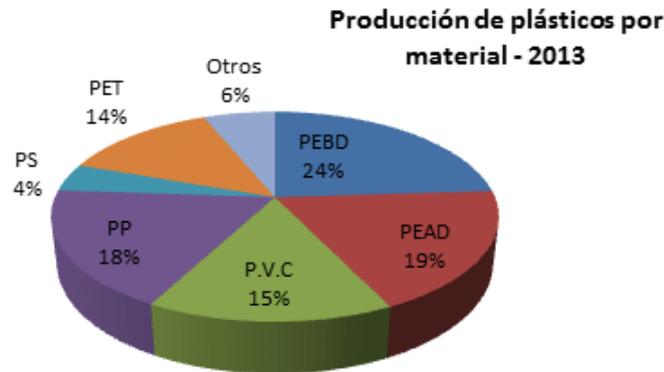


Figura 2.7: Producción del Plástico por material. Fuente: elaboración propia en base CAIP.

2.4.2- CONSUMO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS EN LA ARGENTINA

Las principales materias primas que se utilizan para la producción de productos plásticos son las denominadas resinas termoplásticas, siendo las más significativos el Polietileno Tereftalato (PET), el Polietileno de Alta Densidad (PEAD), el Polietileno de Baja Densidad (PEBD), el Policloruro de Vinilo (PVC), el Polipropileno (PP), y el Poliestireno (PS).

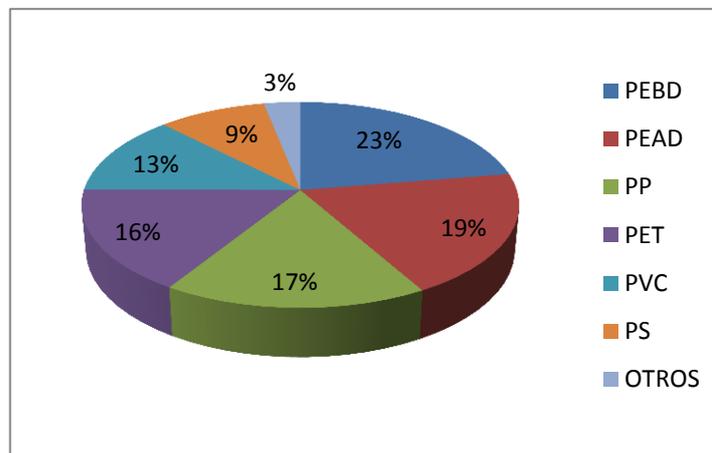
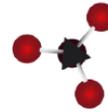


Figura 2.8: Consumo de Materias Primas EN Argentina. Fuente: elaboración propia en base CAIP.

2.5- PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DEL PRODUCTO: PREFORMAS DE PET

Este sector presenta un fuerte dinamismo en las sociedades modernas, debido a las nuevas pautas de consumo, especialmente en lo referido al desarrollo del Supermercado y de nuevos y diferenciados packagings como estrategia de



marketing por parte de una gran cantidad de rubros de bienes de consumo. Por otra parte, es significativo para esta actividad el impacto de las regulaciones sanitarias que promulgaron la utilización de este tipo de envases, así como las regulaciones referidas al cuidado del medio ambiente que han demarcado nuevos límites para el desenvolvimiento de la actividad, propulsando el reciclaje de los envases y la utilización de insumos plásticos menos contaminantes.

El fuerte crecimiento de la utilización del plástico para la producción de envases viene dado, en parte, por la sustitución del vidrio para este tipo de productos.

Por otro lado, son significativas las especificidades de este insumo, que le determinan a los envases de plástico cualidades muy deseables para este tipo de productos, a saber:

Disminución de costos: ahorran peso en el transporte del producto final debido a que poseen una baja densidad (la mitad de la del aluminio y el vidrio, y similar a la del papel)

- ✚ Flexibilidad: soportan fuertes presiones físicas sin fracturas.
- ✚ Resistencia a impactos: recobran su forma original luego de ser sometidos a Impactos.
- ✚ Durabilidad: no se pudren ni oxidan, resistiendo el ataque del ambiente.
- ✚ Control de la luz y aspecto del envase: pueden ser claros o pigmentados, y permiten su metalización.

2.6- DEMANDA EN ARGENTINA

En el caso de la Argentina el sector de envases de plástico registró a partir de la década de 1990 una fuerte demanda interna desde la industria de alimentos y bebidas que, al presentar segmentos con significativa inserción exportadora, generó el desafío de cumplir con estándares internacionales. Al mismo tiempo produjo un creciente consumo per cápita de plásticos que se duplicó tan solo en cuatro años, (entre 1990 y 1994) y posteriormente continuó creciendo hasta alcanzar los 30 Kg/Hab., claramente superior a la media latinoamericana.

Podemos observar en el gráfico 2.9 la evolución de la hoja de balance del sector de envases plásticos en Argentina

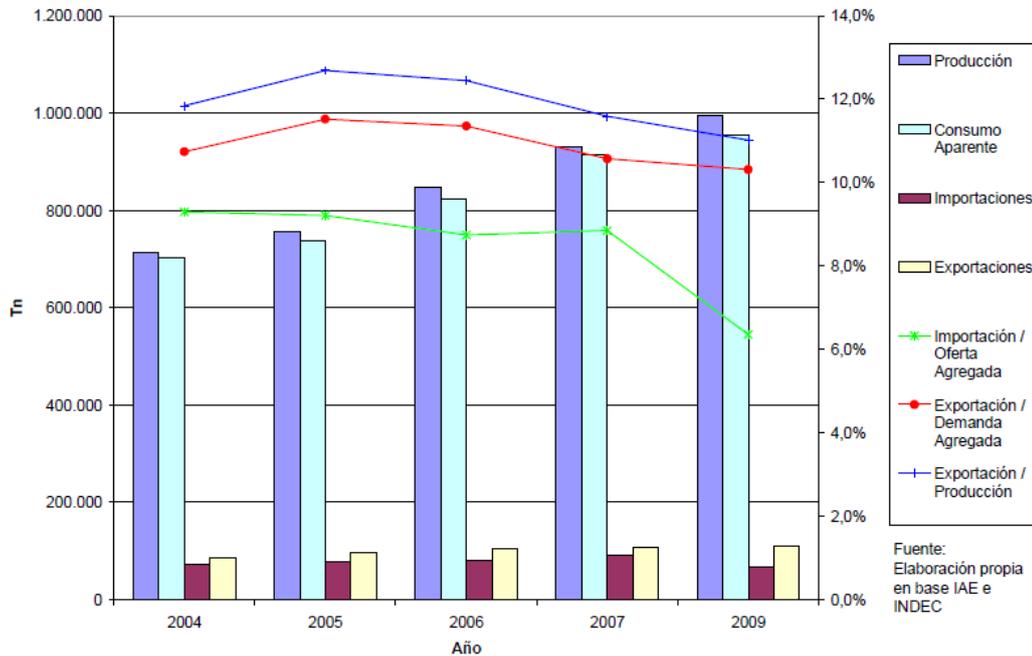


Figura 2.9: Evolución del sector del Plástico: Consumo Aparente, Importación, Exportación (Ton/año).
Fuente: elaboración propia en base IAE-INDEC.

2.7- DEMANDA DE ENVASES DE PET EN ARGENTINA

No existe datos estadísticos del consumo per cápita de PET (grado alimenticio), en nuestro país, aunque si existen datos de consumo de bebidas carbonatas, a partir del año 1988, expresados en Tn/Año, con estos datos se puede determinar indirectamente el consumo de PET (grado alimenticio), que se fueron consumiendo año tras año.

Considerando que cada preforma tiene un peso de 0,050 kg, y la misma contiene un volumen de 2,25 litros. Podemos determinar en forma aproximada la demanda de preformas de PET grado alimenticio.

Año	Consumo de PET (Tn)	Habitantes (millones)	Producción (millones de m3 bebidas carbonatas)
1988	26600,0	32000000	1197000
1989	21777,8	32000000	980000
1990	22377,8	33000000	1007000
1991	34622,2	33000000	1556000
1992	43444,4	33000000	1955000
1993	45711,1	34000000	2057000

1994	50066,7	34000000	2253000
1995	44488,9	35000000	2002000
1996	45911,1	35000000	2066000
1997	51155,6	36000000	2302000
1998	55777,8	36000000	2510000
1999	57688,9	36000000	2596000
2000	57266,7	37000000	2577000
2001	60088,9	37000000	2704000
2002	51511,1	38000000	2318000
2003	57577,8	38000000	2591000
2004	64133,3	38000000	2886000
2005	69466,7	39000000	3126000
2006	77266,7	39000000	3477000
2007	84800,0	39000000	3816000
2008	88288,9	40000000	3973000
2009	81977,8	40000000	3689000

Tabla 2.1: Demanda del PET en Argentina. Fuente: elaboración propia en base al ARPET

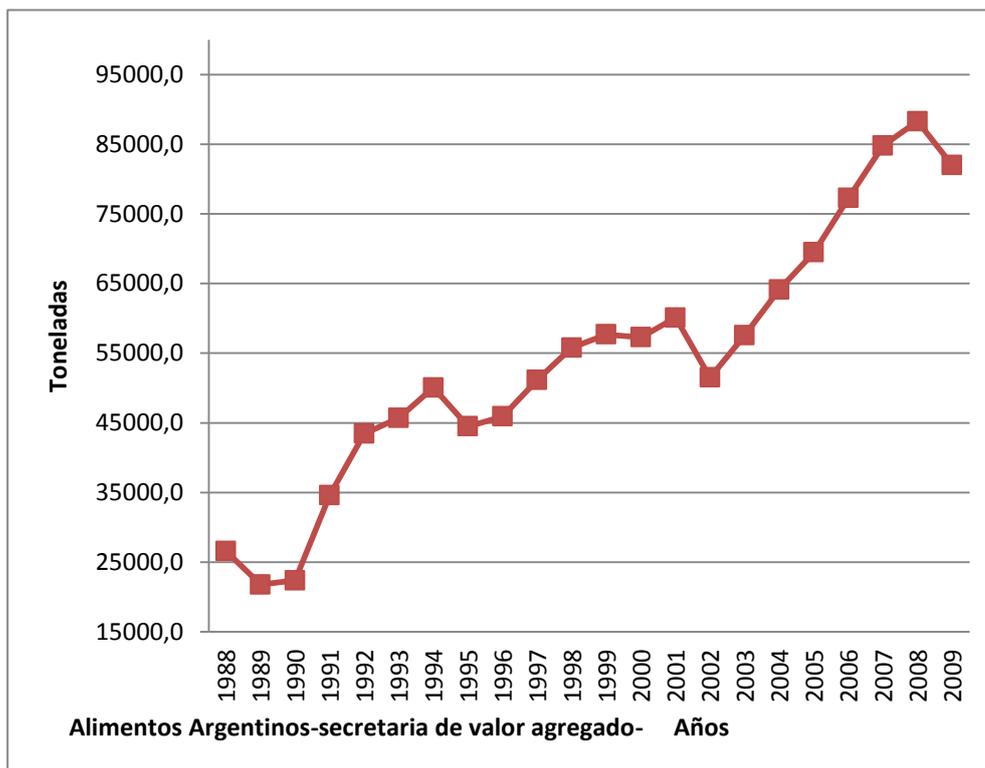
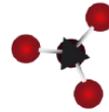


Figura 2.10: Consumo Aparente de PET grado envase. Fuente: elaboración propia en base a Secretaria de Alimentos Argentinos



2.8- DEMANDA INSATISFECHA

Se entiende por Demanda Insatisfecha a aquella Demanda que no ha sido cubierta en el Mercado y que pueda ser cubierta, al menos en parte, por el Proyecto; dicho de otro modo, existe Demanda insatisfecha cuando la Demanda es mayor que la Oferta.

En el caso de Argentina contamos con una única empresa a nivel país que satisface parte de la demanda de resina virgen de PET, esta empresa es Dak Américas Argentina S.A ubicada en la provincia de Buenos Aires.

En el siguiente cuadro podemos observar que las Importaciones han ido en descenso a lo largo de los años, esto se debe en parte al aumento de la Capacidad de producción de Dak Américas, al incremento del reciclaje por parte de distintas empresas dentro del territorio nacional y al aumento de su capacidad instalada.

POLITEREFTALATO DE ETILENO (PET) - USO ENVASE						
NCM: 3907.60.00						
AÑO	PRODUCCION (t)	IMPORTACION (t)	EXPORTACION (t)	CONSUMO APARENTE (t)	VALOR COMERCIO EXTERIOR (U\$S/t)	
					IMPORTACION (CIF)	EXPORTACION (FOB)
2005	150.000	111.829	64.875	196.954	1.372	1.371
2006	158.948	85.645	52.718	191.875	1.333	1.248
2007	146.300	108.817	29.718	225.399	1.445	1.365
2008	158.139	94.156	38.947	213.348	1.559	1.543
2009	163.170	84.369	35.618	211.921	1.153	1.109
2010	159.010	90.642	34.696	214.956	1.366	1.349
2011	179.516	86.882	37.295	229.103	1.749	1.796
2012	170.200	76.178	20.850	225.528	1.632	1.684
2013	184.087	61.143	24.858	220.372	1.618	1.673
2014	185.000	67.352	16.999	235.353	1.489	1.497

Tabla 2.2: Datos Estadísticos del PET-uso envase. Fuente: elaboración en base al anuario IPA.

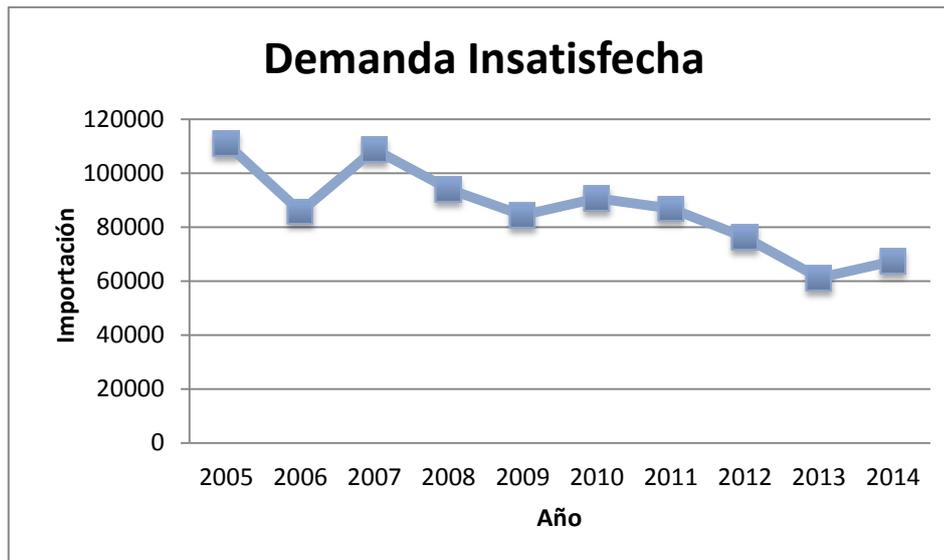


Figura 2.11: Variación de las Importaciones en el país 2005-2014. Fuente: elaboración en base al IPA.

2.9- MERCADO DISTRIBUIDOR

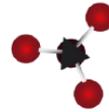
El mercado distribuidor está formado por aquellas empresas intermediarias que entregan los productos o servicios de los productores a los consumidores.

Existen tres medios de llegar al cliente:

- Distribución propia.
- Distribución por terceros.
- Distribución mixta.

La elección de uno u otro medio dependerá de los costos asociados y del nivel de servicio esperado. En el caso que se opte por utilizar distribución por terceros es fundamental la correcta selección de la empresa distribuidora. No hay que olvidar que el contacto con el cliente lo tiene el distribuidor, es la cara de la empresa, una mala selección de la misma puede atentar directamente contra la rentabilidad del negocio.

En nuestro caso, los costos de mantener una estructura de distribución de esta magnitud son enormes y la elección de una correcta política de distribución es fundamental para la vida de la empresa, por lo tanto, optaremos por tercerizar el servicio de distribución.



2.10- MERCADO PROVEEDOR

Encontramos en esta área, los principales focos de materia prima que son nuestros proveedores, haciendo hincapié en dos tareas primordiales que estos realizan, como lo son las tareas de acopio y pacado.

Acopio del material

El acopio es simplemente la selección del material ya sea en puntos fijos o en recorridos que se puedan hacer en busca del material, es importante además puntualizar que un buen sistema de acopio garantizara un buen suministro de materia prima para el resto de los procesos, no debiendo existir cortes de materia prima.

Puede entonces contarse con un sistema de proveedores, o puntos de acopio o agentes de recolección. En este punto es importante aclarar que la conformación de microempresas de recolección es fundamental porque se proporciona una fuente de trabajo a muchas personas, se obtienen material clasificado a bajo precio y se estimula la actitud del consumidor de refrescos para clasificar sus desechos.

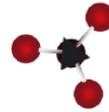
Pacado

Es común que en las grandes empresas de reciclaje el material se compacte para reducir su volumen y así facilitar su transporte y almacenamiento.

Generalmente las dimensiones de estos bloques o como generalmente se las denomina “pacas” o “balas” de PET es de 153 x 130 x 85 cm., donde cada una podría alcanzar un peso de 200 a 600 Kg., según el grado de compactación o la eficiencia del prensado.

No obstante, el PET debido a su elevada recuperación elástico-plástica, es difícil de prensar.

Cuando se realiza este proceso, las “pacas” deben ser posteriormente abiertas y picadas tal como llegan a la planta, es decir con tapas y etiquetas, que es una alternativa en el proceso. Sin embargo, cuando a la planta llegan botellas sueltas, si bien el volumen ocupado es mucho mayor, la posibilidad de realizar el destiquetado



y destapado permite obtener un producto más fácil de tratar constituyéndose en la segunda alternativa del proceso.

2.10.1- MATERIA PRIMA: RESIDUOS DE PET

Actualmente, en la ciudad de Buenos Aires hay 8 Centros Verdes gestionados por cooperativas de recursos urbanos trabajando en la Ciudad. A estos establecimientos llega todo el material recolectado por los recuperadores y por los camiones que recogen los contenidos de los contenedores verdes que están dentro del circuito de RSU monitoreado por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

Las cooperativas fueron integradas al Servicio Público de Higiene Urbana en el año 2002 y actualmente, más de 4.200 recicladores se encuentran formalizados y, mediante el apoyo del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, se han mejorado sus condiciones generales de trabajo para resguardar su salud y su seguridad, así como para garantizarles el acceso a una obra social y a los elementos necesarios para cumplir con su tarea, entre los que se encuentran uniformes, bolsones, camiones y colectivos. La formalización de los recicladores urbanos logró, entre otras cosas: reducir el trabajo infantil, establecer una nueva logística en el circuito de los residuos y pasar de la separación de los residuos en la vía pública a la clasificación en los Centros Verdes

El siguiente cuadro muestra a los centros de clasificación que se encuentran en la ciudad de Buenos Aires y quien está a cargo de su administración.

Centro de Clasificación	Dirección	Administrado por:
Centro Verde Barracas	Calle Herrera 2124-BsAs	Cooperativa "El Amanecer de los Cartoneros"
Centro Verde Parque Patricios	Calle Cortejareba 3151-BsAs	Cooperativa "El Amanecer de los Cartoneros"
Centro Verde Nuñez	Av. General Paz 98- Bs As	Cooperativa "Madreselva"
Centro Verde Retiro Norte	Colectora Arturo Lilia y Salguero (Ex línea Belgrano)	Cooperativa "El Ceibo"
Centro Verde Constituyentes	Av. De los Constituyentes 6259- BsAs	Cooperativa "El Álamo"
Centro Verde Chilavert	Cnel. Chilavert 2745-BsAs	Cooperativa "Alelí y Baires"
Centro Verde Soldati	Calle Barros Pozos 3701-BsAs	Cooperativa "Del oeste"
Centro Verde Varela	Av. Varela 2505- BsAs	Cooperativa "Recuperadores Urbanos del Oeste"

Tabla 2.3: Ubicación de los Centros de Clasificación. Fuente: elaboración propia

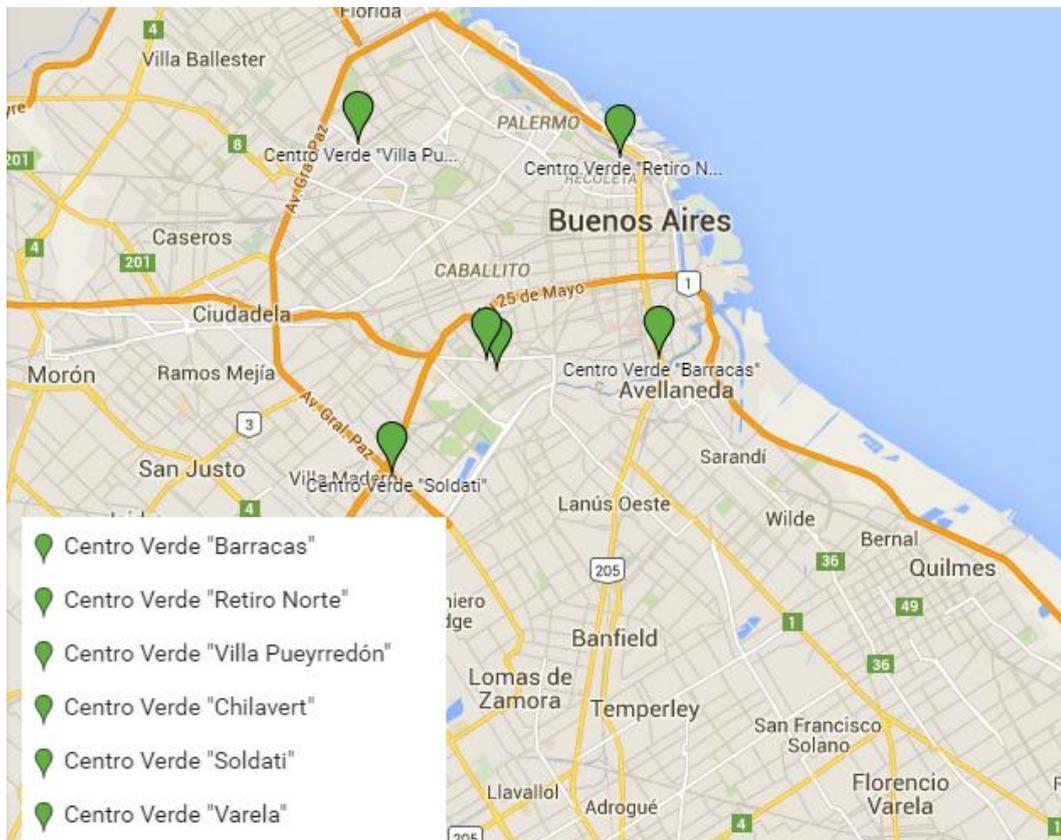
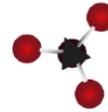


Figura 2.12: Ubicación geográfica de los centros verdes.



CEAMSE es una empresa creada por los estados de la Provincia de Buenos Aires y la Ciudad de Buenos Aires para realizar la gestión integral de los Residuos sólidos urbanos del área metropolitana

Con el objetivo de evitar la contaminación ambiental, en 1976 la intendencia de Buenos Aires prohibió la incineración a cielo abierto en las decenas de basurales y cerró las tres usinas que aún estaban en actividad ubicadas en los barrios de Barracas, Flores y Chacarita. La nueva estrategia para la gestión de los Residuos sólidos urbanos del área metropolitana fue emplear de rellenos sanitarios, para lo cual se creó la empresa estatal Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE), compuesta por los gobiernos de la Ciudad y la Provincia de Buenos Aires, que comenzó a encargarse de transportar de los residuos desde las zonas de acopio y realizar su disposición final

El ámbito geográfico de acción de CEAMSE es el Área Metropolitana de Buenos Aires, conformado por la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los partidos bonaerenses de Almirante Brown, Avellaneda, Berazategui, Berisso, Brandsen, Ensenada, Escobar, Esteban Echeverría, Ezeiza, Florencio Varela, General Rodríguez, General San Martín, Hurlingham, Ituzaingó, José C. Paz, La Matanza, La Plata, Lanús, Lomas de Zamora, Magdalena, Malvinas Argentinas, Merlo, Moreno, Morón, Pilar, Presidente Perón, Quilmes, San Fernando, San Isidro, San Miguel, Tigre, Tres de Febrero y Vicente López. En conjunto suman cerca de 14,5 millones de habitantes (según el censo 2010), o sea más del 36% de la población argentina distribuidos en una superficie de 8.800 kilómetros cuadrados. Esta zona produce unas 17.000 toneladas diarias de residuos que representan el 40% del total generado en el país y allí están radicadas el 40% de las industrias.

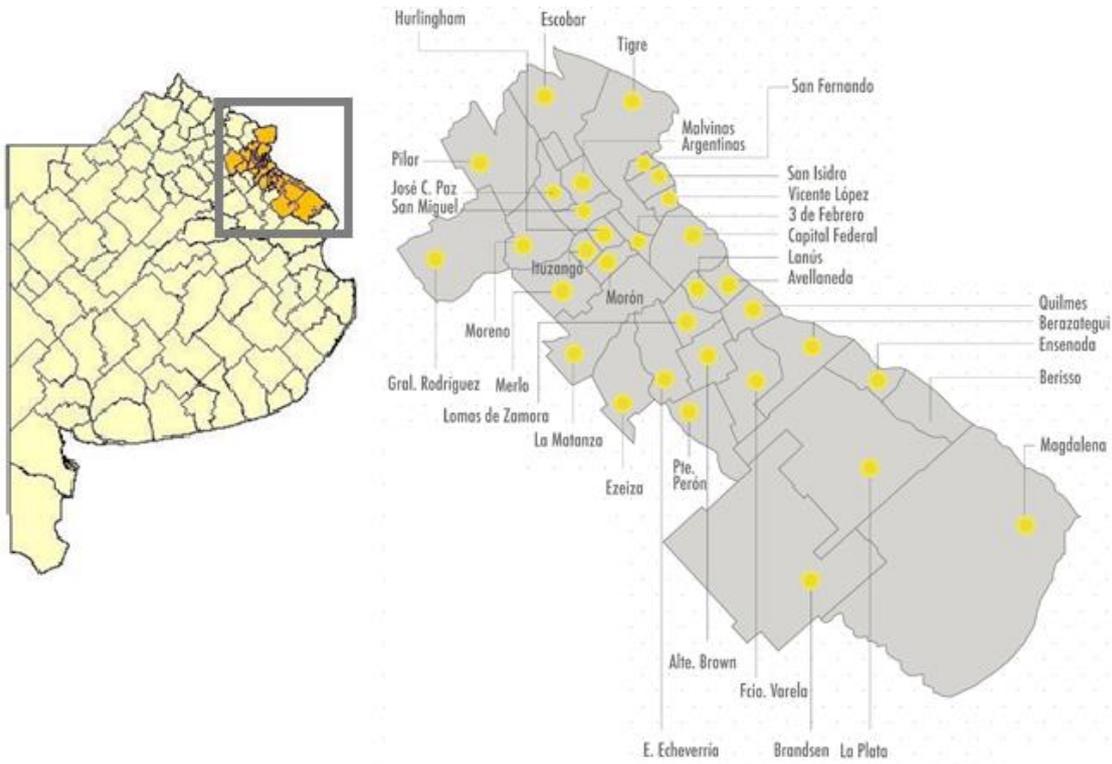


Figura 2.13: *Ámbito geográfico del CEAMSE.*

En conjunto suman cerca de 15,6 millones de habitantes (según censo 2010), o sea más del 36% de la población Argentina, distribuidos en una superficie de 8.800 kilómetros cuadrados. Esta zona produce unas 17.000 toneladas diarias de residuos que representan el 40% del total generado en el país y allí están radicadas el 40% de las industrias.

De estas 17.000 toneladas, el 20% corresponden a plásticos, es decir 3400 toneladas de plástico son generadas como residuos y el 2,07% corresponden a PET, es decir 704 toneladas por día son las generadas de PET.

2.10.1.1- ESTUDIO DE FIUBA Y CEAMSE-CABA-2010/2011

COMPOSICIÓN	PORCENTAJE
Papeles y Cartones	18%
Plásticos	20%
Vidrio	3%
Metales	2%
Textiles	3%
Desechos Alimenticios	40%
Poda, jardín y áridos	6%

Patógenos y otros	8%
-------------------	----

Tabla 2. 4: Composición RSU. Fuente: elaboración propia

2.10.1.2- ANÁLISIS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS- RSU

PLÁSTICOS	PORCENTAJE
PET	2,07%
PEAD	1,10%
PVC	0,27%
PEBD	12,06%
PP	1,12%
PS	2,20%
Otros	0,87%
TOTAL	19,70%

Tabla 2.5: Porcentaje de plásticos de los RSU. Fuente: elaboración propia.

2.10.1.3- ANÁLISIS DE LOS PLÁSTICOS EN RSU

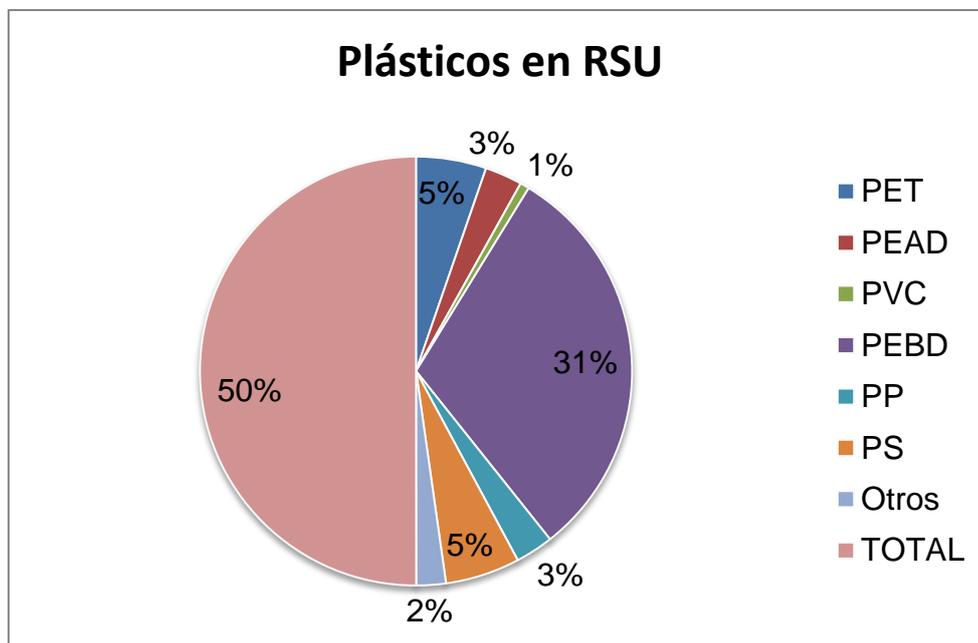
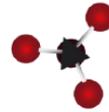


Figura 2.14: Plásticos en RSU (%). Fuente: elaboración propia.

El aumento en el consumo de plásticos se traduce en el largo plazo en una mayor disponibilidad de materia prima para nuestra actividad, puesto que luego de cumplir con su ciclo de vida el material termina como residuo.



2.10.2- MERCADO DE MATERIA PRIMA: RESINA DE PET VIRGEN

2.10.2.1- RESINAS VÍRGENES, INFLUENCIA DEL CRUDO Y DEL GAS NATURAL EN EL MUNDO

Los plásticos proceden principalmente del petróleo y gas natural. Del total del petróleo usado, solo el 7 % por ciento se destina a la industria petroquímica: de esta cantidad el 4% se utiliza para la producción de plásticos y el 3 % para otros usos, mientras que el gas natural se destina solo 3,9 % para ese fin.

El 86 % del petróleo se quema para producir energía utilizando un recurso natural no renovable. A su vez del gas natural el mayor porcentaje se destina a generación eléctrica consumo industrial, residencial y transporte. Aun cuando el porcentaje destinado a la fabricación de materiales plásticos sea bajo en comparación, el reciclaje permite generar nuevos ciclos de vida en los materiales de los diferentes productos petroquímicos que se derivan de dichas fuentes.

Dado que estos recursos se constituyen en insumos principales para la obtención de las resinas poliméricas, al igual que el precio de otros derivados del crudo y gas natural, la fluctuación del precio del mercado de las resinas muestran una significativa dependencia con la del crudo y gas natural, como lo podemos observar en las siguientes figuras.

Valores anuales de barriles de crudo en dólares



Figura 2.15: Valores anuales de barriles de crudo, en dólares. Fuente: OPEP

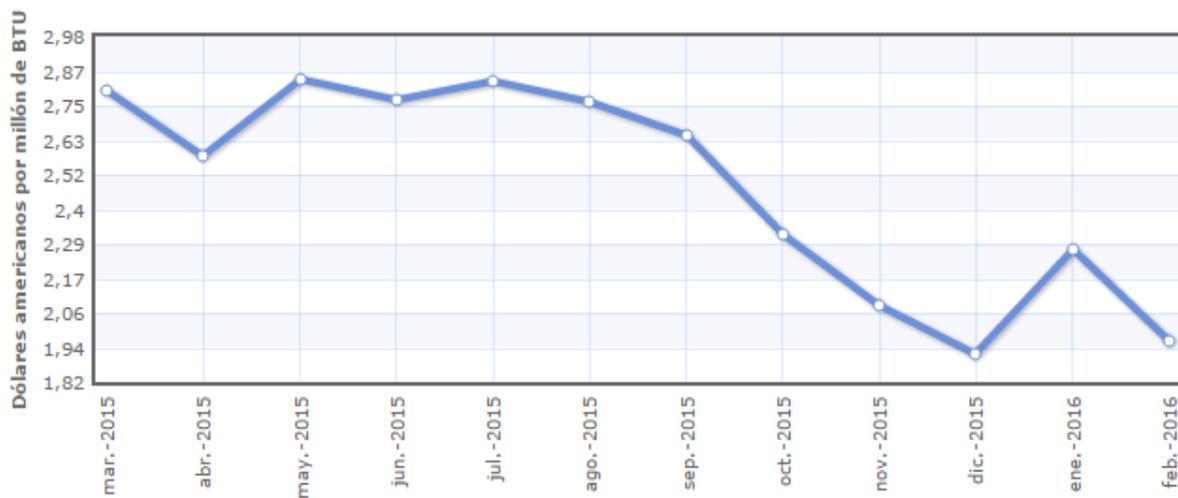


Figura 2.16: Valores anuales-dólares americanos por millón de BTU. Fuente: OPEP

2.10.2.2- RESINAS VÍRGENES EN ARGENTINA

La empresa dedicada a la manufactura de PET, con una planta de proceso continuo ubicada en la ciudad de Zárate, provincia de Buenos Aires, y oficinas comerciales en la ciudad de Vicente López, de la misma provincia. DAK Américas es una multinacional, y es uno de los productores más grandes de resinas de PET del mundo así como el principal productor de fibra corta de poliéster de América. El centro corporativo de DAK Américas está ubicado en Charlotte, NC. DAK Américas es filial de la empresa mexicana Alfa S.A.B. de C.V.

En el siguiente grafico se muestra la producción de resina de PET virgen (uso envase), de la empresa DAK Américas

POLITEREFTALATO DE ETILENO (PET) - USO ENVASE						
AÑO	PRODUCCION (t)	IMPORTACION (t)	EXPORTACION (t)	CONSUMO APARENTE (t)	VALOR COMERCIO EXTERIOR (US\$/t)	
					IMPORTACION (CIF)	EXPORTACION (FOB)
2005	150.000	111.829	64.875	196.954	1.372	1.371
2006	158.948	85.645	52.718	191.875	1.333	1.248
2007	146.300	108.817	29.718	225.399	1.445	1.365
2008	158.139	94.156	38.947	213.348	1.559	1.543
2009	163.170	84.369	35.618	211.921	1.153	1.109
2010	159.010	90.642	34.696	214.956	1.366	1.349
2011	179.516	86.882	37.295	229.103	1.749	1.796
2012	170.200	76.178	20.850	225.528	1.632	1.684
2013	184.087	61.143	24.858	220.372	1.618	1.673
2014	185.000	67.352	16.999	235.353	1.489	1.497
PRODUCTOR	LOCALIZACION	CAPACIDAD INSTALADA (t/a al 31/12/14)		PROCESO	MATERIAS PRIMAS	
DAK AMERICAS ARGENTINA S.A.	Zárate (Bs. As.)	194.000		Eastman	Ac. tereftálico y etilénolico	
ESTRUCTURA DEL MERCADO LOCAL EN 2014 (porcentual)						
Botellas			98			
Láminas / bandejas			2			

Tabla 2.6: Producción de resina de PET virgen. Fuente: elaboración en base al IPA

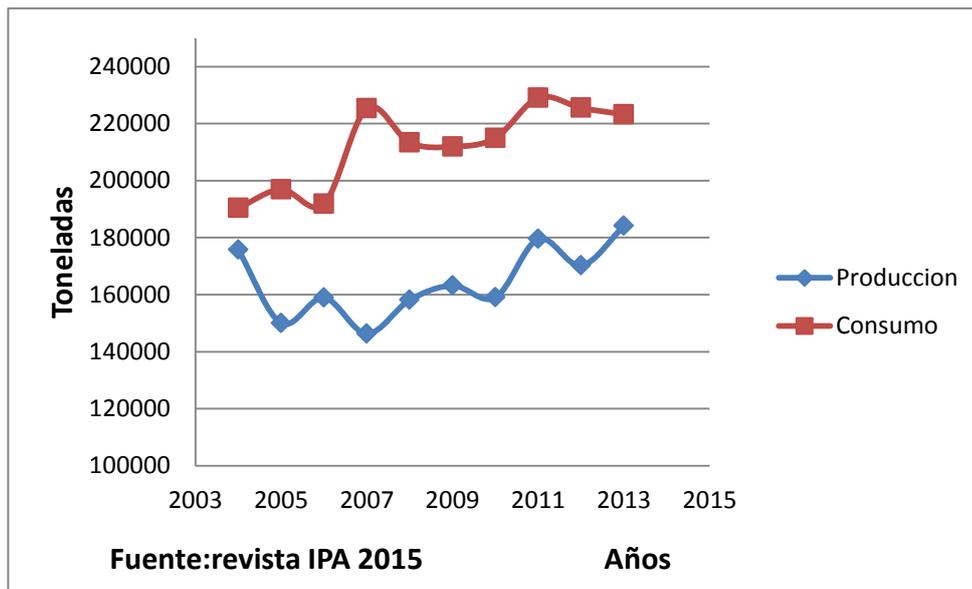


Figura 2.17: Producción-Consumo aparente de PET. Fuente: elaboración en base al anuario IPA 2015

De acuerdo a la figura anterior. Podemos observar que la producción de Politereftalato de etileno, a partir aproximadamente del año 2007 ha ido en constante crecimiento hasta la actualidad.



Figura 2.18: Precio Internacional del PET. Fuente: elaboración en base al anuario IPA 2015

Al observar el grafico se concluye que tanto la producción como el consumo aparente de resina de PET denotan un ascenso en el tiempo, se asocia a la importante dependencia en el uso de esta resina por parte de la población, sumando a su vez, la elevada tasa de crecimiento de la misma.

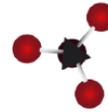
También se ve influenciado el precio del PET virgen a lo largo de los años, debido a que su precio de venta está directamente asociado al precio del petróleo a nivel internacional.

2.10.2.3-MERCADO PROVEEDORES DE MAQUINARIAS

Existe en el país una oferta muy escasa de importadores para la adquisición de pre-lavadores, separadores por densidad y demás equipos para la producción tanto de pellets grado alimenticio, como así también para la producción de preformas; por lo que la adquisición de estos será de origen extranjero.

En el siguiente cuadro podemos ver los principales proveedores de maquinarias y sus respectivos lugares de origen.

Proveedor de maquinarias y Equipos	País
AMUT S.p.A	Italia
PRILLWITZ y CIA S.R.L	Argentina
MOOGE TECH	China
COMERCIAL ANDEXPORT Ltda.	Chile
KRONES A.G	Alemania



SIUS AMERICAN INC	EE.UU
TOSHIBA MACHINE Co	EE.UU
BUHLER A.G	Suiza

Tabla 2.7: Principales Proveedores de Máquinas y Equipos. Fuente: elaboración propia

2.11- MERCADO COMPETIDOR

El estudio del mercado competidor tiene la doble finalidad. Este nos permitirá conocer el funcionamiento de instituciones similares a las que se instalaría nuestro proyecto y nos ayudara a definir una estrategia comercial competitiva con ellos.

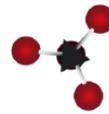
El Mercado Competidor está formado por el conjunto de empresas que en la actualidad satisfacen total o parcialmente las necesidades de los potenciales consumidores del proyecto. Estas empresas serán rivales de la empresa que creará el proyecto en la participación por el mercado consumidor.

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

2.11.1- COMPETIDORES DIRECTOS

A continuación se hizo una recopilación de los competidores directos divididos geográficamente. La mayoría de las empresas se encuentran en el gran Buenos Aires.

Mercado competidor en Argentina		
competidor	Ubicación	Productos
SOLARI - SORLYL S.A	Sáenz Valiente 1893, Martínez, Buenos Aires	preformas PET para envases de gaseosas, jugos y agua, bolsas schole
Grupo Altec	Au. RN 7, San Luis	Preformas, tambores, bidones, frasco, botella, IBC`s
Acsur S.A	Av. Santa Fe 1752-Buenos Aires	preforms PET, bidones, neck oil



Citalmex S.A	Ciudad Madero - (1768) - Gran Buenos Aires	Envases PET, PP, PS, PE, PVC; y envases medicinales
Syphon S.A	Famatina 3156 (1437) - Cdad. de Bs. As	Preformas de PET
I.M.E.A. S.A. (ALFA- PET)	Ciudad de Buenos Aires- (1437)-Capital Federal	envases PET, envases cosméticos, envases plásticos
AMCOR RIGID PLASTICS	PILAR - (B1629MXA) - PCIA. BUENOS AIRES	preformas PET, envases medicinales
DANO S.A.	Florida - (1602) - Gran Buenos Aires	Preformas de PET, pistolas pulverizadas, proyectoras y arenadoras- pulverizadoras
Oropel S.A	Cnel. Salvadores 1140-Ciudad de Buenos Aires (1167)-Capital federal	Envases para detergentes, aceites, vinagres, aerosoles y cosméticos, fármacos, sodas, alimenticios, envases de PET
Plásticos Sudamericanos	Fray Justo Sta. María de Oro 2185 Buenos Aires	Envases de PVC, PE y preformas de PET

Tabla 2.8: Mercado Competidor. Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla 2.8 y figura 2.19 se encuentran las ubicaciones geográficas de las diferentes empresas en el país.

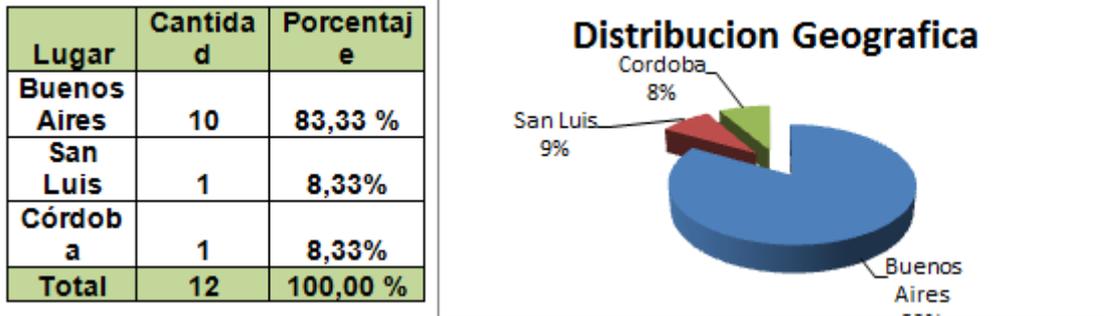


Figura 2.19: Distribución Geográfica de las Empresas en el País. Fuente: elaboración propia.

Podemos observar que la mayoría del mercado competidor se encuentra en la provincia de Buenos Aires con el 83,33 %.

2.11.2- COMPETIDORES INDIRECTOS

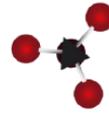
2.11.2.1- MERCADO COMPETIDOR DE PRODUCTO

El resto de las fábricas que ofrecen al mercado productos que cumplen con la función similar a los envases de PET, como lo son los envases de vidrio de diferentes volúmenes.

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

En el siguiente cuadro se especifican las distintas empresas que fabrican envases de vidrio, en la Argentina.

EMPRESA	UBICACIÓN	PRODUCTO
CATTORINI HNOS S.A	Crisólogo Larralde 1461 - Avellaneda, Bs. As	Envases de Vidrio para la industria alimenticia
RIGOLLEAU S.A	Lisandro de la Torre 1651 - Berazategui, Bs. As.	Envases de vidrio para la industria alimenticia
BLUE SKY S.A	Santa Cruz 226 (5500) - Cdad. de Mendoza	Envases de Vidrio para la industria alimenticia
CRISTAL-MAM S.R.L	F.J.Lagos 1180 (1824) - Lanús Oeste, Bs. As	Envases de vidrio para la industria alimenticia
GLAS-CAR S.A	Humberto Primo 1166 (1824) - Lanús Oeste, Bs. As	Envases de vidrio para la industria alimenticia



GLASS EXPORT S.A	Iberá 5895 (1431) - C.A.B.A., Bs. As	Envases de vidrio para la industria alimenticia
INDUSTRIAS TEMIC S.A.	Araoz 1865 (1414) - C.A.B.A., Bs. As	Envases de vidrio para la industria alimenticia
MEGAENVASES S.A.	Av. de la Riestra 1751 (1437) - C.A.B.A., Bs. As.	Envases de vidrio para la industria alimenticia
NUEVAS CRISTALERIAS AVELLANEDA S.A	Gral. Madariaga 626 (1824) - Lanús Este, Bs. As	Envases de vidrio para la industria alimenticia
OWENS-ILLINOIS ARGENTINA	Cazadores de Coquimbo 2865 Piso 1 (1636) - Munro, Bs. As	Envases de vidrio para la industria alimenticia
RAYEN CURA S.A.I.C	Carril Nacional 6070 (5525) - Rodeo de la Cruz, Mendoza	Envases de vidrio para la industria alimenticia
SCHOTT ENVASES ARGENTINA S.A	Primera Junta 3181 (1605) - Munro, Bs. As	Envases de vidrio para la industria alimenticia
VETRI ESPECIALI S.p.A	Ayohuma 8297 (5505) - Lujan de Cuyo, Mendoza	Envases de vidrio para la industria alimenticia
VIDRI-PLAST S.R.L.	Saráchaga 4960 (1407) - C.A.B.A., Bs. As	Envases de vidrio para la industria alimenticia

Tabla 2.9: Principales Empresas de Vidrio. Fuente: elaboración propia.

Una vez realizado el estudio de mercado, y una vez analizado la demanda, y los posibles mercados competidores, podemos realizar una proyección aproximada de la demanda futura.

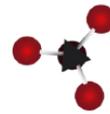
2.11.3- MERCADO COMPETIDOR DE RECICLADO

2.11.3.1- EMPRESAS RECICLADORAS DE PET EN LA ARGENTINA

En la argentina se encuentran fabricas que se dedican al reciclado de PET, algunas las transforman en escamas, otras las transforman en pellets de grado alimenticio y otras solo las reciclan para clasificarlas y formar las pacas, que luego serán vendidas a otras empresas que se dedican a la producción de escamas.

En el siguiente cuadro se adjuntaron las empresas recicladoras de PET y otros plásticos en Argentina.

Empresa	Material reciclado	Localización	Productos
---------	--------------------	--------------	-----------



Ecoplas Argentina	PET	Sarandí - Buenos Aires	escamas de PET cristal, verde, PET aceite, PET pintura, PET celeste
Reciclar	PET, PEAD y PP	Sarandí - Buenos Aires	Escamas de PET cristal, verde y celeste; gránulos de PE, Pellets de PP
Cabelma PET	PET	Gral. Pacheco - Buenos Aires	Pellets de PET grado alimenticio, Pellets PET(reciclado- virgen)
Soundplast S.R.L	PE, PP, PET, PC, PVC	Capital federal, Bs.As	Pacas de PET, y otros productos
Suxs	PE, PS, PP, PSAI, PET	Capital federal, Bs.As	Pacas de PET, y otros productos
Ecopek S.A	PET, PEAD, PP.	Bs. As Norte	Pacas de PET y otros productos
Recipet Internacional S.A	PET, PP, PEAD	Bs.As Norte	Pacas de PET y otros productos
Recicladors Patagónicos S.R.L	PEAD, PEBD, PET, PP	Chubut	Bolsas, madera plástica, postes, varillas plásticas
Quanta de Norberto V. Levy	PE, PP, PET	Entre Ríos	Pacas de PET y otros productos
DANGEN	PET, PS, PVC, PE, PP	Neuquén	madera plástica
Ecovenado	PET, PEAD, PP,PE	Santa Fe	Pacas de PET

Tabla 2.10: Empresas recicladoras de PET y otros plásticos en Argentina. Fuente: Ecoplas

2.12- PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE PREFORMAS DE PET

En la siguiente figura 2.20 se muestra la demanda aproximada futura que tendrá el producto final.

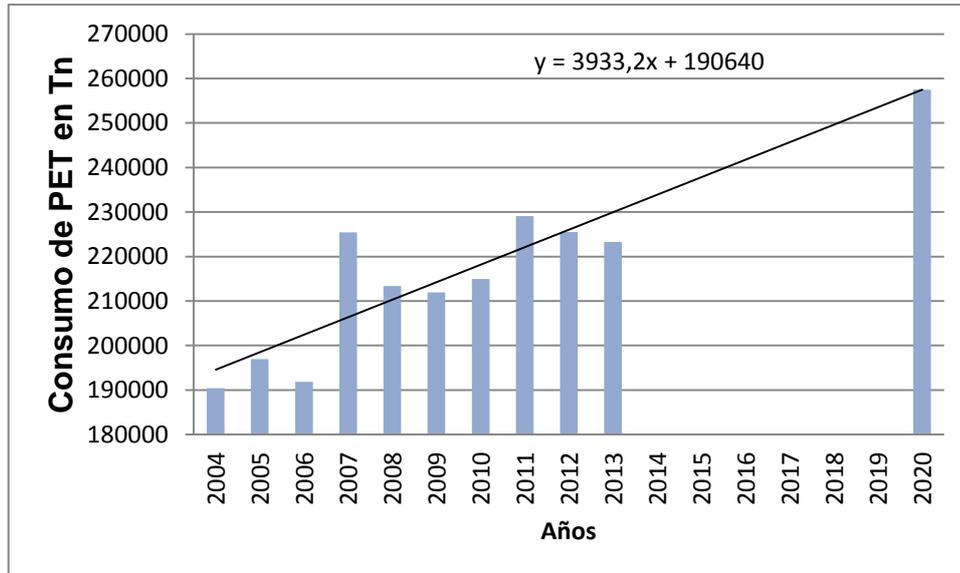
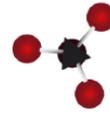


Figura 2.20: Proyección de la Demanda de Preformas de PET. Fuente: elaboración propia.

Años	consumo
2004	190397
2005	196954
2006	191875
2007	225399
2008	213348
2009	211921
2010	214956
2011	229103
2012	225528
2013	223239
2014	233904
2015	237837
2016	241771
2017	245704
2018	249637
2019	253570
2020	257503

Tabla 2.11: Proyección de la demanda de PET. Fuente: elaboración propia.

Si analizamos la línea de tendencia, obtenemos una línea con la fórmula



$$y = 3933,2 \cdot x + 190639$$

Ahora realizaremos el desarrollo matemático para pronosticar la demanda para el año

2020

$$y = 3933,2 \cdot x (17 \text{ años}) + 190639$$

$$y = 257503 \text{ toneladas de PET}$$

De acuerdo a la proyección de la demanda el año 2020 tendremos una demanda aproximada de 257.503 toneladas de PET virgen por año, en donde nuestra empresa solo lograra satisfacer un porcentaje de la misma.

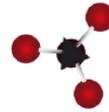
2.13- CONCLUSIÓN

Al finalizar este capítulo, podemos concluir que el producto a comercializar serán preformas, obtenidas a partir del reciclado mecánico no convencional de PET para obtener pellets grado alimenticio que al mezclarlos con pellets virgen de PET, obtendremos el producto final. Los pellets obtenidos del reciclado del PET, son los más puros ya que son utilizados para realizar nuevos envases para bebidas alimenticias, aunque es importante mencionar que puede ser utilizado en cualquier otro producto polimérico por contar con las mismas propiedades que las resinas vírgenes, aunque no son las más adecuadas para estos ya que incrementan su valor.

La elección de esta calidad de preformas se debe principalmente a la falta de productores de este tipo en el país, por lo que la oferta no está cubierta ni siquiera al 50%. Las preformas de PET son un bien intermediario, el cual posee una oferta competitiva en el mercado por estas razones tendrá una buena adaptación en el mismo.

La materia prima para la elaboración de las preformas actualmente una parte se produce en el país y otra parte es importada. En el 2014 el 73,31 % de PET virgen se producía en Argentina, mientras que el 26,69 % se importaba.

La demanda de PET está relacionada directamente con la del consumo de bebidas carbonatadas ya que es el principal destino al que va dirigido el PET.



En lo que refiere a la existencia de la oferta de preformas de este tipo de calidad. Fue hasta hace unos años, para ser exactos en el 2006 cuando se empezó a reciclar en México con esta calidad, gracias a que las empresas Coca- Cola, Pepsi-Cola y Colgate-Palmolive, firmaron un compromiso social de reciclar el 10% de los envases de sus productos para reducir la contaminación ambiental

Respecto al estudio de los precios, el año 2008 hubo un incremento considerable respecto con el año 2007 a consecuencia de la crisis, aunque estudiando el comportamiento histórico y la relación con la inflación, existirá aumento del precio en los años que viene, pero no bruscos para que no afecten a la demanda considerablemente. La comercialización, será directamente con los consumidores de envases del país.

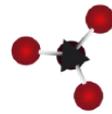
Este estudio sirve como guía para el desarrollo de los siguientes temas, determinar la capacidad de producción, las ventas, el precio de venta, la ruta de comercialización, etc.

Una vez realizado el estudio de mercado, se concluye que actualmente existe en el país una demanda insatisfecha de preformas de PET. Con relación a la necesidad que presenta en el mercado, es un bien social y nacionalmente necesario para las personas que lo consumen.

El proyecto cumple con la función de cerrar el ciclo de vida del PET y articular el reciclaje con el sector productivo.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

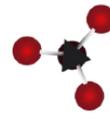


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

TAMAÑO

CAPÍTULO 3





3.1- INTRODUCCIÓN

En este capítulo se pretende definir el tamaño del proyecto como así también analizar los factores que influyen en la decisión del mismo.

El tamaño de un proyecto corresponde a la capacidad de producción por unidad de tiempo; es decir, es la capacidad de producción del proyecto. La capacidad de producción se define como el volumen o número de unidades que se pueden producir un día, mes o año, dependiendo del tipo de proyecto que se está formulando.

Al considerar el tamaño como una función de la capacidad de producción se distinguen tres tipos de capacidades:

- + Capacidad de diseño: Cantidad máxima de producción en condiciones ideales
- + Capacidad Instalada: Cantidad máxima de producción en condiciones ideales
- + Capacidad Utilizada: fracción de capacidad instalada que se está empleando.

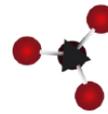
3.2- IMPORTANCIA

El tamaño tiene incidencia en el nivel de inversiones y costos, por un lado, y por otro, el nivel de operación que determinará los ingresos. Por lo tanto, el tamaño tiene incidencia en la estimación de la rentabilidad que podría generar su implementación.

El dimensionamiento del tamaño de un proyecto relaciona factores técnicos y económicos; éstos condicionan la capacidad de uso.

Los factores fundamentales a considerar son:

- + Disponibilidad de Insumos
- + Localización
- + Situación del mercado
- + Tecnología
- + Recursos Humanos



+ Capacidad Financiera.

3.3- ANALISIS DE LOS FACTORES QUE ESTABLECEN EL TAMAÑO

3.3.1- TAMAÑO Y SU RELACIÓN CON LA DISPONIBILIDAD DE INSUMOS

La disponibilidad de insumos se refiere a todos los recursos humanos, materiales y financieros. El volumen y las características de las materias primas disponibles y, en general, de todos los insumos que requiere una planta industrial, son aspectos de suma importancia, ya que influyen de manera significativa en la determinación tanto del tamaño de la planta como de la selección del proceso y los equipos que deben instalarse. La disponibilidad de los insumos, junto con sus precios de adquisición, influye en alto grado sobre los resultados económicos del proyecto.

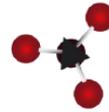
Se debe asegurar que los recursos estén disponibles en la cantidad y calidad requerida. Si no se dispone de estos, se limita la capacidad de uso o se incrementan los costos de abastecimiento.

3.3.2- MATERIA PRIMA PRINCIPAL PARA EL PROCESO

En el caso del proyecto en cuestión, este factor no es considerado como limitante, ya que en Argentina, se generan alrededor de 17.000 toneladas diarias de residuos, de los cuales, 20% corresponden a plásticos, y de ese porcentaje un 2,07% corresponde a PET, lo que equivale a 70 toneladas/día. De esa cantidad, solo el 30% se recicla. Como la botella usada es materia prima, se estima que en PET se entierra un capital de US\$ 80 millones por año, más lo que todo eso implica en no generar las fuentes de trabajo asociadas

3.3.3- TAMAÑO Y SU RELACIÓN CON LA LOCALIZACIÓN

La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) u obtener el costo unitario mínimo (criterio social).



La distribución geográfica del mercado como así también los costos de operación y distribución de insumos y productos son factores que influyen en la capacidad o tamaño del proyecto.

El objetivo del estudio de localización es identificar la ubicación más conveniente para el proyecto de un conjunto de alternativas. La alternativa seleccionada producirá el mayor nivel de beneficio con el menor costo.

La localización es un factor que puede determinar el éxito o fracaso de un proyecto.

La elección de la alternativa no solo considerará criterios económicos, sino criterios técnicos, estratégicos e institucionales.

Es una decisión de largo o mediano plazo. Por tanto tiene que integrar e interrelacionar aspectos de demanda, tecnología, transporte, financiamiento y costos de operación.

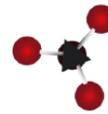
El estudio de localización (al igual que otros estudios), parte de la premisa que existe más de una solución probable para el proyecto. Existen dos etapas para su determinación: microlocalización (definición puntual del sitio para el proyecto. Criterios: factores físicos, geográficos y urbanísticos) y macrolocalización (preselección de una área, región o zona geográfica de mayor conveniencia. Criterios: económico, social o político).

En el caso del proyecto en cuestión el factor localización no condiciona el tamaño ya que en el País (donde se prevé instalar la planta) se cuenta con gran cantidad de Parques Industriales, con las ventajas y beneficios que esto trae aparejado.

El lugar definido para la instalación de la planta es el parque industrial de Parque Industrial de Pilar (PIP).

3.3.4- TAMAÑO Y SU RELACIÓN CON LOS RECURSOS HUMANOS

Cuando se haya hecho un estudio que determine el tamaño más apropiado para el proyecto, es necesario asegurarse que se cuenta con el personal suficiente y apropiado para cada uno de los puestos de la empresa. Aquí se hace una referencia



sobre todo al personal técnico de cualquier nivel, el cual no se puede obtener fácilmente en algunas localidades del país. Este aspecto no es tan importante como para limitar el proyecto, ya que con frecuencia se ha dado el caso de que, cuando se manejan tecnologías avanzadas, vienen técnicos extranjeros a operar los equipos. Aun así, hay que prevenir los obstáculos en este punto, para que no sean impedimento en el tamaño y la operación de la planta.

Para el caso del presente proyecto el factor recursos humanos no resulta limitante. Actualmente el país cuenta con gran cantidad de personal calificado, siendo la oferta de profesionales abundante y distribuida.

3.3.5- TAMAÑO Y SU RELACIÓN CON LA CAPACIDAD FINANCIERA

Este es uno de los puntos más importantes al momento de implementar un proyecto, ya que la inversión del proyecto puede ser afectada por la capacidad financiera, ya que muchas veces se dan un límite máximo de inversión por la capacidad financiera del inversionista.

Si los recursos financieros son insuficientes para atender las necesidades de inversión de la planta de tamaño mínimo, es claro que la realización del proyecto es imposible. Si los recursos económicos propios y ajenos permiten escoger entre varios tamaños para producciones similares entre los cuales existe una gran diferencia de costos y de rendimiento económico, la prudencia aconsejara escoger aquel que se financie con mayor comodidad y seguridad, y que a la vez ofrezca, de ser posible, los menores costos y un alto rendimiento de capital. Por supuesto, habrá que hacer un balance entre todos los factores mencionados para realizar la mejor selección.

Si existe flexibilidad en la instalación de la planta, esto es, si los equipos y la tecnología lo permiten, se puede considerar la implantación del proyecto por etapas como una alternativa viable, aunque es obvio que no todos los equipos y las tecnologías permiten esta libertad.



3.3.6- TAMAÑO Y SU RELACIÓN CON LA SITUACIÓN DEL MERCADO Y LA TECNOLOGÍA

3.3.6.1- SITUACIÓN DEL MERCADO

A través del estudio de mercado, se determinan si existe o no una demanda potencial y en qué cantidad para determinar el tamaño del proyecto.

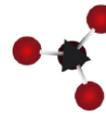
El mercado del PET reciclado está actualmente en crecimiento, por lo que hay lugar para nuevas empresas en el rubro. Mientras el propio consumo de PET en el país vaya creciendo, habrá cada vez mayor disponibilidad de residuos para reciclar.

La cantidad neta de PET reciclado en el país crece año a año, atribuyéndose esto, entre otras cosas, al incremento de la conciencia ambiental en la población, que considera cada vez más necesario cuidar el medio ambiente como así también al aumento del consumo de plásticos en general y de PET en particular. Si los consumos a nivel nacional aumentan, es de esperar que habrá mayor disponibilidad de residuos aptos para ser reciclados, lo cual motiva a diferentes empresas a ingresar al mercado.

El PET es uno de los materiales que más ha incrementado su demanda en los últimos años en el país y las estadísticas muestran que este aumento es sostenido. Debido a esto y a sus características de reciclaje, existe una importante demanda del producto reciclado para diversas aplicaciones.

Por lo tanto el análisis, para este caso; tal como se especificó en el capítulo anterior; se hace teniendo en cuenta un mercado creciente.

Al estar en presencia de un mercado creciente, esta variable toma más importancia, ya que deberá optarse por definir un tamaño inicial lo suficientemente grande como para que pueda responder a futuro a ese crecimiento del mercado, u otro más pequeño pero que vaya ampliándose de acuerdo con las posibilidades de las escalas de producción.



El primer caso obliga a trabajar con capacidad ociosa programada, la que podría compensarse con las economías de escala que se obtendrían de operar con un mayor tamaño. Obviamente, si no hay economías de escala asociadas a un mayor tamaño, no podrá justificarse económicamente un tamaño que ocasione capacidad ociosa, a menos que una razón estratégica, como crear barreras a la entrada de nuevos competidores, así lo justifique.

El segundo caso hace necesario que, además de evaluarse la conveniencia de implementar el proyecto por etapas, deba definirse cuándo debe hacerse la ampliación.

En general, la demanda crece a tasas diferentes a las del aumento en las capacidades de planta, lo que obliga a elegir entre dos estrategias alternativas: satisfacer excedentaria o deficitariamente la demanda.

En el capítulo de estudio de mercado se determinó la magnitud de la demanda pronosticada a futuro, obteniéndose los siguientes resultados a partir de los datos proporcionados por el IPA (2015):

Año	Consumo
2004	190397
2005	196954
2006	191875
2007	225399
2008	213348
2009	211921
2010	214956
2011	229103
2012	225528
2013	223239
2014	233904
2015	237837
2016	241771
2017	245704
2018	249637
2019	253570
2020	257503

2021	261437
2022	261437

Tabla 3.1: Pronóstico de la demanda. Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por el IPA 2015.

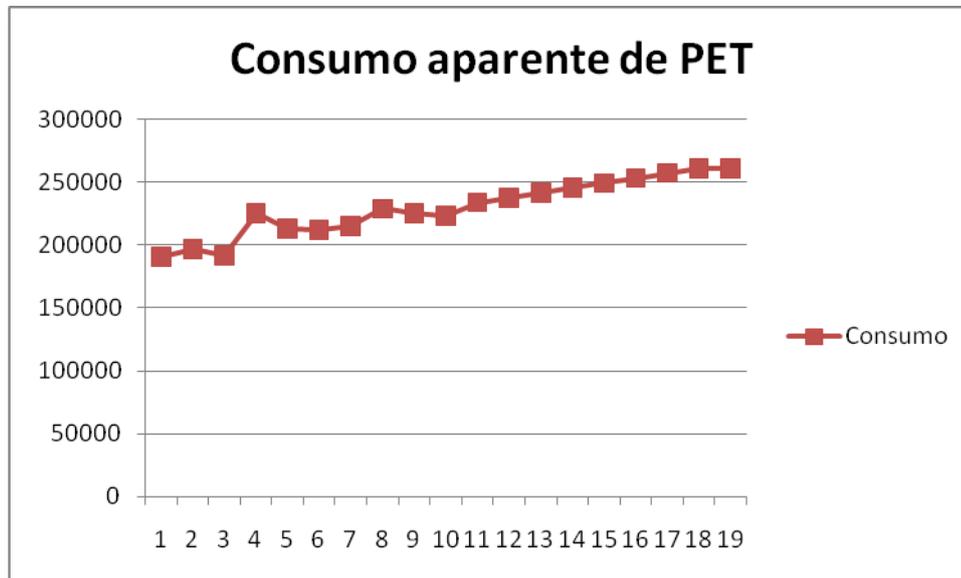


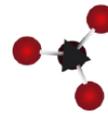
Figura 3.1: Consumo aparente de PET

3.3.6.2- TECNOLOGÍA

En el análisis de las alternativas tecnológicas, la decisión de cuál resulta más conveniente se sustenta en el hecho de que todas ellas deben entregar en calidad y cantidad los requerimientos del mercado, independientemente de que la opción seleccionada pudiera aceptar un mayor nivel de producción.

Las relaciones entre el tamaño y la tecnología influirán a su vez en las relaciones entre tamaño, inversiones y costo de producción. En efecto, dentro de ciertos límites de operación y a mayor escala, dichas relaciones propiciarán un menor costo de inversión por unidad de capacidad instalada y un mayor rendimiento por persona ocupada; lo anterior contribuirá a disminuir el costo de producción, aumentar las utilidades y elevar la rentabilidad del proyecto.

En términos generales se puede decir que la tecnología y los equipos tienden a limitar el tamaño del proyecto al mínimo de producción necesario para ser aplicables. Para el caso que se analiza, la tecnología utilizada condiciona al proyecto. Es por ello que se centrará especial interés este aspecto.



Si bien la producción de PET reciclado para producir preformas es un negocio económico, hay que pensar varias cosas, entre ellas, que estas plantas “bottle to bottle”, son de mucha inversión y de un alto costo operativo. Actualmente la obtención de PET – PCR grado alimentario requiere la aplicación de tecnologías complejas y de alto costo de inversión, que han sido desarrolladas fuera del país.

No es un negocio muy rentable en baja producción, y eso lo indica la cantidad de plantas existentes en el mundo.

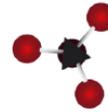
Analizando la capacidad de aquellas plantas destinadas a producir preformas a partir de PET reciclado, y habiendo evaluado aspectos relacionados a economías de escala asociados, se resuelve procesar 10.200 toneladas anuales de botellas de PET, de las cuales se obtendrá 7.893,75 toneladas/año de pellets grado alimenticio de PET. De esa cantidad, un treinta por ciento (2.368,13 toneladas/ año = 8,64 toneladas diarias aproximadamente) se destinara a la producción de preformas. Este 30% de pellets grado alimenticio se mezcla con un 70% de pellets virgen de PET, con lo cual se estará procesando 28,80 toneladas por día, para obtener como producto final las preformas.

Habiendo definido entonces la capacidad en función de la cantidad de materia prima a procesar y considerando la cantidad de preformas a obtener, se analizan las distintas tecnologías disponibles y optando por una de ellas, se realizan los cálculos pertinentes que se detallan a continuación.

La tecnología que limita la cantidad de producto final a obtener en nuestro proyecto son las inyectoras, por lo tanto se confeccionara un Programa de Producción en función de la capacidad a procesar de las mismas. En el capítulo 6 se detallaran las inyectoras a adquirir como así también sus correspondientes matrices.

3.4- PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

La cantidad de materia prima a procesar por inyectora, como así también la cantidad de unidades de preformas a obtener, varían en función de las matrices que en nuestro caso son de 55 g, 44 g y 21 g.



De acuerdo a la demanda estimada de nuestros productos visto en el capítulo 7, la cantidad a satisfacer por el programa de producción propuesto será de 1945,4164 Tn/año (1945416,4 Kg/año) de preformas de 55 g; 3402,6376 Tn/año (3402637,6 Kg/año) de preformas de 44 g y 2545,703 Tn/año (2545703 Kg/año) de preformas de 21 g.

Para poder realizar el programa de producción se propondrá trabajar en dos turnos de 8 horas cada uno, variando la cantidad de inyectoras.

3.4.1- Calculo de las unidades a producir por matriz:

Preforma de 55 g

Cada matriz producirá 59 unidades de 55 g/unidad, donde cada ciclo tiene una duración de 25 seg. Por lo que se realizaran 137 ciclos por hora.

137 ciclos \rightarrow 137x59 unidades =8083 unidades

8083 unidades x 55g = 444.565 g \rightarrow 444,565 kg/h

Para 2 turnos: 444,565 kg/h x 16 hs = 7113,04 Kg/día

Producción mensual máxima: 7113,04 Kg/día x 24 días=170.712,96 Kg/mes

Unidades por mes: 52608 ciclos por mes x 59 =3.103.872 unidades

Preforma de 44 g

Cada matriz producirá 47 unidades de 44 g/unidad, donde cada ciclo tiene una duración de 16 seg. Por lo que se realizaran 188 ciclos por hora.

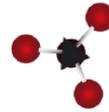
188 ciclos \rightarrow 188x47 unidades =8836 unidades

8836 unidades x 44g = 388.784 g \rightarrow 388,784 kg/h

Para 2 turnos: 388,784 kg/h x 16 hs =6220,54 Kg/día

Producción mensual máxima: 6220,54 Kg/día x 24 días= 149.293,05 Kg/mes

Unidades por mes: 72192 ciclos por mes x 47 = 3.393.024 unidades



Preforma de 21 g

Cada matriz producirá 57 unidades de 21 g/unidad, donde cada ciclo tiene una duración de 13 seg. Por lo que se realizaran 243 ciclos por hora.

243 ciclos → 243x57 unidades =13.851 unidades

13.851 unidades x 21g =290.871 g → 290,871kg/h

Para 2 turnos: 290,871 kg/h x 16 hs = 4653,93 Kg/día

Producción mensual máxima: 4653,93 Kg/día x 24 días= 111.694,46 Kg/mes

Unidades por mes: 93312 ciclos por mes x 57 =5.318.784 unidades

La producción mensual máxima se determinó teniendo en cuenta durante el año 2017 la máxima cantidad de días hábiles para trabajar.

3.4.2- ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Se analizan dos alternativas con 2 turnos de 8 hs cada una., considerando el año 2017.

AÑO	2017
Días	365
Días laborales	274
Fin de semana	79
Feridos	16

Tabla 3.2: Calendario laboral 2017

3.4.3- Alternativa 1: Se considerara trabajar como se especificó anteriormente con 2 turnos de 8 horas cada una. Con 3 inyectoras, una para cada línea de producción.

Mes	Días Hábiles	Inyectora		
		Inyectora I	II	III
		Preformas 55 g (Tn/mes)	Preformas 44 g (Tn/mes)	Preformas 21 g (Tn/mes)

Enero	24	171,37516	149,51962	111,70608
Febrero	20	142,81263	124,59969	93,088397
Marzo	24	171,37516	149,51962	111,70608
Abril	21,5	153,52381	133,94466	100,07003
Mayo	23	164,23453	143,28964	107,05166
Junio	23	164,23453	143,28964	107,05166
Julio	23,5	164,23453	143,28964	107,05166
Agosto	24	171,37516	149,51962	111,70608
Septiembre	23,5	167,80484	146,40463	109,37887
Octubre	23	164,23453	143,28964	107,05166
Noviembre	23	164,26453	143,28964	107,05166
Diciembre	21,5	153,52358	133,94466	100,07003
TOTAL (Tn/año)	274	1952,993	1703,9007	1272,9838

Tabla: 3.3 Alternativa 1: Programa de Producción. Fuente: Elaboración propia.

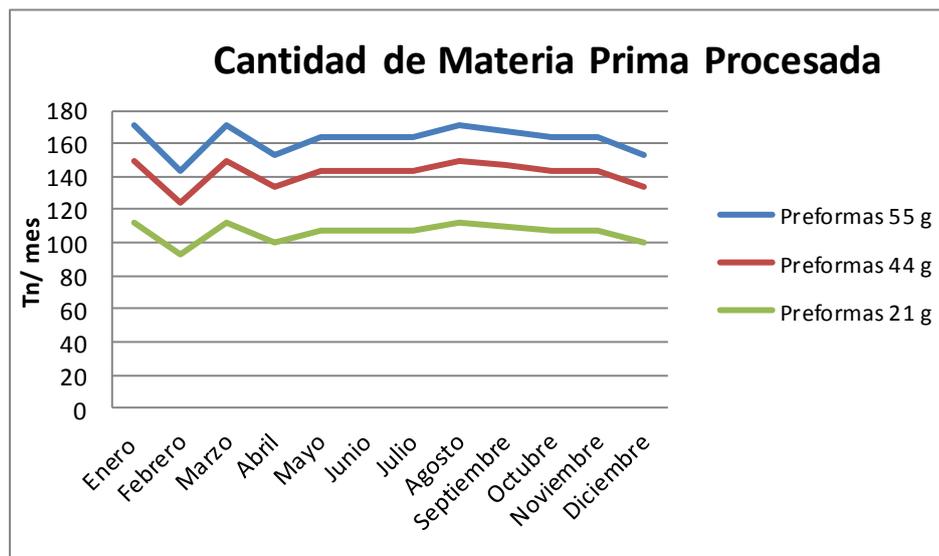
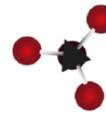


Figura 3.2: Cantidad de Materia Prima Procesada, Alternativa 1

Analizando esta primer alternativa se observa que, trabajando en dos turnos de 8 horas cada uno, se procesarían 1952,993 toneladas/año de preformas de 55 gramos; 1703,9007 toneladas/año de preformas de 44 gramos y 1272,9838 toneladas /año de preformas de 21 gramos y habiendo definido con anterioridad que la cantidad anual a procesar de cada una de las preformas será de 1945,4164



Tn/año de preformas de 55 g; 3402,6376 Tn/año de preformas de 44 g y 2545,703 Tn/año de preformas de 21 g, se opta por no elegir esta opción ya que la cantidad de materia prima a procesar no satisface las necesidades de producción requeridas.

Alternativa 2: Se considerara trabajar como se especificó anteriormente con 2 turnos de 8 horas cada una. Con 5 inyectoras, una línea de producción para preformas de 55 gramos, dos líneas de producción para preformas de 44 gramos y dos líneas de producción para preformas de 21 gramos.

Mes	Días Hábiles	Inyectora I	Inyectora II		Inyectora III	
		Preformas 55 g (Tn/mes)	Inyectora II A Preformas 44 g (Tn/mes)	Inyectora II B Preformas 44 g (Tn/mes)	Inyectora III A Preformas 21 g (Tn/mes)	Inyectora III B Preformas 21 g (Tn/mes)
Enero	24	171,37516	149,5196237	149,5196237	111,7060762	111,7060762
Febrero	20	142,81263	124,5996864	124,5996864	93,0883968	93,0883968
Marzo	24	171,37516	149,5196237	149,5196237	111,7060762	111,7060762
Abril	21,5	153,52381	133,9446629	133,9446629	100,0700266	100,0700266
Mayo	23	164,234529	143,2896394	143,2896394	107,0516563	107,0516563
Junio	23	164,234529	143,2896394	143,2896394	107,0516563	107,0516563
Julio	23,5	164,234529	143,2896394	143,2896394	107,0516563	107,0516563
Agosto	24	171,37516	149,5196237	149,5196237	111,7060762	111,7060762
Septiembre	23,5	167,804844	146,4046315	146,4046315	109,3788662	109,3788662
Octubre	23	164,234529	143,2896394	143,2896394	107,0516563	107,0516563
Noviembre	23	164,264529	143,2896394	143,2896394	107,0516563	107,0516563
Diciembre	21,5	153,523581	133,9446629	133,9446629	100,0700266	100,0700266
TOTAL (Tn/año)	274	1952,99299	3407,801423		2545,967652	

Tabla 3.4: Alternativa 2: Programa de Producción. Fuente: Elaboración propia.

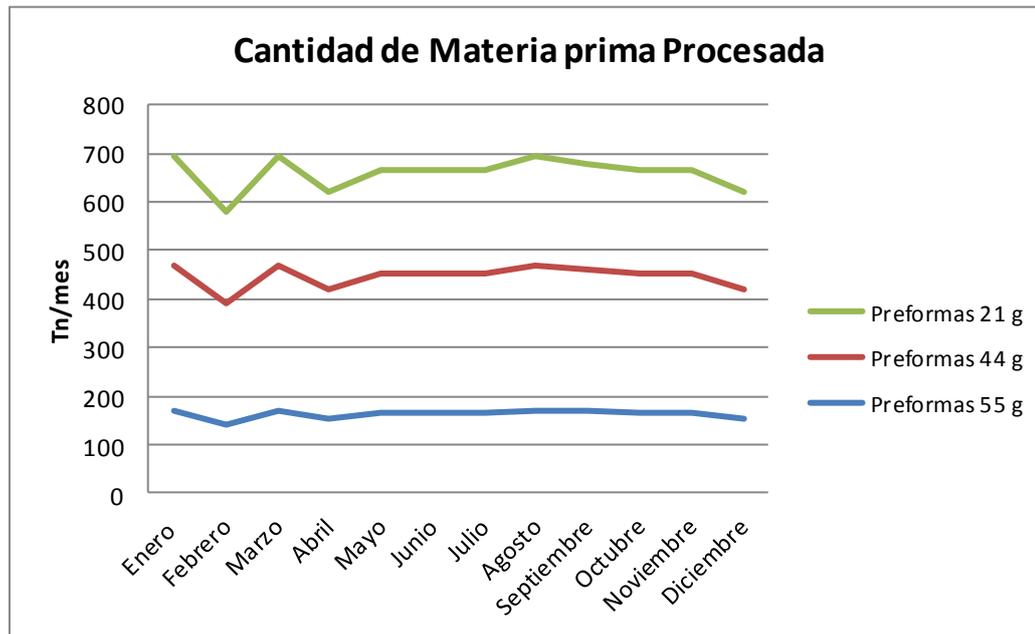


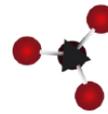
Figura 3.3: Cantidad de Materia Prima Procesada, Alternativa 2

En este caso, aumentando la cantidad de inyectoras, se observa que, trabajando en dos turnos de ocho horas cada uno, es posible procesar 1952,99 Tn/año de preformas de 55 g; 3407,8 Tn/año de preformas de 44 g y 2545,96 Tn/año de preformas de 21 g, se opta por elegir esta opción ya que la cantidad de materia prima a procesar satisface las necesidades de producción requeridas.

En el capítulo 7 se analizara con más detalles el Programa de Producción con todas las consideraciones debidas.

3.5- RESULTADO DEL ANÁLISIS

Teniendo en cuenta que el factor limitante para la definición del tamaño resulta ser la situación del mercado y la tecnología involucrada en el proceso; y habiendo realizado las consideraciones pertinentes, resulta como capacidad productiva definida para tal proyecto procesar 10.200 toneladas anuales de materia prima.



3.6- CONCLUSION

En el presente capítulo se analizaron los distintos factores que afectan y/o condicionan el tamaño de un proyecto, citándose como los más relevantes: la disponibilidad de Insumos, localización del proyecto, disponibilidad de recursos humanos, situación del mercado, tecnología y la capacidad financiera.

Luego de un análisis detallado de cada uno de estos, se llega a la conclusión de que tanto la situación del mercado (nos encontramos frente a un mercado con demanda creciente) así como la tecnología implicada el proceso resulta ser el factor limitante (esta última, nos impone una velocidad mínima de producción). Por tal motivo, se hizo énfasis en estos aspectos.

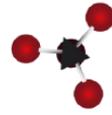
En lo que respecta a la situación del mercado, se proyectó la demanda de aquí a cinco años de implementado el proyecto a partir de los datos extraídos de las fuentes correspondientes.

En cuanto a la tecnología utilizada, se evaluaron diferentes alternativas de inyectoras disponibles en el mercado, y se escogió una en función de la velocidad de trabajo. Con esto se procedió a confeccionar el programa de producción y se resolvió trabajar en dos turnos diarios de ocho horas cada uno.

Una vez analizados estos factores, el tamaño o capacidad se fijó en 10.200 toneladas/año de materia prima a procesar, lo que se traduce en la producción de 7.893,75 toneladas anuales de pellets aptos para envases de consumos, de los cuales un treinta por ciento se destinara a producir preformas y el resto se venderá como tal.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

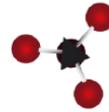


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

TECNOLOGÍA

CAPÍTULO 4





4.1- INTRODUCCIÓN

El presente capítulo aborda el problema de la selección de la tecnología más conveniente para dar cumplimiento al proceso productivo y de su funcionamiento.

Se proponen los siguientes pasos:

- Identificación de tecnologías disponibles. Para lo cual se hará una especificación clara y precisa del proceso de producción en sí misma.
- Caracterización de las tecnologías identificadas.
- Selección de las tecnologías más convenientes.

4.2- DESCRIPCION DEL PROCESO E IDENTIFICACION DE TECNOLOGIAS

Se analizará poner en marcha una planta de reciclado Mecánico no convencional de residuos de Tereftalato de Polietileno para producir preformas como producto principal y pellets como producto secundario, a partir de residuos de productos de PET, especialmente botellas de bebidas, agua y aceite.

El objetivo es obtener una resina apta para la producción de botellas con alto grado de viscosidad intrínseca, que posteriormente será transformada en preformas, y comercializada en el mercado; basándonos fundamentalmente en la obtención de preformas como nuestro principal producto de venta, en tanto los pellets serán un producto secundario del cual también aprovecharemos los beneficios de su venta que constituirán ingresos para el futuro de la empresa.

Se considerará una capacidad anual de 7.921.1986,6 kg de preformas, que se obtendrán como producto final de acuerdo a estimaciones que surgen del Estudio de Mercado y de interrelación con el Estudio de Tamaño del proyecto.

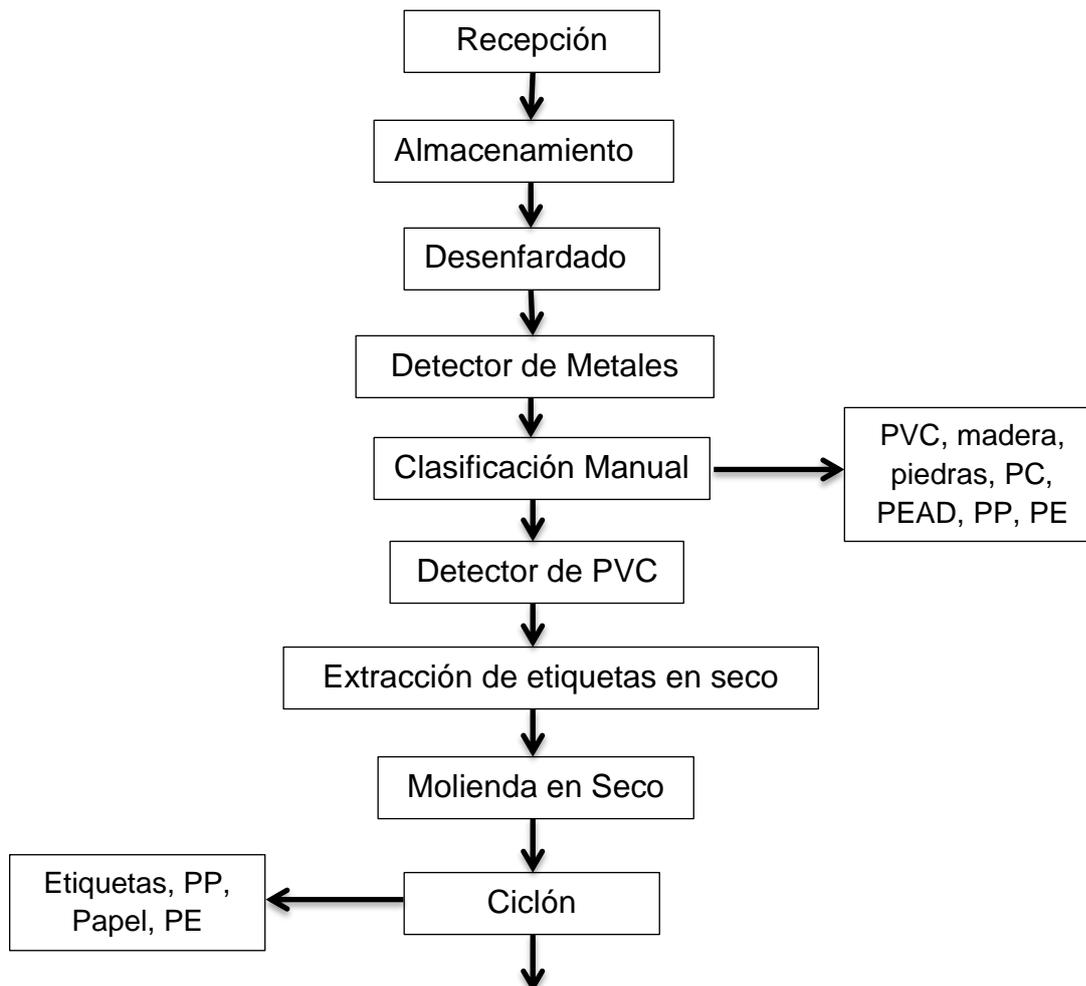
4.3- DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECICLADO MECÁNICO NO CONVENCIONAL

El reciclado puede dividirse en dos procesos generales o etapas, el primero incluye únicamente una transformación física de las botellas obteniéndose como producto escamas de PET limpias.

El segundo consiste en la transformación química del material a través de un proceso petroquímico, con el que se consigue el pellet de PET – PCR grado alimentario.

Finalmente los pellets grado alimenticio obtenidos se mezclan con pellets de PET virgen e ingresan a un equipo inyector de preformas, donde se obtendrá el producto final las preformas.

4.3.1- Diagrama en bloque de la Elaboración de Preformas a partir del Reciclado Mecánico no Convencional del PET



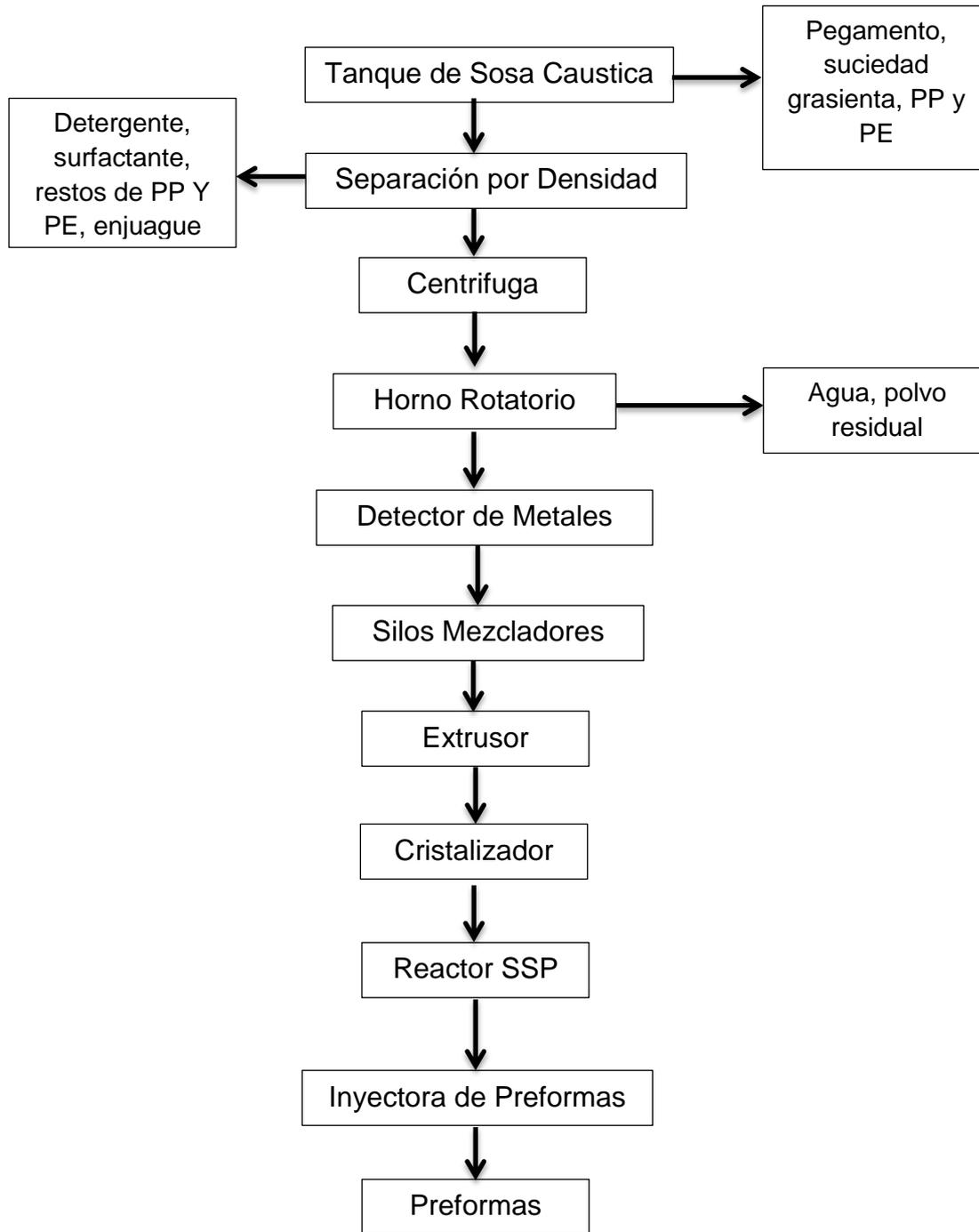


Figura 4.1: Elaboración de Preformas a partir del Reciclado Mecánico no Convencional del PET

4.4- Memoria descriptiva de la elaboración de Preformas a partir del reciclado mecánico no convencional del PET

Primer Etapa:

4.4.1- RECEPCION

En esta etapa se recibe el material en forma de fardos por parte de los proveedores, se descarga desde los camiones a la zona de recepción.

Se procede a la inspección de los fardos para verificar que:

- ❖ Las botellas sean de PET y no de otro material PVC, PEBD, PEAD, PP.
- ❖ Las botellas no estén sucias con aceites, pinturas u otros líquidos.
- ❖ Las botellas no estén llenas con agua u otros líquidos
- ❖ Las botellas sean de un material uniforme ya sea PET cristal (inoloro), PET verde o PET celeste.

La presencia excesiva de estos defectos decidirá la aceptación o rechazo de la carga.



Figura 4.2: Recepción de pacas

4.4.2- ALMACENAMIENTO

Los fardos de residuos serán almacenados al aire libre en un espacio dimensionado para su disposición, para luego serán utilizados en el proceso productivo.



Figura 4.3: Almacenamiento

4.4.3- DESENFARDADO

Los fardos de botellas plásticas que se encuentran acopiados se cargan sobre bandas transportadoras, donde son desarmadas e ingresan al módulo de prelavado en forma ordenada con su pesaje correspondiente. Este pesaje previo es continuo y permite el cálculo preciso de los componentes y aditivos a utilizar en los siguientes procesos.

El equipo consta de una carcasa cerrada con abertura lateral en uno de sus extremos, por donde ingresan los fardos, siendo direccionados dentro del equipo por medio de una cinta transportadora, que trasladan las mismas hacia el otro extremo.

En dicho extremo se encuentra el tornillo break de superficie dentada, que mediante su giro produce la abertura de las pacas o fardos y el material suelto es depositado en la tolva y cinta posterior.

En este proceso se separan las botellas y se eliminan las impurezas de mayor tamaño (piedras, otros residuos plásticos, etc.) que pueden estar contenidas en el interior de los fardos y que podrían ocasionar daños en los equipos de las etapas posteriores. Luego las botellas se introducen a la fábrica por una cinta transportadora.



Figura 4.4: Desenfardado

4.4.4- DETECTOR DE METALES

Separador overband electromagnético (tipo SF1-RC)

El separador electromagnético de limpieza automática (Overband) está diseñado para extraer y recuperar las piezas ferromagnéticas que se encuentran entre el material que circula por una cinta transportadora. Se compone por un potente electroimán que forma a su vez la estructura principal o cuerpo soporte de una pequeña cinta nervada que envuelve al electroimán. Unos pequeños bastidores solidarios al

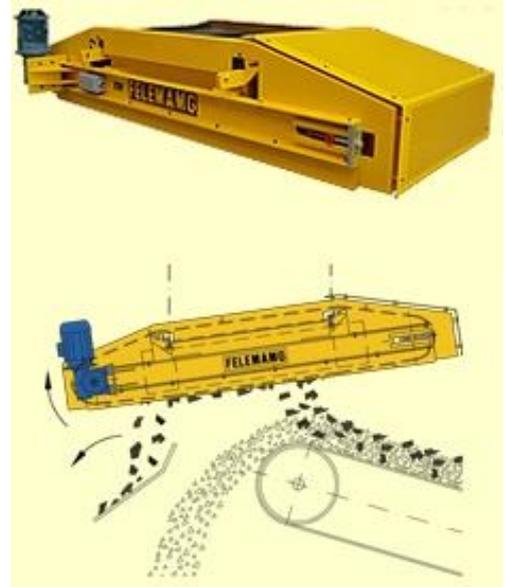


Figura 4.5: Detector de metales 1

electroimán soportan los tambores motriz y de reenvío y el motorreductor para el arrastre de la cinta.

Los separadores electromagnéticos de limpieza automática (Overband) serán utilizados en caso de realizar una evacuación automática del material, asegurando una gran recuperación del material férrico.

Funcionamiento

La pieza ferromagnética que circule por la cinta transportadora, al entrar en el campo magnético generado por el electroimán, es atraída y asciende hasta la cinta que rodea al electroimán.

Los nervios de esta cinta arrastran a las piezas férricas hasta sacarlas del campo magnético generado por el electroimán en donde se desprenden libremente.

El montaje de estos separadores puede realizarse de forma transversal sobre la cinta transportadora o de forma longitudinal en cabeza de cinta.

La elección del separador ideal y el montaje más adecuado va a depender de diversos factores:

- ❖ Tipo de producto
- ❖ Velocidad y caudal de transporte

- ❖ Granulometría
- ❖ Dimensiones del material magnético

4.4.5- CLASIFICACION PREVIA

Esta clasificación permite la eliminación de sustancias ajenas del volumen total de botellas. Puede llevarse a cabo en fases de trabajo automáticas, semiautomáticas o manuales, dependiendo del grado de suciedad existente en las botellas suministradas.

En el caso del presente proyecto la clasificación se hará en forma manual, donde trabajarán varias personas inspeccionando visualmente las botellas que se desplazan sobre una cinta transportadora, separando envases de PVC, PC, PEAD, PP u otros plásticos de la corriente de envases de PET. Así mismo, se separarán otros materiales tales como maderas, piedras, basura, etc.



Figura 4.6: Cinta Transportadora; clasificación.

4.4.6- DETECTOR DE PVC

La corriente de botellas pasa por este equipo, que al detectar la presencia de un envase o fragmento de PVC (no detectado y eliminado en la cinta de clasificación) lo expulsará, hacia la cinta de descarte, por intermedio de unos picos que expulsan aire comprimido. El equipo solo podrá expulsar

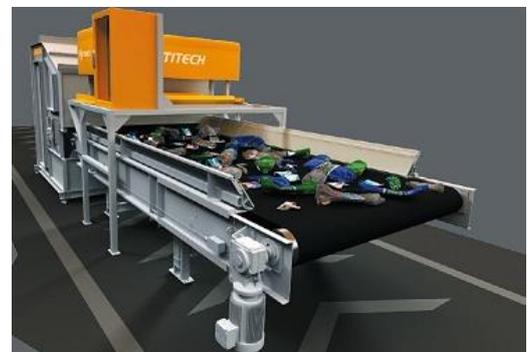


Figura 4.7: Detector de PVC 1

fragmentos de PVC mayores a 5 mm.

Las técnicas basadas en la espectroscopia de infrarrojo son las técnicas analíticas más ampliamente empleadas para la identificación de diferentes tipos de polímeros entre ellas el PVC, y en algunos casos diferentes tipos de aditivos dentro de la misma familia de polímero. A continuación veremos un esquema de selección.

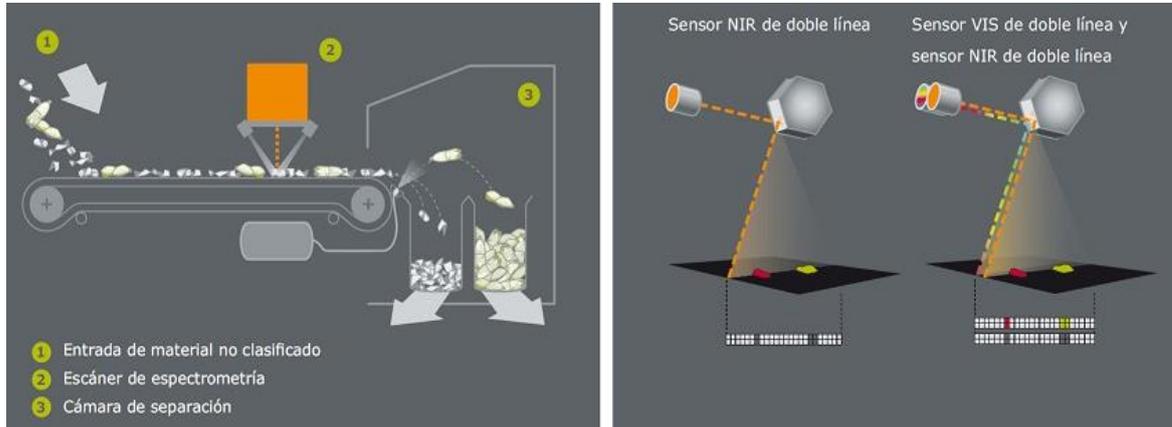


Figura 4.8: Selección- Detector de PVC

4.4.7- SEPARACIÓN DE ETIQUETAS EN SECO

Por medio del equipo saca-etiquetas, gran parte de las botellas son despojadas de las etiquetas de papel y de plástico que tenían adheridas.

El equipo se compone de un eje con aletas que al girar a gran velocidad despojan a las botellas de las etiquetas. Las paredes metálicas del equipo presentan perforaciones, de aproximadamente 5 cm, que permite la eliminación de las etiquetas, mientras que las botellas continúan su marcha hacia la siguiente etapa.



Figura 4.9: Equipo saca-etiquetas

4.4.8- MOLIENDA EN SECO

En este paso, las botellas transportadas caen en la garganta del molino, el cual mediante un juego de cuchillas giratorias y fijas, tritura la botella hasta obtener escamas de un tamaño de 12 mm aproximadamente.



Figura 4.10: Cuchillas giratorias y fijas de molino

El material resultante es una mezcla de PET, etiquetas y tapas, las cuales deben ser separadas entre sí.

Segunda Etapa:

Una vez que se obtuvieron las escamas de PET trituradas, se pasa al **PRIMER MODULO DE LAVADO** del proceso.

En las fases anteriores se apoya la alta eficiencia del módulo de lavado de la planta de reciclaje, dado que la cantidad de sustancias ajenas en este módulo es muy reducida y solo se procesan botellas limpias.

4.4.9- CICLÓN

La mezcla obtenida en el proceso de Trituración, es separada en un ciclón. Este proceso consiste en la separación de partículas más ligeras (principalmente papel, etiquetas) de las más pesadas (escamas de PET), por medio de una corriente de aire.

La corriente de aire conduce las escamas de PET a través un ciclón separador. Cuando esta corriente ingresa en el ciclón, el material de mayor densidad y el polvo particulado son arrojados contra la pared bajo el efecto de la fuerza centrífuga, y caen al puerto de descarga ubicado en la parte inferior del equipo por efecto de la

gravedad. Mientras que las etiquetas y otros materiales más livianos son descargados en la parte superior del separador de ciclón.



Figura 4.11: Ciclón

VENTAJAS:

- ❖ No consume agua
- ❖ No hay contaminación del medio ambiente
- ❖ Buena separación de las etiquetas y el papel
- ❖ Poder de procesamiento de 0.5t/hr-1.5t/hr (PET).
- ❖ Capaz de adaptarse a la separación de los diferentes componentes de plástico
- ❖ Control de frecuencia
- ❖ Volumen de aire ajustable

4.4.10- TANQUE DE BAÑO DE SOSA CAÚSTICA

Utilizado para el lavado de las escamas de PET con agua caliente para eliminar el pegamento, la suciedad grasienta y remover residuos orgánicos que hayan quedado de la etapa anterior; con alimentación de sosa cáustica y detergente para realizar la operación; puede contar con calefacción por electricidad o personalizada.

El equipo está constituido por un cuerpo cilíndrico y un agitador que gira lentamente creando fricción sobre las superficies de las escamas, que son continuamente alimentadas al mismo, de esta manera se lleva a cabo la limpieza.



Figura 4.12: tanque de baño de sosa cáustica

4.4.11- SEPARACIÓN POR DENSIDAD

Utilizado para el lavado de las escamas de PET a fin de extraer los restos de detergentes y surfactantes utilizados, como así también separar por flotación las escamas de polietileno (PE), polipropileno (PP) y de cualquier otro plástico que flote en el tanque.



Figura 4.13: Separador por densidad

Debido a los pesos específicos diferentes, los materiales de los tapones y las escamas de PET más pesadas pueden separarse mediante una técnica de flotación y hundimiento en un separador por densidad.

4.4.12- CENTRIFUGA

La centrifugación es un método mecánico de separación de líquidos no miscibles, o de sólidos y líquidos por la aplicación de una fuerza centrífuga. Esta fuerza puede

ser muy grande. La separación se lleva a cabo lentamente por gravedad y pueden acelerarse en gran medida con el empleo de un equipo centrífugo.

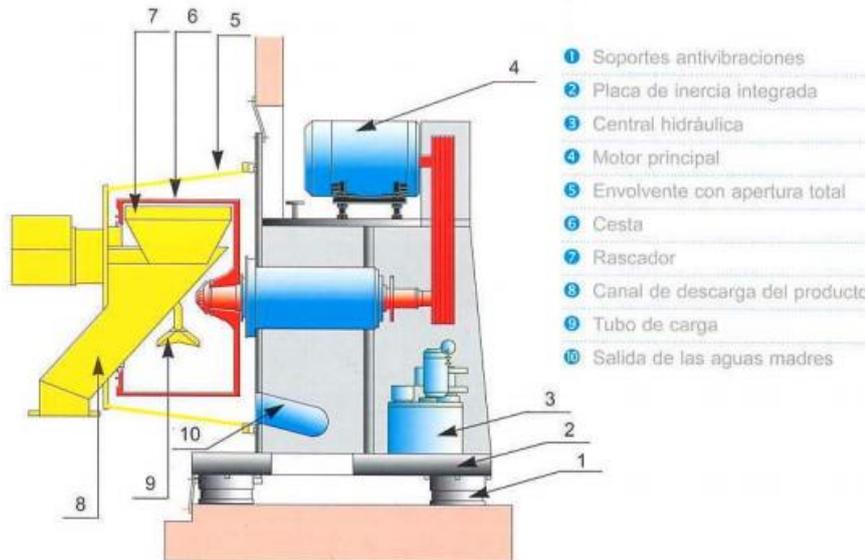


Figura 4.14: Centrífuga

4.4.13- HORNO ROTATORIO

Consiste en una coraza cilíndrica sostenida sobre engranes, de manera que pueda girar sobre su propio eje. Tiene una tubería que impulsa a los sólidos alimentados para que fluyan hasta la salida del secador al mismo tiempo que los remueve para lograr un mejor secado de los mismos. El secador rotatorio constituye una de las formas más ampliamente utilizadas para el secado, de una amplia gama de materiales, a nivel industrial, en forma rápida y con bajo costo unitario cuando se trata de grandes cantidades. En este tipo de secador, el material húmedo es continuamente elevado por la rotación del secador, dejándolo caer a través de una corriente de aire caliente que circula a lo largo de la carcasa del secador. El flujo de aire puede ser tanto en paralelo como en contracorriente.

Durante el secado se reduce el contenido de humedad a valores aceptables para el almacenamiento de las escamas.

Este proceso es muy importante para obtener un flake libre de partículas de baja masa que al ser sometidas a altas temperaturas en futuros procesos pueden quemarse y transformarse en partículas carbonosas (puntos negros).

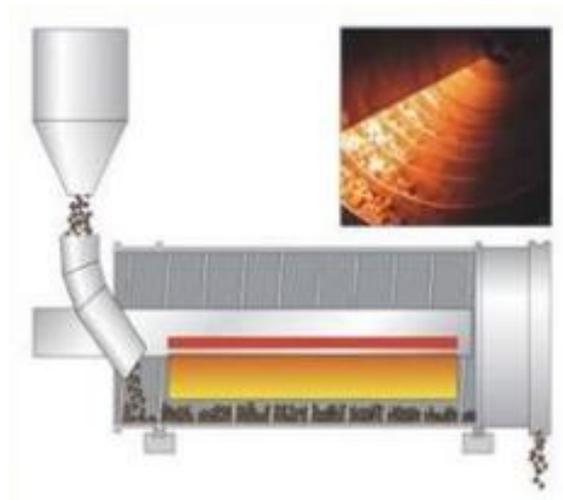


Figura 4.15: Horno Rotatorio

4.4.14- DETECTOR DE METALES

Las escamas una vez que han pasado por el horno rotativo, atraviesan un nuevo equipo detector de metales. Finalmente, la hojuela que cumple las especificaciones se almacena en silos.



*Selezionatrice metallo
Metal sorter*

Figura 4.16: Detector de Metales

4.4.15- SILOS MEZCLADORES

Este equipo permite el almacenamiento de las escamas, las cuales se mezclan a fin de obtener un producto uniforme y homogéneo.

Estos silos sirven para la extracción de muestras, las cuales son sometidas a rigurosos análisis físicos y químicos en el laboratorio.

Usaremos un silo de sección cilíndrica y fondo plano con agitación interna y un sistema de extracción mecánica mediante un transportador de tornillo.



Figura 4.17: Silos Mezcladores

Una vez que las escamas son almacenadas en los silos se pasa al **SEGUNDO MODULO DE DESCONTAMINACIÓN.**

4.4.16- EXTRUSION

En este proceso, la escama ya limpia y seca es alimentada a una extrusora de anillo o ring extruder, que tiene husillos cortantes por los cuales el material pasa relativamente rápido y forma una especie de anillo alrededor de los husillos, con lo que expone mucha superficie. Entonces, se le aplica vacío para remover la humedad y extraer una gran cantidad de volátiles orgánicos, que estaban alojados en la superficie de la hojuela. De ahí va a un filtro muy fino, donde se capturan algunas partículas, como podrían ser pedazos de vidrio. El polímero fundido pasa entonces por un dado, en donde se extruye en forma de espaguetis, que caen al agua fría para ser cortados y así producir un pellet en estado amorfo, transparente.

Equipo

La extrusora de husillo puede realizar seis funciones principales.

- ❖ Transporte del material solido hacia la zona de fricción
- ❖ Fusión o plastificación del material
- ❖ Transporte o bombeo y presurización del fundido

- ❖ Mezclado
- ❖ Desgasificado
- ❖ Conformado

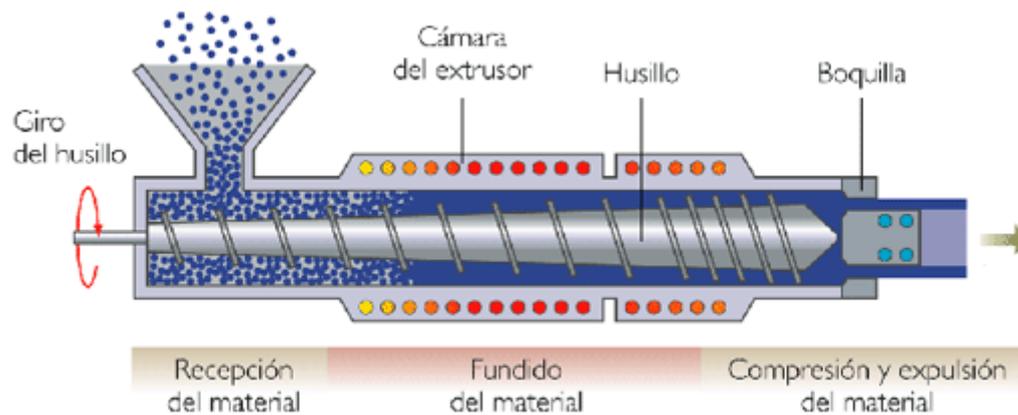


Figura 4.18: Extrusora

4.4.16.1 - Datos Técnicos

El sistema de alimentación más habitual es una tolva, en la que el material a procesar ingresa en forma de polvo o granza

El dispositivo de fusión-plastificación, bombeo y mezclado está constituido por un tornillo de Arquímedes que gira en el interior de un cilindro calentado, generalmente mediante resistencias eléctricas. En la parte del cilindro más alejada de la tolva de alimentación se acopla un cabezal cuya boquilla de salida tiene el diseño adecuado para que tenga lugar el conformado del producto. La parte esencial de la maquina es el sistema cilindro-tornillo que, como consecuencia del giro, compacta el alimento sólido, da lugar a la fusión del material y lo transporta hacia la boquilla de conformado, produciendo al mismo tiempo la presurización y el mezclado del material.

Todas las Extrusoras se consideran divididas en tres zonas que se pueden apreciar en la siguiente figura. Justo con la evolución de la presión a lo largo de la extrusora.

Zona de Alimentación: Zona más cercana a la tolva, en el cual la profundidad del canal del tornillo es máxima. Tiene como objetivo principal compactar el alimento en una forma sólida densa y transportarlo hacia la siguiente zona a una velocidad adecuada.

Zona de Transición o Compresión: Zona intermedia en el cual la profundidad del canal disminuye de modo más o menos gradual. Conforme el material sólido va compactándose en esta zona el aire que pudiera quedar atrapado escapa del material vía la tolva de alimentación. Además en esta zona tienen lugar la fusión del material.

Zona de Dosificación: Esta situada al final, en la parte más cercana a la boquilla y tienen una profundidad de canal muy pequeña y constante. En esta zona el material fundido es homogeneizado y presurizado para forzarlo a atravesar a presión la boquilla de conformado.

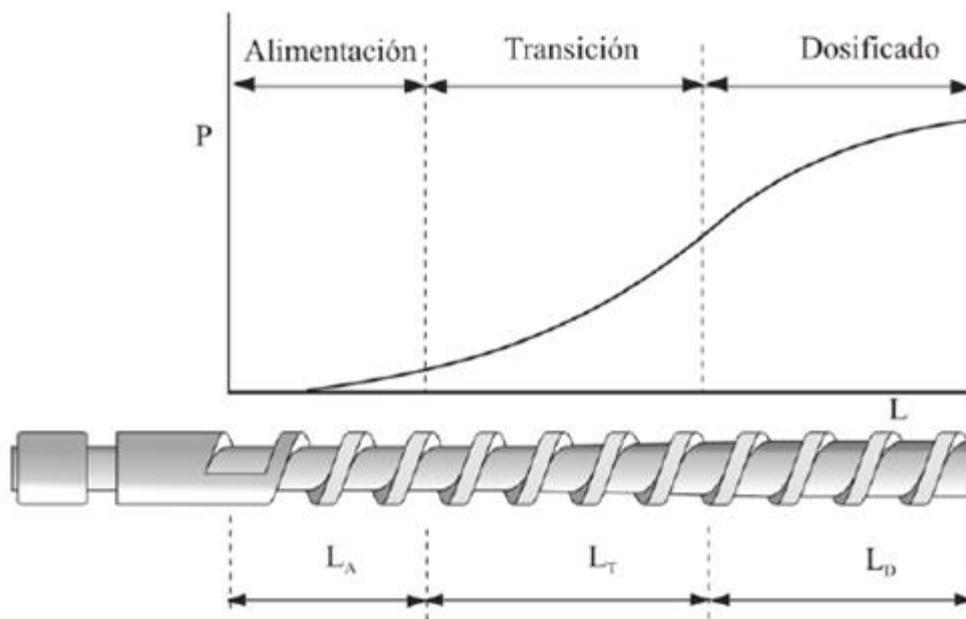


Figura 4.19: Zonas de la extrusora evolución de la presión a lo largo de las mismas.

4.4.16.2- Componentes de la Extrusora:

❖ El Tornillo Extrusión

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.

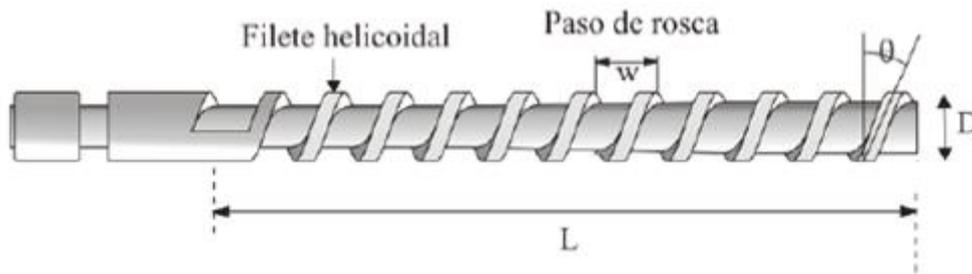


Figura 4.20: Tornillo de la extrusora

❖ Cilindro

Este alberga en su interior al tornillo de extrusión. La superficie del cilindro debe ser muy rugosa para aumentar las fuerzas de cizalla que soportara 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 es mucho más fácil de reemplazar.

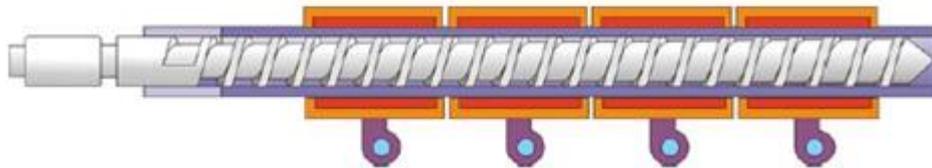


Figura 4.21: Sistema cilíndrico de calefacción-tornillos

El cilindro por lo general posee sistemas de transferencia de calor. El calentamiento se puede realizar mediante resistencias eléctricas circulares localizadas eb todo su longitud, como se visualizar en la **figura**.

❖ Garganta de Alimentacion

El cilindro debe estar construido en dos partes, la primera se sitúa debajo de la tolva y 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 granza no se adhieran a las paredes internas de la extrusora.

La garganta de alimentación está conectada con la tolva a través de la boquilla de entrada o de alimentación.

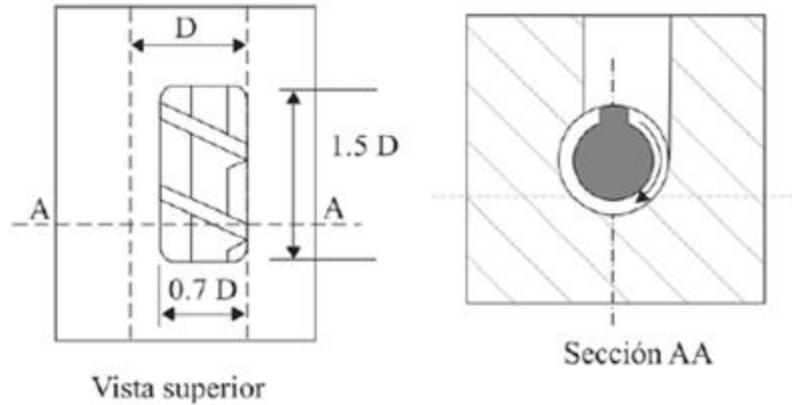


Figura 4.22: Zona de garganta de alimentación

❖ Tolva

Es el contenedor que se utiliza para introducir el material en la máquina. Tolva, garganta de alimentación y boquilla de entrada deben estar ensambladas perfectamente y diseñadas de manera que proporcionen un flujo constante de material. Se diseñan con un volumen que permita albergar material para 2 horas de trabajo.

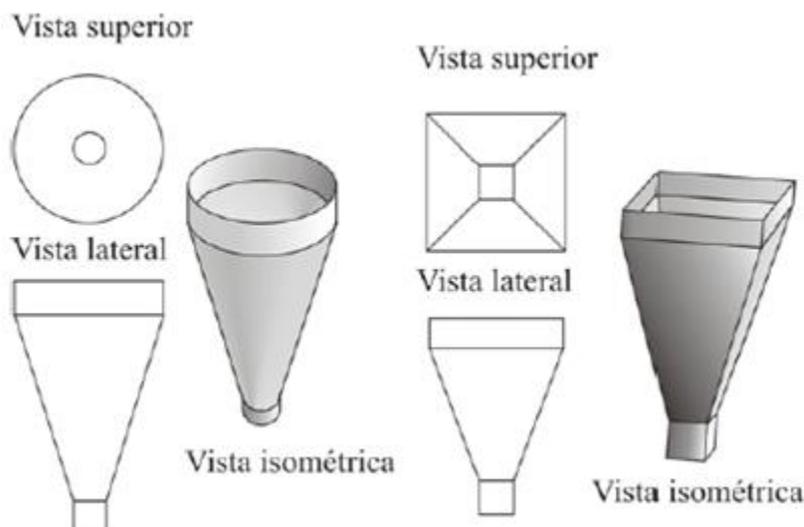


Figura 4.23: Tipos de tolvas

❖ Platos Rompedores y Filtros

El plato rompedor se encuentra al final del cilindro. Se trata de un disco delgado de metal con agujeros, como se muestra en la **figura**. El propósito del plato es servir de soporte a un paquete de filtros cuyo fin principal es atrapar los contaminantes para que no salgan con el producto extruido.

Los filtros además mejoran el mezclado y homogenizan el fundido. Los filtros van apilados delante del plato rompedor, primero se sitúan los de malla más ancha, reduciendo el tamaño de malla progresivamente. Detrás se sitúa un último filtro también de malla ancha y finalmente el plato rompedor que soporta los filtros.

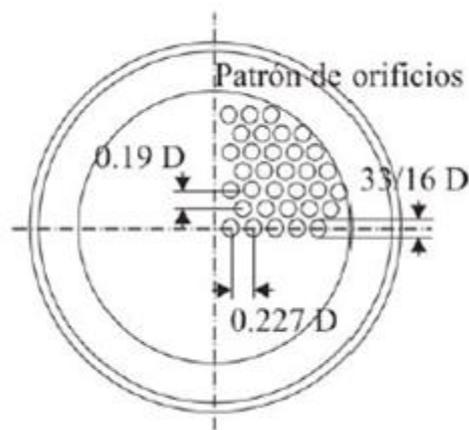


Figura 4.23: Plato rompedor

❖ Cabezal y Boquilla

El cabezal es la pieza situada al final del cilindro, que se encuentra sujetando la boquilla y por lo general manteniendo el plato rompedor. Generalmente va atornillado al cilindro. El perfil interno del cabezal debe facilitar lo más posible el flujo del material hacia la boquilla. La siguiente **figura**. Muestra un sistema cabezal-boquilla de forma anular. La función de la boquilla es la de moldear el plástico. Las boquillas se pueden clasificar por la forma del producto;

Boquillas anulares: para la fabricación de tuberías o recubrimientos de materiales cilíndricos.

Boquillas planas: para la fabricación de planchas y laminas

Boquillas Circulares: Con la que se obtienen fibras y productos de forma cilíndrica.

Se pueden distinguir tres partes diferenciadas en todas las boquillas que se muestran en la figura. (Corte de boquilla plana): la primera es el canal de entrada, luego el distribuidor y a continuación la zona de salida.

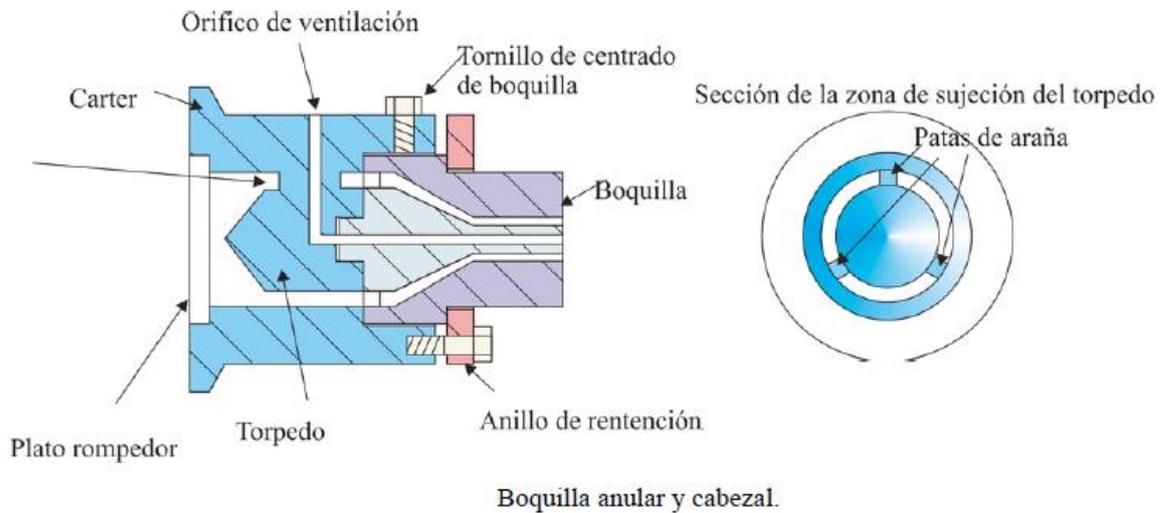


Figura 4.24: Boquilla anular y cabezal

4.4.17 CRISTALIZADOR

Luego que el material es fundido y los contaminantes gaseosos poco volátiles son eliminados, se obtiene como resultado un plástico amorfo es forma de pellets.

La cristalización se lleva a cabo porque en el plástico amorfo las cadenas de polímeros están desordenadas por lo que es propenso a derretirse a temperatura más bajas que las de fusión en estado cristalino. En esta etapa se introduce material en una cámara y es soplado con aire caliente en lecho fluido durante un tiempo determinado, con el fin de ordenar las cadenas en formas geométricas definidas. De esta manera se alcanza el estado cristalino y se evita en el proceso posterior que las partículas se peguen entre si al ser expuestas a una mayor temperatura. Al finalizar esta fase se obtienen pellets en estado cristalino.



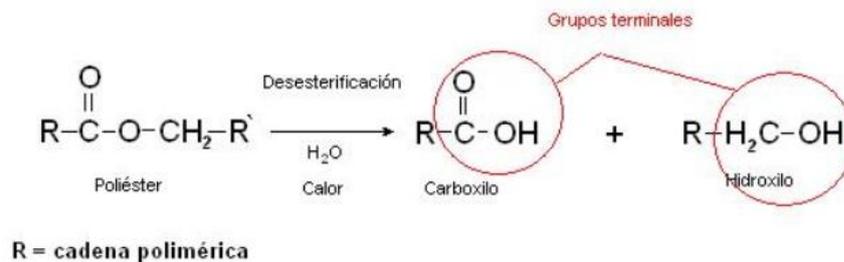
Figura 4.25: Cristalizador

4.4.18- REACTOR SSP

Polimerización en estado solido

4.4.18.1- Caída del IV (viscosidad intrínseca)

Las causas de la caída de la viscosidad intrínseca del PET está asociada a la ruptura de algunas de las largas cadenas poliméricas, lo que ocasiona la reducción del peso molecular. Estas rupturas son ocasionadas por degradación producto de calor y/o de reacciones químicas. El PET es susceptible de sufrir procesos inversos a la polimerización, es decir, reacciones de desesterificación (hidrólisis y glicólisis) originando los monómeros conformacionales producto, por ejemplo, de procesos de lavado a altas temperaturas durante el reciclado o de posteriores fundidos por extrusión debido a reacciones que acontecen con el agua.



Las reacciones de hidrólisis y glicólisis, como consecuencia, originan un mayor número de grupos terminales por ruptura de las cadenas poliméricas.

4.4.18.2- Aumento del IV

La polimerización en estado sólido se lleva a cabo con el PET previamente secado y cristalizado en una atmósfera inerte o de alto vacío a temperaturas cercanas al Tg. El calor incrementa la movilidad y reactividad de los grupos terminales conformados por grupos carboxilo e hidroxilo provocando la unión de estos (grupos terminales) formándose nuevamente largas cadenas poliméricas incrementando el peso molecular, y por consiguiente el aumento del IV.



Figura 4.26: Polimerización del PET

Las uniones de los grupos terminales se producen por **esterificación**:



El equilibrio de la reacción, por el **principio de Le Chatelier**, se desplaza hacia la derecha (producción del éster) debido a la eliminación del agua generada por el vacío en el reactor.

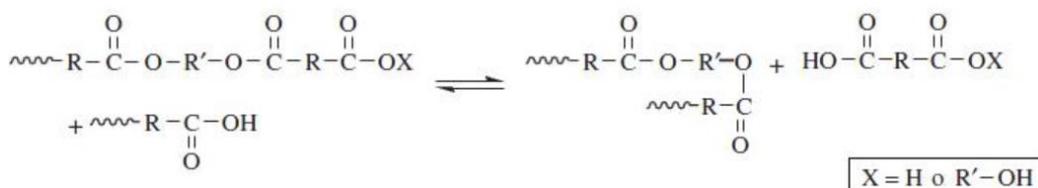
Entre los grupos terminales reactivos también, existen otros tipos de reacciones:

Alcoholisis o Transesterificación. Reacción de un grupo Terminal hidroxilo y un grupo éster presente en la cadena polimérica.



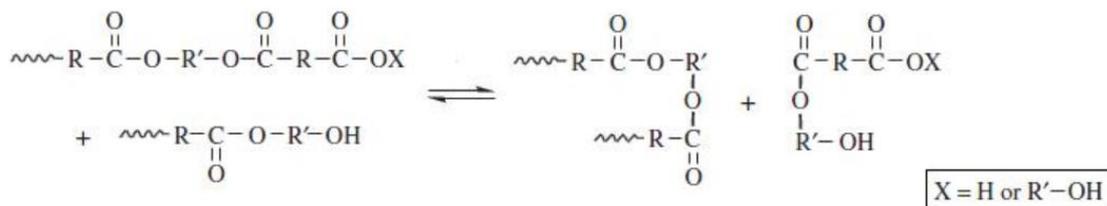
En muchos casos, esta es la reacción que más contribuye al aumento del peso molecular del polímero.

ACIDÓLISIS. Reacción de un grupo carboxilo terminal y un grupo éster.



Esta reacción es poco frecuente debido a la poca reactividad, bajas concentración de grupos carboxilo y al medio de reacción.

ESTERÓLISIS. Reacción de dos grupos éster.



De esta última reacción no existe clara evidencia de que pueda ocurrir, además de que la información no aparece en la literatura. Daría como resultado una molécula de éster de alto peso molecular y una molécula de éster de bajo peso molecular.

Con el SSP no solo se logra obtener PET con peso molecular elevado, muy puro, con bajas trazas de oligómeros sino también se logra eliminar acetaldehído (producto de la degradación térmica del PET) debido a que la degradación es mucho más lenta en procesos posteriores.

Este método permite controlar el peso molecular del PET y obtener distintos grados de IV, aptos para procesos posteriores.

Grados de IV y su uso

PET grado botella: $[\eta] = 0.80 \pm 0.02$ dL/g

4.4.18.3- DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL REACTOR SSP

4.4.18.3.1 - Pre calentamiento

Después de la cristalización de los pellets y luego de haberlos transformados en estado cristalino, los pellets son pre calentados antes del ingreso del reactor. Pero debido a que a la salida del cristalizador salen a una temperatura optima, no es necesario pre calentar los pellets.

4.4.18.3.2 - Reactor

Los pellets son ingresados al reactor de lecho fluidizado, donde la reacción del tipo solido-fluido. Reactivo gaseoso inerte, es el nitrógeno que ingresa a una velocidad de 18 m/min, y una relación de **flujo de N₂/Flujo de PET va desde 0,40 a 0,50, y tomaremos una media de 0,45.** La temperatura de trabajo en el rector es de 210°C-240 °C. La temperatura optima debe ser menor a T_g (temperatura de transición

vítrea) y mayor a T_m (temperatura de cristalización). El tiempo de residencia en el reactor según datos experimentales es de 5 h.

Una vez llegado a la conversión deseada, que consecuentemente logra aumentar la viscosidad y el aumento del peso molecular, los pellets salen del reactor a una temperatura máxima de 240 aproximadamente. Estos son posteriormente enfriados por un flujo nitrógeno frío, en contra corriente. Finalmente los pellets son transportados hasta los silos almacenadores, para luego ser enviados a los inyectores.

El nitrógeno que sale del cristizador, es nuevamente recirculado al reactor. Antes de que esto se logre este es regenerado en una posterior etapa.

4.4.18.3.3- Regeneración del N_2

El gas proveniente del lecho fluidizado y de la etapa de policondensación, este es enviado a una unidad de purificación, donde se somete el gas a una oxidación con O_2 , a una temperatura de 250 °C-600°C, en presencia de una mezcla de catalizador de Pt y Pd, con cantidad estequiometría.

Luego este flujo gaseoso, se somete opcionalmente a un proceso de hidrogenación con H_2 , para eliminar el O_2 residual, formando un producto residual, el agua, el cual es fácil de eliminar.

Finalmente el flujo de nitrógeno regenerado, es enviado nuevamente al reactor principal.

4.4.19- DOSIFICADOR PARA PELLETS

El mezclador de match gravimétrico es ideal para la mezcla de granzas, triturados y polvos no comprimibles.

La alta precisión y constancia de dosificación mejoran la calidad del producto final y permiten ahorrar al gastar menos aditivos y reducir los desperdicios. Este equipo está especialmente diseñado para montaje directo en inyectoras y extrusoras. Todos

los productos se dosifican y pesan uno a uno en una tolva de pesaje equipada de una célula de carga individual. Son de



Figura 4.27:
Dosificador para pellets.

mantenimiento fácil y está diseñado para producción en continuo 24/7.

4.4.19.1- Construcción básica y modular

Mezclador de match gravimétrico para hasta seis componentes.

Superficies de contacto con el material de acero inoxidable. El producto se pesa en una célula de carga individual, sin necesidad de acoplamiento. La compuerta deslizante vertical mejora la precisión y los resultados con un diseño compacto.

La construcción modular para la integración de sistemas de alimentación y transporte garantiza una alta flexibilidad.

4.4.20- INYECTORA DE PREFORMA DE PET

La inyección de termoplásticos es un proceso físico y reversible, en el que se funde una materia prima llamada termoplástico, por el efecto del calor, en una máquina llamada inyectora. Esta máquina inyecta el termoplástico en estado fundido, dentro de las cavidades huecas de un molde, con una determinada presión, velocidad y temperatura. Transcurrido un cierto tiempo, el plástico fundido en el molde, va perdiendo su calor y volviéndose sólido, copiando las formas de las partes huecas del molde donde ha estado alojado. El resultado es un trozo de plástico sólido, pero con las formas y dimensiones similares a las partes huecas del molde.

4.4.20.1- Generalidades de las máquinas de moldeo por inyección

Las máquinas de moldeo por inyección tienen tres módulos principales:



Figura 4.28: Inyectora.

1. La unidad de inyección o plastificación. La unidad de inyección plastifica e inyecta el polímero fundido.



Figura 4.29: Unidad de Inyección.

2. La unidad de cierre. Soporta el molde, lo abre y lo cierra además de contener el sistema de expulsión de la pieza.



Figura 4.30: Unidad de Cierre.

3. La unidad de control. Es donde se establecen, monitorean y controlan todos los parámetros del proceso: tiempos, temperaturas, presiones y velocidades. En algunas máquinas se pueden obtener estadísticas de los parámetros de moldeo si así se desea.



Figura 4.31: Unidad de Control.

Básicamente todas las máquinas de inyección están formadas por los mismos elementos. Las diferencias entre una máquina y otra radican en su tamaño, la unidad de cierre y el diseño de la unidad de plastificación.

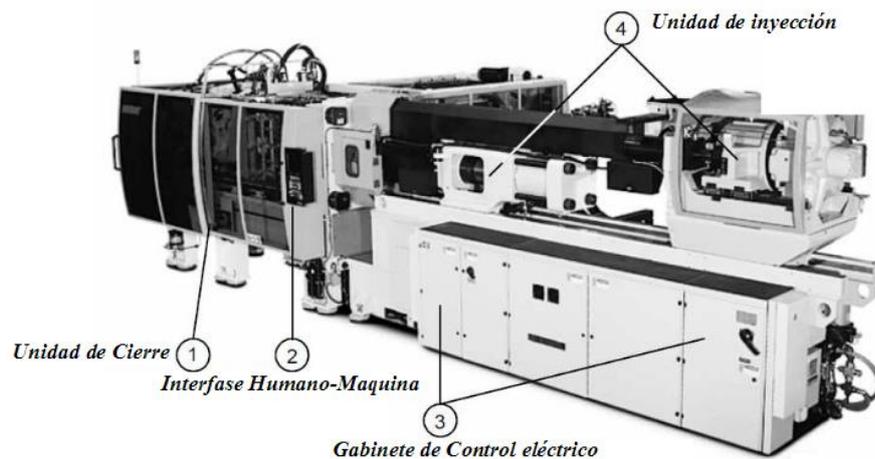


Figura 4.32: Máquina Inyectora.

En menor medida, también se diferencian en las variantes del diseño de sus elementos de montaje y los sistemas de accionamiento.

4.4.20.2- El Ciclo de Inyección

El proceso de obtención de una pieza de plástico por inyección, sigue un orden de operaciones que se repite para cada una de las piezas. Este orden, conocido como ciclo de inyección, se puede dividir en las siguientes seis etapas:

1. Se cierra el molde vacío, mientras se tiene lista la cantidad de material fundido para inyectar dentro del barril. El molde se cierra en tres pasos: primero con alta velocidad y baja presión, luego se disminuye la velocidad y

se mantiene la baja presión hasta que las dos partes del molde hacen contacto, finalmente se aplica la presión necesaria para alcanzar la fuerza de cierre requerida.

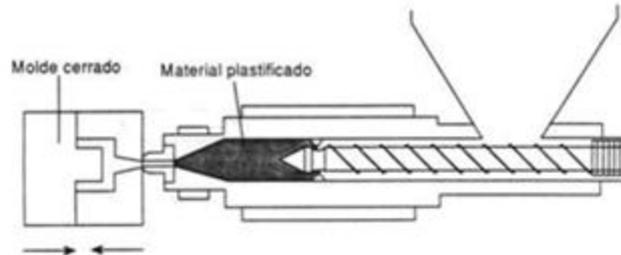


Figura 4.33: Cierre del molde e inicio de la inyección.

2. El tornillo inyecta el material, actuando como pistón, sin girar, forzando el material a pasar a través de la boquilla hacia las cavidades del molde con una determinada presión de inyección.

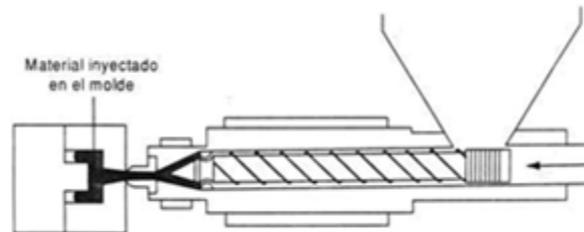


Figura 4.34: Inyección del material.

3. Al terminar de inyectar el material, se mantiene el tornillo adelante aplicando una presión de sostenimiento antes de que se solidifique, con el fin de contrarrestar la contracción de la pieza durante el enfriamiento. La presión de sostenimiento, usualmente, es menor que la de inyección y se mantiene hasta que la pieza comienza a solidificarse.

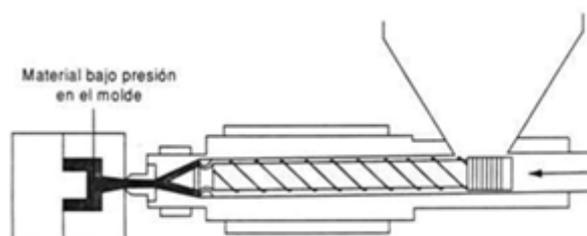


Figura 4.35: Aplicación de la presión de sostenimiento.

4. El tornillo gira haciendo circular los gránulos de plástico desde la tolva y plastificándolos. El material fundido es suministrado hacia la parte delantera del tornillo, donde se desarrolla una presión contra la boquilla cerrada, obligando al tornillo a retroceder hasta que se acumula el material requerido para la inyección.

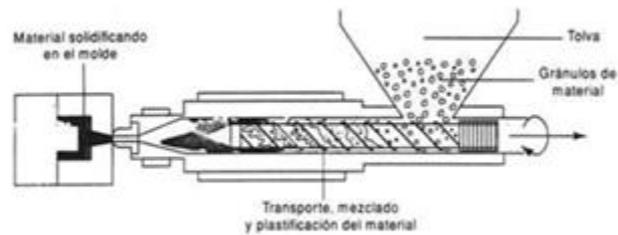


Figura 4.36: Plastificación del material.

5. El material dentro del molde se continúa enfriando en donde el calor es disipado por el fluido refrigerante. Una vez terminado el tiempo de enfriamiento, la parte móvil del molde se abre y la pieza es extraída.

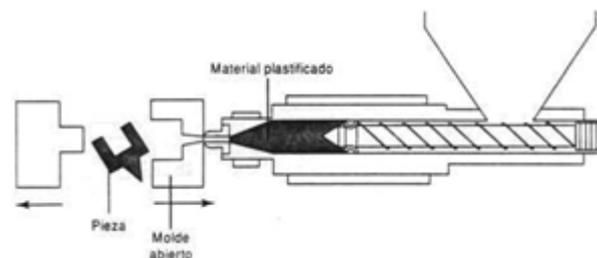
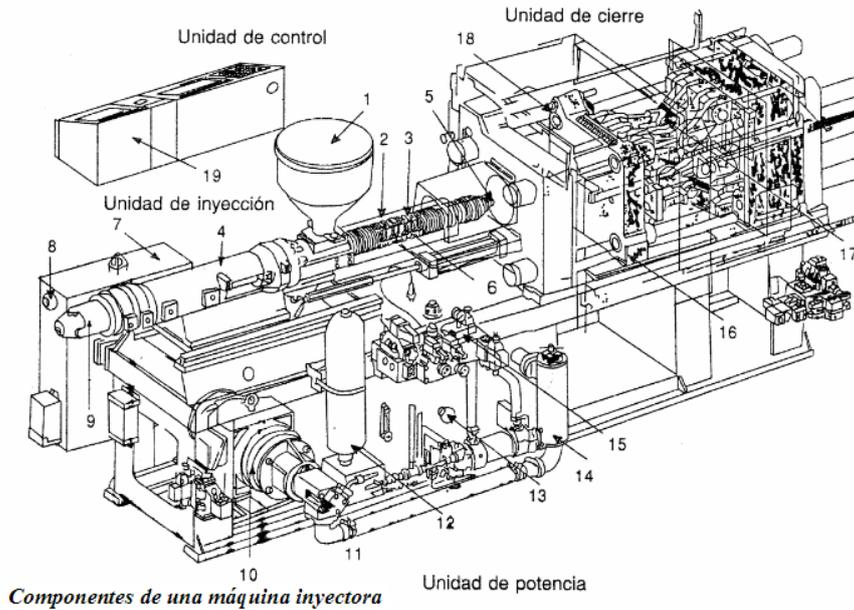


Figura 4.37: Enfriamiento y extracción de la pieza.

6. El molde cierra y se reinicia el ciclo.

4.4.20.3- Partes de una inyectora



Componentes de una máquina inyectora

Figura 4.38: Componentes de una inyectora

1-Tolva de alimentación	11-Bomba hidráulica
2-Cubierta de barril	12-Acumulador
3-Barril con bandas calefactores	13-Sensor de temperatura de aceite
4-Cilindro de inyección	14-Filtro
5-Boquilla	15-Valvula hidráulica de control
6-Tornillo	16-Platinos porta molde
7-Controlador de temperatura de aceite	17-Sistema de cierre con palancas acodados
8-Alarma de temperatura de aceite	18-Columnas guías
9-Motor hidráulico	19-Microprocesador para control del proceso
10-Motor eléctrico	

Tabla 4.1: partes de una inyectora. Fuente: Elaboración propia.

4.4.20.4- Unidad de plastificación

La unidad de inyección realiza las funciones de cargar y plastificar el material sólido mediante el giro del tornillo, mover el tornillo axialmente para inyectar el material plastificado hacia las cavidades del molde y mantenerlo bajo presión hasta que sea expulsado. El tornillo tiene una acción recíprocante además de girar para fundir el plástico, se mueve de manera axial para actuar como pistón durante el proceso de inyección.

La unidad de inyección consta de un barril (o cañón) de acero capaz de soportar altas presiones, este cilindro va cubierto por bandas calefactores para calentar y

ayudar a fundir el material mientras avanza por el tornillo. Consta además de una unidad hidráulica que es la que transmite el movimiento lineal al husillo en el proceso de inyección. Algunas máquinas tienen 2 unidades hidráulicas, una para la inyección y otra para el cierre.

4.4.20.5- Tolva de alimentación

Las partículas sólidas de la resina en forma de gránulos, se depositan en la tolva de alimentación de la máquina, esta tolva normalmente está conectada a algún equipo periférico o auxiliar que proporciona las condiciones especificadas por el fabricante de la resina para obtener los óptimos resultados de procesamiento. Estas condiciones normalmente son las de porcentaje máximo permitido de humedad. Dependiendo del material a inyectar, si es higroscópico o no, será necesario secarlo antes de introducirlo al cañón o barril de inyección a través de una tolva secadora especial.

4.4.20.6- Husillos

El calentamiento del tornillo se hace por zonas y el número de zonas dependerá del tamaño del cañón, normalmente se dividen 3. Dentro del barril se encuentra un tornillo de material muy duro, el cual generalmente está pulido y cromado para facilitar el movimiento del material sobre su superficie. El tornillo se encarga de recibir el plástico, fundirlo, mezclarlo y alimentarlo en la parte delantera hasta que se junta la cantidad suficiente para luego inyectarlo hacia el molde.



Figura 4.39: Zonas del husillo: fusión, compresión, dosificación.

Los husillos, o tornillos recíprocos por lo general se dividen en 3 zonas y tienen relaciones de longitud/diámetro (L/D) de 20:1. Esto es debido a que husillos con relaciones más pequeñas no proporcionan un fundido homogéneo, y con husillo con relaciones L/D mayores a 24 se tiene una degradación no deseada en muchos plásticos de ingeniería debido a que el material tendrá un tiempo de residencia excesivamente largo.

Las principales funciones de este tipo de unidades de inyección son:

- Moverse para acercarse o alejarse de la boquilla de la unidad de inyección del bebedero del molde.
- Generar la presión requerida entre la boquilla de la unidad de inyección y el bebedero del molde.
- Girar el tornillo durante la etapa de alimentación.
- Mover el tornillo de manera axial durante el proceso de inyección.
- Mantener la presión generada durante la inyección.

4.4.20.7- Válvulas antirretorno o puntas de husillo (válvula check)

La función de esta válvula es esencialmente dejar pasar el material libremente desde el husillo a la cámara de fundido durante el proceso de dosificación y evitar que el material fundido regrese hacia los filetes del husillo durante el proceso de inyección. Van montadas en el extremo izquierdo del husillo.

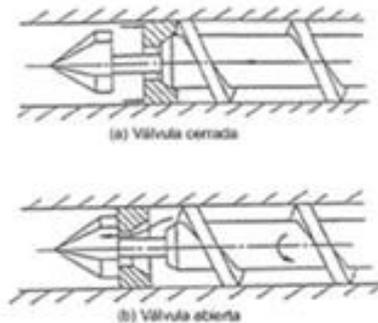


Figura 4.40: Funcionamiento de la válvula antirretorno.

El correcto funcionamiento de esta válvula es esencial para tener un proceso estable, ya que si tenemos fugas de material de la cámara de dosificación hacia los filetes del husillo tendremos una variación considerable en el volumen inyectado al molde, esto por supuesto que tendrá severas repercusiones en el peso y calidad de la pieza moldeada. Es importante establecer revisiones periódicas a estas válvulas así como hacer una adecuada selección de las mismas.

Estas variaciones de volumen de dosificación se conocen como variaciones del colchón, pudiendo provocar burbujas en la pieza inyectada o hasta el llenado incompleto de material en el molde.



Figura 4.41: Válvula anti retorno.

Las válvulas antirretorno pueden ser fabricadas en distintos materiales; cada aplicación deberá ser evaluada para poder seleccionar la válvula adecuada y así evitar desgaste abrasivo y corrosión excesiva en este importante componente de la máquina. Generalmente podemos encontrarlas en los siguientes materiales:

4.4.20.8- Barril de inyección

El barril es un cilindro hueco de acero aleado capaz de soportar grandes presiones y temperaturas internas provocadas por la fricción de los gránulos y el husillo. Los barriles de moldeo por inyección son relativamente cortos (comparados con los barriles de extrusión), la relación longitud / diámetro (L/D) es de 20:1, solamente en máquinas de altas producciones vienen en una relación de hasta 26:1. La entrada de alimentación al barril, o garganta, está cortada a través del barril y conecta con el anillo de enfriamiento de la tolva de alimentación.



Figura 4.42: Barril de Inyección.

El extremo de descarga del barril se cierra directamente a una tapa final o adaptador a la boquilla; la cavidad en el extremo del barril centra la tapa terminal. Como el barril ejerce una presión excesiva de 130 a 200 MPa en el extremo de descarga del barril se localizan mangas de acero endurecido que se montan en el barril a través de un ajuste por interferencia térmica.

4.4.20.9- Boquilla y punta de inyección

La boquilla es la punta de la unidad de plastificación y provee una conexión a prueba de derrames del barril al molde de inyección con una pérdida mínima de presión. La punta alinea la boquilla y el anillo de retención.



Figura 4.43: Tipos de boquillas.

En general hay tres tipos de boquillas:

- Boquilla de canales abiertos. Este es el tipo más común de diseño, ya que no se coloca ninguna válvula mecánica entre el barril y el molde. Esto permite la boquilla más corta y no se interrumpe el flujo del polímero fundido.
- Boquillas con interrupción interna. Estas se mantienen cerradas mediante un resorte que puede ser interno o externo. Se abren por la presión de la inyección del plástico.
- Boquillas con interrupción externa. Se operan por medios externos, ya sean pistones hidráulicos o neumáticos

4.4.20.10- Sistema de expulsión

Al final del ciclo el molde se abre y las piezas enfriadas se expulsan del molde, esto requiere de un sistema de expulsión. Cuando el molde se abre, normalmente la pieza plástica se queda en el lado del corazón del molde, por lo que la mayoría de los diseñadores de moldes colocan el corazón del lado móvil del molde.

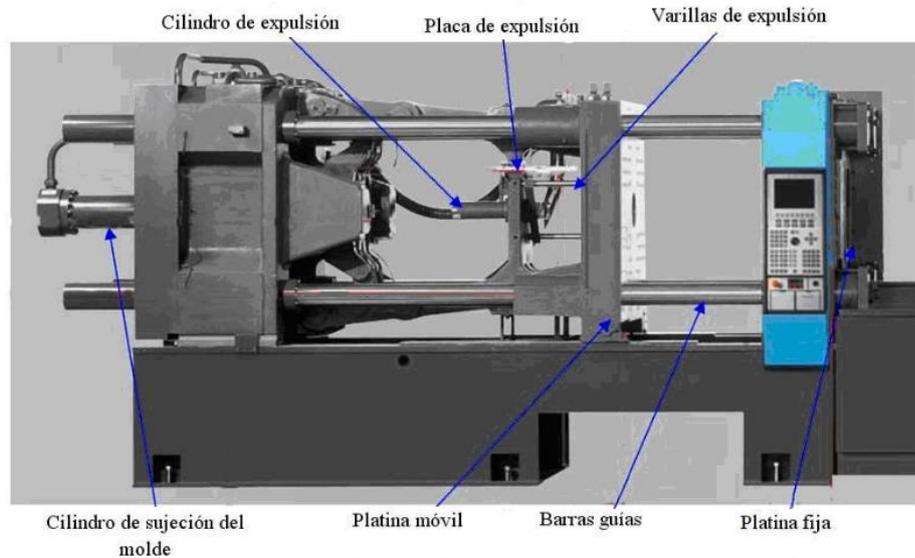


Figura 4.44: Sistema de expulsión de la Inyectora- Partes.

4.4.21- CINTA TRANSPORTADORA DE PREFORMAS

Es ampliamente utilizada en el sector de PET para el almacenamiento de preformas en contenedores.

En comparación a la caída suave, esta solución no incluye las tolvas descendente en el recipiente y por lo tanto se propone cuando se está seguro de que no hay posibilidad de daños a las preformas a medida que caen desde el transportador al recipiente.

El transportador recibe las preformas del equipo inyector y transmite estos al distribuidor que descarga de acuerdo a una lógica predefinida en dos contenedores de almacenamiento.

El panel de control, si así lo solicita completa con PLC, controla la lógica de llenado.



Figura 4.45: Cintas Transportadoras de preformas.

4.4.22- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE PREFORMAS DE PET

Este es un sistema muy eficaz para eliminar el daño causado a las preformas de PET durante el almacenamiento dentro del recipiente contenedor. Las preformas son transportadas por medio de un transportador /distribuidor instalado para el llenado programado de tolvas / descensores. Cuando termina la fase de carga, la tolva desciende en el recipiente de almacenamiento y, utilizando un sensor de ultrasonidos, libera las preformas a una altura mínima predefinida. Esta altura de liberación permanece constante durante toda la fase de llenado del recipiente. Cuando se llena el primer recipiente, el llenado del segundo recipiente comienza, mientras que una alarma acústica-visual avisa al operador de que el recipiente lleno debe ser sustituido con uno vacío.

Principales características técnicas

Las dimensiones de los contenedores estándar: base de 1000 x 1200 x h. 1200 mm. con panel de control

Principales implementaciones

- El control de calidad pesando con tolerancia 0 a + 12 preformas por envase
- La instalación de plataformas vibratorias
- Construcción de una cinta de carga completa con el dispositivo de refrigeración.



Figura 4.46: Contenedores estándares de preformas.

4.4.23- PLATAFORMA VIBRATORIA

Las plataformas vibratorias son un accesorio esencial para optimizar la capacidad de almacenamiento de los recipientes donde se almacena el producto, y para eliminar la acumulación central (efecto piramidal). Estas plataformas vibratorias encuentran su aplicación estándar en la producción de preformas de PET, en el que se pueden integrar en sistemas de llenado.

Un ajuste adecuado del tiempo de intervención de la plataforma durante el proceso de llenado puede resultar en un aumento de la capacidad del recipiente de 5 a + 12/15%.

Las plataformas vibratorias están hechos de robusto, doblados y chapa soldada, totalmente tratados con zinc. Un vibrador de intensidad variable determina las vibraciones necesarias para la optimización de llenado de los contenedores. Son adecuados para los contenedores con las siguientes dimensiones: base 800/1000 x 1200 mm y 1350 mm de altura máxima (pallet incluido).

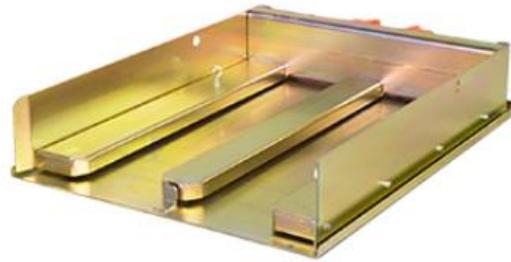
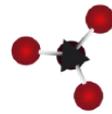


Figura 4.47: Plataforma vibratoria.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

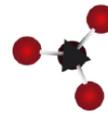


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

LOCALIZACIÓN

CAPÍTULO 5





5.1- INTRODUCCIÓN

El objetivo general de este capítulo es determinar el sitio donde se instalará la planta. Para ello, se analizarán los factores que comúnmente influyen en la decisión de la localización de un proyecto.

5.2- IMPORTANCIA

La localización óptima de un proyecto es lo que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) o a obtener el costo unitario mínimo (criterio social).

El estudio de la localización permite elegir aquella que brinde las mayores ganancias entre las alternativas que se consideran factibles.

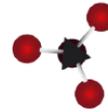
El análisis de la ubicación del proyecto consta de dos etapas: la selección de una macro-localización; donde se preselecciona un área, región o zona geográfica de mayor conveniencia, teniendo en cuenta criterios económicos, sociales o políticos; y de una micro-localización; definición puntual del sitio para el proyecto donde se tiene en cuenta criterios tales como factores físicos, geográficos y urbanísticos.

Teóricamente, las alternativas de un proyecto son infinitas. Sin embargo, en términos prácticos, el ámbito de elección no es tan amplio, ya que las restricciones propias del proyecto, descartan varias de las alternativas elegidas. Si se selecciona previamente una macro localización, el número de soluciones posibles se reduce ya que se descartan aquellos sectores geográficos que no responden a las condiciones requeridas por el proyecto. Luego, el análisis de la micro localización indicará cuál es la mejor alternativa de instalación dentro de la macrozona elegida.

5.3- FACTORES DE LOCALIZACIÓN

Los factores que comúnmente influyen en la decisión de la localización de un proyecto son:

- ✚ Medios y costos de transporte
- ✚ Disponibilidad y costo de mano de obra
- ✚ Cercanía de las fuentes de abastecimiento
- ✚ Factores ambientales



- + Cercanía del mercado
- + Costo y disponibilidad de terrenos
- + Topografía de suelos
- + Estructura impositiva y legal
- + Disponibilidad de agua, energía y otros suministros
- + Comunicaciones
- + Posibilidad de desprenderse de desechos

5.4- ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN DE LA PLANTA

Considerando que el proyecto se realizará en el país, el análisis se limitará a las distintas regiones de este.

Los establecimientos industriales en Argentina se agrupan en los denominados “parques industriales”. Ante la demanda de predios donde radicar industrias, estos aportan una respuesta a tal necesidad, ya que además de un espacio físico ofrecen infraestructura, seguridad y la posibilidad de formar economías de red y ganar escala.

Los parques industriales constituyen un tipo de espacio productivo común, diferenciado del tejido urbano en el que se insertan. Cuentan con infraestructura y servicios compartidos, son planificados y gestionados en forma unitaria y están destinados en exclusividad al uso industrial. El objetivo de esta modalidad de gestión es la generación de economías de escala para ofertar espacios y servicios específicamente adaptados a las necesidades de las industrias, minimizando las fricciones y conflictos territoriales con otras funciones urbanas.

Estrictamente, según la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUFI), el parque industrial es un terreno urbanizado y subdividido en parcelas, conforme a un plan general, dotado de carreteras, medios de transporte y servicios públicos, que cuenta o no con fábricas construidas, que a veces tiene servicios e instalaciones comunes y a veces no, y que está destinado al uso de una comunidad de industriales.

Los Parques Industriales brindan ciertas ventajas, entre ellas puede citarse:

- + Menor costo de los terrenos

- ✚ Menor costo de la infraestructura y de los servicios comunes centralizados
- ✚ Mayor seguridad en el abastecimiento de energía eléctrica, gas, comunicaciones
- ✚ Permite un mejor control del medio ambiente en el predio
- ✚ Beneficios que se obtienen:

Las empresas que se instalan en ellos cuentan con beneficios de tipo impositivo municipales y servicios como luz y gas, que son comunes y abaratan costos. Además los terrenos se venden a bajo precio, para incentivar la radicación. Se exige que los parques industriales tengan tratamientos comunes de los afluentes industriales, que son altamente contaminantes, a través de la Ley 6260, que establece controles para preservar el medio ambiente.

5.4.1- MACRO-LOCALIZACIÓN

Definido de antemano que el proyecto se llevara a cabo en Argentina, el análisis de la macro-localización consistirá en elegir entre las distintas alternativas de parques industriales que el país ofrece.

El siguiente cuadro muestra la cantidad y distribución de Parques Industriales que se encuentran en el país actualmente.

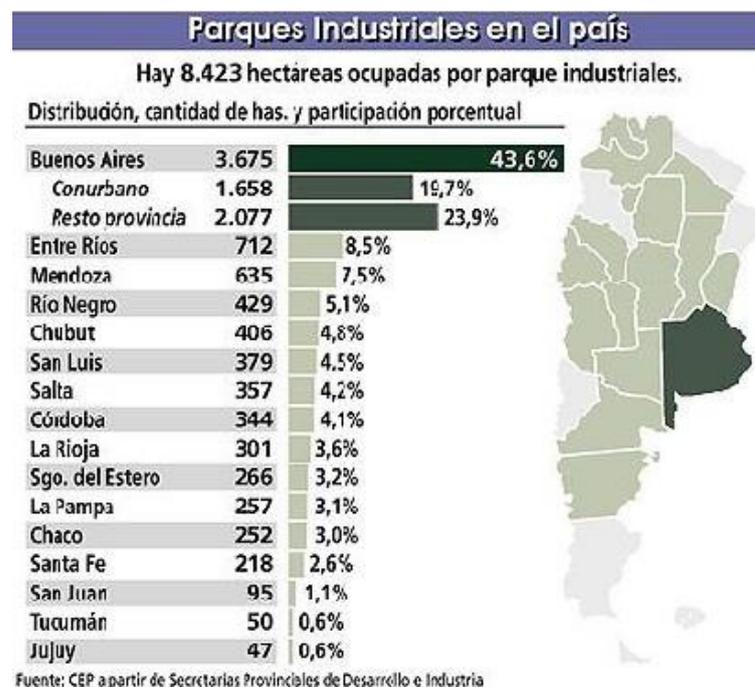
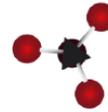


Figura 5.1: Parques Industriales en el PAIS. Fuente: Secretarías Provinciales E Industria.



Para el análisis de la macro-localización se tendrá en cuenta, en este caso, la disponibilidad de zonas industriales presentes en cada provincia como así también, la cercanía del mercado y la disponibilidad de materia prima para el proceso. Ya que la elección es en base a parques industriales, los otros aspectos a considerar resultan implícitos

La provincia de Buenos Aires cuenta con la mayor oferta de suelo industrial en parques, con más de 3.600 hectáreas disponibles -equivalente al 43 por ciento del total país-; seguida en magnitud por Entre Ríos y Mendoza, con unas 712 y 635 hectáreas, respectivamente, según surge de un relevamiento realizado por el Centro de Estudios para la Producción (CEP).

En la Provincia de Buenos Aires, la Ley 10.547 de Promoción Industrial, prevé la exención del impuesto a los ingresos brutos y del impuesto inmobiliario para las radicaciones industriales nuevas que se realicen en todo el ámbito de la Provincia.

5.4.2- MATERIA PRIMA: RESIDUOS DE PET

La tendencia de localizar el proyecto en la cercanía de las fuentes de materias primas, por ejemplo, depende del costo del transporte, tanto cuando el proceso redunda en una reducción de peso significativa como cuando se elaboran o envasan artículos perecederos.

Normalmente, cuando la materia prima es procesada para obtener productos diferentes, la localización tiende hacia la fuente de insumo; en cambio, cuando el proceso requiere de variados materiales o piezas para ensamblar un producto final, la localización tiende hacia el mercado.

La disponibilidad de los insumos, cualquiera sea su naturaleza, debe estudiarse en términos de la regularidad de su abastecimiento, perecibilidad, calidad y costo.

En cuanto a disponibilidad de materia prima para este proyecto, tal como se señaló en el Capítulo 2 de Estudio de Mercado, actualmente en la ciudad de Buenos Aires hay 8 Centros Verdes gestionados por cooperativas de recursos urbanos trabajando en la Ciudad. A estos establecimientos llega todo el material recolectado por los recuperadores y por los camiones que recogen los contenidos de los contenedores

verdes que están dentro del circuito de RSU monitoreado por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

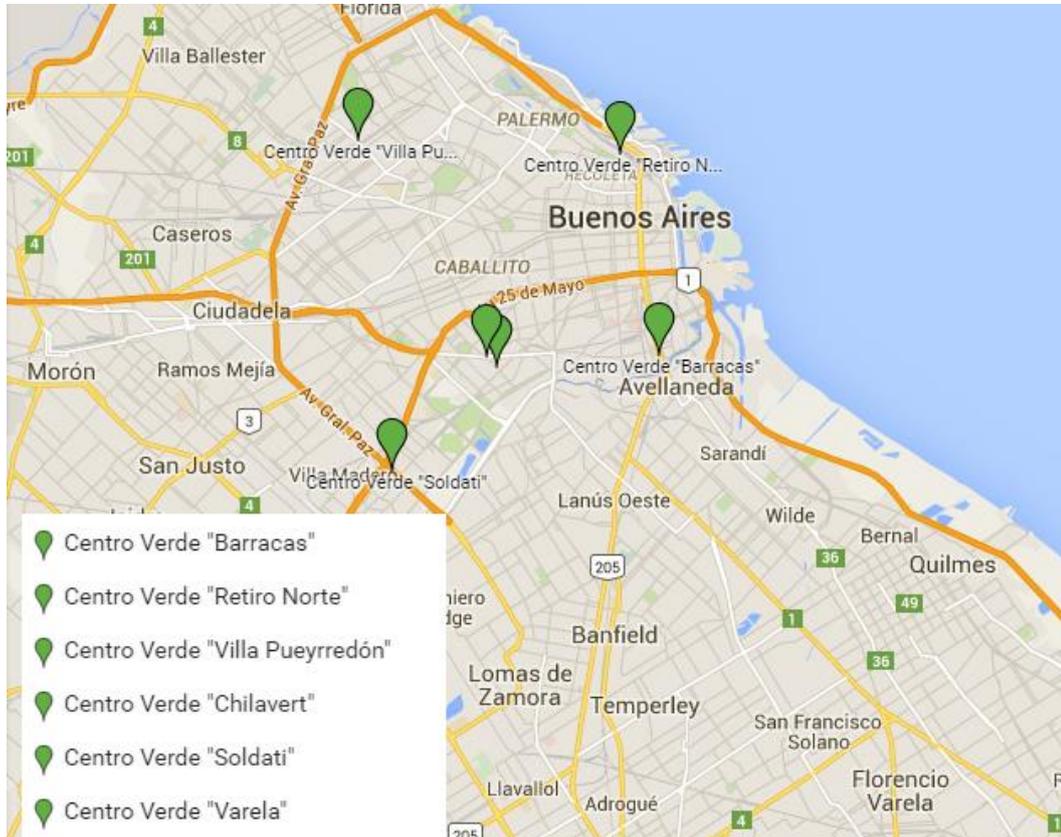


Figura 5.2: Ubicación geográfica de los centros verdes

Considerando estos dos aspectos se resuelve macro-localizar el proyecto en la provincia de Buenos Aires.

5.4.3- MICRO-LOCALIZACIÓN

La micro-localización consistirá en evaluar entre las distintas alternativas de parques industriales que ofrece la provincia de Buenos Aires y de éstas, elegir la que resulte más conveniente como sitio definitivo para la instalación de la planta.

A continuación se muestran los parques industriales que se encuentran en Buenos Aires, como así también, la ubicación y las principales actividades llevadas a cabo en cada uno de ellos.

Parque Industrial	Año de creación	Iniciativa	Cantidad de firmas	Principales Actividades	Tamaño (Has)
Azul	1974	Oficial	16	Miel-Metalmeccanica-Alimentos-Qimica	23
R Elcabe (bahía Blanca)	1973	Oficial	45	Equipos y Servicios Industriales- Otros	100
Bragado	1978	Oficial	16	Procesamiento de chatarra- Ind. Metalurgica	42
CEPILE (Pilar)	2003	Mixta	37	Diversificado	46
CIPO (Escobar)	1995	Privada	30	Diversificado	70
CIR 2 (El Pato)	1993	Privada	22	depositos- varios	34,5
COMIRSA (Ramallo)	1974	Oficial	111	metalurgica-varios	400
Campana	2001	Privada	9	No definido	162
Carlos Casares	1975	Oficial	15	Diversificado	79
Chivilcoy	1973	Oficial	43	Diversificado	42
Juan Zillo (Cnel. Suarez)	1980	Oficial	11	Miel-Agroalimentos	51
Gral. Puerredón	1975	Oficial	60	Químicos, plásticos, alimenticios	126
Parque Suarez	2004	Privada	45	Diversificado	5,5
Junin	1979	Oficial	28	Diversificado	105
La Plata	1997	Oficial	15	Diversificado	58
Lincoln	1975	Oficial	14	Diversificado	27
Villa Flandria	2003	Privada	19	textiles	32
Malvinas Argentinas	1999	Privada	21	autopartes- varios	88
La Cantabrica	1999	Oficial	42	Diversificado	18
Olavarria	1973	Oficial	77	construccion- varios	81
Pergamino	1975	Oficial	32	semillas-varios	70
Pilar	1978	Privada	158	Farmaceuticos- qulmicos-plásticos- alimenticios	920
Tandil	1974	Oficial	36	Diversificado	22
Tres Arroyos	1975	Oficial	31	agroalimentos	93

Tabla 5.1: Datos de Parques Industriales presentes en la provincia de Buenos Aires.

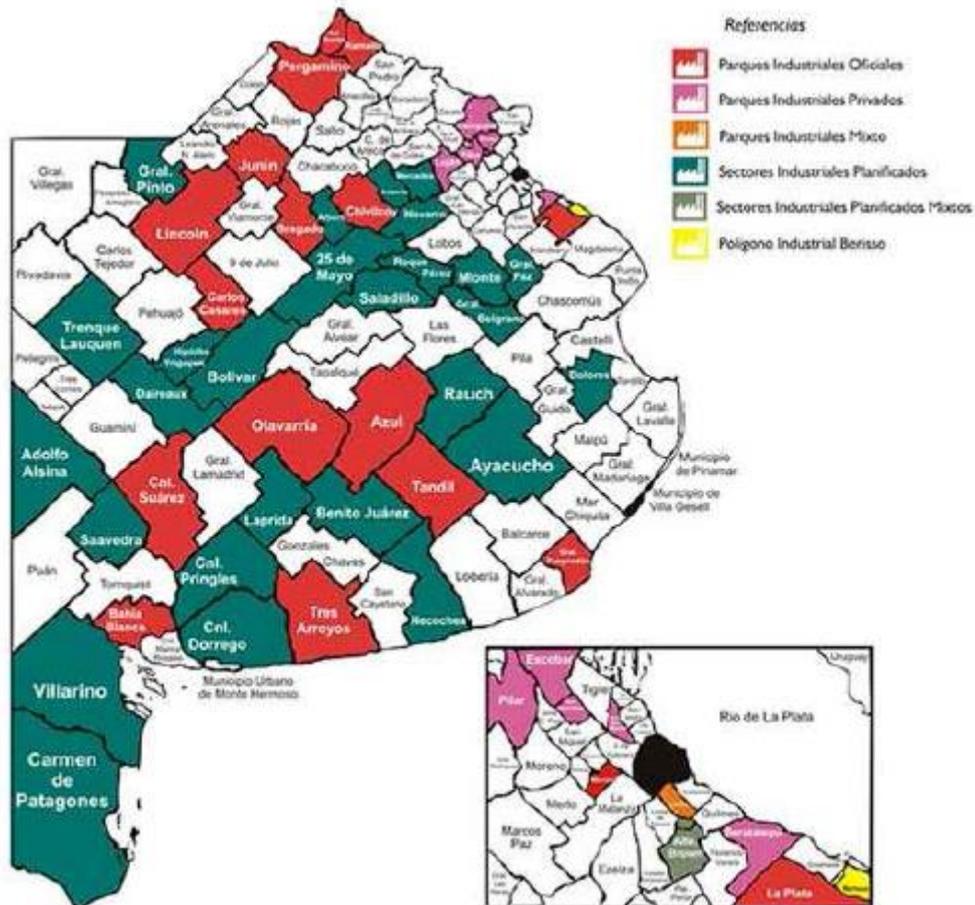


Figura 5.3: Distribución geográfica de Parques Industriales.

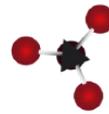
5.4.4- ELECCIÓN DEL LUGAR DE INSTALACIÓN

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

5.5- 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:

5.5.1- 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 las pacas de botellas de PET.

5.5.2- 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.

5.5.3- 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.

5.5.4- Vías de acceso: resulta de importancia tener acceso a los centros de consumo con la mayor rapidez y cercanía posible, para economizar los costos de transportes y agilizar los tiempos de espera.

5.5.5- 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.

5.5.6- 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 y el mercado consumidor 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.

Ponderación de los diversos factores a considerar:

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 5.2: Tabla de factores ponderables. Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse, tanto la localización de la materia prima como el transporte son los factores de peso relevante.

El procedimiento es el siguiente: al comparar dos localizaciones, se procede a asignar una calificación a cada factor en una localización de acuerdo con una escala predeterminada, por ejemplo de 1 a 10.

La suma de las calificaciones ponderadas permitirá seleccionar la localización que acumule mayor puntaje.

Factor	Peso	Parque Industrial Pilar		Parque Industrial Azul	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Localización de la materia prima	0,25	9	2,25	7	1,75
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	9	2,25	7	1,75
Total	1		8,6		7,5

Tabla 5.3: Tabla comparativa de ponderación de factores. Fuente: Elaboración propia con criterio del evaluador

De acuerdo con este método, se escogería la localización en el Parque Industrial Pilar (PIP) por tener la mayor calificación total ponderada.

A continuación refieren más detalles de este sitio industrial.

5.6- PARQUE INDUSTRIAL PILAR

5.6.1- Ubicación y Características

El PIP (Parque Industrial Pilar) es quizás el aglomerado industrial más importante de Argentina por la cantidad y relevancia de las empresas que lo conforman. Se encuentra en la localidad de Pilar, provincia de Buenos Aires, próximo al Km. 60 de la Ruta Nacional N° 8 y cercano a la Ruta Provincial N° 6, lindante además con las vías del ex FFCC Belgrano.

Se desarrolla en un área de 920 Has y está integrado por 200 Copropietarios quienes en su mayoría ya han construido su establecimiento fabril en el Parque. Al mes de Agosto de 2013 contamos en el PIP con 195 establecimientos industriales funcionando y 4 más en construcción.

Se estima que en el PIP trabajan unas 15.000 personas y que diariamente concurren otras 10.000 en calidad de proveedores, transportistas, clientes y visitas. Al PIP ingresan diariamente unos 15.000 vehículos livianos (Automóviles, Pick Ups y Motos) y unos 3.000 vehículos pesados (Camiones y Ómnibus).



Figura 5.4: Vista acceso al PIP.

5.6.2- Orígenes

Luego de completar el desarrollo del Parque Industrial OKS en la localidad de Pacheco, el Ing. Meyer Oks tuvo la visión de realizar un colosal Parque Industrial que ayudase al desarrollo industrial de nuestro país. Para ello eligió la localidad de Pilar y corriendo la década de los 70's comenzó a comprar las tierras que demandaría su proyecto. Prosigue luego a realizar la Infraestructura indispensable para atraer a los industriales: Línea de Alta Tensión y Subestación Eléctrica, Gasoducto de Alta Presión, Calles Pavimentadas, Sistema de Desagües Pluviales, Sistema de Desagües Industriales, Líneas Telefónicas, Centro Administrativo con Restaurante, Baños Públicos, oficinas de Correo, Banco, Enfermería y Guardería Infantil.

Posteriormente forma una empresa de corte familiar: LAGO VERDE S.A., con la cual realiza una exitosa operación inmobiliaria que le permite alcanzar en el año 2005 la venta del último de los lotes remanentes.



Figura 5.5: Vista Aérea Parque Industrial Pilar

5.6.3- Organización y Funcionamiento

Los 200 Propietarios de las empresas que conforman el PIP integran un Consorcio de Propietarios, cuyos Derechos y Obligaciones se hallan establecidos en el Reglamento del Consorcio. La máxima autoridad del Consorcio es la Asamblea de Propietarios, la cual designa a los 5 miembros de un Concejo de Administración que coordina y supervisa la tarea de la Administración del Consorcio.

El Administrador del Consorcio representa legalmente al Consorcio y ejecuta en nombre de éste todas las inversiones de mantenimiento y mejora de la Infraestructura del Parque que los Copropietarios deciden realizar y financiar.

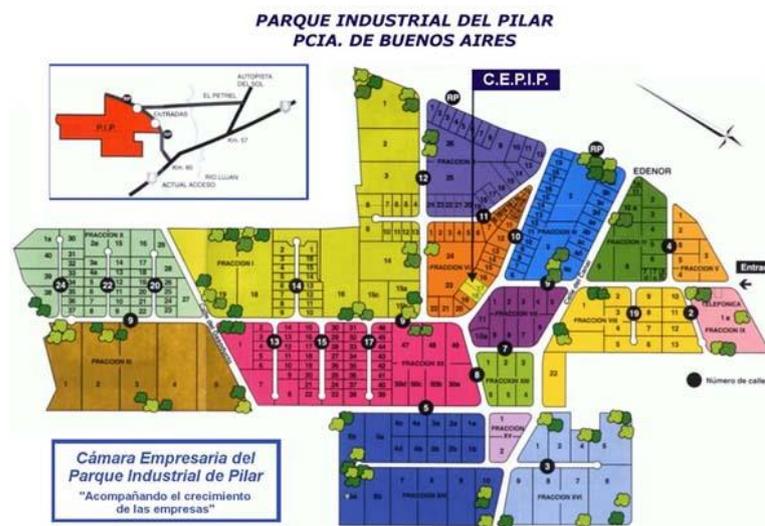
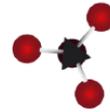


Figura 5.6: Parque Industrial Pilar. Fuente: Cámara Empresarial del PIP.



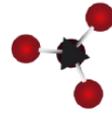
5.7- CONCLUSIÓN

En este capítulo se ha intentado dejar de manifiesto que la decisión de la localización de un proyecto es determinante en el desarrollo de su evaluación.

La selección se basó en buscar aquella opción que, en términos económicos, permita la mayor rentabilidad estimada para el proyecto integral. Para ello, se determinó en primer lugar la macro zona considerando todos los aspectos que esta etapa requiere al ser evaluada. Lo mismo se hizo luego en la microlocalización donde se eligió entre dos alternativas de localización. Luego de aplicar el método de cualitativo por puntos se determinó como posible localización para el proyecto el Parque Industrial Pilar.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

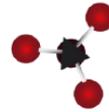


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

INGENIERIA DE PROCESO

CAPÍTULO 6





6.1- INTRODUCCIÓN

Se entiende por Ingeniería de proceso aquella etapa del proyecto donde se desarrolla, evalúa y diseña los procesos productivos, se genera toda la información indispensable para la ingeniería básica como así también se definen los requerimientos de materias primas e insumos que tenga el proceso.

El presente capítulo trata los aspectos relacionados con la ingeniería del proceso para la obtención de pellets de grado alimenticio y fabricación de preformas a partir del reciclado mecánico de PET.

6.2- ALCANCE DE LA INGENIERÍA DE PROCESO

La Ingeniería de Proceso permite realizar los balances de masa y energía, el diseño de equipos y la predicción del comportamiento de los equipos ante cambios de las condiciones operativas.

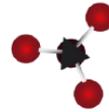
6.3- BALANCE DE MASA Y ENERGIA

Para realizar el balance de masa se considerara una capacidad anual de 10.200 toneladas de botellas de PET, de acuerdo a estimaciones que surgieron del estudio de mercado y de interrelación con el Estudio de Tamaño del proyecto. Se llevara a cabo el balance masa de cada equipo, teniendo en cuenta que la planta será de operación continua.

6.4- PROCESO PRODUCTIVO

La materia prima PET se recibirá compactada en forma de pacas, las cuales se almacenaran adecuadamente para luego ser enviadas a una desempacadora por medio de un sistema de cintas.

El material pasa a través de varios equipos o etapas, como un equipo detector de metales con el objetivo de eliminar metales ajenos al proceso, de una clasificación manual donde se extrae del flujo circulante todo aquel material ajeno al mismo, de un equipo detector de PVC para prevenir daños en los equipos.



Le sigue un equipo que extrae las etiquetas en seco y un molino en el cual se reduce el tamaño de las botellas obteniéndose escamas (flakes).

El triturado se dirige a través del sistema de transporte neumático a un ciclón donde se separa el polvo de las escamas de PET y la corriente continua a un tanque de sosa caustica donde se elimina pegamento, suciedad grasienta y residuos orgánicos.

El flujo saliente pasa a un equipo de separación por densidad donde es enjuagado y se eliminan restos de detergentes, surfactantes, PP y PE.

Las escamas son secadas, se reduce el contenido de humedad a valores aceptables para el almacenamiento y embalaje de las escamas, este flujo luego es desempolvado.

El material triturado es almacenado en silos para las siguientes etapas. En estos se mezclan a fin de obtener un producto uniforme y homogéneo. Se extraen muestras, las cuales son sometidas a rigurosos análisis físicos y químicos en el laboratorio.

Las escamas ya limpias y secas son alimentadas a una extrusora de anillo sin necesidad de un presecado. Allí se eliminan la humedad y los contaminantes gaseosos poco volátiles son eliminados y se obtiene como resultado un plástico amorfo, donde las cadenas del polímero están desordenadas.

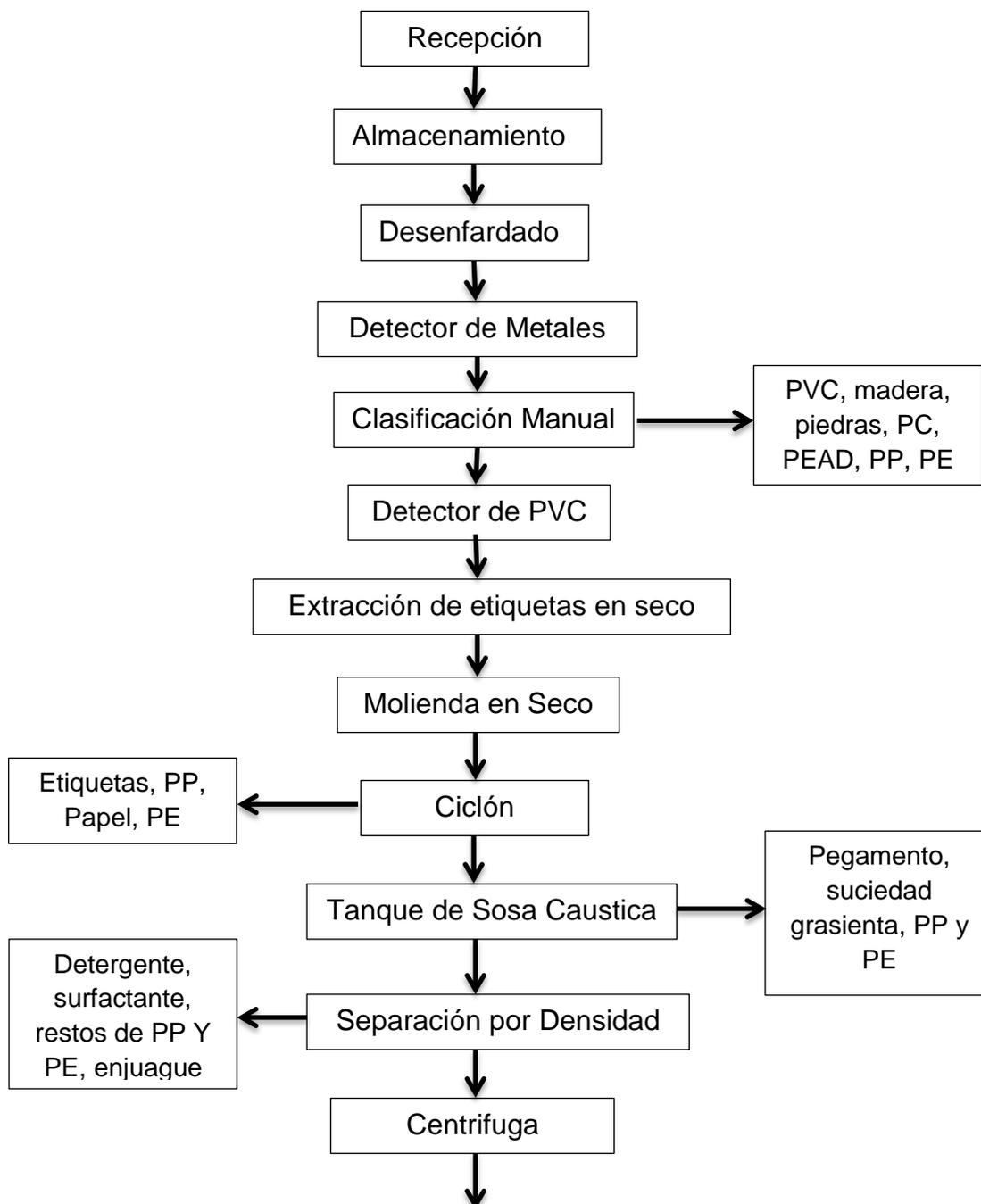
En un cristizador se introduce el material y es soplado con aire caliente en lecho fluido durante un tiempo determinado, con el fin de ordenar las cadenas en formas geométricas definidas. De esta manera se alcanza el estado cristalino y se evita que en el proceso posterior las partículas se peguen entre sí al ser expuestas a una mayor temperatura. Al finalizar esta fase se obtiene el pellet de PET.

Luego, los pellets recorren por gravedad un reactor vertical y adquieren las propiedades deseadas. Principalmente se busca una viscosidad intrínseca entre 0,80 a 0,82 para lo cual se necesita un aumento de la VI (es una de las formas de medir el largo de las cadenas poliméricas o la cantidad de monómeros de PET que contiene) del material postconsumo que tiene un valor de aproximadamente 0,771. El tiempo de residencia de los pellets en el reactor puede variar y a cada tiempo le

corresponderán distintos valores de VI. Finalmente se eliminan los contaminantes residuales a través de un barrido en contracorriente con N₂ a presión.

Finalmente, los pellets grado alimenticio obtenidos en el reactor se combinan con pellets virgen de PET e ingresan a un equipo inyector con el objetivo de obtener preformas.

6.4.1- Diagrama en bloque de la Elaboración de Preformas a partir del Reciclado Mecánico no Convencional del PET



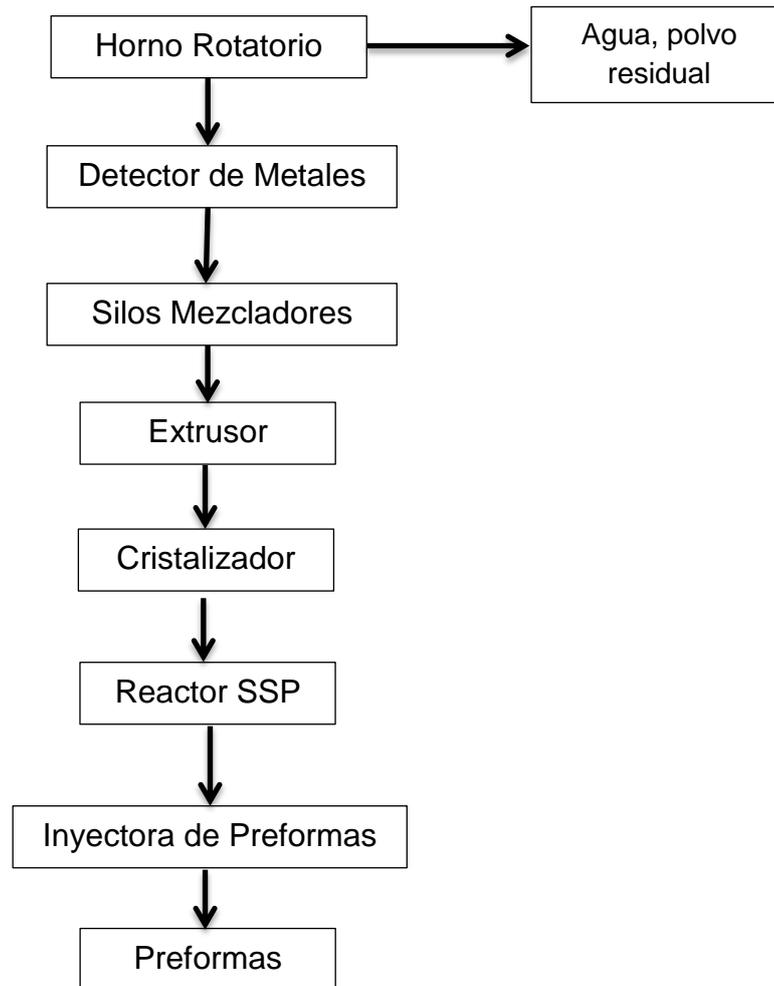


Figura 6.1: Diagrama en bloque de la Elaboración de Preformas a partir del Reciclado Mecánico no Convencional del PET.

6.4.2-Memoria de Cálculo

Los criterios de selección de cada uno de los equipos que componen la línea de producción se justifican en escoger aquellas alternativas que representan la mayor viabilidad técnica y económica, es decir, que la selección de cada equipo en particular cumpla tanto con los requerimientos específicos del proceso como con los condicionantes económicas asociadas.

6.5- CÁLCULOS DE MATERIA PRIMA E INSUMOS

De acuerdo a al Estudio de Mercado y a la Capacidad Instalada, se procesara en la planta 10.200 Tn/año de botellas de PET, que llegaran a la instalación en forma de pacas.

En la planta se trabajaran 274 días hábiles en el año 2017. Por lo que se procesara por día 37,2262 Tn/ día de pacas (1,55109 Tn/h = 1551,09 Kg/h).

6.5. a- Composición de la paca

COMPOSICION	
Polvo fino, partículas extrañas	2%
Botellas	98%

Tabla 6.1: Composición de la paca.

Si en la planta se procesa por día 1551,09 Kg/h de pacas, de acuerdo al cuadro de composiciones por paca ingresaran 31,02 Kg/h de polvo fino y partículas extrañas; y 1520,0682 Kg/h de botellas de PET.

6.5. b- Composición de la Botella

COMPOSICIONES	PORCENTAJE EN PESO
TAPA	5,0078
EVA	0,098
PVC	0,7546
PP	4,1552
ETIQUETA	1,0535
Pegamento	0,09016
Metal en la etiqueta	0,01545
Metal suelto	0,0002205
PEHD	0,9486
PET	91,9387

Tabla 6.2: Composición de la Botella

6.5.1- DESENFARDADOR

Etapa en la cual las pacas ingresan al equipo, el flujo que ingresa a este es el mismo flujo que sale.

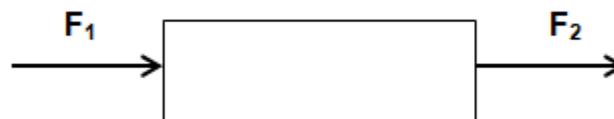


Figura 6.2: Esquema, flujos del desenfardador

FLUJO	DESCRIPCION
F ₁	Pacas de PET
F ₂	Botellas de PET

Tabla 6.3: Flujos de entrada y salida del desenfardador.

$$F_1 = F_2 = 1551,09 \text{ Kg/h}$$

6.5.2- DETECTOR DE METALES

El rendimiento del equipo detector de metales seleccionado es del 85%.

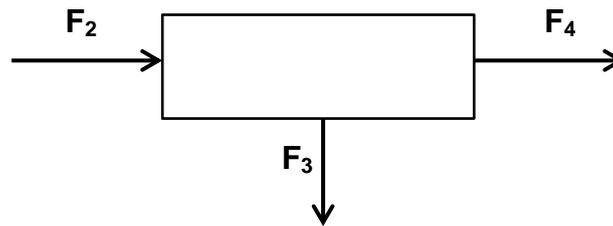


Figura 6.3: Esquema, flujos del detector de metales.

FLUJO	DESCRIPCION
F ₂	Botellas de PET
F ₃	Metales
F ₄	Botellas de PET-1

Tabla 6.4: Flujos de entrada y salida del detector de metales.

5.5.2.1 - Balance de Masa para el componente metal suelto

$$\diamond W_{\text{metal suelto}} = 0,0002205 \%$$

$$F_2 = 1551,09 \text{ Kg/h}$$

La cantidad de metal suelto presente en 1551,09 Kg/h de pacas que van a salir en el flujo F₃ es de:

$$F_3 = F_2 * W_{\text{metal suelto}} * \eta$$

$$F_3 = 1551,09 \text{ Kg/h} * (0,0002205/100) * 0,85$$

$$F_3 = 0,002907 \text{ Kg/h}$$

De acuerdo al balance de masa global: $F_2 = F_3 + F_4$

$$F_2 - F_3 = F_4$$

$$F_4 = 1551,09 \text{ Kg/h} - 0,002907 \text{ Kg/h}$$

$$F_4 = 1551,08 \text{ Kg/h}$$

Composición en F₄:

❖ $W_{\text{metal suelto}} = 0,00000330 \%$

6.5.3- EXTRACCION MANUAL

Suponemos que en esta etapa los operarios trabajaran con una eficiencia del 95 %, ya que solo retiraran de la cinta transportadora todo aquel material ajeno al volumen total de botellas que no fue retirado en el equipo detector de metales.

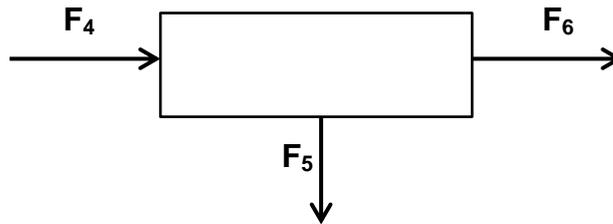


Figura 6.4: Esquema, flujos de la etapa de extracción manual

FLUJO	DESCRIPCION
F_4	Botellas de PET-1
F_5	Material extraño
F_6	Botellas de PET-2

Tabla 6.5: Flujos de entrada y salida etapa de extracción manual.

6.5.3.1- Balance de masa para el componente polvo fino y partículas extrañas

❖ $W_{\text{polvo fino y part.extrañas}} = 2 \%$

$F_4 = 1551,08 \text{ Kg/h}$

$F_5 = F_4 * W_{\text{polvo fino y part.extrañas}} * \eta$

$F_5 = 1551,08 \text{ Kg/h} * (2/100) * 0,95$

$F_5 = 29,470 \text{ Kg/h}$

De acuerdo al balance de masa global: $F_4 = F_5 + F_6$

$F_6 = F_4 - F_5$

$F_6 = 1551,08 \text{ Kg/h} - 29,470 \text{ Kg/h}$

$F_6 = 1521,61 \text{ Kg/h}$

En F_6 sale un flujo de 1521,61 Kg/h con una composición de polvo fino y partículas extrañas de 0,1019%.

6.5.4- DETECTOR DE PVC

El rendimiento del equipo detector de PVC seleccionado es del 80 %.

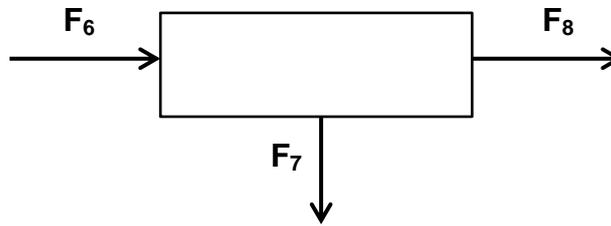


Figura 6.5: Esquema, flujos del detector de PVC.

FLUJO	DESCRIPCION
F ₆	Botellas de PET-2
F ₇	PVC
F ₈	Botellas de PET-3

Tabla 6.6: Flujos de entrada y salida del detector de PVC.

6.5.4.1- Balance de Masa para el componente PVC

$$W_{PVC} = 0,7689 \%$$

$$F_6 = 1521,61 \text{ Kg/h}$$

La cantidad de material de PVC que el equipo seleccionado va a extraer en el flujo de salida F₅ es:

$$F_7 = F_6 * W_{PVC} * \eta$$

$$F_7 = 1521,61 \text{ Kg/h} * (0,7689/100) * 0,80$$

$$F_7 = 9,3635 \text{ Kg/h}$$

De acuerdo al balance de masa global: $F_6 = F_7 + F_8$

$$F_8 = F_6 - F_7$$

$$F_8 = 1521,61 \text{ Kg/h} - 9,3635 \text{ Kg/h}$$

$$F_8 = 1512,25 \text{ Kg/h}$$

En F₈ sale un flujo de 1512,25 Kg/h con una composición de PVC de 0,1545%.

6.5.5- EXTRACCION DE ETIQUETAS

El equipo seleccionado tiene un rendimiento del 93 %. Este no solo extrae etiquetas también extrae un 10% del pegamento, debido a que este se mantienen adherido a la superficie de las mismas.

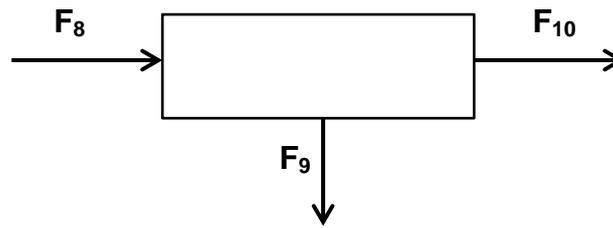


Figura 6.6: Esquema, flujos del extractor de etiquetas.

FLUJO	DESCRIPCION
F ₈	Botellas de PET-3
F ₉	Etiquetas-pegamento
F ₁₀	Botellas de PET-4

Tabla 6.7: Flujos de entrada y salida del extractor de etiquetas.

6.5.5.1- Balance de Masa para los componentes de la etiqueta

F₈ = 1512,25 Kg/h

La composición de este flujo es de:

- ❖ W_{EVA} = 0,10 %
- ❖ W_{PEHD} = 0,9733 %
- ❖ W_{metal etiqueta} = 0,3802 %
- ❖ W_{pegamento} = 0,09251 %

La cantidad de material que el equipo va a extraer en el flujo de salida F₉ es:

_Para el componente EVA:

$$F_9 = F_8 * W_{EVA} * \eta$$

$$F_9 = 1512,25 \text{ Kg/h} * (0,10/100) * 0,93$$

F_{9 EVA} = 1,4063 Kg/h

_Para el componente PEHD

$$F_9 = F_8 * W_{PEHD} * \eta$$

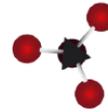
$$F_9 = 1512,25 \text{ Kg/h} * (0,9733/100) * 0,93$$

F_{9 PEHD} = 13,6883 Kg/h

_Para el componente metal en la etiqueta:

$$F_9 = F_8 * W_{\text{metal etiqueta}} * \eta$$

$$F_9 = 1512,25 \text{ Kg/h} * (0,3802/100) * 0,93$$



$$F_9 \text{ metal etiqueta} = 5,3470 \text{ Kg/h}$$

_Para el componente pegamento considerando que se extrae el 10%:

$$F_9 = F_8 * W_{\text{pegamento}} * \eta$$

$$F_9 = 1512,25 \text{ Kg/h} * (0,09251/100) * 0,93$$

$$F_9 \text{ pegamento} = 1,3989 \text{ Kg/h}$$

$$F_9 \text{ pegamento} = (1,3989 \text{ Kg/h} * 10) / 100$$

$$F_9 \text{ pegamento} = 0.1398 \text{ Kg/h}$$

El flujo total en F_9 :

$$F_9 = F_7 \text{ EVA} + F_7 \text{ PEHD} + F_7 \text{ metal etiqueta} + F_7 \text{ pegamento}$$

$$F_9 = 1,4063 \text{ Kg/h} + 13,6883 \text{ Kg/h} + 5,3470 \text{ Kg/h} + 0,13989 \text{ Kg/h}$$

$$F_9 = 20,5814 \text{ Kg/h}$$

De acuerdo al balance de masa global: $F_8 = F_9 + F_{10}$

$$F_{10} = F_8 - F_9$$

$$F_{10} = 1512,25 \text{ Kg/h} - 20,5814 \text{ Kg/h}$$

$$F_{10} = 1491,66 \text{ Kg/h}$$

En F_{10} sale un flujo de 1491,66 Kg/h con una composición de:

- ❖ $W_{\text{EVA}} = 0,007102 \%$
- ❖ $W_{\text{PEHD}} = 0,06907 \%$
- ❖ $W_{\text{metal etiqueta}} = 0,02698 \%$
- ❖ $W_{\text{pegamento}} = 0,08441 \%$
- ❖ $W_{\text{PP}} = 4,32 \%$
- ❖ $W_{\text{suciedad}} = 0,1040 \%$
- ❖ $W_{\text{PVC}} = 0,1566 \%$
- ❖ $W_{\text{PET}} = 95,2313 \%$

6.5.6- MOLIENDA EN SECO

El rendimiento del equipo seleccionado es del 95%.

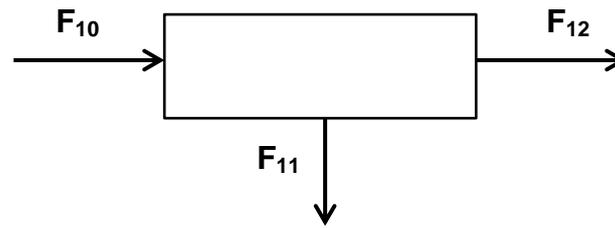


Figura 6.7: Esquema, flujos del molino.

FLUJO	DESCRIPCION
F_{10}	Botellas de PET-4
F_{11}	Perdidas
F_{12}	Escamas de PET-5

Tabla 6.8: Flujos de entrada y salida del molino.

$$F_{10} = 1491,66 \text{ Kg/h}$$

Si las pérdidas en el equipo son del 1%.

$$F_{11} = F_{10} * (1/100)$$

$$F_{11} = 1491,66 \text{ Kg/h} * (1/100)$$

$$F_{11} = 14,9166 \text{ Kg/h}$$

De acuerdo al balance de masa global: $F_{10} = F_{11} + F_{12}$

$$F_{12} = F_{10} - F_{11}$$

$$F_{12} = 1491,66 \text{ Kg/h} - 14,9166 \text{ Kg/h}$$

$$F_{12} = 1476,7485 \text{ Kg/h}$$

El 95% del flujo F_{10} se tritura de manera correcta a los tamaños preestablecidos, el 5% restante está formado por un 70% de finos y un 30% de escamas grandes, las cuales deben ser eliminadas del flujo F_{12} en los equipos siguientes.

6.6.7- CICLÓN

El rendimiento del equipo seleccionado es del 80%. La composición del flujo F_{12} se mantiene constante en los flujos F_{13} y F_{14} .

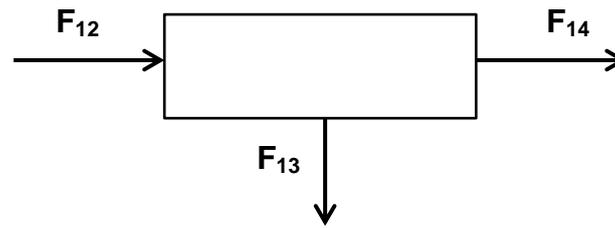


Figura 6.8: Esquema, flujos del ciclón.

FLUJO	DESCRIPCION
F ₁₂	Escamas de PET-5
F ₁₃	Finos
F ₁₄	Escamas de PET-6

Tabla 6.9: Flujos de entrada y salida del ciclón.

$$F_{12} = 1476,7485 \text{ Kg/h}$$

En F₁₂ sale un flujo de 1476,7485 Kg/h de los cuales el 5% corresponde a tamaños no correctos, dentro de este el 70% corresponde a partículas finas y el 30% a partículas grandes; entonces dentro del flujo F₁₂ tengo 73,837 Kg/h que corresponden a tamaños no correctos y dentro de esta cantidad tengo 51,68 Kg/h que corresponden a partículas finas las cuales deben ser eliminadas en el equipo.

$$F_{13} = F_{12} \text{ partículas finas} * \eta$$

$$F_{13} = 51,68 \text{ Kg/h} * 0,80$$

$$F_{13} = 41,3448 \text{ Kg/h}$$

De acuerdo al balance de masa global: $F_{12} = F_{13} + F_{14}$

$$F_{14} = F_{12} - F_{13}$$

$$F_{14} = 1476,7485 \text{ Kg/h} - 41,3448 \text{ Kg/h}$$

$$F_{14} = 1435,3997 \text{ Kg/h}$$

6.5.8- TANQUE LAVADOR CON SOSA CAUSTICA

El proceso de lavado determina la calidad del producto final. En esta operación el insumo más importante es el agua, que por aspecto ambientales debe ser asociada para un uso continuo y solo debe reemplazarse la cantidad normal de perdida.

Dependiendo del origen del material, también será necesario usar soda caustica para asegurar un buen lavado eficiente y eficaz.

Se considerara apropiado un valor de concentración de soda caustica del 0.5%, una relación del material solido (flakes de PET) a agua de 1/12 (según determinaciones experimentales), hasta un 5% de pérdida de agua en el proceso de reciclaje de agua debido principalmente a procesos de transporte de agua (determinación experimental) y 2% de pérdidas de material sólido como material fino, pegamento y suciedad sale con el agua de lavado .El gasto de soda caustica es de 0.02% (determinación experimental) respecto de la cantidad inicial del 0.5%, sale con el flujo de flakes de PET limpios. El material contaminante es aproximadamente un 0.3% (determinación experimental) del material seco introducido a esta operación.

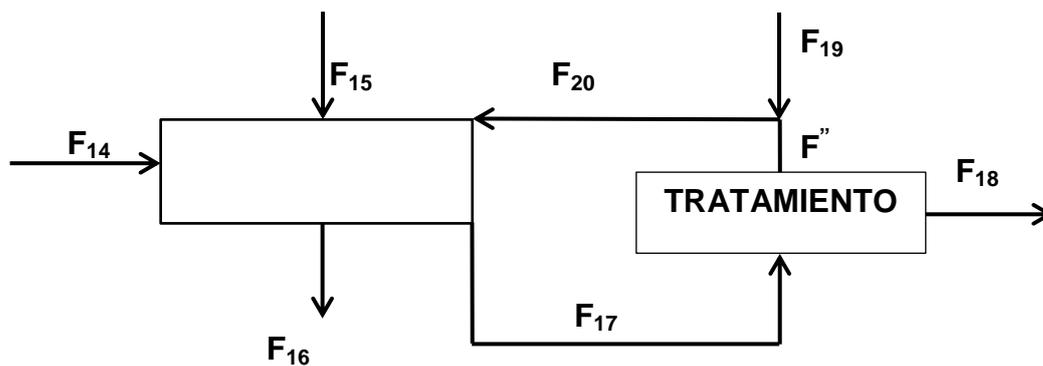
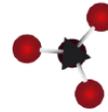


Figura 6.9: Esquema y flujos de entrada y salida tanque lavador de soda caustica.

FLUJO	DESCRIPCION
F ₁₄	Escamas de PET-6 (flakes sucios)
F ₁₅	Solución de Lavado
F ₁₆	Escamas de PET-7 (flakes limpios)
F ₁₇	Agua de lavado
F ₁₈	Lodo
F ₁₉	Reposición solución de lavado
F ₂₀	Solución de lavado recirculada

Tabla 6.10 Flujos de entrada y salida del tanque lavador con soda caustica.

F₁₄ = 1435,3997 Kg/h



Composición de F₁₄

- ❖ W_{EVA} = 0,007102 %
- ❖ W_{PEHD} = 0,06907 %
- ❖ W_{metal etiqueta} = 0,02698 %
- ❖ W_{pegamento} = 0,08441 %
- ❖ W_{PP} = 4,32 %
- ❖ W_{suciedad} = 0,1040 %
- ❖ W_{PVC} = 0,1566 %
- ❖ W_{PET} = 95,2318 %

Teniendo en cuenta que la relación de material sólido que ingresa en F₁₄ y agua es 1/12.

$$F_{15} = 12 * F_{14}$$

$$F_{15} = 12 * 1435,4 \text{ Kg/h}$$

$$F_{15} = 17224,7964 \text{ Kg/h}$$

Teniendo en cuenta que en F₁₇ se eliminan solo el pegamento, la suciedad y sosa caustica (NaOH) en el agua de lavado

$$F_{17} = F_{15} * W_{\text{agua}} + F_{14} * W_{\text{pegamento}} * \eta + F_{14} * W_{\text{suciedad}} * \eta + [\text{NaOH}_{F_{14}} - (\text{NaOH}_{F_{14}} - \text{NaOH}_{F_{16}}) - (\text{NaOH}_{F_{14}} - \text{NaOH}_{F_{18}})]$$

$$F_{17} = 17224,7964 \text{ Kg/h} * 0,82 + 1435,3997 \text{ Kg/h} * (0,0844/100) * 0,85 + 1435,3997 \text{ Kg/h} * (0,1040/100) * 0,85 + [86,1939 - (86,1939 * 2.10^{-4}) - (86,1939 * 1.10^{-4})]$$

$$F_{17} = 14212,7742 \text{ Kg/h}$$

Los flakes de PET limpios en el flujo F₁₆ salen con una humedad del 18%.

$$F_{16} = F_{15} * h_r + [F_{14} - (F_{14} * W_{\text{pegamento}} * \eta) - (F_{14} * W_{\text{suciedad}} * \eta)] + (\text{NaOH}_{F_{14}} - \text{NaOH}_{F_{16}})$$

$$F_{16} = 17224,7964 \text{ Kg/h} * 0,18 + [1435,3997 \text{ Kg/h} - (1435,3997 \text{ Kg/h} * (0,0844/100) * 0,85) - (1435,3997 \text{ Kg/h} * (0,1040/100) * 0,85)] + (86,1939 \text{ Kg/h} * 2.10^{-4})$$

$$F_{16} = 4553,4677 \text{ Kg/h}$$

Composición de F₁₆:

- ❖ W_{EVA} = 0,0022387 %
- ❖ W_{agua} = 68,090 %

- ❖ $W_{PEHD} = 0,02177 \%$
- ❖ $W_{\text{metal etiqueta}} = 0,008504 \%$
- ❖ $W_{\text{pegamento}} = 0,00399 \%$
- ❖ $W_{PP} = 1,3618 \%$
- ❖ $W_{\text{suciedad}} = 0,04728 \%$
- ❖ $W_{PVC} = 0,04936 \%$
- ❖ $W_{PET} = 30,4539 \%$

6.5.8.1- TRATAMIENTO DE LODO

En esta etapa se considera una pérdida del 5% de agua correspondiente al flujo F_{17} que se recircula. Además con el flujo F_{18} se elimina todo el pegamento, la suciedad y el 0,01% de la concentración inicial de NaOH.

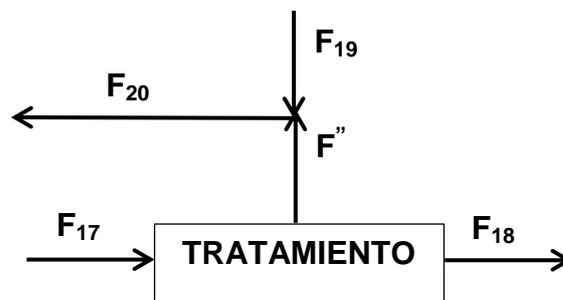


Figura 6.10: Esquema y flujos de entrada y salida etapa de tratamiento de lodo.

$$F_{18} = F_{17} * (5 / 100)$$

$$F_{18} = 14212,7742 \text{ Kg/h} * (5/100)$$

$$F_{18} = 710,6344 \text{ Kg/h}$$

Composición de F_{18} :

- ❖ $W_{NaOH} = 0,001212 \%$
- ❖ $W_{\text{agua}} = 99,6822 \%$
- ❖ $W_{\text{pegamento}} = 0,1449\%$
- ❖ $W_{\text{suciedad}} = 0,1716 \%$

Sabiendo que en F_{20} se debe reponer el agua y el NaOH perdidos en F_{18} y en F_{16} .

Agua perdida en F_{18} :

$$F_{18,agua} = F_{18} \cdot W_{agua}$$

$$F_{18,agua} = 710,6344 \text{ Kg/h} \cdot (99,6822/100)$$

$$\underline{F_{18,agua} = 708,3760 \text{ Kg/h}}$$

Agua perdida en F_{16} , si se pierde el 18% del flujo F_{15}

$$F_{16,agua} = F_{15} \cdot h_r$$

$$F_{16,agua} = 17224,7964 \text{ Kg/h} \cdot 0,18$$

$$\underline{F_{16,agua} = 3100,46 \text{ Kg/h}}$$

$$F_{20} = F_{16,agua} + F_{18,agua}$$

$$F_{20} = 708,3760 \text{ Kg/h} + 3100,46 \text{ Kg/h}$$

$$\underline{F_{20} = 3808,8187 \text{ Kg/hr}}$$

6.5.9- SEPARACIÓN POR DENSIDAD

En esta etapa se elimina por flotación PP y PEHD. El equipo seleccionado tiene un rendimiento del 90%.

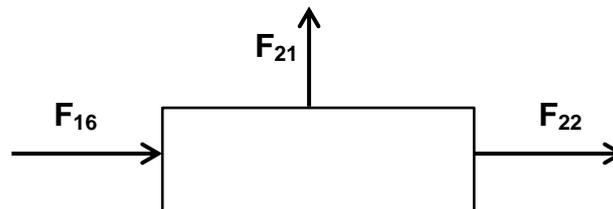


Figura 6.11: Esquema y flujos de entrada y salida etapa de separación por densidad.

FLUJO	DESCRIPCION
F_{16}	Escamas de PET-7
F_{21}	PP, PEHD
F_{22}	Escamas de PET-8

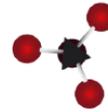
Tabla 6.11: Flujos de entrada y salida del separador por densidad.

$$F_{16} = 4553,467 \text{ Kg/h}$$

Composición de F_{16} :

$$\diamond W_{PP} = 1,3618 \%$$

$$\diamond W_{PEHD} = 0,02177 \%$$



$$\diamond W_{H_2O} = 68,090\%$$

En F_{16} la masa de PP es de 62,00923 Kg/h de los cuales del 90% sale en F_{21} y el 10 % en F_{22} , la masa de PEHD es de 0,999128 Kg/h de los cuales el 90 % sale en F_{21} y el 10% sale en F_{22} y la masa de agua es de 3100,4561 de los cuales el 5% sale en F_{21} y el 95 % se va el F_{22} .

$$F_{21} = (F_{16} * W_{PP} * \eta) + (F_{16} * W_{PEHD} * \eta) + (F_{16} * W_{H_2O} * \eta)$$

$$F_{21} = (4553,467 \text{ Kg/h} * (1,3618/100) * 0,90) + (4553,467 \text{ Kg/h} * (0,02177/100) * 0,90) + (4553,467 \text{ Kg/h} * (68,090/100) * 0,05)$$

$$F_{21} = 211,72 \text{ Kg/h}$$

De acuerdo al balance de masa global: $F_{16} = F_{21} + F_{22}$

$$F_{22} = F_{16} - F_{21}$$

$$F_{22} = 4553,467 \text{ Kg/h} - 211,72 \text{ Kg/h}$$

$$F_{22} = 4341,747 \text{ Kg/h}$$

Composición de F_{22} :

- $\diamond W_{EVA} = 0,002238 \%$
- $\diamond W_{agua} = 67,84 \%$
- $\diamond W_{PEHD} = 0,00002283 \%$
- $\diamond W_{metal \text{ etiqueta}} = 0,008504 \%$
- $\diamond W_{pegamento} = 0,00399 \%$
- $\diamond W_{PP} = 0,001428\%$
- $\diamond W_{suciedad} = 0,04728 \%$
- $\diamond W_{PVC} = 0,04936 \%$
- $\diamond W_{PET} = 30,4539 \%$
- $\diamond W_{NaOH} = 0,003785 \%$

6.5.10- CENTRIFUGA

El equipo seleccionado tiene un rendimiento del 98%.

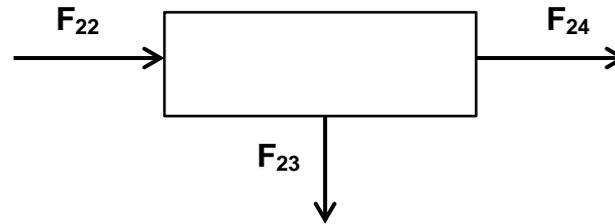


Figura 6.12: Esquema y flujos de entrada y salida de la centrifuga.

FLUJO	DESCRIPCION
F_{22}	Escamas de PET-8
F_{23}	Agua
F_{24}	Escamas de PET-9

Tabla 6.12: Flujos de entrada y salida de la centrifuga.

$$F_{22} = 4341,747 \text{ Kg/h}$$

$$\diamond W_{\text{agua}} = 67,84 \%$$

$$F_{23} = F_{22} * W_{\text{agua}} * \eta$$

$$F_{23} = 4341,747 \text{ Kg/h} * (67,84/100) * 0,98$$

$$F_{23} = 2886,53 \text{ Kg/h}$$

De acuerdo al balance de masa global: $F_{22} = F_{23} + F_{24}$

$$F_{24} = F_{22} - F_{23}$$

$$F_{24} = 4341,747 \text{ Kg/h} - 2886,53 \text{ Kg/h}$$

$$F_{24} = 1455,21 \text{ Kg/h}$$

6.5.11- HORNO ROTATIVO

Luego del equipo centrífugo la materia prima es dirigida hacia la etapa de secado.

Es necesario conocer parámetros tales como temperatura de entrada y salida de los flujos correspondientes para poder determinar el calor necesario para el funcionamiento del horno. Un factor a tener en cuenta durante el procesamiento del PET es su carácter higroscópico y que su estado fundido presenta una alta sensibilidad a la degradación hidrolítica de ahí que sea práctica común en la industria al realizar un secado a temperaturas mayores a su T_g (entre 140-160 °C) antes de cualquier etapa de procesamiento.

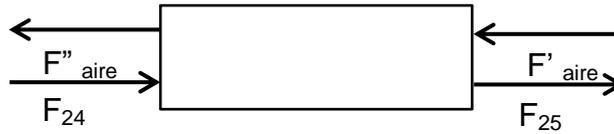


Figura 6.13: Esquema y flujos de entrada y salida del horno rotativo.

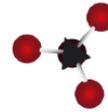
En la figura anterior se esquematiza el horno con los flujos de entradas y salidas, con sus respectivas temperaturas.

Suponiendo que el aire ingresa con una temperatura de 23°C, el cual es calentado por resistencia hasta unos 161°C aproximadamente.

- ❖ Cantidad de solido a secar: **1461,30 Kg/h**
- ❖ Humedad del solido a la entrada: **4,44 %**
- ❖ Humedad del solido a la salida: **0,5 %**
- ❖ Temperatura del solido a la entrada: **23 °C**
- ❖ Temperatura del solido a la salida: **¿?**
- ❖ Cantidad de agua a evaporar: **64, 675 Kg/h**
- ❖ Masa de PET libre de agua: **1396,30 Kg/h**
- ❖ Rango de Velocidad de circulación del aire : **0,5 m/s -5 m/s** (según datos experimentales)
- ❖ Temperatura del aire a la entrada : **161 °C**
- ❖ Humedad w a 161°C : **0,015 Kg_{agua}/ Kg_{aire}**
- ❖ Temperatura del aire a la salida: **¿?**
- ❖ Calor especifico del solido: **Cp=0,246 Kcal/Kg.°C**
- ❖ Calor especifico del aire: **Cp= 0,24 Kcal/Kg.°C**
- ❖ Calor especifico del agua: **Cp=1 Kcal/Kg.°C**
- ❖ Calor especifico del vapor: **Cp=0,45 Kcal/Kg.°C**
- ❖ Calor latente de vaporización del agua: **$\lambda=569$ Kcal/Kg**

Referencias:

- ❖ Humedad promedio de PIP: **68% Bs.As**
- ❖ Temperatura de bulbo seco en PIP (Parque Industrial Pilar): **23°C**
- ❖ Temperatura de bulbo húmedo en PIP: **16,3 °C**



- ❖ Constante y temperatura de bulbo húmedo(Diagrama Psicométrico) Facorro Ruiz

Como se puede observar la temperatura de salida del solido de PET y del aire son nuestras incógnitas, para estos cálculos se recurre al Manual del Ingeniero Perry 7ª Edición- Volumen II Pagina 12.71 en donde se encuentra la tabla de datos del funcionamiento de hornos de secado rotativo. En esta tabla se selecciona un horno que tiene una capacidad de evaporación similar a la nuestra, con lo cual vamos a poder estimar las temperaturas de trabajo para el diseño de nuestro equipo.

Características del equipo seleccionado de tabla:

- Relación Diámetro- Longitud: **D/L= 1,26m x 7,62m**
- Evaporación: **136 Kg/h**

La velocidad de circulación del aire según datos experimentales será de 1,3 Kg/s.m²

Calculo de la sección del equipo:

$$S = (\pi \cdot D^2) / 4$$

$$S = (\pi \cdot 1,26 \text{ m}^2) / 4$$

$$\mathbf{S = 1,25 \text{ m}^2}$$

$$1,3 \text{ Kg/s.m}^2 \cdot 1,25 \text{ m}^2 = 1,625 \text{ Kg/s}$$

$$1,625 \text{ Kg/s} \cdot 60 \text{ s/min} \cdot 60 \text{ min/h} = 5850 \text{ Kg/h}$$

Entonces el caudal de los gases de salida será:

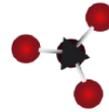
- $\mathbf{G_g \cdot S = 5850 \text{ Kg/h}}$

Este caudal está constituido por:

$$\mathbf{G_g \cdot S = G_{seco} \cdot G_{húmedo} \quad (a)}$$

$$G_{húmedo} = G_{seco} \cdot (\text{Kg}_{\text{vapor}} / \text{Kg}_{\text{aire seco}} + \text{humedad})$$

$$G_{húmedo} = G_{seco} \cdot (\text{Kg}_{\text{vapor}} / G_{seco} + 0,015)$$



$$G_{\text{húmedo}} = \text{Kg}_{\text{vapor}} + 0,015$$

$$G_{\text{húmedo}} = 65 \text{ Kg}_{\text{vapor/h}} + 0,015 * G_{\text{seco}} \quad (\text{b})$$

Reemplazamos la ecuación (b) en (a):

$$G_{\text{G}} * S = G_{\text{seco}} * 65 \text{ Kg}_{\text{vapor/h}} + 0,015 * G_{\text{seco}}$$

$$(6660 - 136) \text{ Kg/h} = G_{\text{seco}} * (1 + 0,015)$$

$$G_{\text{seco}} = (5850 - 65) \text{ Kg/h} / (1 + 0,015)$$

$$G_{\text{seco}} = 5699,50 \text{ Kg/h} \quad (\text{c})$$

Reemplazamos la ecuación (c) en (b):

$$G_{\text{húmedo}} = 65 \text{ Kg}_{\text{vapor/h}} + 0,015 * 5699,50 \text{ Kg/h}$$

$$G_{\text{húmedo}} = 150,49 \text{ Kg/h}$$

Suponiendo el 5% en pérdidas del caudal de aire seco (G_{seco}), el caudal de aire real de alimentación será:

$$G_{\text{seco}} = 5699,50 \text{ Kg/h} * 0,95$$

$$G_{\text{seco}} = 5414,525 \text{ Kg/h}$$

Para determinar el flujo total de calor usaremos la siguiente ecuación:

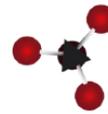
$$Q_t = G_{\text{G}} * S * s * (t_4 - t_3)$$

- ❖ Q_t : Flujo de calor total en Kcal/h
- ❖ $G_{\text{G}} * S$: Flujo de gases en Kg/h
- ❖ s : Calor húmedo en Kcal/ Kg.°C
- ❖ t_3 : Temperatura de salida del aire 95° C
- ❖ t_4 : Temperatura de entrada del aire 161 °C

$$s = 0,24 + 0,45 * w$$

$$s = 0,24 + 0,45 * 0,015$$

$$s = 0,246$$



Es importante que la temperatura de salida del aire la consideremos igual a la temperatura de bulbo húmedo, de esta manera realizando un balance de energía global nos permitirá conocer la máxima temperatura a la que saldrá el PET.

Por lo tanto el calor máximo a entregar por el aire será:

$$Q_t = \dot{G}_G * S * s * (T^4 - T^3)$$

$$Q_t = 5414,525 \text{ Kg/h} * 0,246 * (161-95)^\circ\text{C}$$

$$Q_t = 87910,22 \text{ Kcal/h}$$

Para realizar un balance de energía global dentro del horno se deben considerar:

1. Calor necesario para elevar la temperatura del solido de 23°C a T².

$$Q_A = m_{PET} * C_{p_{PET}} * (T^2 - T_1) + m_{agua} * C_{p_{agua}} * (T^2 - T^1)$$

$$Q_A = 1396,30 \text{ Kg/h} * 0,25 \text{ Kcal/Kg.h} * (T^2 - 23)^\circ\text{C} + 0,325 \text{ Kg/h} * 1 \text{ Kcal/Kg.h} * (T^2 - 23)^\circ\text{C}$$

$$Q_A = 349,07 \text{ Kcal/h} \cdot ^\circ\text{C} * T^2 - 8028,72 \text{ Kcal/h} + 0,325 \text{ Kcal/h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q_A = 349,39 * T^2 - 8036,195 \text{ Kcal/h}$$

2. Calor necesario para calentar el agua desde 23°C a T^h

$$Q_B = m_{vapor} * C_{p_{vapor}} * (T^h - T_1)$$

$$Q_B = 64,675 \text{ Kg/h} * 1 \text{ Kcal/Kg.h} * (95-23)^\circ\text{C}$$

$$Q_B = 4656,6 \text{ Kcal/h}$$

3. Calor necesario para evaporar el agua.

$$Q'_B = m_{agua} * \lambda$$

$$Q'_B = 64,675 \text{ Kg/h} * 569 \text{ Kcal/Kg}$$

$$Q'_B = 36800,075 \text{ Kcal/h}$$

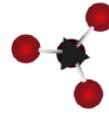
4. Calor necesario para recalentar el vapor hasta la temperatura de salida T₃

$$Q''_B = m_{vapor} * C_{p_{vapor}} * (T^4 - T^3)$$

$$T^4 = T^3 = 95^\circ\text{C}$$

$$Q''_B = 0 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_A + Q_B + Q'_B + Q''_B = \dot{G}_G * S * s * (T^4 - T^3)$$



$$349,39 \cdot T^2 - 8036,195 \text{ Kcal/h} + 4656,6 \text{ Kcal/h} + 36800,075 \text{ Kcal/h} + 0 \text{ Kcal/h} = 87910,22 \text{ Kcal/h}$$

$$T^2 = 54489,74 \text{ Kcal/h} / 349,39 \text{ Kcal/h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T^2 = 155,95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Por otro lado para encontrar la máxima temperatura a la que salen los gases, suponiendo que el sólido sale a la temperatura de bulbo húmedo, por lo tanto el balance de energía será:

$$m_{\text{PET}} \cdot C_p_{\text{PET}} \cdot (T_2 - T_1) + m_{\text{agua}} \cdot C_p_{\text{agua}} \cdot (T_h - T_1) + m_{\text{agua}} \cdot \lambda + m_{\text{vapor}} \cdot C_p_{\text{vapor}} \cdot (T^3 - T^h) = G_G \cdot S \cdot s \cdot (T^4 - T^3)$$

$$1396,30 \text{ Kg/h} \cdot 0,25 \text{ Kcal/Kg} \cdot \text{h} \cdot (95 - 23)^\circ\text{C} + 64,675 \text{ Kg/h} \cdot 1 \text{ Kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (95 - 23)^\circ\text{C} + 64,675 \text{ Kg/h} \cdot 569 \text{ Kcal/Kg} + 64,675 \text{ Kg/h} \cdot 0,45 \text{ Kcal/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (T^3 - 95)^\circ\text{C} = 5414,525 \cdot 0,246(161 - T^3)$$

$$25133,4 \text{ Kcal/h} + 4656,6 \text{ Kcal/h} + 36800,075 \text{ Kcal/h} + 29,10 \cdot T^3 - 2764,85 \text{ Kcal/h} = 5414,525 \cdot 0,246(161 - T^3)$$

$$63825,225 + 29,10 \cdot T^3 = 214447,67 \text{ Kcal/h} - 1331,973 \cdot T^3 \text{ Kcal/h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$1361,073 \cdot T^3 = 150622,445$$

$$T^3 = 150622,445 / 1361,073$$

$$T^3 = 10,66 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Una vez encontradas las temperaturas de salida del horno propuesto y a los fines prácticos para el diseño de nuestro horno, adoptaremos temperaturas similares para la salida de nuestros flujos, por lo tanto encontraremos el flujo máximo de calor que debería apostar nuestro equipo en el caso de que la salida de gases y sólidos lo hagan a la máxima temperatura, es decir, considerando una entrega completa de calor necesario.

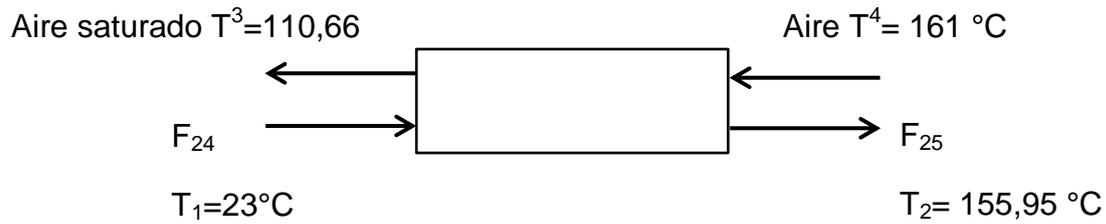


Figura 6.14: Esquema, temperaturas y flujos de entrada y salida del horno rotativo de aire.

FLUJO	DESCRIPCION
F ₂₄	Escamas- PET LIMPIO HUMEDO
F ₂₅	Escamas- PET LIMPIO SECO

Tabla 6.13: Flujos de entrada y salida del horno rotativo del aire.

6.5.11.1- BALANCE DE ENERGÍA:

- Cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura del solido de 23°C a 155,95°C.

$$Q_1 = m_{\text{PET}} \cdot C_{p \text{ PET}} \cdot (T^2 - T^1)$$

$$Q_1 = 1396,30 \text{ Kg/h} \cdot 0,25 \text{ Kcal/Kg.h} \cdot (155,95 - 23)^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 46409,52 \text{ Kcal/h}$$

- Calor necesario para eliminar la humedad

Calor para calentar el agua desde 23°C a la temperatura de bulbo húmedo de 95°C

$$Q_2 = m_{\text{agua}} \cdot C_{p \text{ agua}} \cdot (T^h - T^1)$$

$$Q_2 = 54,975 \text{ Kg/h} \cdot 1 \text{ Kcal/Kg.}^\circ\text{C} \cdot (95 - 23)^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 4656,6 \text{ Kcal/h}$$

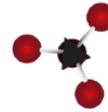
- Calor necesario para evaporar el agua

$$Q^3 = m_{\text{agua}} \cdot \lambda$$

$$Q^3 = 64,675 \text{ Kg/h} \cdot 569 \text{ Kcal/Kg}$$

$$Q^3 = 36800,075 \text{ Kcal/Kg}$$

- Calor necesario para recalentar el vapor hasta la temperatura de salida



$$Q_4 = m_{\text{vapor}} * C_{p \text{ vapor}} * (T^3 - T^h)$$

$$Q_4 = 64,675 \text{ Kg/h} * 0,45 \text{ Kcal/Kg.h} * (110,66 - 95)^\circ\text{C}$$

$$Q_4 = 455,76 \text{ Kcal/h}$$

- Calor aportado en el proceso

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_T = 46409,52 \text{ Kcal/h} + 4656,6 \text{ Kcal/h} + 36800,075 \text{ Kcal/Kg} + 455,76 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_T = 88321,95 \text{ Kcal/h}$$

DIMENSIONAMIENTO DEL SECADOR

- Calculo de la cantidad de aire

_ Calor húmedo del aire que entra

$$s = 0,24 + 0,45 * w$$

$$s = 0,24 + 0,45 * 0,015$$

$$s = 0,246 \text{ Kcal/Kg.}^\circ\text{C}$$

Sabemos que:

$$Q_T = G_G * S * (T^4 - T^3)$$

$$88321,95 \text{ Kcal/h} = G_G * S * 0,246 \text{ Kcal/Kg.}^\circ\text{C} * (161 - 110,66)^\circ\text{C}$$

$$G_G * S = 7132,14 \text{ Kg/h}$$

_ Considerando el 5% de pérdidas:

$$7132,14 \text{ Kg/h} * 0,05 = 356,60 \text{ Kg/h}$$

$$G_G * S = 7132,14 \text{ Kg/h} + 356,60 \text{ Kg/h}$$

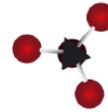
$$G_G * S = 7488,74 \text{ Kg/h}$$

_ Caudal aportado por la humedad evaporada

$$W_2 = (64,675 \text{ Kg}_{\text{vapor}} / 7132,14 \text{ Kg}_{\text{gas}}) + 0,015$$

$$W_2 = 0,024 \text{ Kg}_{\text{vapor}} / \text{Kg}_{\text{gas}}$$

$$7488,74 \text{ Kg/h} * 0,024 \text{ Kg}_{\text{vapor}} / \text{Kg}_{\text{gas}} = 179,72 \text{ Kg}_{\text{agua}} / \text{h}$$



_Caudal de gases total a la salida

$$G_G * S = 7488,74 \text{ Kg/h} + 179,72 \text{ Kg}_{\text{agua}}/\text{h}$$

$$G_G * S = 7668,46 \text{ Kg/h}$$

_Expresado en m³/h

$$\delta_{\text{aire}} = 1,18 \text{ Kg/m}^3$$

$$\delta_{\text{vapor}} = 0,42 \text{ Kg/m}^3$$

$$G_G * S = (7488,74 \text{ Kg/h} / 1,18 \text{ Kg/m}^3) + (179,72 \text{ Kg/h} / 0,42 \text{ Kg/m}^3)$$

$$G_G * S = 6774,2945 \text{ m}^3/\text{h}$$

_Velocidad del aire según las tablas

$$1,3 \text{ Kg/s.m}^2 * 60 \text{ s/min} * 60 \text{ min/h} = 4680 \text{ Kg/h.m}^2$$

- Sección del Secadero

$$S = 7668,46 \text{ Kg/h} / 4680 \text{ Kg/h.m}^2$$

$$S = 1,63 \text{ m}^2$$

- Calculo del diámetro del Secadero

$$S = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * S}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 1,63 \text{ m}^2}{\pi}}$$

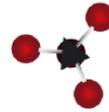
$$D = 1,44 \text{ m}$$

- Calculo del coeficiente de transmisión de calor

$$U * a = \frac{57 * G_G^{0,15}}{D}$$

$$U * a = \frac{57 * (4680)^{0,15}}{1,44}$$

$$U * a = 140,62 \frac{\text{Kcal}}{\text{h.m}^3.\text{°C}}$$



Dónde:

U: Coeficiente global de transmisión del calor Kcal/h.m².°C

A: Superficie específico de las partículas del sólido, en m²/m³ de volumen de secadero.

- Calculo de la temperatura de aire al final del periodo de precalentamiento

Primero se calcula el calor necesario para precalentar el sólido a la temperatura de bulbo húmedo (95°C).

$$Q_1 = m_{PET} * C_{p PET} * (T_h - T_1) + m_{agua} * C_{p agua} * (T_h - T_1)$$

$$Q_1 = 1396,30 \text{ Kg/h} * 0,25 \text{ Kcal/Kg.}^\circ\text{C} * (95-23)^\circ\text{C} + 64,675 \text{ Kg/h} * 1 \text{ Kcal/Kg.}^\circ\text{C} * (95-23)^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 25133,4 \text{ Kcal/h} + 4656,6 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_1 = 29790 \text{ Kcal/h}$$

- Calculo del cambio de temperatura del aire

$$\frac{Q_{precalent.}}{Q_T} * (T^4 - T^3) = \frac{29790 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}}{88321,95 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}} * (161 - 110,66)^\circ\text{C} = 16,95^\circ\text{C}$$

- Temperatura al final del periodo de precalentamiento

$$T^6 = 110,66^\circ\text{C} + 16,97^\circ\text{C}$$

$$T^6 = 127,63^\circ\text{C}$$

La diferencia media logarítmica de temperatura para este periodo será:

$$DMLT_{precal} = \frac{(T^3 - T^1) - (T^6 - T^h)}{\ln \frac{(T^3 - T^1)}{(T^6 - T^h)}}$$

$$DMLT_{precal} = \frac{(110,66 - 23) - (127,63 - 95)}{\ln \frac{(110,66 - 23)}{(127,63 - 95)}}$$

$$DMLT_{precal} = 55,68^\circ\text{C}$$

- Calculo de la temperatura del aire al inicio del periodo de recalentamiento

$$Q_1 = m_{PET} * C_{p PET} * (T_2 - T_h)$$

$$Q_1 = 1396,30 \text{ Kg/h} * 0,25 \text{ Kcal/Kg.}^\circ\text{C} * (155,95-110,66)^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 21276,12 \text{ Kcal/h}$$

- Calculo del cambio de temperatura del aire

$$\frac{Q_{\text{recalent.}}}{Q_T} * (T^4 - T^3) = \frac{21276 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}}{88321,95 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}} * (161 - 110,66)^\circ\text{C} = 12,12^\circ\text{C}$$

- Temperatura al final del periodo de recalentamiento

$$(T^4 - T^5) = 12,12^\circ\text{C}$$

$$T^5 = (161^\circ\text{C} - 12,12^\circ\text{C})$$

$$T^5 = 148,88^\circ\text{C}$$

$$DMLT_{\text{recal}} = \frac{(T^5 - T^1) - (T^4 - T^2)}{\ln \frac{(T^5 - T^1)}{(T^4 - T^2)}}$$

$$DMLT_{\text{recal}} = \frac{(148,88 - 23) - (161 - 155,95)}{\ln \frac{(148,88 - 23)}{(161 - 155,95)}}$$

$$DMLT_{\text{recal}} = 37,64^\circ\text{C}$$

El perfil de temperatura del horno será:

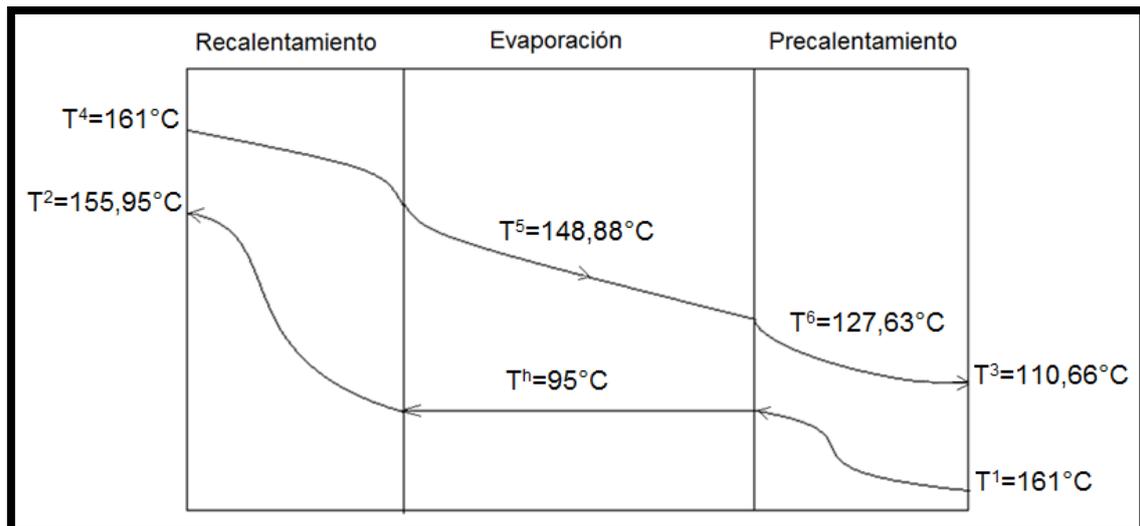
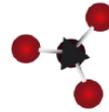


Figura 6.15: Perfil de Temperatura Reales en Horno Secadero.



- Calculo de la longitud del horno secadero

Partimos del siguiente balance de energía para definir NTU y HTU.

Se sigue utilizando la misma nomenclatura:

$$dq = G'_G * S * dt_G = -G'_s * S * dt$$

De acuerdo a la ecuación general de transmisión del calor

$$dq = U * a * S * (\Delta t)$$

Combinando ambas ecuaciones

$$-G'_G * S * dt_G = U * a * S * (\Delta t)$$

Donde Z es la longitud de del horno Secadero, se llegara a que:

- Zona de evaporación

$$\frac{U * a * Z}{G'_G * s} = \ln \frac{(T^5 - T^h)}{(T^6 - T^h)}$$

- Zona de precalentamiento y recalentamiento

$$\frac{U * a * Z}{G'_G * s} = \ln \frac{(T^4 - T^5)}{T_{ML}}$$

Otra forma de expresar las ecuaciones de diseño es llamar NTU al valor de la integral.

$$NTU = \int_{T^6}^{T^h} \frac{dt_G}{T_{ML}}$$

$$NTU = \frac{U * a * Z}{G'_G * s}$$

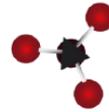
$$Z = \frac{G'_G * s}{U * a} * NTU$$

$$Z = HTU * NTU$$

Calculo del NTU

- Periodo de evaporación:

$$NTU_{evapor} = \ln \frac{(148,8 - 95)}{(127,63 - 95)}$$



$$\mathbf{NTU_{evapor} = 0,5015}$$

- Periodo de precalentamiento:

$$NTU_{precal} = \ln \frac{(127,63 - 110,66)}{(55,68)}$$

$$\mathbf{NTU_{precal} = 0,3047}$$

- Periodo de Recalentamiento:

$$NTU_{recal} = \ln \frac{(161 - 148,88)}{(37,64)}$$

$$\mathbf{NTU_{recal} = 0,3219}$$

$$NTU_{TOTAL} = NTU_{evapor} + NTU_{precal} + NTU_{recal}$$

$$NTU_{TOTAL} = 0,5015 + 0,3047 + 0,3219$$

$$\mathbf{NTU_{TOTAL} = 1,12}$$

Calculo del HTU

$$HTU = \frac{G'_G * s}{U * a}$$

$$HTU = \frac{4680 \frac{\text{Kcal}}{\text{h.m}^2} * 0,246 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}^\circ\text{C}}}{140,62 \frac{\text{Kcal}}{\text{h.m}^3.^\circ\text{C}}}$$

$$\mathbf{HTU = 8,18 m}$$

- El largo del horno será:

$$Z = NTU * HTU$$

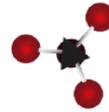
$$Z = 8,18 \text{ m} * 1,12$$

$$\mathbf{Z = 9,16 m}$$

- Relación L/D

$$D = 1,44 \text{ m}$$

$$L = 9,16 \text{ m}$$



$$\frac{L}{D} = \frac{9,16 \text{ m}}{1,44 \text{ m}}$$

$$\frac{L}{D} = 6,36$$

Verifica ya que la relación L/D debe ser menor que 10.

Según los datos calculados se volvera a seleccionar nuevamente el secador rotativo del libro Perry tomo II página 12.71.

Tamaño del secador m x m = 1,839/10,668

Evaporación Kg/h= 317,5 Kg/h

6.5.12- EXTRUSORA

La Extrusora a utilizar será una de doble tornillo. La principal ventaja de este tipo de extrusora de doble tornillo reticulado y co-rotatorio es su notable capacidad de mezcla, la cual confiere características excepcionales a los productos extrudidos y les aporta un significativo valor a las unidades de procesamiento.

Balance de Masa:

$$E = A + S \quad (1)$$

- ❖ E= Flujo que entra al equipo
- ❖ A= Flujo que se acumula en el equipo
- ❖ S= Flujo que sale del equipo

Teniendo en cuenta que:

FLUJO	DESCRIPCION
F ₂₅ = E	Escamas- PET LIMPIO SECO
F ₂₆ =S	Pellets - (estado amorfo)

Tabla 6.14: Flujo de entrada y salida de la extrusora.

E=1.396.8161 kg/hora

Se realizan las siguientes consideraciones:

_El porcentaje de acumulación se calcula considerando que después de cada proceso de extrusión una pequeña cantidad de material trabajado queda alojado en el espacio existente entre el tornillo y el cilindro.

_La relación de holgura entre el tornillo y el cilindro es de $0.002 \cdot D$, de acuerdo al equipo seleccionado $D = 92 \text{ mm}$ y en base a ello se estable que la cantidad de material alojado en ese espacio es del 6%.

Tamaño del tornillo mm (pulg)	Espacio mm (pulg)
64 (2.5)	0.05 (0.002)
76 (3)	0.10 (0.004)
114 (4.5)	0.13 (0.005)
152 (6)	0.18 0.007

Tabla 6.15: Relación de holgura entre tornillo y cilindro.

De acuerdo a esto tenemos que:

$$A = 83,81 \text{ kg/hora}$$

El rendimiento de la extrusora seleccionada es del 90% y las composiciones permanecen constantes.

De (1) se tiene que el flujo de salida es de

$$S = (1396.8161 - 1396.8161 \cdot 0.06) \cdot 0.90$$

$$S = 1.181,7061 \text{ kg/h} = F_{26}$$

6.5.12.1- BALANCE DE ENERGÍA

$$Q_{\text{absorbido}} = W_{\text{PET}} \cdot C_{p \text{ PET}} \cdot (T_f - T_o)$$

- ❖ W_{PET} : Flujo másico de PET
- ❖ C_p : Calor Especifico del PET
- ❖ T_f : Temperatura final de Extrusión ($^{\circ}\text{C}$)
- ❖ T_o : Temperatura inicial de Extrusión ($^{\circ}\text{C}$)

$$Q_{\text{absorbido}} = 1.396,8161 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 1,35 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \cdot (240 - 25)^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{absorbido}} = 405.425,873 \text{ KJ/hora}$$

$$Q_{\text{absorbido}} = 96.899,22 \text{ Kcal/hora}$$

Teniendo en cuenta que 1 Kcal/hora es 0.001162 KW, entonces la potencia o poder de calefacción requerido por la maquina es de 112.6KW.

6.5.12.2- TINA DE ENFRIAMIENTO

Calculo de la cantidad de agua necesaria

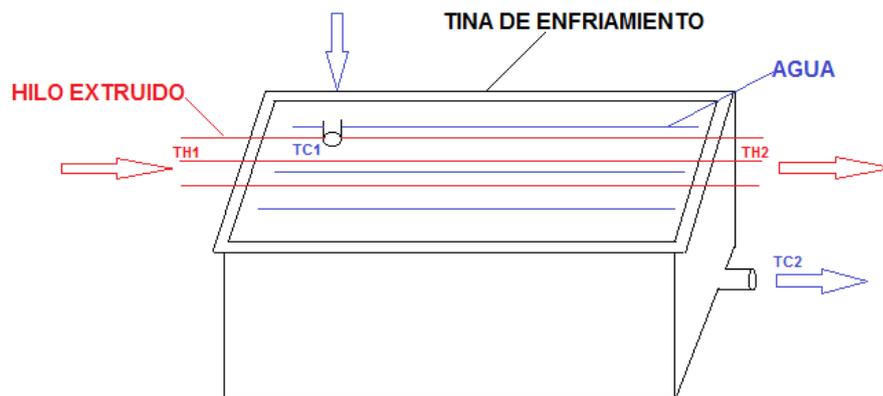


Figura 6.16: Esquema y flujos de entrada y salida de la tina de enfriamiento.

$$Q_{\text{absorbido}} = Q_{\text{cedido}} \quad (2)$$

$$m_{\text{PET}} * C_{p_{\text{PET}}} * (T_f - T_i)_{\text{PET}} = m_{\text{H}_2\text{O}} * C_{p_{\text{H}_2\text{O}}} * (T^f - T^i)_{\text{H}_2\text{O}}$$

Consideraciones

- ❖ El material extruido ingresa a la tina a 170°C y ha de salir a una temperatura de 25 °C
- ❖ La temperatura de entrada y salida del agua es 20 y 22 °C respectivamente.

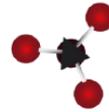
De (2) se tiene que:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{PET}} * C_{p_{\text{PET}}} * (T_f - T_i)}{C_{p_{\text{H}_2\text{O}}} * (T^f - T^i)}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1181,71 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 1,35 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} * (170 - 25)^\circ\text{C}}{4,212 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} * (22 - 20)^\circ\text{C}}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 27.460 \text{ Kg}$$

Se calcula el flujo volumétrico del agua:



$$V = \frac{m_{H_2O}}{\delta_{H_2O}}$$

$$V = \frac{27460 \frac{Kg}{h}}{998,2 \frac{Kg}{m^3}}$$

$$V=27.5 m^3$$

6.5.13- CRISTALIZADOR

Los pellets en estado amorfo provenientes de la extrusora ingresan al equipo cristalizador, donde se ordenan las cadenas poliméricas y se obtienen pellets en estado cristalino.

6.5.13.1- BALANCE DE MASA

- ❖ Temperatura de fusión de las escamas de pellets: 250-260 °C
- ❖ $\delta_{\text{pellets cristalino}} = 1,4 \text{ g/cm}^3$
- ❖ $\delta_{\text{pellets amorfo}} = 1,33 \text{ g/cm}^3$
- ❖ Temperatura de Cristalización: $T_C = 130-160 \text{ °C}$
- ❖ Temperatura de Cristalización media: $T_{CM} = 145 \text{ °C}$
- ❖ Temperatura de ingreso de los pellets: $T_I = 25 \text{ °C}$
- ❖ Temperatura de ingreso del aire: $T_I = 25 \text{ °C}$
- ❖ $C_{p \text{ pellets}} = 0,332 \text{ Kcal/kg.°C}$
- ❖ $C_{p \text{ aire}} = 0,246 \text{ Kcal/kg.°C}$
- ❖ $C_{p \text{ vapor de agua}} = 0,45 \text{ Kcal/kg.°C}$
- ❖ Humedad del aire: $w = 0,015 \text{ Kg}_{\text{agua}}/\text{Kg}_{\text{aire}}$

Se tomara un delta de temperatura, entre la temperatura de cristalización y la temperatura del aire de 30 °C, con el fin de generar una fuerza impulsora suficientemente alta para lograr la transferencia de calor del aire al flujo de pellets.

$$\Delta T = T_A - T_C$$

$$T_A - T_C = 30 \text{ °C}$$

$$T_A = T_C + 30 \text{ °C}$$

$$T_A = (145 + 30) \text{ °C}$$

$$T_A = 175 \text{ °C}$$

Teniendo en cuenta que la capacidad de los cristalizadores ronda entre los 50-750 Kg/h. Se seleccionara para el proceso dos equipos con distintas capacidades uno de 740 Kg/h y otro de 441,71 Kg/h, para realizarle los correspondientes balances de energía.

6.5.13.2- BALANCE DE ENERGÍA

- Producción de 740 Kg/h de pellets

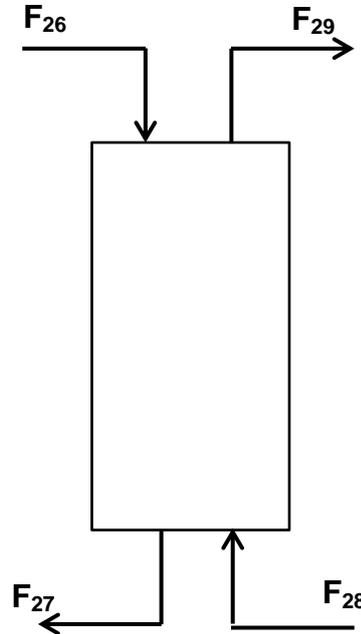


Figura 6.17: Esquema y flujos de entrada y salida del primer cristizador.

FLUJO	DESCRIPCION
F ₂₆	Pellets - (estado amorfo)
F ₂₇	Pellets - (estado cristalino)
F ₂₈	Aire caliente
F ₂₉	Aire frio

Tabla 6.16: Flujo de entrada y salida del primer cristizador.

$$m_{PET} \cdot C_{p,PET} \cdot (T_C - T_I) = m_{Aire} \cdot C_{p,Aire} \cdot (T_A - T_I) + w \cdot m_{Aire} \cdot C_{p,Aire} \cdot (T - T_I) + w \cdot \lambda_{Agua} + w \cdot m_{Aire} \cdot C_{p,vapor} \cdot (T_A - T)$$

$$740 \frac{Kg}{h} * 0,322 \frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ C} * (145 - 25)^\circ C$$

$$= m_{aire} * 0,246 \frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ C} * (175 - 25)^\circ C + 0,015 \frac{Kg_{agua}}{Kg_{aire}} * m_{aire} * 1 \frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ C}$$

$$* (100 - 25)^\circ C + 0,015 \frac{Kg_{agua}}{Kg_{aire}} * m_{aire} * 569 \frac{Kcal}{Kg} + 0,015 \frac{Kg_{agua}}{Kg_{aire}}$$

$$* 0,45 \frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ C} * m_{aire} * (175 - 100)^\circ C$$

$$28593,6 \frac{Kcal}{h} = m_{aire} * 36,9 + 1,125 * m_{aire} + 8,53 * m_{aire} + 0,50 * m_{aire}$$

$$28593,6 \frac{Kcal}{h} = 47,05 * m_{aire}$$

$$m_{aire} = \frac{28593,6 \frac{Kcal}{h}}{47,05 \frac{Kcal}{Kg}}$$

$$m_{aire} = 607,72 \frac{Kg}{h}$$

Esta es la masa de aire necesaria para el primer cristalizador.

- Producción de 441,71 Kg/h de pellets

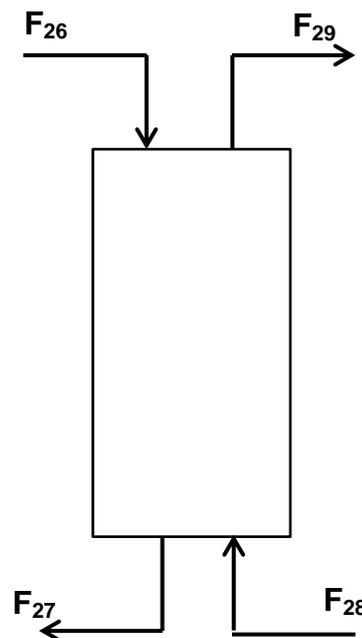
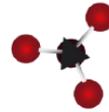


Figura 6.18: Esquema y flujos de entrada y salida del segundo cristalizador.

FLUJO	DESCRIPCION
F ₂₆	Pellets - (estado amorfo)
F ₂₇	Pellets - (estado cristalino)
F ₂₈	Aire caliente
F ₂₉	Aire frio

Tabla 6.17: Flujo de entrada y salida del segundo cristalizador.



$$m_{PET} * C_{p_{PET}} * (T_C - T_i) = m_{Aire} * C_{p_{Aire}} * (T_A - T_i) + w * m_{Aire} * C_{p_{Aire}} * (T - T_i) + w * \lambda_{Agua} + w * m_{Aire} * C_{p_{vapor}} * (T_A - T)$$

$$441,71 \frac{Kg}{h} * 0,322 \frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ C} * (145 - 25)^\circ C$$

$$= m_{aire} * 0,246 \frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ C} * (175 - 25)^\circ C + 0,015 \frac{Kg_{agua}}{Kg_{aire}} * m_{aire} * 1 \frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ C}$$

$$* (100 - 25)^\circ C + 0,015 \frac{Kg_{agua}}{Kg_{aire}} * m_{aire} * 569 \frac{Kcal}{Kg} + 0,015 \frac{Kg_{agua}}{Kg_{aire}}$$

$$* 0,45 \frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ C} * m_{aire} * (175 - 100)^\circ C$$

$$17067,67 \frac{Kcal}{h} = m_{aire} * 36,9 + 1,125 * m_{aire} + 8,53 * m_{aire} + 0,50 * m_{aire}$$

$$17067,67 \frac{Kcal}{h} = 47,05 * m_{aire}$$

$$m_{aire} = \frac{17067,67 \frac{Kcal}{h}}{47,05 \frac{Kcal}{Kg}}$$

$$m_{aire} = 362,75 \frac{Kg}{h}$$

Esta es la masa de aire necesaria para el segundo cristizador.

6.5.14- REACTOR

6.5.14.1- DISEÑO DEL REACTOR DE LECHO FLUIDIZADO

6.5.14.2- TAMAÑO DE LA PARTÍCULA

Las partículas que van a reaccionar, son pellets, que se encuentran en estado sólido y tienen geometría cilíndrica. Aplicaremos la teoría de diámetro de una esfera equivalente, para obtener un diámetro equivalente de los pellets.

Según la ecuación: $dv = (6 \cdot V / \pi)^{1/3}$

$$V_{cilindro} = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$d = 2 \text{ mm} \rightarrow 2000 \text{ } \mu\text{m}$$

$$h = 3 \text{ mm} \rightarrow 3000 \text{ } \mu\text{m}$$

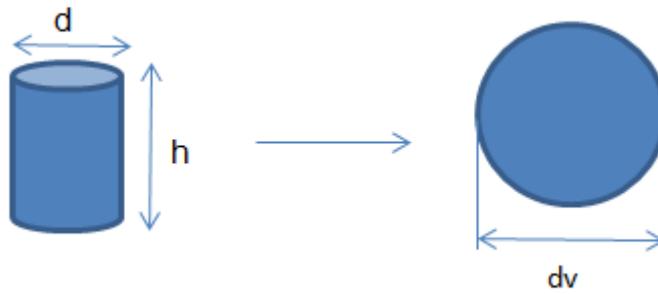


Figura 6.19: Esquema de un cilindro.

$$V_{\text{cilindro}} = \pi \cdot (1000)^2 \cdot 3000 = 942437961 \mu\text{m}^3$$

$$d_v = (6 \times 942437961 / \pi)^{1/3} \text{ diámetro equivalente de la esfera}$$

6.5.14.3- CALCULO DEL VOLUMEN DEL REACTOR

Considerando que la reacción es de primer orden, que la temperatura del reactor es constante y que el reactor se asemeja a un reactor de mezcla completa.

Datos para el reactor	
F (Kg/h)	1181,71
x	0,98
t (h)	5
ρ (kg/m ³)	350-450
ρ_{media} (Kg/m ³)	400
T (° C)	240

Tabla 6.18: Datos para cálculo de reactor.

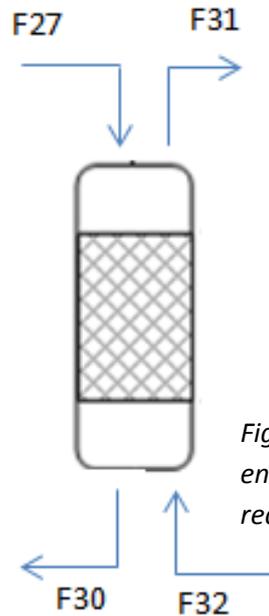
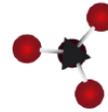


Figura 6.20: Flujos de entrada y salida del reactor.

FLUJO	DESCRIPCION
F ₂₇	Pellets - (estado cristalino)
F ₃₀	Pellets grado alimenticio-calientes
F ₃₁	N ₂ saliente
F ₃₂	N ₂ entrante

Tabla 6.19: Flujos entrada y salida del reactor



Incógnitas

D=diámetro del reactor =?

L=longitud del reactor = ?

τ =?

F_v =?

Según las ecuaciones:

$$t = \frac{V}{F_v} = C^{\circ} \cdot \frac{x}{r} = \frac{F_v}{k} \cdot \frac{x}{1-x}$$

$$F_v = \frac{F_m}{\rho_m} \quad \rightarrow \quad F_v = (1181,71 \text{ Kg/h}) / (400 \text{ Kg/m}^3) = \underline{\underline{2,9542 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

$$t = \frac{V}{F_v} \quad \rightarrow \quad V = t \cdot F_v = 5 \text{ h} \cdot 2,9542 \text{ m}^3/\text{h} = \underline{\underline{14,77 \text{ m}^3}}$$

6.5.14.4- DETERMINACIÓN DE LA ETAPA CONTROLANTE

Experimentalmente se ha determinado que en una reacción fluido-sólido, y en donde las partículas son de tamaño constante y uniforme, puede descartarse la difusión a través de la película como resistencia controlante.

Es decir las únicas etapas controlantes, son la resistencia en la ceniza y la resistencia química. Y la conversión de las partículas estará acotada entre estos dos intervalos.

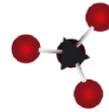
Como la única incógnita de estas dos 2 etapas controlantes, es el tiempo en que las partículas se conviertan completamente en productos. Este tiempo estará acotada entre estas dos ecuaciones.

Etapas controlantes: reacción química

$$(1-x) = \frac{1}{4} \cdot \frac{\tau}{t} - \frac{1}{20} \cdot \left(\frac{\tau}{t}\right)^2 \quad (a)$$

Remplazando x y τ en la ecuación a, y despejando obtenemos la siguiente ecuación cuadrática.

$$0 = -0,002 + 0,05 \cdot \tau - 0,002 \cdot \tau^2 \quad \rightarrow \quad \tau_1 = 24,59 ; \tau_2 = 0,40$$



Etapa controlante: Difusión en la ceniza

$$(1 - x) = \frac{1}{5} \cdot \frac{\tau}{t} - \frac{19}{420} \cdot \left(\frac{\tau}{t}\right)^2$$

Reemplazando x y τ en la ecuación a, y despejando obtenemos la siguiente ecuación cuadrática.

$$0 = -0,02 + 0,04 \cdot \tau - 0,0018 \cdot \tau^2 \rightarrow \tau_1 = 21,71; \tau_2 = 0,51$$

$$\tau_{1\text{media}} = \tau_{1\text{ ceniza}} + \tau_{1\text{ química}}$$

$$\tau_{1\text{media}} = 24,59 + 21,71 = \mathbf{23,15}$$

6.5.14.5- DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD Y DIÁMETRO DEL REACTOR

Como nombramos anteriormente, nuestro reactor es del tipo tanque agitado, en ella la altura y el diámetro deben ser lo más similares posibles.

Para una h=

$$V = \pi \cdot D^2 \cdot h / 4 \rightarrow h = d \text{ despejando } d = \sqrt[3]{V \cdot 4 / \pi}$$

Reemplazando los valores, tenemos como resultado de:

$$d = h = \mathbf{2,66 \text{ m}}$$

Determinación del flujo de N₂, que ingresa al reactor

Según datos experimentales tenemos:

$$\text{Flujo de } \frac{N_2}{\text{flujo de Pellets}} = 0.45$$

$$\text{Flujo de } N_2 = \text{Flujo de pellets} * 0,45$$

$$\text{Flujo de } N_2 = 1181,71 \text{ Kg/h} * 0,45$$

$$\text{Flujo de } N_2 = \mathbf{531,76 \text{ Kg/h}}$$

Balance de masa de la etapa de enfriamiento

Datos	
M PET (Kg/h)	1181,71

Cp PET (Kcal/Kg.°C)	0,25
T2 PET (°C)	30
T1 PET (°C)	240
m N2 (Kg/h)	incógnita
Cp N2 (Kcal/Kg.°C)	0,2485
T'1 nitrógeno	25
T'2 nitrógeno	110

Tabla 6.20: Datos de PET para balance de masa

Q cedido=Q absorbido

$$Q \text{ cedido} = m_{\text{PET}} * C_{p \text{ PET}} * (T1 - T2) =$$

$$Q \text{ absorbido} = m_{\text{N}_2} * C_{p \text{ N}_2} * (T'2 - T'1)$$

$$m_{\text{PET}} * C_{p \text{ PET}} * (T1 - T2) = m_{\text{N}_2} * C_{p \text{ N}_2} * (T'2 - T'1) \quad \text{(a)}$$

Se despeja la ecuación (a):

$$m_{\text{N}_2} = \frac{m_{\text{PET}} * C_{p \text{ PET}} * (T1 - T2)}{C_{p \text{ N}_2} * (T'2 - T'1)}$$

Reemplazando:

$$m_{\text{N}_2} = (1181,71 \text{ Kg/h} \cdot 0,25 \text{ Kcal/Kg.h.} \cdot (240 - 30)^\circ\text{C}) / (0,2485 \text{ Kcal/Kg.h.} \cdot (110 - 25)^\circ\text{C})$$

$$m_{\text{N}_2} = 2937,1416 \text{ Kg/h}$$

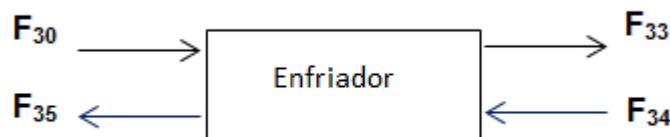


Figura 6.21: Esquema y flujos de entrada y salida del enfriador.

FLUJO	DESCRIPCION
F ₃₀	Pellets grado alimenticio-calientes
F ₃₃	Pellets grado alimenticio- fríos
F ₃₄	N ₂ frio

F ₃₅	N ₂ caliente
-----------------	-------------------------

Tabla 6.21: Flujos de entrada y salida del enfriador.

Parámetros de los flujos		
Flujos	T (°)	F (Kg/h)
F ₃₀	240	1181,71
F ₃₃	30	1181,71
F ₃₄	25	2937,1416
F ₃₅	110	2937,1416

Tabla 6.22: Parámetros de flujos de entrada y salida del enfriador.

6.5.15- INYECTORA DE PREFORMAS

Flujo de pellets

F₃₃= 1181,71 kg/h

A la Inyectora ingresa un 30% de pellets grado alimenticio y un 70% de pellets virgen.

- 70 % Pellets Virgen

$F_{33} * 0.30 = 817,197 \text{ Kg/h}$

F₃₇= 827,197 Kg/h

- 30 % de Pellet Grado Alimenticio

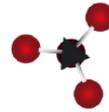
$F_{33} * 0.30 = 354.51 \text{ Kg/h}$

F₃₆= 354.51 Kg/h

Aditivos

A₁: Protector UV 5 %

A₂: Estabilizante (antioxidante y térmico) 1%



A₃: Lubricantes 1,3 %

Los porcentajes de aditivos, quieren decir, que del total del flujo másico de PET, ese porcentaje pertenecerá a la cantidad de cada aditivo.

Protector UV

$$F_{38} = F_{33} * 0,05$$

$$F_{38} = 1181,71 * 0,05$$

$$F_{38} = 59,08 \text{ Kg/h}$$

Estabilizantes

$$F_{39} = F_{33} * 0,01$$

$$F_{39} = 1181,71 * 0,01$$

$$F_{39} = 11,81 \text{ Kg/h}$$

Lubricantes

$$F_{40} = F_{33} * 0,013$$

$$F_{40} = 1181,71 * 0,013$$

$$F_{40} = 15,36 \text{ Kg/h}$$

FLUJO	DESCRIPCION
F ₃₆	Pellets grado alimenticio
F ₃₇	Pellets virgen
F ₃₈	Protector UV
F ₃₉	Estabilizante
F ₄₀	Lubricante

Tabla 6.23: Flujos de entrada y salida de la inyectora de preformas.

Flujo total que ingresa a la Inyectora:

$$F_{37} * X_{\text{virgen}} + F_{36} * X_{\text{reciclado}} + F_{37} * X_{A1} + F_{38} * X_{A2} + F_{39} * X_{A3} = F_{\text{ingreso}}$$

$$F_{\text{ingreso}} = 827,197 \text{ Kg/h} + 354.51 \text{ Kg/h} + 59,08 \text{ Kg/h} + 11,81 \text{ Kg/h} + 15,36 \text{ Kg/h}$$

$$F_{\text{ingreso}} = 1267,96 \text{ Kg/h}$$

Considerando que hay acumulación en la inyectora del 5 %, que consecuentemente son perdidas de material.

El balance de masa de la inyectora nos quedaría como:

$$F_{\text{salida}} = F_{\text{ingreso}} - F_{\text{perdida}}$$

$$F_{\text{salida}} = F_{\text{ingreso}} * \% \text{ perdida}$$

$$F_{\text{salida}} = 1267,96 - 1267,96 * 0,05$$

$$F_{\text{salida}} = 1204,562 \text{ Kg/h}$$

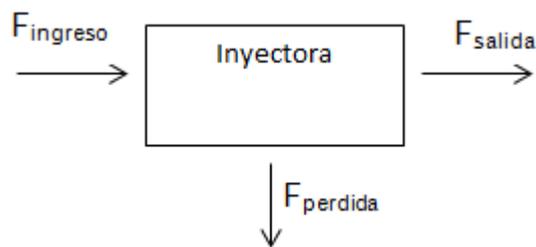


Figura 6.22: Esquema y flujos de entrada y salida a la inyectora.

El flujo de masa a procesar es superior al que puede procesar la inyectora elegida, debido a esto, se utilizaran 5 inyectoras, en el cual cada una producirá preformas de distinto peso y de distinto volumen.

6.6- TECNOLOGIAS SELECCIONADAS

Se lleva a cabo la selección de la tecnología necesaria teniendo en cuenta los balances de masa de cada equipo, realizados anteriormente.

6.6.1- DESENFARDADOR

DATOS TECNICOS	
Modelo de plástico:	Bale interruptor de la máquina BOM-Serie
Motor de cantidad:	1 PC
Potencia del motor:	7,5 KW
Marca:	Changzhou reductor marca Guomao
Bale apertura:	1600x1600mm tamaño de la cámara
Peso:	3000 kg
Capacidad de producción:	1600 Kg/h
Precio:	US \$5000
Aplicación:	la apertura de pacas de botellas de PET
Capacidad de producción:	1000-3000kg / h
Lugar de origen:	Jiangsu, China (continente)
Marca:	MOOGE
Número de modelo:	BO
Voltaje:	380 V, 50 Hz o personalizada
Dimensión (L * W * H):	3500x1500x1800mm
Certificación:	CE ISO SGS
Ancho de la cinta:	130 mm

Tabla 6.24: Datos tecnicos del desenfardador



Figura 6.23: Desenfardador

6.6.2- CINTA TRANSPORTADORA DE ALIMENTACIÓN

DATOS TECNICOS	
Modelo:	BG2-3.6
Capacidad Máxima:	1600 Kg/h
Potencia	1/2 HP
Ancho:	3,6 m
Alto:	2,10 m
Largo:	0,60 m
Precio:	US\$1200

Tabla 6.25: Datos técnicos de la cinta transportadora.



Figura 6.24: Cinta Transportadora de alimentación.

Modelo	SFME-29/1000	
Precio US \$	5000	
Ancho banda A mm	1000	
Potencia de motores Kw	banda	0,75
	rotor	4
Diámetro del envolverte (mm)	395	
Diámetro rotor mm	271	
r.p.m	3000	
Dimensiones mm	B	950
	C	1485
	D	320
Peso kg	1360	
Capacidad de absorber en Kg	0,1-35	
Modo de trabajo	continuo	
velocidad de la cinta m/s	4,5<	
Altura en suspensión (mm)	500	

Tabla 6.26: Datos técnicos de la cinta transportadora de alimentación.

6.6.3- DETECTOR DE METALES



Figura 6.25: Detector de metales

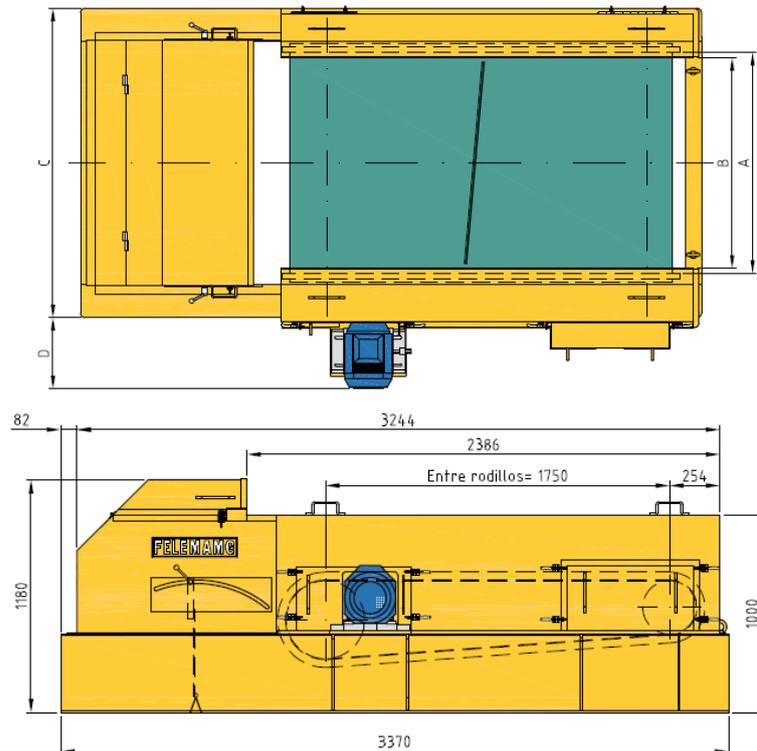


Figura 6.26: Vistas del detector de metales.

6.6.4- CINTA TRANSPORTADORA DE CLASIFICACIÓN



Figura 6.27: Cinta transportadora de clasificación.

DATOS TECNICOS	
Modelo:	101
Capacidad Máxima:	4000 Kg/h
Potencia	1/2 HP
Ancho:	1 m
Largo:	10 m
Precio:	US \$ 9900

Tabla 6.27: Datos técnicos de cinta transportadora de clasificación.

6.6.5- DETECTOR DE PVC

- Válvulas de aire que soplan la fracción deseada
- Utiliza un sistema de sensores de Infrarrojo Cercano (NIR) y de luz visible (VIS). Para aumentar la pureza de la fracción deseada así como la eficacia de selección del material a tratar.



Figura 6.28: Detector de PVC

Especificaciones	
Clasifica Materiales por:	Colores y forma
Precio:	US \$ 4000
Clasifica hasta:	5,2 Tn/h
Pureza:	90-98%

Tabla 6.28: Especificaciones del detector de PVC

6.6.6- EXTRACCION DE ETIQUETAS

DATOS TECNICOS	
Lugar del origen:	China (Continental)
Capacidad de Producción:	2000 kg/h
Grado automático:	Automático
Certificación:	ISO9001
Condición:	Nuevo
equipo material:	acero inoxidable
material aplicable:	botellas de pet
Voltaje:	220 v/380/440 v
Marca:	Lianding
Peso:	2-3 Tn
Dimensión (L*W*H):	3000 * 1200*1800mm
Eficiencia:	90%-98%
Uso:	etiqueta de la botella máquina removedor, química, maquinaria y Hardware, médico
Número de Modelo:	botellas de pet etiqueta removedor
Energía (W):	30kw
nombre de la máquina:	botellas de pet etiqueta removedor
etiqueta eliminación manera:	con agua o sin agua o calefacción de gas
Precio:	US \$ 9500

Tabla6.29: Datos técnicos del extractor de etiquetas.



Figura 6.29: Extractor de etiquetas.

6.6.7- MOLIENDA EN SECO

DATOS TECNICOS	
No. de Modelo:	S series
Tipo:	Trituradora de Plástico Duro
Clasificación Cuchillo:	Trituradora de Pieza de Cuchillo
Certificación:	CE , ISO9001:2008 , SGS
Marca:	Mooge PET bottle crushing machine
Precio:	US \$ 18000
Origen:	China
Código del HS:	84778000
Capacidad de Producción:	100 Sets/Year Pet Bottle Crushing Machine
Modelo de Crusher:	S-1500
Lámina rotatoria:	16
Inmóvil lámina:	6
Girar la velocidad	500
Talla de pantalla	16m m

Potencia del motor	7,5 Kw
Salida (kg/hr)	1500-2000
Peso (kg)	5500

Tabla 6.30: Datos técnicos del molino.

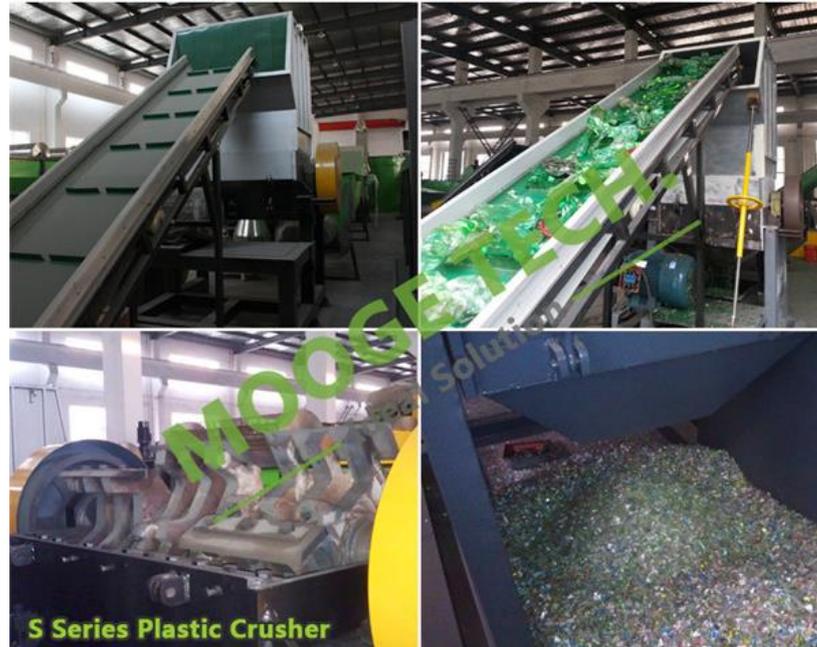


Figura 6.30: Etapas de la molienda.

6.6.8- CICLÓN

DATOS TECNICOS	
Tipo	sbfl60
Dimensiones (mm)	
l	1500
w	1200
h	3000
Consumo de energía (Kw)	7.5+0.75
de peso (Kg)	400
capacidad de producción (Kg/h)	2000
material	acero al carbono
Lugar del origen:	China
Capacidad de Producción:	1.5t/h
Voltaje:	380v
Precio:	US \$ 5000
Marca:	jiianhao
Peso:	0.8t

Dimensión (L*W*H):	1500*1200*3000
Uso:	separa el pvc, etiqueta de papel

Tabla 6.31: Datos técnicos del ciclón.



Figura 6.31: Ciclón.

6.6.9- TANQUE LAVADOR CON SOSA CAUSTICA

Información Básica	
No. de Modelo:	MT-SERIES
Material procesado:	Botella de Plástico
Tornillo:	Solo-Tornillo
Marca:	Mooge
Origen:	Zhangjiagang, Jiangsu
Capacidad de Producción:	30 Sets/Month Pet PE PP Diesel Hot Washing Tank
Precio	US \$ 70000
Modelo	HWTA-1600
Potencia de la calefacción	60KW

Potencia del motor	7.5KW
Velocidad rotatoria	20RPM
Diámetro del tanque	1600 mm
Profundidad del tanque	1800 mm

Tabla 6.32: Datos técnicos del tanque lavador.



Figura 6.32: Secuencia lavado con sosa caustica.

6.6.10- SEPARACIÓN POR DENSIDAD

DATOS TECNICOS	
Modelo	FWTH-300
Potencia del motor principal	4KW
Cantidad del tambor	4PCS
Potencia del motor del tambor	1.5KW*2
Diámetro del tornillo	Φ300mm
Velocidad giratoria	35RPM
Material procesado:	Escamas de Plástico
Tipo de plástico:	PET
Tornillo:	Solo-Tornillo

Marca:	Mooge Tech
Precio	US \$ 3500
Origen:	Zhangjiagang, Jiangsu
Capacidad de Producción:	1000-2000 Kg/h

Tabla 6.33: Datos técnicos del separador por densidad.



Figura 6.33: Separador por densidad.

6.6.11- CENTRIFUGA

Esta máquina de deshidratación (centrífuga secador) puede eliminar el agua del PET en escamas y hacer que se sequen. El rotatorio de alta velocidad (llegar a 1200 rpm) puede eliminar 98% de agua.

Datos Básicos	
Voltaje:	380 V, 50Hz
Lugar del origen:	China
Máquina:	Plástico centrífugo secador
Marca:	Kooen
Número de Modelo:	Horizontal
Precio:	US \$ 6500
Certificación:	CE, ISO9001

Especificación principal de la máquina de deshidratación Horizontal:	
Potencia del motor	37kw/45 kw/75 kw/110 kW
Velocidad de rotación	1500 rpm

Cadena de rodamiento	SKF
Motor:	Tekong motor, en el interior de cobre anillo, con certificación CE
Capacidad (kg/h)	2500 kg/h
Peso (kg)	4000 kg
Equipado con motor, conducción brushes limpieza automática interior tamiz, potencia del motor 2.2KW	
Espesor de interior tamiz: 5mm	
Todas las partes en contacto con material son de acero inoxidable	

Tabla 6.34: Datos técnicos de la centrifuga.



Figura 6.34: Centrifuga.

Para poder cumplir con la capacidad requerida de acuerdo al balance de masa de realizado anteriormente, se deberán comprar dos equipos.

6.6.12- HORNO ROTATIVO

Para provocar el desplazamiento longitudinal del solido que se está secando, la carcasa está montada con una pendiente comprendida entre el 3 y el 5%.

DATOS TECNICOS	
Diámetro (m):	1,5
Longitud (m):	10
Capacidad (Kg/h):	2500
Precio	US \$ 89290
Modelo:	φ1,0 x 10
Volumen (m3):	7,85
Velocidad Giratoria (rpm):	6,73

Angulo de la cuesta %:	3-5
Energía del motor (Kw):	5,5-6
Largo (m):	10
Ancho (m):	7,875
Altura (m):	2,069
Peso (Tn):	7,5

Tabla 6.35: Datos técnicos del horno rotativo.

6.6.13- SILOS MEZCLADORES

DATOS BÁSICOS	
Lugar del origen:	China
Material:	acero inoxidable
Marca:	Jianhao
Capacidad	500 Kg cada silo
Tipo plástico:	PET/PP/PE/PS/PC/PVC/ABS.
Número de Modelo:	APS02
Material procesado:	Escamas del plástico
Precio:	US \$ 13000

Tabla 6.36: Datos técnicos del silo.



Figura 6.35: Silo mezclador.

6.6.14- EXTRUSORA

EXTRUSOR PARA PELLETIZADO-LINEA COMPLETA



Figura 6.36: Extrusora.

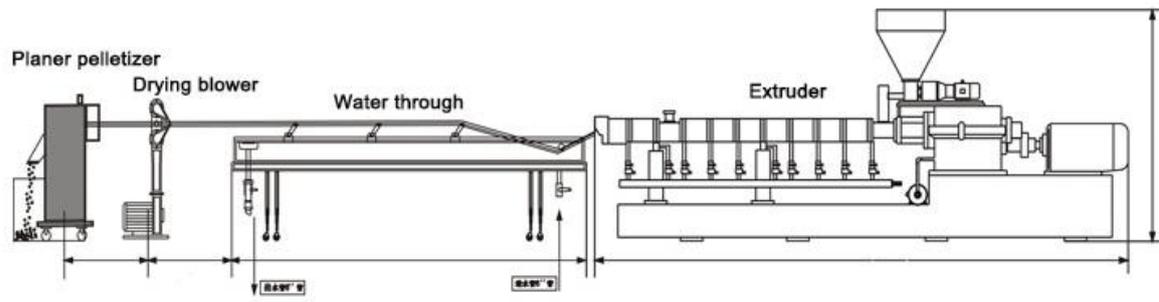
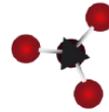


Figura 6.37: Esquema de una Extrusora.

Especificaciones	
Modelo	MTE-92
Precio US \$	35000
Diámetro (mm)	92
ranura profundidad	16,3
L/D	28/60



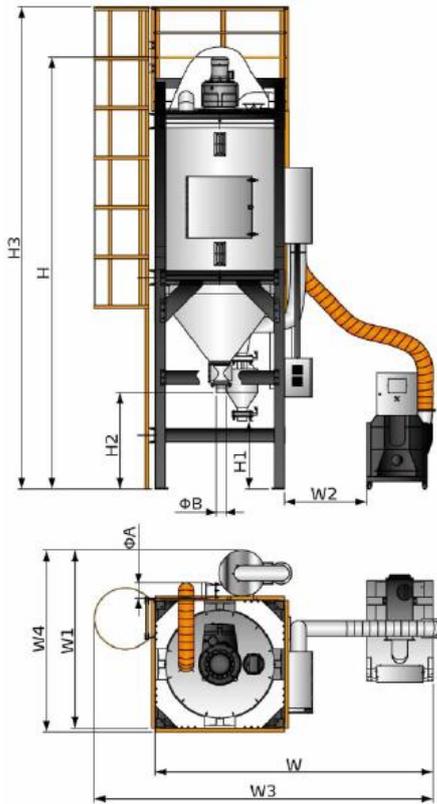
Potencia del motor principal(Kw)	200-315
velocidad del tronillo (rpm)	400/500/600
Producción kg/h	650/1500

Tabla 6.37: Datos técnicos de la extrusora.

6.6.15- CRISTALIZADOR

DATOS TECNICOS	
Modelo	SCR-2500U
Precio US\$	20000
potencia del calentador (Kw)	128
potencia del soplador (Kw, 50/60 Hz)	15
potencia del motor de mezcla	4
Caudal Max. (Kg/h)	750
capacidad de la tolva (L)	2500
H	5710
H1 (mm)	890
H2 (mm)	1270
H3 (mm)	6260
w (mm)	3700
w1 (mm)	2310
w2 (mm)	800
w3 (mm)	4400
w4(mm)	2360
φ A (mm)	8
φ B (mm)	5
peso 8 (Kg)	2790

Tabla 6.38: Datos técnicos del cristalizador



SCR-2500U(Maintenance ladder is optional)

Figura 6.38: Vista lateral y superior del cristizador.

6.6.16- REACTOR SSP

Modelo	viscoSTAR-180
Precio US \$	95000
Altura mm	14100
Anchura mm	3580
Longitud mm	3430
DATOS TÉCNICOS	
capacidad Kg/h	2000
Volumen efectivo del reactor (m3)	17,2
Potencia de calefacción (Kw)	225
Sistema de alto vacío (mbar)	< 0 = 10
Sistema de vacío (Kw)	4x9,2



Figura 6.39: Reactor.

Consumo específico de energía (Kwh/Kg) aprox.	0,12-0,25
---	-----------

Tabla 6.39: Datos técnicos del reactor

6.6.17- DOSIFICADOR PARA PELLETS

DESCRIPCION	
Tipo:	Mezclador de match gravimétrico de colortronic Ultrablend 375
Uso:	Mezcla de granzas, triturados y polvos no comprimibles (menos del 5%).
Precio: FBO	US \$ 2500
Capacidad:	500 Kg/h

Tabla 6.40: Datos técnicos del dosificador de pellets.



Figura 6.40: Dosificador

6.6.18- INYECTORA DE PREFORMAS



Figura 6.41: Inyectora de preformas

MODELO VM-300P	
Precio US \$	19000
Diámetro del tornillo	70 mm
L/D Relación de tornillo	22
Volumen Teórico de disparo	1200 m ³
Peso de disparo	1380 g
Presión de inyección	145 Mpa
Velocidad de inyección	448 g/seg
velocidad de tornillo	0-180 rpm
Potencia de calentamiento	35 KW
Potencia de bomba de motor	45 KW
Max. Presión de bomba	14 Mpa
Dimensiones de maquina	6.6x1.8x2.2 m
Peso de la maquina	13 Tn
Capacidad de tolva	75 L
Capacidad de caja de Aceite	700 L

Tabla 6.41: Datos técnicos de la inyectora.

Unidad de Cierre	
Fuerza de cierre	3000 KN
Apertura del molde	570 mm
Distancia entre barras	590x590 mm
Espesor del molde	220-580 mm
Fuerza de eyección	61.8 KN
apertura de eyección	160 mm
Numero de eyectores	5

Tabla 6.42: Datos técnicos de la unidad de cierre de la inyectora.

6.6.19- MATRIZ DE LAS PREFORMAS

6.6.19.1- PREFORMA DE 55 GRAMOS

Preforma de PET cristal		
Volumen	peso	Diámetro del cuello de preforma
2000 ml	55 g	28 mm PCO-1816 rosca larga

Tabla 6.43: Datos preforma de PET 55 gramos.



Figura 6.42: Matrices de preformas 55 gramos.

DESCRIPCION	
Nombre del molde:	Matriz de preforma de PET, Molde de botella por inyección
Cavidad del molde:	59 cavidades
Canal del molde:	Caliente
Peso de la preforma:	55 gramos
Precio FBO:	US \$ 6000
Material del corazón del molde:	2316 acero inoxidable de Alemania
Material del cuerpo del molde:	Acero #50
Tiempo de ciclo:	25 segundos
Cuello de preforma:	PCO 28-1816 rosca larga

Tabla 6.44: Datos técnicos de la matriz de PET 55 gramos..

6.6.19.2- PREFORMA DE 44 GRAMOS

Preforma de PET cristal		
Volumen	peso	Diámetro del cuello de preforma
1000 ml	44 g	PCO 28-1816 rosca larga

Tabla 6.45: Datos preforma de PET 44 gramos.



Figura 6.43: Matrices de preformas 44 gramos.

DESCRIPCION	
Nombre del molde:	Matriz de preforma de PET, Molde de botella por inyección
Cavidad del molde:	47 cavidades
Canal del molde:	Caliente
Peso de la preforma:	44 gramos
Precio FBO:	US \$ 5000
Material del corazón del molde:	2316 acero inoxidable de Alemania
Material del cuerpo del molde:	Acero #50

Tiempo de ciclo:	16 segundos
Cuello de preforma:	PCO 28-1816 rosca larga

Tabla 6.46: Descripción de la matriz de PE T 44 gramos..

6.6.19.3- PREFORMA DE 21 GRAMOS

Preforma de PET cristal		
Volumen	peso	Diámetro del cuello de preforma
500ml	21 g	PCO 28-1816 rosca larga

Tabla 6.47: Datos preforma de PET 21 gramos.

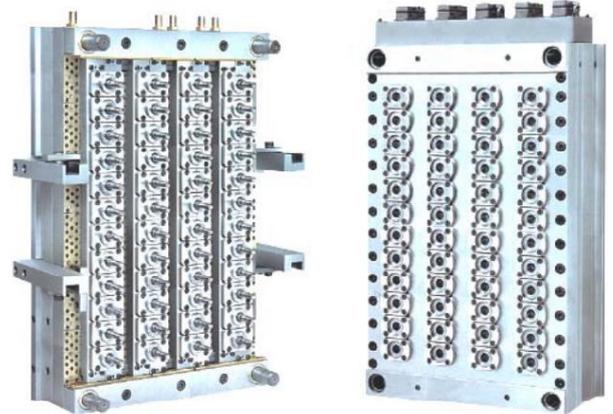


Figura 6.44: Matrices de preformas 21 gramos.

DESCRIPCION	
Nombre del molde:	Matriz de preforma de PET, Molde de botella por inyección
Cavidad del molde:	57 cavidades
Canal del molde:	Caliente
Peso de la preforma:	21 gramos
Precio FBO:	US \$ 5000
Material del corazón del molde:	2316 acero inoxidable de Alemania
Material del cuerpo del molde:	Acero #50
Tiempo de ciclo:	13 segundos
Cuello de preforma:	PCO 28-1816 rosca larga

Tabla 6.48: Descripción de la matriz de PE T 21 gramos.

6.6.20- CINTA TRANSPORTADORA DE PREFORMAS

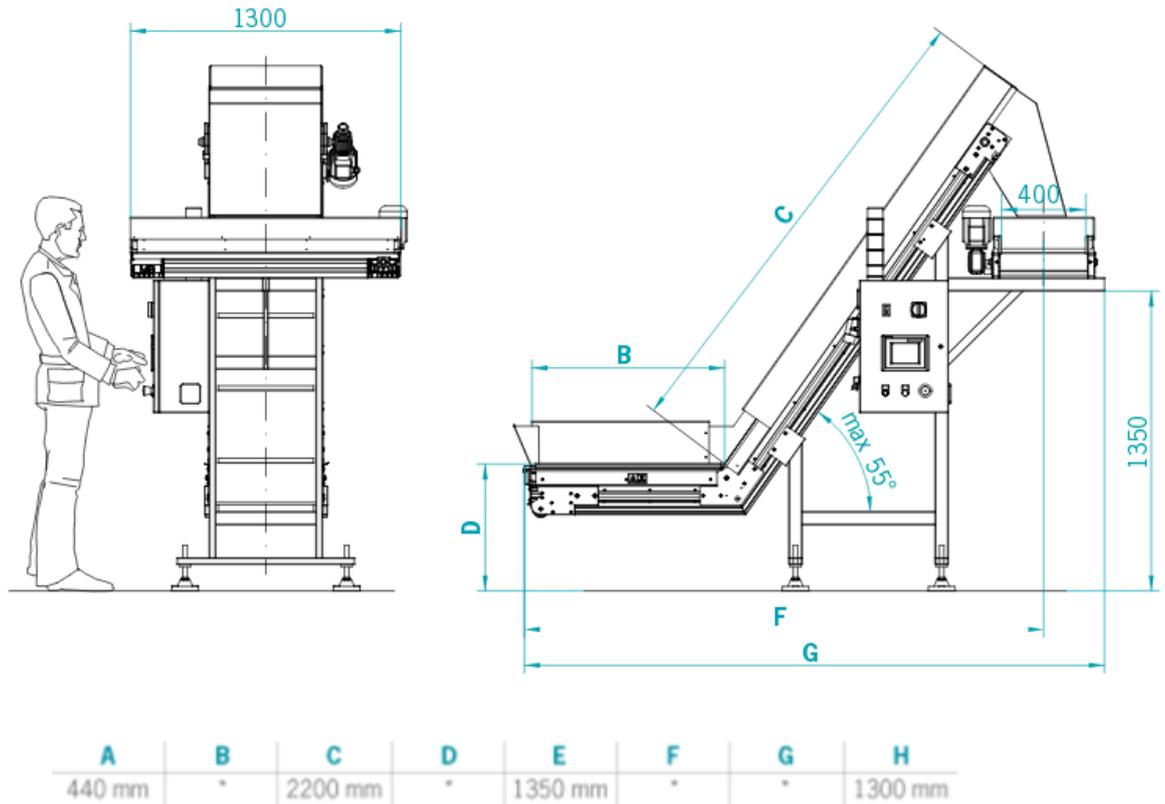


Figura 6.45: Cinta transportadora de preformas.

DATOS TECNICOS	
Modelo:	N-CPR
Capacidad Máxima:	4-6.5 m ³ /H
Potencia	400 Voltios / 50Hz
Ancho:	440 mm
Alto:	1300 mm
Precio:	US\$2100
Temperatura mínima y máxima de resistencia:	-10 °Cto + 90°C
Velocidad del transportador:	3 m / min

Tabla 6.49: Datos técnicos de la cinta transportadora.



Figura 6.46: Cinta Transportadora.

6.6.21- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE PREFORMAS DE PET



Figura 6.47: Almacenamiento de preformas.

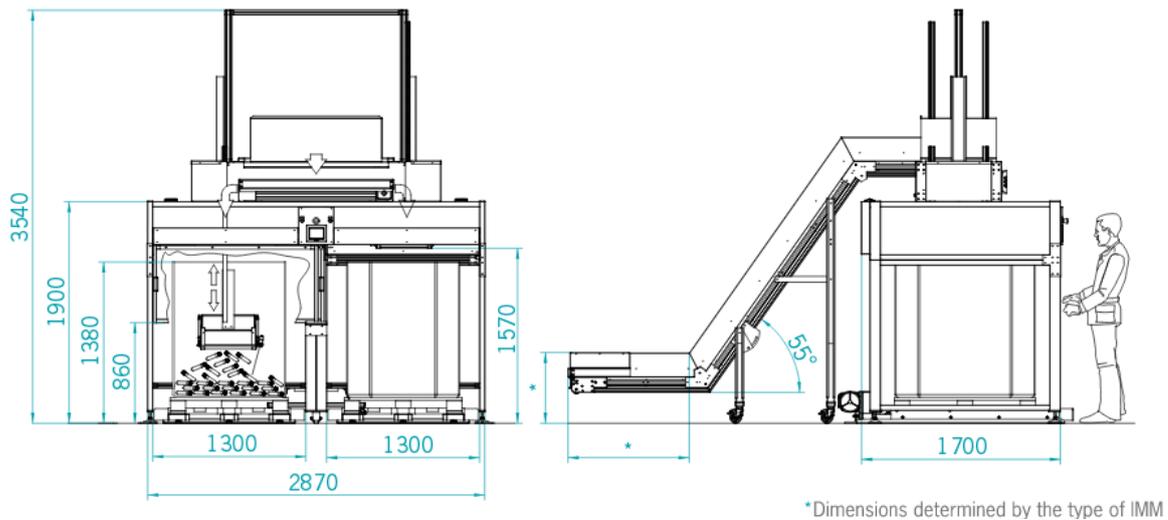


Figura 6.48: Vistas de sistema de almacenamiento de preformas.

Especificaciones	
Modelo	SOFT DROP device
Precio US \$	3000
Dimensiones	Base de 1000 x 1200 x h. 1200 mm
Tensión de Alimentación	400 voltios / 50 Hz
Potencia requerida	1 Kw
Flujo de aire necesario para la alimentación de la caída suave	16 litros / minuto (0,93 m ³ / h)
Presión de aire necesaria para el funcionamiento de la suave caída	600/800 kPa (6 bar)

Tabla 6.50: Especificaciones del sistema de almacenamiento.

Plataforma Vibratoria

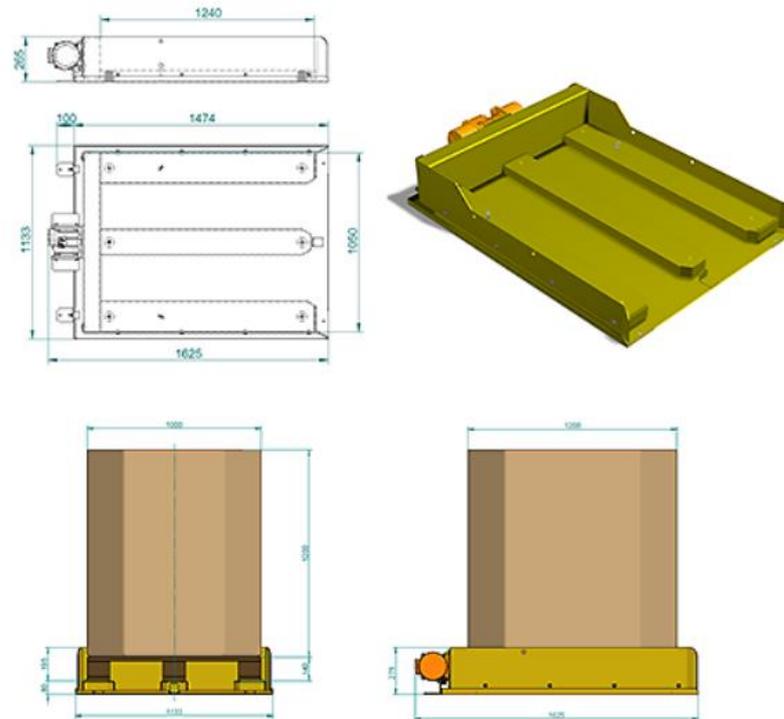


Figura 6.49: Vistas varias de plataforma vibratoria.

6.6.22- EQUIPOS AUXILIARES

6.6.22.1- HAND TRANS PALLET

ESPECIFICACIONES	
Lugar del origen:	China
Levante la impulsión/la impulsión:	Mano
Color de la bomba:	Negro
Mango:	Melocotón/mango de plástico
Longitud tenedor:	1150/1220mm
Marca:	Cholift
Ancho tenedor:	54mm
Capacidad:	2500 kg/3000 kg
Min. altura de elevación:	75mm
Número de Modelo:	SBA-E
Ruedas:	Caucho, nylon una ruedas de poliuretano para las opciones
Bomba:	Tres años de garantía
Tenedor Ancho:	550/685mm
Precio:	US \$ 150

Tabla 6.51: Especificaciones técnicas de hand trans pallets



Figura 6.50: Hand Trans Pallets.

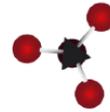
6.6.22.2- AUTOELEVADOR



Figura 6.51: Autoelevador

ESPECIFICACIONES	
Lugar del origen:	China
Tipo:	CARRETILLA ELEVADORA DEL LPG
Precio:	US \$ 8000
Longitud de la bifurcación:	1070mm
Min. Altura de elevación:	45mm
modelo:	FL30
tipo de la energía:	GNC GLP y Gasolina Carretilla Elevadora
transmisión:	Transmisión automática
Capacidad de cargamento clasificada:	3000 kg
Anchura de la bifurcación:	100mm
Dimensiones totales:	3700x1150x2170mm
Altura de elevación del máximo:	3000mm
min .. radio de giro:	2400mm
peso:	3800kgs
mástil:	2 Fase/2 Etapa
Número de Modelo:	FL30
Energía Souce:	Motor de gas del LP
Servicio After-sales proporcionado:	Ayuda de tercera persona de ultramar disponible
Nombre del producto:	precio bajo 1 T-5 T Gasolina GLP GNC Montacargas
motor:	motor chino/Japón motor K25
neumáticos:	neumática
Color:	amarillo Verde Rojo

Tabla 6.52: Especificaciones Técnicas del autoelevador.



6.7- CONCLUSION

En este capítulo se explicó con detalle el proceso productivo a llevar a cabo, teniendo en cuenta las variables de diseño más importantes; los balances energéticos y de masa existentes.

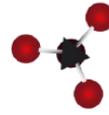
También se fundamentó la selección de cada una de las tecnologías elegidas en base a diferentes criterios de selección como:

- Adaptabilidad al proceso productivo y a las características de los productos a elaborar.
- Eficiencia y eficacia del equipo.
- Precio, calidad y disponibilidad.
- 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.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

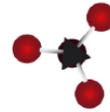


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

INGENIERIA DE DETALLE

CAPITULO 7





7.1- INTRODUCCION

Debido a las características específicas y únicas de cada proyecto de inversión, es que se debe definir una estructura organizativa acorde con los requerimientos que exija la ejecución de dicho proyecto.

El tipo de estructura organizacional que mejor se adapta a este tipo de procesos es la estructura funcional, que se basa en la naturaleza de las actividades a realizar. Esta se divide en unidades de trabajo de manera que cada una de ellas contenga un conjunto de obligaciones y responsabilidades que no son similares, basándose en el principio de división del trabajo.

La organización funcional consiste, en dividir el trabajo y establecer la especialización de manera que cada persona, desde el director hasta el operario, ejecuten el menor número de tareas posibles.

7.2- ORGANIZACIÓN DEL RECURSO HUMANO Y ORGANIGRAMA GENERAL

En la organización de empresas, se denomina recursos humanos al trabajo que aporta el conjunto de los empleados o colaboradores a esa organización. Pero lo más frecuente es llamar así a la función que ocupa de seleccionar, controlar, formar, emplear y retener a los colaboradores de la organización.

En la siguiente representación gráfica x se ilustra la estructura de la empresa.

El organigrama es la representación gráfica de la estructura organizativa de la empresa, representa las estructuras departamentales y muestra el esquema sobre las relaciones jerárquicas. El modelo que se escogió para esta representación es el Organigrama Tipo Vertical, que se esquematiza a continuación.

7.2.1- Organigrama Tipo Vertical

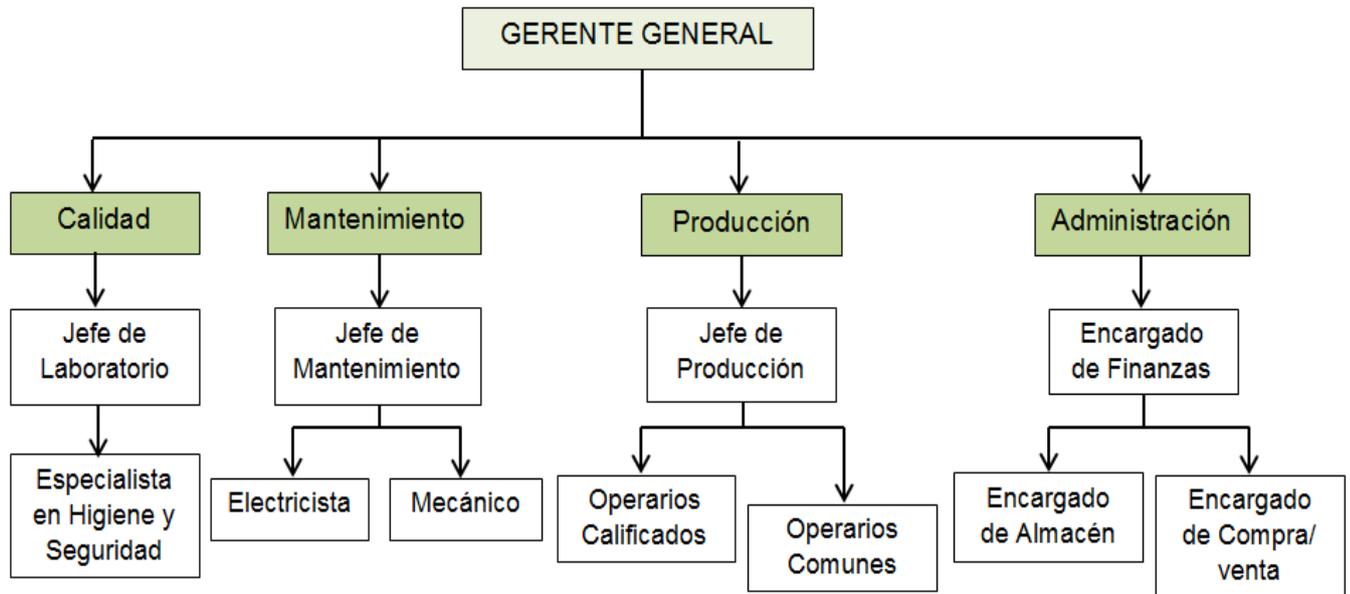


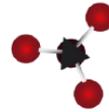
Figura. 7.1: Organigrama General

7.3- PERFIL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

7.3.1- Gerente General

Es el encargado de la administración general y de las decisiones que se deben tomar; además supervisa a los encargados de cada departamento (calidad, mantenimiento, producción y administración). Las actividades que desempeña son:

- ❖ Trazar el plan de acción de la empresa, disponiendo para ello del personal, materiales y equipos, a los que debe coordinar a los efectos de conseguir una máxima eficiencia operativa.
- ❖ Fijar las normas de administración del personal superior.
- ❖ Analizar los costos de producción que prepara contaduría.
- ❖ Investigar el mercado, analizar y estudiar los precios, programas de adquisición de productos y elaboración. Estar al tanto de la información permanente del país y del extranjero sobre precios de bienes y servicios suministrados por la empresa.



Requisitos:

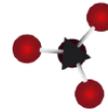
- ❖ Ingeniero Químico y/ o industrial.
- ❖ Estudios y experiencia relativos a la administración de empresas o negocios.
- ❖ Dominio del idioma Ingles
- ❖ Experiencia en planificación, organización y ejecución de programas de trabajo.
- ❖ Experiencia en el proceso de reciclado mecánico de PET.
- ❖ Conocimientos básicos sobre calidad
- ❖ Uso de PC.
- ❖ Conocimiento de la empresa y sus productos.
- ❖ Capacidad de ejecución de planes de producción.
- ❖ Capacidad de motivación y liderazgo.
- ❖ Capacidad de administración del tiempo y tareas de sus subordinados.
- ❖ Poseer una aptitud de compromiso y responsabilidad para con el Sistema de Gestión de la Calidad y las Normas de Higiene y Seguridad

7.3.2- Encargado de Calidad

El encargado de calidad es aquel capaz de realizar realiza tareas rutinarias de laboratorio, controles en planta y llevar adelante el sistema de gestión de calidad, además de ser el responsable de Higiene y Seguridad de la empresa.

Tareas:

- ❖ Organización y ejecución de la inspección de materia prima e insumos, producto semielaborado y producto terminado.
- ❖ Inspección de los dispositivos, herramientas y aparatos que se emplean en las pruebas.
- ❖ La inspección general de las labores de recuperación, por medio de las cuales se trabajan las piezas defectuosas para convertirlas en productos útiles con el fin de evitar pérdidas y desperdicios.
- ❖ Mejorar los métodos de inspección cuando sea necesario.
- ❖ Corregir las observaciones defectuosas por la autoridad competente, que hacen al cumplimiento de las leyes y normativas vigentes de higiene y seguridad: coordinación de capacitaciones al personal de todas las áreas,



adecuación de instalaciones, entrega de elementos de protección personal, etc.

- ❖ Elaboración de procedimientos e instructivos acordes a la norma de calidad, asegurando el cumplimiento de los mismos y que se completen los registros correspondientes que involucran a los distintos sectores.

7.3.3- Administrativos

Para realizar las tareas administrativas se consideró que con tres empleados basta; aunque cada uno con diferentes competencias.

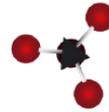
Tareas:

Venta y logística

- ❖ Recepción de pedidos de los distintos vendedores.
- ❖ Actualización e informe a gerencia de pedidos pendientes.
- ❖ Carga en sistema de notas de pedidos pendientes.
- ❖ Armado de planillas de despacho junto con la gerencia general.
- ❖ Proceso de cobranzas (notas de crédito, notas de débito).
- ❖ Armado del listado de comisiones de vendedores.
- ❖ Emisión de facturas o recibos.
- ❖ Archivo de facturas, notas de pedidos y todos los papeles referidos a ventas.
- ❖ Verificación, actualización de cuentas corrientes por clientes.

Compras

- ❖ Recepción de requerimientos de compras.
- ❖ Emisión de Ordenes de Compras.
- ❖ Archivo del legajo de requerimientos de órdenes de compra y remito.
- ❖ Pedidos de cotización.
- ❖ Evaluación de proveedores e informa al responsable de calidad del resultado de la evaluación.
- ❖ Seguimiento de proveedores.
- ❖ Solicitud de autorización de la compra a Finanzas y Gerencia General.
- ❖ Realización de caja diaria.



Responsabilidades asociadas al personal

- ❖ Armado de planilla resumen de horas por persona.
- ❖ Liquidación de sueldos.
- ❖ Informe a finanzas para autorización de pagos y emisión de fondos.

Responsabilidades del jefe de Administración

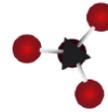
- ❖ Supervisión de conciliaciones bancarias y conciliación de cuentas.
- ❖ Gestión y seguimiento de trámites bancarios.
- ❖ Relación con autoridades bancarias.
- ❖ Obligaciones a pagar.
- ❖ Proyecciones de cobranza.
- ❖ Control y seguimiento de saldos de cuentas de clientes.
- ❖ Control de saldos de caja diaria.
- ❖ Gestión de deudas impositivas.
- ❖ Gestión de acreedores.
- ❖ Trámites bancarios.
- ❖ Aprobación de pedidos de clientes en función de saldo y autorización de cuentas.
- ❖ Realizar las evaluaciones de competencias de cada puesto e indicar las necesidades de capacitaciones del personal a su cargo.
- ❖ Informar necesidades de capacitación a la Gerencia.

Finanzas

- ❖ Conciliación de cajas.
- ❖ Archivo documentación de compras y bancos.
- ❖ Conciliaciones bancarias.
- ❖ Proceso en el sistema de facturas de compras en cuentas corrientes.
- ❖ Pago a proveedores, previa autorización y emisión de fondos de finanzas.

Contabilidad

- ❖ Imputaciones contables.
- ❖ Informe de ventas generales y por proveedor.
- ❖ Controles presupuestarios.



- ❖ Impuestos.
- ❖ Preparación de información para la liquidación de IVA e ingresos brutos.
- ❖ Elaboración de estados contables internos cuatrimestrales.
- ❖ Preparación de información para el balance del ejercicio.

7.3.4- Jefe de Planta

Depende del Gerente General, como Jefe de Planta tiene las siguientes funciones:

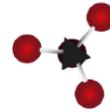
- ❖ Ejercitar los planes de producciones trazados por el Gerente General, disponiendo para ello de personal, materiales y equipos, a los que debe coordinar para conseguir la máxima eficiencia operativa; para ello delega funciones, responsabilidades y autoridad.
- ❖ Realiza los costos de producción.
- ❖ Tendrá a su cargo la planta de elaboración:
 1. Coordinación de las actividades de los diferentes sectores a su cargo.
 2. Programación de la producción de acuerdo a las directivas que elabore el gerente de fábrica.
 3. Fiscalización y dirección de las actividades en los distintos sectores a su cargo.
 4. El titular de estos cargos deberá acreditar una experiencia adecuada y además el título de ingeniero Químico.

7.3.5- Jefe de Mantenimiento

A su cargo está el normal desarrollo de la producción realizando mantenimientos preventivos y correctivos de acuerdo a las necesidades de la línea. Para esto constara con el poder de realizar las órdenes de compra que sean necesarias. Este cargo lo podrá ocupar un técnico con experiencia en mantenimiento o un Ingeniero Electromecánico.

Sus funciones serán:

- ❖ Planeamiento y control de los servicios.
- ❖ Mantenimiento de equipos y maquinarias.
- ❖ Innovación tecnológica.



Electricista

Sus funciones serán tareas de arreglo y mantenimiento de todos los servicios eléctricos de la planta y equipos, reportando al Jefe de Mantenimiento.

Requisitos:

- ❖ Técnico Electricista.
- ❖ Conocimientos de automatización.
- ❖ Conocimientos básicos de informática.

Mecánico

Su función será el arreglo y mantenimiento de equipos, reportando al Jefe de Mantenimiento.

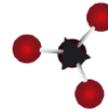
Requisitos:

- ❖ Técnico mecánico.
- ❖ Conocimiento de las maquinarias.

7.3.6- Jefe de Finanzas

Tendrá las siguientes funciones:

- ❖ Realizar el trabajo contable.
- ❖ Controlar el pago y liquidaciones del personal y terceros.
- ❖ Ser responsable de los valores de caja.
- ❖ Realizar la recepción, tramitación de registros, envío de facturas de proveedores y de ventas.
- ❖ Fiscalización del fichero de inventarios.
- ❖ Confeccionar planillas de caja, elaborar el balance y cierre del ejercicio y atender lo relativo a impuestos y seguros.
- ❖ Computar tarjetas con las partes diarios de mano de obra, materiales de producción, mano de obra y conservación.
- ❖ Registrar las entradas y salidas de materiales, materia prima y productos terminados.



7.3.7- Operario Calificado

Se considera operario calificado a aquel que pueda administrar la mejora de su propio trabajo, posee principio y valores fundamentales. Es un empresario dentro de su puesto de trabajo, para ello su preocupación con es la productividad, capacidad de trabajo en equipos y participación en círculos de calidad o mejoramiento. Deberá contar con conocimientos básicos de calidad, también con buena expresión oral y escrita.

Deberán ser capaces de desempeñar sin dificultad mas de dos o tres operaciones y manejar tres tipos de maquinarias sin inconvenientes; diferenciar la tecnología de cada máquina, identificando partes, piezas y su funcionamiento.

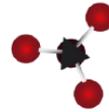
Contar con estudios secundarios y titulo de formación tecnológica o de formación técnica profesional. Un año de experiencia relacionada, siempre y cuando se acredite la terminación y la aprobación de los estudios en la respectiva modalidad.

Otros requisitos son:

- ❖ Conocimientos de la empresa y sus productos.
- ❖ Manejo de las especificaciones de insumos y productos.
- ❖ Capacidad de concentración (control de calidad en línea).
- ❖ Capacidad e administración del tiempo y tareas.
- ❖ Poseer una aptitud de compromiso y responsabilidad para con el Sistema de Gestión.
- ❖ Capacidad para mantener seguridad, orden y limpieza del sector.
- ❖ Capacidad de trabajo en equipo.

Responsabilidades:

- ❖ Operar línea de extrusión.
- ❖ Inspeccionar la calidad del producto en proceso.
- ❖ Apoyo a la presentación de informes que se generen en el area 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).
- ❖ Las demás tareas que le sean asignadas por autoridad competente (Jefe de Planta).



7.3.8- Operario Común

Es aquel que realiza tareas simples de limitada responsabilidad, cuya realización no exige poseer formación ni conocimientos previos, pudiendo el operario cumplir con las mismas en forma inmediata a su ingreso al establecimiento con someras indicaciones del supervisor o de otro operario mejor calificado.

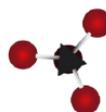
Tareas:

- ❖ Asistencia a los operarios calificados en la operación de maquinarias.
- ❖ Estibado de productos terminados.
- ❖ Limpieza y desinfección de los distintos sectores.
- ❖ Comunicar las novedades a sus superiores.
- ❖ Cumplir en su totalidad con los procedimientos e instructivos del SGC y las normas de higiene y seguridad relacionados a su función.
- ❖ Cumplir con los objetivos fijados para el sector.

7.4- COSTOS ASOCIADOS A LA SIGNACION DE SUELDOS

Es el costo de operación relacionado directamente con la estructura organizativa de la empresa. Es la remuneración profesional construida teniendo en cuenta la nomina de puestos y turnos laborales, para que en el momento de realizar las estimaciones de costos productivos pueda realizarse con mayor precisión.

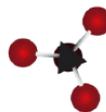
Según el Convenio Colectivo de Trabajo N° 419/05 de la Federación Argentina de Trabajadores de la Industria Química y Petroquímica, las categorías para los trabajadores son las siguientes:



CATEGORIAS	JUNIO 2015		JULIO- AGOSTO 2015	SEPTIEMBRE- OCTUBRE 2015	NOVIEMBRE 2015- MAYO 2016
	Valor Hora	Gratificación Extraordinaria Remunerativa Acta CAIP- UOYEP 07/2015	Valor Hora	Valor Hora	Valor Hora
PRODUCCIÓN					
Operario	41,47	1000	49,35	51,63	53
Auxiliar	44,71	1000	53,2	55,66	57,14
Operador	48,11	1000	57,25	59,89	61,48
Operario Calificado	50,26	1000	59,81	62,58	64,24
Eperario Especializado	52,36	1000	62,31	65,19	66,92
Oficial Especializado	58,12	1000	69,14	72,36	74,28
MANTENIMIENTO					
Medio oficial de Mantenimiento	54,14	1000	64,42	67,4	69,14
Oficial de Mantenimiento	58,14	1000	60,19	72,39	74,3
ADMINISTRACIÓN	Valor Mensua	Gratificación Extraordinaria Remunerativa Acta CAIP- UOYEP 07/2015	Valor Mensual	Valor Mensual	Valor Mensual
Nivel 1	8.295	1000	9.871	10.327	10.301
Nivel 2	8.422	1000	10.022	10.485	10.763
Nivel 3	8.894	1000	10.584	11.073	11.367
Nivel 4	9.253	1000	11.011	11.520	11.825
Nivel 5	10.176	1000	12.109	12.669	13.005
Capataz	10.388	1000	12.362	12.933	13.276
CHOFER	9.325	1000	11.097	11.610	11.917
AYUDANTE DE CHOFER	8.397	1000	9.992	10.454	10.731
CONDUCTOR DE AUTOELEVADOR	10.412	1000	12.390	12.963	13.307

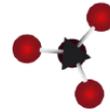
Tabla 7.1: Categorización de trabajadores según Convenio Colectivo de Trabajo. Fuente: CCT

El personal obrero y de empleados administrativos comprendidos en la presente Convención percibirá los salarios que se detallan en la planilla, de acuerdo con las categorías que en razón de sus funciones correspondan y que se señalan a continuación.



CATEGORIA	FUNCIÓN
PRODUCCION	
Operario	Realizar tareas simples de limitada responsabilidad, no necesita poseer conocimientos previos, pudiendo cumplir con las mismas en forma inmediata a su ingreso al establecimiento con someras indicaciones de un supervisor o de otro operario calificado.
Auxiliar	Realiza tareas de poca complejidad, adquiere conocimiento a traves de las practica, sigue instrucciones o especificaciones preestablecidas.
Operador	Realiza tareas que forman parte de un proceso de fabricacion de cierta complejidad para el cual se requiere poseer formacion, conocimientos y experiencia adecuados, para la satisfaccio de las exigencias del puesto que debe desempeñar. Se desempeña con cierto grado de autonomia.
Operador Calificado	Debe estar capacitado para el cumplimiento de lo establecido en la categoria anterior, realizar tareas o procesos que por su complejidad o tecnologia exgen mayor grado de formacion, conocimientos, experiencia y uso de criterio.
Operador Especializado	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. Debe mantener un alto grado de atencio a fin de evitar importantes perjuicios a equipos, productos y/o daños a terceros. Desempeña sus tareas practicamente sin supervisor, ya que se maneja con un alto grado de autonomia.
Oficial Especializado	Integran esta categoria las personas que por su grado de especializacion y la importacia de su trabajo (ej. Fabricacion de matrices) no quedan comprendidos en los anteriores. Esta categoria recepcionara asimismo a quienes desempeñen puestos que se generen a partir de la evolucion tecnologica futura.
MANTENIMIENTO	
Medio oficial de mantenimiento	
Oficial de Mantenimiento	
ADMINISTRATIVOS	
Nivel 1	Desempeña funciones de orden primario, sin necesiad de instrucciones o practicas previas.
Nivel 2	Desempeña tareas de rapido y sencillo aprendizaje. No requiere conocimientos previos ni experiencia. Responde a deirectiva de personal de Nivel 3 o superior.
Nivel 3	Desempeña tareas que requieren experiencia de por lo menos 1 año y conocimientos previos.
Nivel 4	Uso de criterio propio para tareas a veces complejas pero sin toma de decisiones. Requiere experiencia de por lo menos 2 años y conocimientos previos.
Nivel 5	Uso de criterio para tareas frecuentemente complejas. Actua con virtual independencia y en base al conocimiento de politicas, normas y procedimientos puede tomar decisiones. Requiere instruccion tecnica y practica previa de acuerdo con la especialidad.

Tabla 7.2: Categoría y Funciones de los trabajadores. Fuente: CCT



En cuanto a los sueldos del personal jerárquico, se estima su valor tomando como referencia los sueldos jerárquicos de Industrias semejantes.

7.5- SEGURIDAD OCUPACIONAL

Dentro del proceso de obtención de las preformas o de pellets grado alimenticio al igual que en cualquier otra actividad, más aun si esta involucra la utilización de maquinaria y el empleo de elevadas temperaturas, es necesario tomar los riesgos intrínsecos al proceso y a la factibilidad del hombre, para lograr el desarrollo sostenible.

Si bien son la industria farmacéutica y la alimenticia las más exigentes en cuanto a higiene industrial, todos los procesos industriales deberían tener una política de higiene industrial, tanto para el beneficio de los operarios como para evitar la contaminación ambiental y la contaminación de los mismos productos fabricados.

En la actualidad la mayoría de las industrias utilizan una malla en la que se toma en cuenta todos los posibles riesgos a los que están expuestos sus trabajadores. Esta malla es una buena herramienta para determinar los potenciales riesgos tanto a nivel industrial como en procesos.

7.5.1- Riesgos Involucrados en el Proceso de obtención de preformas

De acuerdo al análisis de la malla de riesgos industriales se ha determinado que los riesgos involucrados en el proceso de obtención de preformas, son las siguientes.

.

Cuadro de riesgos involucrados al proceso de obtención de preformas

Tipos de Riesgos		ANÁLISIS DE SEGURIDAD E HIGIENE																					
		Recepcion de materia prima	Almacenamiento	Desenfardador	Detector de metales	Clasificación Manual	Detector de PVC	Extractor de etiquetas	Molienda en seco	Ciclon	Tanque de NaOH	Separacion por densidad	Centrifuga	Horno Rotatorio	Detector de metales	Silos	Mezcladores	Extrusor	Cristalizador	Reactor SSP	Inyectora	Brazo Mecánico	
Físico	Diagnosticos de riesgos																						
	Exposicion a ruido			X																			
	Exposicion a vibraciones																						
	Exposicion a temperaturas elevadas																						
Mecanico Biologico y Quimico	Riesgos de incendios																						
	Exposicion a instalaciones electricas			X																			
	Exposicion a vapores																						
	Exposicion a polvos	X																					
Ergonomico	Exposicion a bacterias																						
	Exposicion a bacterias																						
	Posturas inadecuadas	X																					
	Movimientos repetitivos	X																					
Psicosocial	Levantar objetos en forma incorrecta	X																					
	Exigencia de concentracion/atencion																						
	Nivel de responsabilidad alto	X																					

Tabla 7.3: Análisis de Seguridad e Higiene. Fuente: Elaboración Propia

7.6- ACCIONES PREVENTIVAS PARA LOS RIESGOS INVOLUCRADOS

Cada riesgo involucrado al proceso debe tener una acción de prevención, a continuación se detallan las acciones tomadas para cada uno de los potenciales riesgos involucrados en el proyecto.

7.6.1- Exposición a ruido

Este riesgo se monitorea a través de la realización de mediciones de ruido en las diferentes fuentes sonoras y a través de un cálculo se determinara, por local de trabajo, si los niveles hallados superan el máximo establecido, y de ser así sugerir las medidas correspondientes. Para ello se utiliza un decibelímetro integrador.

La Ley reglamenta que si los niveles son inferiores a los 85 db de Nivel Sonoro Continuo Equivalente, solo se realizaran nuevos relevamientos para controlar que el nivel medido se mantenga y detectar posibles cambios a causa de incorporación de nuevos equipos o maquinarias, sistema de ventilación o extracción, falta de mantenimiento.

Si el nivel supera los 85 db, se deberá reducir el ruido al mínimo posible desde la fuente que lo produce, colocando carteles indicativos del uso de protección auditiva y además proveer al personal de protectores auditivos.

Si bien son varias las etapas donde el operario está expuesto a ruidos, como por ejemplo el ruido generado por la extrusora durante el proceso, este no es tan fuerte como para la utilización de protectores.

La etapa en la cual es necesario que el operario cuente con protección auditiva es en la extracción de etiquetas, donde los decibeles son superiores a 85.



Figura 7.2: Elementos de Protección Auditiva

7.6.2- Exposición a vibraciones

Las distintas etapas generan un mínimo de vibraciones que fueron tomadas en cuenta en el análisis de riesgos, pero no son de una magnitud que exigiese algún tipo de medida cautelar.

7.6.3- Exposición a temperaturas elevadas

Esta exposición está presente en las etapas de extrusión, tanque de sosa caustica, horno rotatorio, reactor SSP y extrusora, con el agravante de que, las temperaturas empleadas en cualquiera de las etapas son muy altas en comparación con las temperaturas tolerables por el cuerpo humano, por ende, generan mayor riesgo y requiere de acciones preventivas.

Las acciones de prevención aplicadas frente a este riesgo son:

- ❖ Usos de mandiles y guantes de cueros (figura x), para evitar quemaduras durante la ejecución de las tareas, manipulación de los materiales y reacciones químicas exógenas.



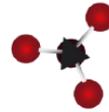
Figura 7.3: Elementos de Protección a Elevadas Temperaturas

Figura 7.3. Mandil de jean y guantes de cuero para prevenir quemaduras.

- ❖ Ejecución de los procesos en ambientes abiertos para evitar la concentración de calor.
- ❖ Distanciamiento de cualquier elemento inflamable o combustible cercano.

7.6.4- Riesgos de Incendios

Este riesgo está presente siempre que estemos rodeados de material inflamable y está muy relacionado con la exposición a altas temperaturas por lo que, las acciones tomadas son complementarias.



- ❖ Buscar que cualquier material propenso a la combustión este alejado de elementos que generen temperaturas elevadas, chispa o que requieran de electricidad para su funcionamiento.
- ❖ Preocuparse del buen estado de las conexiones eléctricas en la extrusora, herramientas motrices y horno.
- ❖ Revisar que el horno y la extrusora no estén depositados elementos ajenos al proceso.
- ❖ Contar con equipos Extintores.

Señalización y Equipos Extintores

La Ley reglamenta que la cantidad de matafuegos necesarios en los lugares de trabajo, se determinaran según las características y áreas de los mimos, importancia del riesgo, carga de fuego, clases de fuegos involucrados y distancia a recorrer para alcanzarlos.

Las clases de fuego se designaran con las letras A-B-C y D y son las siguientes.

- **Clase A:** Fuego que se desarrollan sobre combustibles sólidos, como ser madera, papel, telas, gomas, plásticos y otros
- **Clase B:** Fuego sobre líquidos inflamables, grasas, pinturas, ceras, gases y otros.
- **Clase C:** Fuegos sobre materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica.
- **Clase D:** Fuego sobre metales combustibles, como ser el magnesio, titanio, potasio, sodio y otros.

TIPOS DE MATAFUEGOS							
	A Agua	AB Agua + Espuma Quimica	ABC Polvo Quimico Seco	BC Dióxido de carbono (CO2)	ABC Halotron 1	D Polvo Quimico D	K Potasio
A Sólidos	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
B Líquidos	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO
C Eléctricos	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO
D Metales	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
K Grasas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI



Figura 7.4: Clases de Extintores

Deberá instalarse como mínimo 1 matafuego cada 200 metros cuadrados de superficie a ser protegida. La máxima distancia a recorrer hasta el matafuego será de 20 metros para fuegos de clase A y 15 metros para fuegos de clase B. Para señalar la ubicación del matafuego se deberá colocar una chapa baliza, esta es una superficie con franjas inclinadas en 45° respecto de la horizontal blancas y rojas de 10 cm de ancho. La parte superior de la chapa debe estar ubicada a 1,20 a 1,50 metros respecto del nivel del suelo.

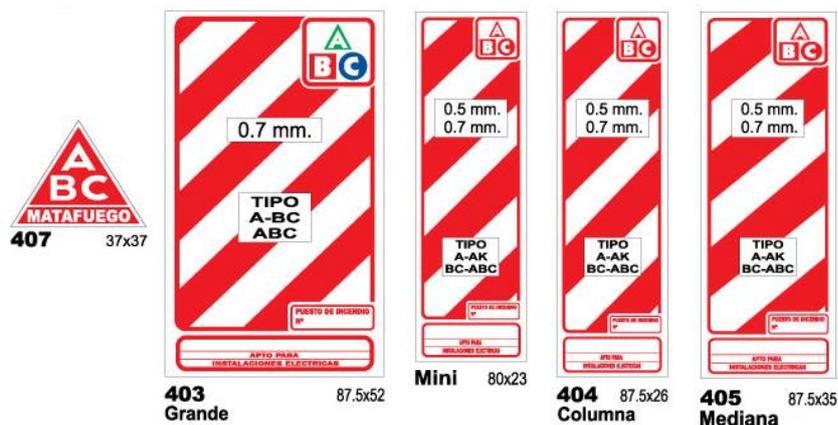


Figura 7.5: Chapas Balizas
Antolín - Nina - Quispe

7.6.5- Exposición a instalaciones eléctricas

Este riesgo presenta un riesgo de descargas sobre los operadores, por lo que las prevenciones tomadas para este caso son:

- ✚ Todas las instalaciones e interruptores utilizados deben encontrarse en buen estado.
- ✚ Asegurarse que el voltaje de los tomacorrientes a utilizar corresponda al requerido por el equipo a ser conectado.
- ✚ No sobrecargar los toma corrientes conectando varios equipos que demanden de gran cantidad de energía.
- ✚ Verificar que los cables de las maquinas utilizadas se encuentren correctamente aislados.

7.6.6- Exposición a vapores

Durante el proceso de extrusión, tanque de sosa caustica, horno rotativo, cristizador, reactor e inyectora, debido a las altas temperaturas que se alcanzan, existe emanación de vapores, sin embargo es mínima por lo que no amerita el uso de mascarillas o cualquier otra acción preventiva.

7.6.7- Exposición a polvos

Durante todo el proceso existen varias etapas en los que se está expuesto a polvo; las acciones preventivas adoptadas frente a este riesgo son:

- ❖ Uso de mascarillas



Figura 7.6: Tipos de mascarillas

- ❖ Trabajo en áreas ventiladas

La ventilación en los locales de trabajo debe contribuir a mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud del trabajador. A su vez deben poder ventilarse perfectamente en forma natural.

+ Empleo de gafas protectoras



Figura 7.7: Tipos de gafas protectoras

7.6.8- Exposición a bacterias

El PET por el hecho de ser molido, es propenso a almacenar humedad, lo que lo convierte en un elemento expuesto a la proliferación de bacterias. Debido a las temperaturas alcanzadas durante el precalentamiento de la materia prima y en el proceso mismo de extrusión, estas bacterias son eliminadas casi en su totalidad, sin embargo es importante que:

- + El sitio de almacenamiento de la materia esté libre de humedad.
- + La materia prima recibirá la suficiente ventilación e iluminación para dificultar la generación de bacterias.

7.6.9- Posturas inadecuadas

Las etapas que exigen del operario una postura incómoda; pueden ser reducidas mediante:

- + Adopción de una posición que exija el menor esfuerzo de parte de la espalda fundamentalmente.
- + Optimizar el tiempo empleado en este paso, con una preparación adecuada de la máquina, de manera que sea el mínimo posible.

7.6.10- Movimientos repetitivos

Este riesgo se presenta en el proceso, durante las mismas etapas en la que aparece el riesgo por posturas inadecuadas, por lo que las acciones adoptadas para este riesgo anterior, son parte de la prevención de este último.

7.6.11- Levantar objetos en forma incorrecta

Este riesgo aparece, fundamentalmente cuando el peso a levantar es de un peso considerable. Se pueden tomar las siguientes precauciones:

- ✚ Tratar de flexionar las piernas y mantener la espalda recta durante la acción de levantar, para reducir el riesgo de lesiones en la espalda.
- ✚ Debido al peso de las bolsas de NaOH y las distancias que se tiene que transportar, el operario utilizara guantes y cinturones de soporte para la espalda.

7.6.12- Exigencia de concentración / atención profunda

Esto se experimenta fundamentalmente durante la realización de la clasificación manual y en la parte de la redacción correspondiente a los cálculos realizados en las etapas de extrusión, reactor SSP y cristizador. Algunas acciones tomadas para minimizar estos riesgos son:

- ✚ Para la redacción de cálculos se procura un sitio con el mínimo de distracciones y ruidos, de manera que colaborase con la concentración.

7.6.13- Nivel de responsabilidad alto

Este riesgo está presente prácticamente durante todo el desarrollo del proyecto, ya que la realización de este demanda un alto nivel de responsabilidad. Para minimizar este riesgo:

- ✚ Todo el personal involucrado en el proyecto deberá realizar las tareas a conciencia y en forma responsable.
- ✚ Capacitación y entrenamiento, instructivos claros de proceso.

7.6.14- Equipos de protección Personal

El equipo de protección personal se debe utilizar dependiendo de la actividad realizada.

El operador debe utilizar equipo adecuado como zapatos de cuero con suela de caucho, pantalón y camisa de su talla que sea cómoda, casco, lentes y en algunos casos protectores auditivos.



Figura 7.8: Indumentaria necesaria

7.7- PROGRAMA DE VENTAS

El producto a vender presenta un Consumo Estacional, por lo que debemos analizar lo que ocurre con la demanda en distintas épocas del año desglosando el consumo de bebidas no alcohólicas, ya que este es el mercado al cual se orienta nuestro producto.

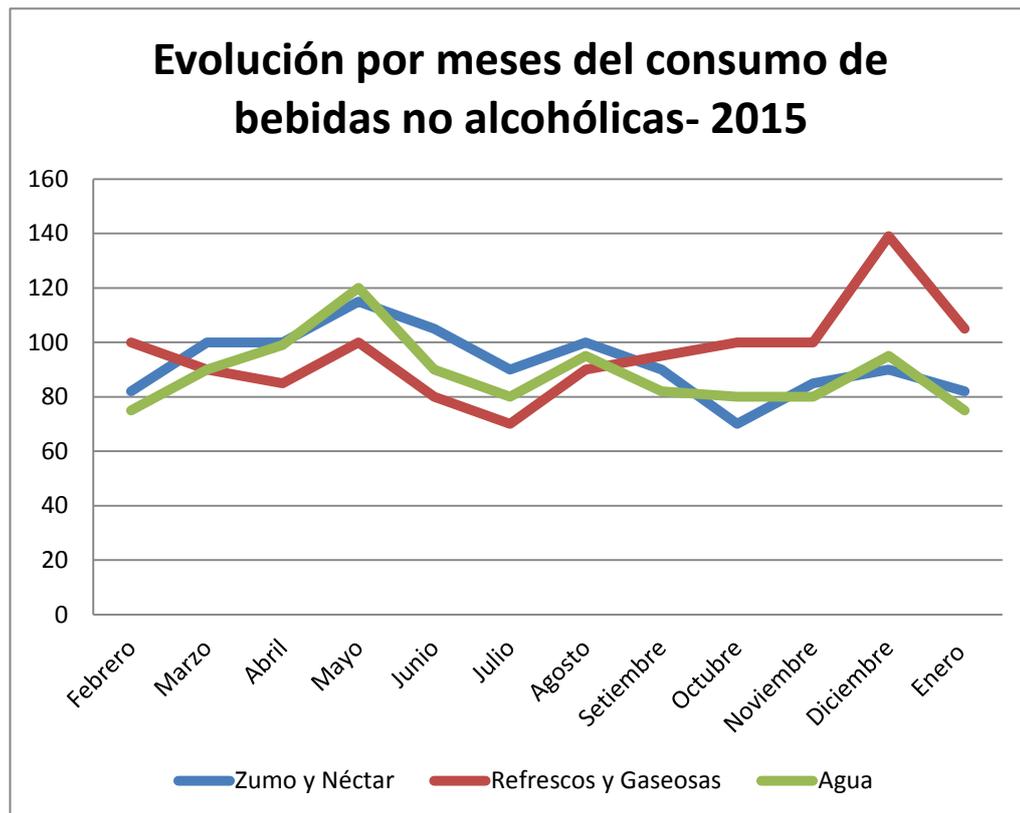


Figura 7.9: Estadísticas del Consumo de bebidas no alcohólicas en 2015 según la OMS

La Figura 7.4 muestra el consumo de bebidas no alcohólicas en Argentina. Para el caso de zumo y néctar se observa un pico máximo de consumo únicamente en el mes de mayo, el resto de los meses el consumo decae. En cuanto al consumo de refrescos y gaseosas, este es variable y muestra un pico de consumo máximo durante los meses de noviembre y diciembre, correspondiente a la estación más calurosa del año en nuestro país; para el caso del agua su consumo se mantiene relativamente constante, a lo largo de los meses del año pero decae en noviembre y diciembre, donde su consumo es remplazado por el consumo de refrescos y gaseosas.

Ahora analizaremos que bebida no alcohólica predomina el mercado Argentino, para poder definir en función de este nuestro programa de ventas. Compararemos la evolución del consumo de las bebidas en 2006 y en 2010 para definir la tendencia de consumo y si esta varía a lo largo de los años.

En 2006 el consumo de gaseosas ascendía a un 57.1% del total de la población argentina. Jugos en polvo (11.7%), agua (10.8%), jugo concentrado (7.8%), aguas saborizadas (5.7%), gaseosas light (4.4%), jugos listos para beber (2.1%) y bebidas isotónicas (0.4%).

Consumo de bebidas sin alcohol en Argentina (2006)

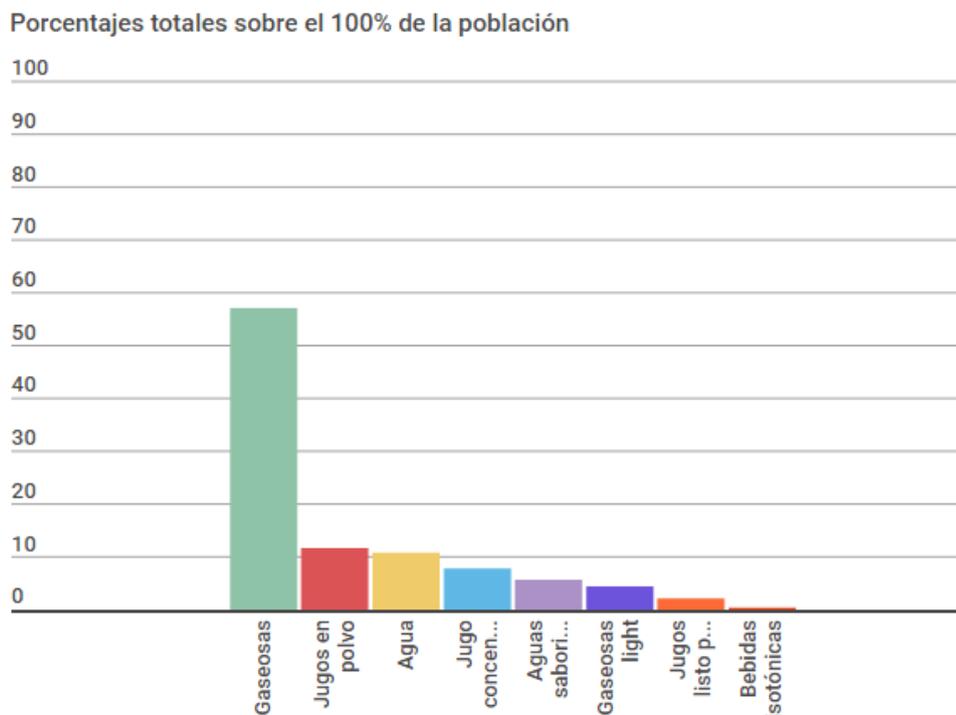


Figura 7.10: Grafica del Consumo de bebidas no alcohólicas en 2006 según la OMS

En 2015 algunos porcentajes se mantienen idénticos. Sin embargo, el descenso en el consumo de gaseosas en esta década es bastante significativo. Como contraste, el notable crecimiento de los jugos en polvo y las aguas saborizadas. Mientras que las gaseosas disminuyeron su consumo (45%), los jugos en polvo (18.7%) y las aguas saborizadas (12.8%) fueron las que más aumentaron sus ventas. La lista la completan el agua (10.8%), gaseosas light (5.3%), bebidas isotónicas (4.5%) y jugos concentrados (2.8%).

Consumo de bebidas sin alcohol en Argentina (2015)

Porcentajes totales sobre el 100% de la población

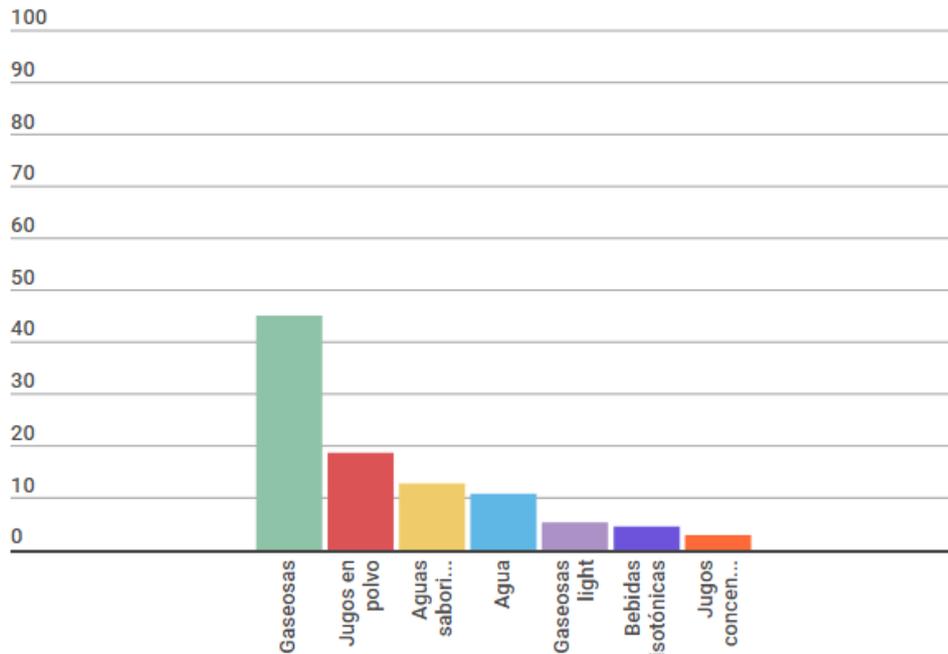


Figura 7.11: Grafica del Consumo de bebidas no alcohólicas en 2015 según la OMS

Concluimos que el mercado Argentino está predominado por el consumo de gaseosas, al comprar la evolución a lo largo de 9 años. Por lo tanto definiremos nuestro programa de ventas en función del consumo de esta bebida.

De acuerdo a una investigación del consumo de los distintos volúmenes de gaseosas, tenemos que la demanda se divide de acuerdo al siguiente cuadro.

Preformas (gr)	Demanda (%)
21	19,7
55	14,7
44	11,3
28	11,3
62	9,6
25	8,9
47	8,3
46	8,1

18	5,6
89	1,9

Tabla 7.4: Demanda en función de las distintas preformas. Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta que nuestra empresa va a producir volúmenes de 55 g (2000 ml), 44 g (1000 ml) y 21 g (500 ml), podemos decir que la demanda se va a dividir de la siguiente manera.

Preformas (gr)	Demanda (%)
21	32,2
55	24,7
44	43,1

Tabla 7.5: Demanda en función de las preformas de mayor consumo. Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la investigación anterior se confecciono el Programa de Ventas:

PROGRAMA DE VENTAS		
MESES	%	DEMANDA Kg/mes
Enero	70	435087,072
Febrero	71,42	495530,9292
Marzo	67,85	392301,1008
Abril	59,28	411300,3848
Mayo	70	435087,072
Junio	62,85	417900,4099
Julio	50	332458,56
Agosto	64,28	427408,7247
Septiembre	70	485678,592
Octubre	71,42	485207,3681
Noviembre	71,42	474883,8071
Diciembre	100	664917,12
TOTAL		5.457.761,141

Tabla 7.6: Programa de Ventas. Fuente: Elaboración Propia

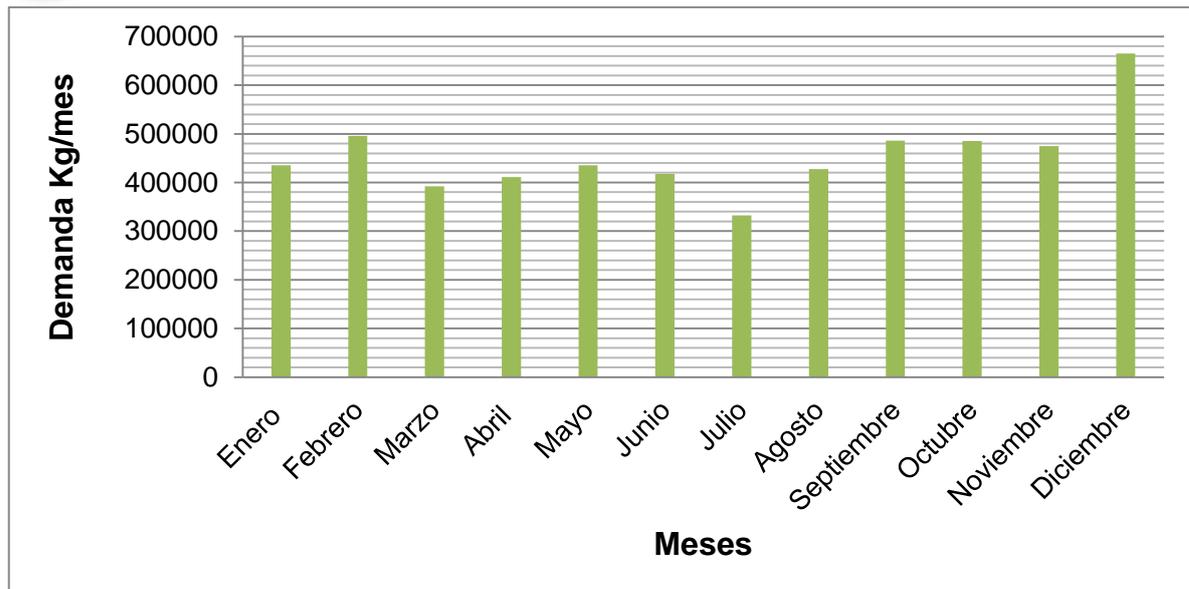
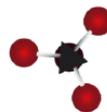


Figura 7.12: Programa de Ventas

Como podemos observar, las ventas de nuestro producto a lo largo del año 2017 presentan periodos donde la demanda aumenta y periodos donde la demanda se mantiene relativamente constante. Esto se relaciona directamente con las estaciones del año, ya que la demanda aumenta en los meses más calurosos por el aumento del consumo de refrescos y gaseosas, comprendidos entre el 21 de setiembre al 21 de diciembre correspondiente a la Primavera y al periodo comprendido entre el 21 de diciembre al 21 de marzo correspondiente al Verano; y en los meses más fríos la demanda baja o se mantiene relativamente constante, comprendidos entre el 21 de Marzo al 21 de Julio correspondientes al Otoño y el periodo entre el 21 de Julio al 21 de Setiembre correspondiente al Invierno.

De acuerdo al programa de ventas para satisfacer la demanda de preformas a lo largo del año 2017, la empresa debe tener una capacidad anual de 5.457.761,141 Kg/ año.



7.8- FORMULA

Es indispensable establecer la fórmula del producto principal, en la que se detallan los insumos que componen a la unidad de venta (en este caso las cajas) y sus cantidades. Haciendo uso de la misma y del Programa de Producción se determina el Listado de Necesidades, que será fundamental a la hora de determinar la mejor política de compras para adquirir los distintos materiales a lo largo del año.

Para las cajas 16.000 unidades con preformas de 21 gramos.

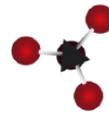
FORMULA (Caja de 21 gramos)		
Ítem	Cantidad	Unidad
Resina PET Virgen	235,2	Kg
Resina PET grado Alimenticio	100,8	Kg
Aditivo-Protector UV 5%	5,04	Kg
Aditivo-Estabilizante (antioxidante y térmico) 1%	1,008	Kg
Aditivo-Lubricante 1,3%	1,3104	Kg
Pallet	1	unidad

Tabla 7.13: Formula para preformas de 21 gramos. Fuente: Elaboración propia

Para las cajas de 10.00 unidades con preformas de 44 gramos.

FORMULA (Caja /44 gramos)		
Ítem	Cantidad	Unidad
Resina PET Virgen	308	Kg
Resina PET grado Alimenticio	132	Kg
Aditivo-Protector UV 5%	6,6	Kg
Aditivo-Estabilizante (antioxidante y térmico) 1%	1,32	Kg
Aditivo-Lubricante 1,3%	1,716	Kg
Pallet	1	unidad

Tabla 7.14: Formula para preformas de 44 gramos. Fuente: Elaboración propia



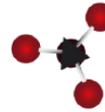
Para las cajas de 8.000 unidades con preformas de 55 gramos.

FORMULA (Caja /55 gramos)		
Ítem	Cantidad	Unidad
Resina PET Virgen	308	Kg
Resina PET grado Alimenticio	132	Kg
Aditivo-Protector UV 5%	6,6	Kg
Aditivo-Estabilizante (antioxidante y térmico) 1%	1,32	Kg
Aditivo-Lubricante 1,3%	1,716	Kg
Pallet	1	unidad

Tabla 7.15: Formula para preformas de 55 gramos. Fuente: Elaboración propia

7.9- LISTADO DE NECESIDADES

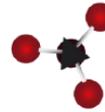
Este listado expresa la cantidad necesaria de cada material en cada mes del año 2017. Se confecciona multiplicando la producción de cada mes obtenida del Programa de Producción por las cantidades de cada material utilizando la formula.



Listado de necesidades para la producción de preformas de 55 gramos/mes:

Item	Listado de Necesidades en Kg/mes											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Resina PET Virgen	119499,1	99582,56	119499,1	107051,3	114519,9	114519,9	114519,9	119499,07	117009,51	114519,94	114519,94	107051,25
Resina PET grado	51213,89	42678,24	51213,89	45879,11	49079,98	49079,98	49079,98	51213,888	50146,932	49079,976	49079,976	45879,108
Aditivo-Protector UV 5%	140,8382	117,3652	140,8382	126,1675	134,9699	134,9699	134,9699	140,83819	137,90406	134,96993	134,96993	126,16755
Aditivo-Estabilizante 1%	28,16764	23,47303	28,16764	25,23351	26,99399	26,99399	26,99399	28,167638	27,580813	26,993987	26,993987	25,233509
Aditivo-Lubrificante 1,3%	36,61793	30,51494	36,61793	32,80356	35,09218	35,09218	35,09218	36,61793	35,855056	35,092183	35,092183	32,803562
preforma 55	Listado de Necesidades en Unidades/mes											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Resina PET Virgen	2172710	1810592	2172710	1946386	2082181	2082181	2082181	2172710,4	2127445,6	2082180,8	2082180,8	1946386,4
Resina PET grado	931161,6	775968	931161,6	834165,6	892363,2	892363,2	892363,2	931161,6	911762,4	892363,2	892363,2	834165,6
Aditivo-Protector UV 5%	46558,08	38798,4	46558,08	41708,28	44618,16	44618,16	44618,16	46558,08	45588,12	44618,16	44618,16	41708,28
Aditivo-Estabilizante 1%	9311,616	7759,68	9311,616	8341,656	8923,632	8923,632	8923,632	9311,616	9117,624	8923,632	8923,632	8341,656
Aditivo-Lubrificante 1,3%	12105,1	10087,58	12105,1	10844,15	11600,72	11600,72	11600,72	12105,101	11852,911	11600,722	11600,722	10844,153

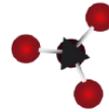
Tabla 7.16: Listado de Necesidades preforma de 55 g. Fuente: Elaboración propia



Listado de necesidades para la producción des preformas de 44 gramos/mes:

Item	Listado de Necesidades en Kg/mes											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Resina PET Virgen	209010,3	174175,2	209010,3	187238,4	200301,5	200301,5	200301,5	209010,28	204655,9	200301,52	200301,52	187238,37
Resina PET grado Alimenticio	111969,8	93308,16	111969,8	100306,3	107304,4	107304,4	107304,4	111969,79	109637,09	107304,38	107304,38	100306,27
Aditivo-Protector UV 5%	307,9169	256,5974	307,9169	275,8422	295,0871	295,0871	295,0871	307,91693	301,50199	295,08706	295,08706	275,84225
Aditivo-Estabilizante1%	61,58339	51,31949	61,58339	55,16845	59,01741	59,01741	59,01741	61,583386	60,300398	59,017411	59,017411	55,16845
Aditivo-Lubricante 1,3%	80,0584	66,71533	80,0584	71,71898	76,72263	76,72263	76,72263	80,058401	78,390518	76,722635	76,722635	71,718984
	Listado de Necesidades en Unidades/mes											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Resina PET Virgen	4750234	3958528	4750234	4255418	4552307	4552307	4552307	4750233,6	4651270,4	4552307,2	4552307,2	4255417,6
Resina PET grado Alimenticio	2035814	1696512	2035814	1823750	1950989	1950989	1950989	2035814,4	1993401,6	1950988,8	1950988,8	1823750,4
Aditivo-Protector UV 5%	101790,7	84825,6	101790,7	91187,52	97549,44	97549,44	97549,44	101790,72	99670,08	97549,44	97549,44	91187,52
Aditivo-Estabilizante1%	20358,14	16965,12	20358,14	18237,5	19509,89	19509,89	19509,89	20358,144	19934,016	19509,888	19509,888	18237,504
Aditivo-Lubricante 1,3%	26465,59	22054,66	26465,59	23708,76	25362,85	25362,85	25362,85	26465,587	25914,221	25362,854	25362,854	23708,755

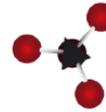
Tabla 7.17: Listado de Necesidades preforma de 44 g. Fuente: Elaboración propia



Listado de necesidades para la producción de preformas de 21 gramos/mes:

Item	Listado de Necesidades en Kg/mes											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Resina PET Virgen	156372,2	130310,2	156372,2	140083,5	149856,7	149856,7	149856,7	156372,25	153114,49	149856,74	149856,74	140083,47
Resina PET grado Alimenticio	175519,9	146266,6	175519,9	157236,6	168206,5	168206,5	168206,5	175519,87	171863,21	168206,54	168206,54	157236,55
Aditivo-Protector UV 5%	482,6796	402,233	482,6796	432,4005	462,568	462,568	462,568	482,67965	472,62382	462,568	462,568	432,40052
Aditivo-Estabilizante 1%	96,53593	80,44661	96,53593	86,4801	92,5136	92,5136	92,5136	96,53593	94,524764	92,513599	92,513599	86,480104
Aditivo-Lubrificante 1,3%	125,4967	104,5806	125,4967	112,4241	120,2677	120,2677	120,2677	125,49671	122,88219	120,26768	120,26768	112,42413
preforma 21	Listado de Necesidades en Unidades/mes											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Resina PET Virgen	7446298	6205248	7446298	6670642	7136035	7136035	7136035	7446297,6	7291166,4	7136035,2	7136035,2	6670641,6
Resina PET grado Alimenticio	3191270	2659392	3191270	2858846	3058301	3058301	3058301	3191270,4	3124785,6	3058300,8	3058300,8	2858846,4
Aditivo-Protector UV 5%	159563,5	132969,6	159563,5	142942,3	152915	152915	152915	159563,52	156239,28	152915,04	152915,04	142942,32
Aditivo-Estabilizante 1%	31912,7	26593,92	31912,7	28588,46	30583,01	30583,01	30583,01	31912,704	31247,856	30583,008	30583,008	28588,464
Aditivo-Lubrificante 1,3%	41486,52	34572,1	41486,52	37165	39757,91	39757,91	39757,91	41486,515	40622,213	39757,91	39757,91	37165,003

Tabla 7.18. : Listado de Necesidades preforma de 21 g. Fuente: Elaboración propia



7.10- PROGRAMA DE PRODUCCION

Una vez definido el Programa de Ventas y conociendo la capacidad instalada que debería tener la fábrica para satisfacer la demanda, estamos en condiciones de diseñar un Programa de Producción que considere el uso de horas extras y sábados, cantidad de turnos, cantidad de operarios, etc.

Al definir el programa se tendrá conocimiento de:

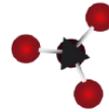
- ❖ Los niveles de stock a lo largo del año, con los cuales se podrá diseñar los depósitos.
- ❖ Las necesidades de Materias Primas, que son la herramienta fundamental para organizar el Departamento de Compras

Se confecciono el siguiente Programa de producción para el año 2017, donde los operarios trabajaran en 2 turnos diarios de lunes a viernes, y sábado medio día, para producir preformas de 55 gramos, 21 gramos y 44 gramos, como se detalla a continuación.

Preforma 55 g		Preforma 44 g				Preforma 21 g			
Inyectora I (Linea 1)		Inyectora II-A (Linea 2)		Inyectora II-B (Linea 3)		Inyectora III-B (Linea 4)		Inyectora III-B (Linea 5)	
Turno 1 (T1)	8 h	Turno 1 (T1)	8 h	Turno 1 (T1)	8 h	Turno 1 (T1)	8 h	Turno 1 (T1)	8 h
Turno 2 (T2)	8 h	Turno 2 (T2)	8 h	Turno 2 (T2)	8 h	Turno 2 (T2)	8 h	Turno 2 (T2)	8 h
Total	16	Total	16	Total	16	Total	16	Total	16

Tabla 7.7: Turnos por preformas a elaborar. Fuente: Elaboración Propia

El área de inyección contara con 5 máquinas inyectoras las mismas constituyen el equipo principal de las 5 líneas de producción de inyección. La línea de producción 1 contara con una inyectora para obtener preformas de 55 gramos, las líneas de producción 2 y 3 contara con una inyectora por línea, ambas para producir preformas de 44 gramos, y las líneas de producción 4 y 5 con una inyectora cada línea, para producir preformas de 21 gramos. Cada una de estas máquinas inyectoras son capaces de procesar distintos gramajes de preformas con capacidades diarias de producción diferentes entre sí como se detalla en la siguiente tabla.



Inyectora III		Inyectora II		Inyectora I	
unidades/h	13851	unidades/h	8836	unidades/h	8083
masa/h (Tn/h)	0,290871	masa/h (Tn/h)	0,388784	masa/h (Tn/h)	0,444565
masa/h (kg/h)	290,871	masa/h (kg/h)	388,784	masa/h (kg/h)	444,565
Preforma 21 g		Preforma 44 g		Preforma 55 g	
cavidades de matriz	57	cavidades de matriz	47	cavidades de matriz	59
Ciclo (seg.)	13	Ciclo (seg.)	16	Ciclo (seg.)	25
Ciclo/h	243	Ciclo/h	188	Ciclo/h	137
masa/unidad (Tn)	0,000021	masa/unidad (Tn)	0,000044	masa/unidad (Kg)	0,000055

Tabla 7.8: Líneas de producción. Fuente: Elaboración Propia

Programa de Producción en
Tn/mes:

Procesamiento mensual de pellets grado alimenticio Tn/mes- Inyectora I													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	total
preforma 55	Produccion teorica (Tn/mes)	171,375	142,81	171,38	153,52	164,23	164,23	171,38	167,80	164,23	164,23	153,52	1952,963
	Produccion real (Tn/mes)	170,713	142,26	170,71	152,93	163,60	163,60	170,71	167,16	163,60	163,60	152,93	1945,416
	Stock (Tn/mes)	0,66	0,55	0,66	0,59	0,63	0,63	0,63	0,66	0,65	0,63	0,63	7,55
Procesamiento mensual de pellets grado alimenticio Tn/mes- Inyectora II A-II B													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	total
preforma 44	Produccion teorica (Tn/mes)	299,039	249,199	299,039	267,889	286,579	286,579	299,039	292,809	286,579	286,579	267,889	3407,801
	Produccion real (Tn/mes)	298,586	248,822	298,586	267,483	286,145	286,145	298,586	292,366	286,145	286,145	267,483	3402,638
	Stock (Tn/mes)	0,45	0,38	0,45	0,41	0,43	0,43	0,43	0,45	0,44	0,43	0,43	5,16
Procesamiento mensual de pellets grado alimenticio Tn/mes- Inyectora III A-III B													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	total
preforma 21	Produccion teorica (Tn/mes)	223,412	186,177	223,412	200,140	214,103	214,103	223,412	218,758	214,103	214,103	200,140	2545,968
	Produccion real (Tn/mes)	223,389	186,157	223,389	200,119	214,081	214,081	223,389	218,735	214,081	214,081	200,119	2545,703
	Stock (Tn/mes)	0,023	0,019	0,023	0,021	0,022	0,022	0,022	0,023	0,023	0,022	0,022	0,26

Tabla7.9: Programa de Producción en Tn/mes. Fuente: Elaboración Propia



Programa de Producción en
Unidades/mes:

Producción mensual de preformas en unidades/mes- Inyectora I												
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Producción real	3103872	2586560	3103872	2780552	2974544	2974544	2974544	3103872	3039208	2974544	2974544	2780552
preforma 55	2172710	1847321	2105977	1648311	2082181	1869501	1487272	1995169	2127446	2124419	2124419	2780552
Stock	931162	739239	997895	1132241	892363	1105043	1487272	1108703	911762	850125	850125	0
Producción mensual de preformas en unidades/mes- Inyectora II A-II B												
Producción real	6786048	5655040	6786048	6079168	6503296	6503296	6503296	6786048	6644672	6503296	6503296	6079168
preforma 44	4750234	4038830	4604334	3603731	4552307	4087322	3251648	4362072	4651270	4644654	4644654	6079168
Stock	2035814	1616210	2181714	2475437	1950989	2415974	3251648	2423976	1993402	1858642	1858642	0
Producción mensual de preformas en unidades/mes- Inyectora III A-III B												
Producción real	10637568	8864640	10637568	9529488	10194336	10194336	10194336	10637568	10415952	10194336	10194336	9529488
preforma 21	7446298	6331126	7217590	5649080	7136035	6407140	5097168	6837829	7291166	7280795	7280795	9529488
Stock	3191270	2533514	3419978	3880408	3058301	3787196	5097168	3799739	3124786	2913541	2913541	0

Tabla7.10: Programa de Producción en unidades/mes. Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar que las celdas color amarillo señalan el stock máximo de las tres preformas y corresponden al mes de julio, ya que en este mes la demanda del producto está en su punto más bajo con respecto a los demás meses.

El stock en el mes de julio para la preforma de 55 gramos es de 1.487.272 unidades/mes, para la preforma de 44 gramos es de 3251648 unidades/mes y para la preforma de 21 gramos es de 5097168 unidades/mes. El total en stock es de 9.836.088 unidades/ mes, este dato debe ser tenido en cuenta a la hora de diseñar el deposito.

La producción anual en estas condiciones sería de **233.927.832 unidades/año** o **7.893.757 Kg/año** de producto terminado, valor que excede en un 31% aproximadamente a la demanda estimada en el Programa de Ventas que es de 5.457.761,14 Kg/año. Sin embargo, se cree que la demanda aumentara equilibrando estos valores.

7.11- PRODUCTO TERMINADO

7.11.1- PRODUCTO PRINCIPAL: PREFORMAS

El producto principal en este caso las preformas serán entregadas a los compradores en cajas de cartón embaladas y claramente identificadas.

Las preformas serán almacenadas en cajas cubicas de cartón de 1,10 m sobre pallets de madera y su volumen varía de acuerdo al tamaño de las preformas

Cajas	Unidades
55 gramos	8.000
44 gramos	10.000
21 gramos	16.000



Figura 7.13: Presentación del Producto Terminado

La siguiente figura muestra las tres preformas que se van a procesar en nuestra planta.



Figura 7.14: Tipos distintos de preformas a producir

Especificaciones del producto terminado

Peso (g)	Rosca/neck finish (mm)	Largo nominal(H)(mm)	A (mm)	B (mm)	espesor (mm) e	Volumen (ml)
55	PCO 28	155	33	21,76	3,8	2000
44	PCO 28	149	33	21,74	3,6	1000
21	PCO 28	99,2	33	21,74	2,12	500

Tabla 7.11: Especificaciones de los Productos. Fuente: Elaboración propia

7.11.1.1- PREFORMA DE 21 GRAMOS DE 500 ML

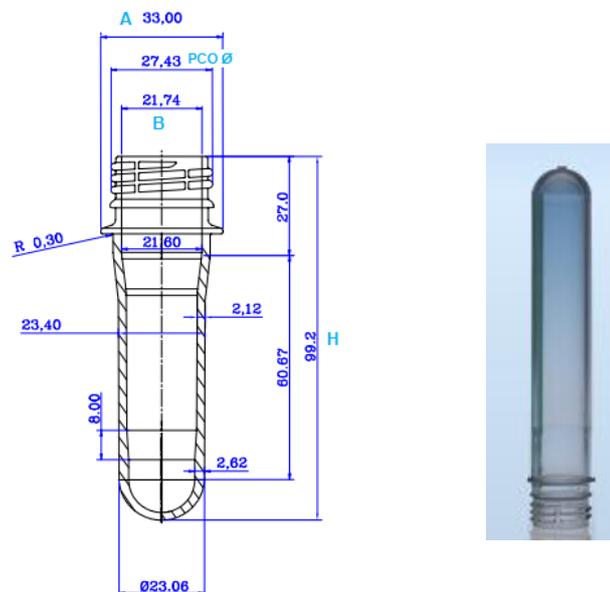


Figura 7.15: Preformas de 21 gramos

7.9.1.2- PREFORMA DE 44 GRAMOS DE 1000 ML

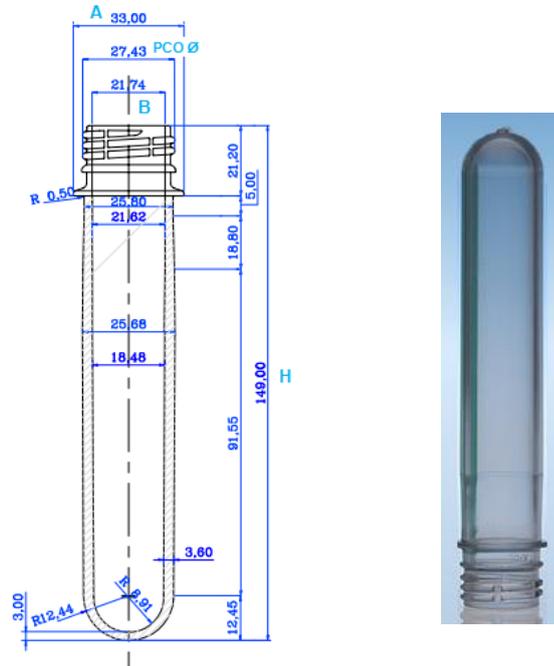


Figura 7.16: Preformas de 44 gramos

7.11.1.3- PREFORMA DE 55 GRAMOS DE 2000 ML

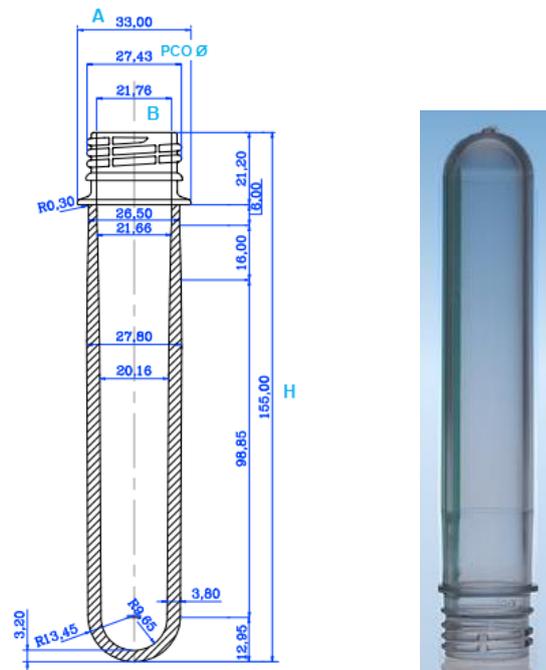


Figura 7.17: Preformas de 55 gramos

7.11.2- PRODUCTO SECUNDARIO: PELLETS DE GRADO ALIMENTICIO

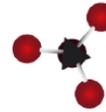
De acuerdo al Balance de Masa de los equipos extrusores visto en el capítulo 6, se obtendrá 7.770.924,96 Kg de pellets/año, de esta masa solo el 30% se destina a la producción de preformas ósea 2.331.277,48 Kg pellets que serán mezclados con 70% de resina virgen de PET y de acuerdo al rendimiento de los equipos inyectoros se obtendrán 7.893.757 Kg preformas por año.

El 70% de la masa restante (7.770.924,96 Kg de pellets/año) ósea 5.439.647,47 Kg pellets/año serán envasados en sacos con capacidad de 1250 kg, para ser comercializados como producto secundario.



Figura 7.18 Llenado de los sacos con pellets grado alimenticio

En la tabla 7.10. podemos observar los sacos de pellets/mes que se destinan a la venta, como así también el stock máximo de pellets en los silos que es de 583,65 Kg. En función de este stock se seleccionaron la capacidad de los silos en el capítulo de 6.



Producción de PET-PCR Kg/mes												
Ítem	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días Hábiles	24	20	24	21,5	23	23	23	24	23,5	23	23	21,5
Producción de PET-PCR (Kg/mes)	680664,960	567220,800	680664,960	609762,360	652303,920	652303,920	652303,920	680664,960	666484,440	652303,920	652303,920	609762,360
PET-PCR destinado a venta (Kg/mes)	476465,47	397054,56	476465,47	426833,65	456612,74	456612,74	456612,74	476465,47	466539,11	456612,74	456612,74	426833,65
PET-PCR envasado en Sacos de 1250 Kg (sacos)	381	317	381	341	365	365	365	381	373	365	365	341
Stock en silos (Kg/mes)	215,472	804,56	215,472	583,652	362,744	362,744	362,744	215,472	289,108	362,744	362,744	583,652

Tabla 7.12.: Producción de PET-PCR. Fuente: Elaboración propia

7.12- PROGRAMA DE ABASTECIMIENTO

Este programa requiere un riguroso análisis donde se tienen en cuenta variables económicas tales como inflación, capital inmovilizado, forma de pago, entre otras, y técnicas como espacio disponible, stock mínimo, tiempo de entrega, etc.

Se presta mayor atención al Departamento de Compras que representa mayores costos, es decir las compras más grandes. Este grupo está conformado por la compra de resina virgen de PET y la compra de aditivos, los cuales se apreciaron al detallar la formula.

Realizar una Correcta Gestión de Stocks constituye uno de los pilares básicos en los cuales se apoyan la empresa, a fin de reducir costos, incrementar la productividad, equilibrar el servicio y la disponibilidad, mejorar la fiabilidad, para ser más competitivos

7.12.1- Materia Prima: RESINA VIRGEN DE POLIETILENO TEREF TALATO (PET)

Como se especificó en el Capítulo de 2 de Estudio de Mercado, nuestro proveedor de resina virgen de PET será DAK AMERICAS S.A ubicada en Zarate Argentina.

DAK AMERICAS es fabricante y distribuidor de cuatro tipos de resinas diferentes **LASER + C**, **LASER + W**, **LASER +** y **LASER +RF**; ambas para la producción de envases, la presentación de cualquiera de ellas es mediante bolsones de 1250 Kg, como se muestra en la siguiente figura 7.19.



Figura 7.19: Saco de Pellets Virgen de PET

Especificaciones de la resina:

✚ **LASER + C:** Resinas PET claras

Aplicaciones:

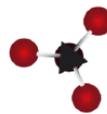
- Envases de bebidas
- Embalaje para alimentos
- Envases Productos para el hogar
- Recipientes farmacéuticos
- Contenedores de vinos y licores

Especificaciones de venta:

Property	Value	Test Method
Intrinsic Viscosity	0.80 +/- 0.02	ASTM D4603-96 (or equivalent)
Color: CIE L*	78 minimum	ASTM D2244-93 (or equivalent)
Fines	0.05 wt % maximum	ECA-A-AN-G-PTM-10 (or equivalent)
Acetaldehyde	1 ppm maximum, residual	VKCA-A-AS-G-GC-0001

Tabla 7.19: Especificaciones de venta Laser + C. Fuente: DAK Américas S.A

Propiedades típicas:



Property ^a	Test ^b Method	Typical Value, Units ^c
Crystalline Density	D 1505	1.35 g/cm ³
Bulk Density		
Poured	D 1895	805 kg/m ³ (50 lb/ft ³)
Vibrated	D 1895	880 kg/m ³ (55 lb/ft ³)
Melt Density @ 285°C (545°F)	D 1238	1.29 g/cm ³
Crystalline Peak Melting Point (T _m) ^d	D 3418	242°C (462°F)
Heat of Fusion ^e	E 793	59 kJ/kg (14 cal/g)
Specific Heat ^e		
@ 23°C (73°F)	E 1269	1.0 kJ/kg·K (0.24 Btu/lb·°F)
@ 80°C (176°F)	E 1269	1.3 kJ/kg·K (0.31 Btu/lb·°F)
@ 100°C (212°F)	E 1269	1.4 kJ/kg·K (0.33 Btu/lb·°F)
@ 200°C (392°F)	E 1269	1.8 kJ/kg·K (0.43 Btu/lb·°F)
@ 280°C (536°F)	E 1269	2.1 kJ/kg·K (0.50 Btu/lb·°F)
Pellet Size		2 x 2 x 3 mm (.1x.1 x .1 in)
Pellet Shape		Rectangular

Tabla 7.20: Propiedades Laser + C. Fuente: DAK Américas S.A

De los cuatro tipos diferentes de resinas que fabrica la empresa distribuidora, para nuestro proyecto compraremos la Resina **Laser +**, que satisface los requerimientos para la fabricación de las preformas.

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 la máxima carga permitida en camiones que es de 20.000 Kg, por lo que las cantidades a adquirir serán múltiplo de este.

La alternativa más conveniente de adquirir la resina virgen de PET es mediante compras mensuales, ya que presenta las siguientes ventajas:

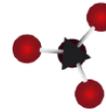
- Al realizar compras más pequeñas la producción se abastece inmediatamente cuando llega la mercadería. Esto significa que tendremos menos mercadería en stock y por ende menor capital inmovilizado.
- Al tener menor stock se reducen los espacios requeridos para el almacenamiento.
- Permite trabajar con el menor capital de trabajo posible, lo que permite una pronta recuperación del dinero invertido.

En las tablas **7.21** se muestran la cantidades de resina virgen a adquirir mensualmente, para cada una de las preformas de acuerdo al Listado de Necesidades, estas cantidades son lo más pequeñas posibles, pero sin perjudicar la producción de cada mes.

Programa de Abastecimiento: Resina Virgen de PET Kg/mes												
Item	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Resina PET Virgen - utilizada	119499,1	99582,56	119499,1	107051,3	114519,9	114519,9	114519,9	119499,1	117009,51	114520	114519,9	107051,3
Lote optimo de MP(camiones)	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Compra	120000	100000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000
Stock a fin de mes	500,928	417,44	500,928	12948,75	5480,056	5480,056	5480,056	500,928	2990,492	5480,06	5480,056	12948,75

Programa de Abastecimiento: Resina Virgen de PET Kg/mes												
Item	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Resina PET Virgen	209010,3	174175,2	209010,3	187238,4	200301,5	200301,5	200301,5	209010,3	204655,9	200302	200301,5	187238,4
Lote optimo de MP(camiones)	11	9	11	10	11	11	11	11	11	11	11	10
Compra	220000	180000	220000	200000	220000	220000	220000	220000	220000	220000	220000	200000
Stock a fin de mes	10989,72	5824,768	10989,72	12761,63	19698,48	19698,48	19698,48	10989,72	15344,102	19698,5	19698,48	12761,63

Programa de Abastecimiento: Resina Virgen de PET Kg/mes												
Item	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Resina PET Virgen	156372,2	130310,2	156372,2	140083,5	149856,7	149856,7	149856,7	156372,2	153114,49	149857	149856,7	140083,5
Lote optimo de MP(camiones)	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Compra	160000	140000	160000	160000	160000	160000	160000	160000	160000	160000	160000	160000
Stock a fin de mes	3627,75	9689,792	3627,75	19916,53	10143,26	10143,26	10143,26	3627,75	6885,5056	10143,3	10143,26	19916,53



Tablas 7.21: Programa de abastecimiento. Fuente: Elaboración Propia

Puede observarse en las 7.21 en detalle la cantidad de lotes óptimos (camiones) necesarios para la producción de cada preforma, como así también se visualiza en la tabla 7.22. el lote optimo total de Resina Virgen de PET para la producción de las tres preformas necesaria para cada mes del año 2017. La máxima cantidad de camiones a adquirir por mes es de 25, que corresponde a 500.000 Kg de resina virgen de PET (400 bolsas).

Programa de Abastecimiento: Resina Virgen de PET Kg/mes												
Lote optimo total de MP(camiones)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	25	21	25	24	25	25	25	25	25	25	25	24

Tabla 7.22: Lote óptimo de MP. Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 7.23 vemos la máxima cantidad en stock marcada en color amarillo correspondiente al mes de Diciembre con una cantidad de 45.626,9 Kg (36 bolsas de resina de 1250 Kg cada una), dato que debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar el depósito.

Stock de Resina Virgen de PET Kg/mes												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Stock en Depósito	15118,4	15932	15118,4	45626,9	35321,8	35321,8	35321,8	15118,4	25220,1	35321,8	35321,8	45626,9

Tabla 7.23: Stock en depósito de resina virgen de PET. Fuente: Elaboración Propia

7.12.2- Materia Prima: ADITIVOS

Al observar el Listado de Necesidades, notamos que la cantidad de aditivos que se utiliza mensualmente a los fines del proceso, es mucho menor a la cantidad utilizada de resina virgen de PET, ya que se encuentra en el producto solo un 7,3% entre los tres aditivos.

Nuestros proveedores serán:

- **Protector UV:** Julio García e hijos S.A ubicada en la provincia de BS.AS.
- **Estabilizante:** Provedora Química de Rosario ubicada en la provincia de Rosario.
- **Lubricante:** Julio García e hijos S.A ubicada en la provincia de BS.AS.

Los aditivos serán adquiridos en bolsas de 25 Kg, estos llegarán a la planta transportados en camiones sobre pallet, cada pallet traerá 55 bolsas.

PROTECTOR UV

ADITIVO: PROTECTOR UV Kg/mes												
Item	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aditivo-Protector UV a utilizar	10390,32	8658,6	10390,32	9307,995	9957,39	9957,39	9957,39	10390,32	10173,855	9957,39	9957,39	9307,995
MP(Bolsas de 25 Kg)	416	346	416	372	398	398	398	416	407	398	398	372
Stock a fin de mes en Kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablas 7.24: Cantidad a adquirir de Protector UV. Fuente: Elaboración Propia

ESTABILIZANTE

ADITIVO: ESTABILIZANTE Kg/mes												
Item	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Estabilizante a utilizar	2078,064	1731,72	2078,064	1861,599	1991,478	1991,478	1991,478	2078,064	2034,771	1991,478	1991,478	1861,599
MP(Bolsas de 25 Kg)	83	69	83	74	80	80	80	83	81	80	80	74
Stock a fin de mes en Kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablas 7.25: Cantidad a adquirir de Estabilizante. Fuente: Elaboración Propia

LUBRICANTE

ADITIVO: LUBRICANTE Kg/mes												
Item	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Lubricante a utilizar	2701,4832	2251,236	2701,4832	2420,0787	2588,9214	2588,9214	2588,9214	2701,4832	2645,2023	2588,9214	2588,9214	2420,0787
MP(Bolsas de 25 Kg)	108	90	108	97	104	104	104	108	106	104	104	97
Stock a fin de mes en Kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablas 7.26: Cantidad a adquirir de lubricante. Fuente: Elaboración Propia

Como puede observarse en las tablas anteriores no hay stock de aditivos

7.12.3- Materia Prima: CAJAS

Como se mencionó anteriormente las preformas serán distribuidas a nuestros clientes en cajas. Las cuales compraremos a MULTICAJAS S.A ubicada en Padilla 1248, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Especificaciones de las Cajas:

Tipo: Doble Triple Cartón Corrugado



DOBLE TRIPLE

Medidas: Largo 1 m - Ancho 1 m - Alto 1,20 m



Figura 7.20: Cajas de Doble Triple Cartón Corrugado

En las Tablas 7.27 podemos observar la Cantidad necesaria de Cajas de acuerdo al Programa de Producción, para cada una de las preformas:

Produccion mensual de preformas en unidades/mes- Inyectora I													
preforma 55	Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	Produccion real	3103872	2586560	3103872	2780552	2974544	2974544	2974544	3103872	3039208	2974544	2974544	2780552
	Cajas con 8000 unidades c/u	387	323	387	347	371	371	371	387	379	371	371	347

Produccion mensual de preformas en unidades/mes- Inyectora II A-II B													
preforma 44	Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	Produccion real	6786048	5655040	6786048	6079168	6503296	6503296	6503296	6786048	6644672	6503296	6503296	6079168
	Cajas con 10000 unidades c/u	678	565	678	607	650	650	650	678	664	650	650	607

Cantidad de Cajas /mes													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Total de Cajas	1729	1442	1729	1549	1658	1658	1658	1729	1693	1658	1658	1549	

Tablas 7.27: Cajas a adquirir mensualmente por preformas producidas. Fuente: Elaboración Propia

La tabla 7.28 muestra la cantidad total de Cajas a adquirir por mes:

Produccion mensual de preformas en unidades/mes- Inyectora III A-III B													
preforma 21	Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	Produccion real	10637568	8864640	10637568	9529488	10194336	10194336	10194336	10637568	10415952	10194336	10194336	9529488
	Cajas con 16000 unidades c/u	664	554	664	595	637	637	637	664	650	637	637	595

Tablas 7.28: Total de Cajas a adquirir mensualmente. Fuente: Elaboración Propia

La tabla 7.29. muestra que el stock máximo de cajas llenas con preformas va a ser de 828 cajas, dato que debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar el depósito.

Stock de Cajas con preformas/mes												
Stock total de cajas llenas con preformas	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	518	411	498	812	497	615	828	617	507	473	473	0

Tablas 7.29: Stock máximo de cajas llenas con preformas. Fuente: Elaboración Propia

Adquiriremos las cajas en cantidades múltiples de 1000 unidades ya que esta es la compra mínima, por lo que para satisfacer las necesidades de la producción se decide comprar 2000 unidades por mes.

Cantidad de Cajas /mes												
Item	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Total de Cajas a utilizar	1729	1442	1729	1549	1658	1658	1658	1729	1693	1658	1658	1549
Compra de Cajas (unidades)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
stock de Cajas sin armar	271	558	271	451	342	342	342	271	307	342	342	451

Tablas 7.30: Stock de cajas sin armar. Fuente: Elaboración Propia

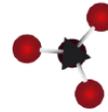
7.13- DISTRIBUCION DE AREAS EN LA PLANTA

7.13.1- Objetivos y principios básicos de la distribución de la planta

La distribución en planta se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios. Ésta ordenación comprende los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los colaboradores directos o indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. Una distribución en planta puede aplicarse en una instalación ya existente o en una en proyección

Los objetivos y principios básicos de una distribución de la planta son los siguientes:

- 1. Integración total:** Consiste en integrar en lo posible todos los factores que afectan la distribución, para obtener una visión de todo el conjunto y la importancia relativa de cada factor.



- 2. Mínima distancia de recorrido:** Al tener una visión general de todo el conjunto, se debe tratar de reducir en lo posible el manejo de materiales, trazando el mejor flujo.
- 3. Utilización del espacio cúbico:** Aunque el espacio es de tres dimensiones, pocas veces se piensa en el espacio vertical. Esta acción es muy útil cuando se tienen espacios reducidos y su utilización debe ser máxima.
- 4. Seguridad y bienestar para el trabajador:** Éste debe ser uno de los objetivos principales en toda distribución.
- 5. Flexibilidad:** Se debe obtener una distribución fácilmente reajutable a los cambios que exija el medio, para poder cambiar el tipo de proceso de la manera más económica, si fuera necesario.

7.13.2- TIPOS DE PROCESO Y SUS CARACTERÍSTICAS

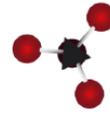
Cualquiera que sea la manera en que este hecha una distribución de la planta, afecta al manejo de los materiales, la utilización del equipo, los niveles de inventario, la productividad de los trabajadores, e inclusive la comunicación de grupo y la moral de los empleados. La distribución está determinada en gran medida por:

1. El tipo de producto (ya sea un bien o un servicio, el diseño del producto y los estándares de calidad).
2. El tipo de proceso productivo (tecnología empleada y materiales que se requieren).
3. El volumen de producción (tipo continuo y alto volumen producido o intermitente y bajo volumen de producción).

7.14-TIPOS BÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN

7.14.1- Distribución por proceso

Agrupar a las personas y al equipo que realizan funciones similares y hacen trabajos rutinarios en bajos volúmenes de producción. El trabajo es intermitente y guiado por órdenes de trabajo individuales. Estas son las principales características de la distribución por proceso: son sistemas flexibles para trabajo rutinario, por lo que son menos vulnerables a los paros. El equipo es poco costoso, pero se requiere mano de obra especializada para manejarlo, lo cual proporciona mayor satisfacción al trabajador.



Por lo anterior, el costo de supervisión por empleado es alto, el equipo no se utiliza a su máxima capacidad y el control de la producción es más complejo.

7.14.2- Distribución por producto

Agrupar a los trabajadores y al equipo de acuerdo con la secuencia de operaciones realizadas sobre el producto o usuario. Las líneas de ensamble son características de esta distribución con el uso de transportadores y equipo muy automatizado para producir grandes volúmenes de, relativamente, pocos productos. El trabajo es continuo y se guía por instrucciones estandarizadas. Sus principales características se mencionan a continuación.

Existe una alta utilización del personal y del equipo, el cual es muy especializado y costoso. El costo del manejo de materiales es bajo y la mano de obra no es especializada.

Como los empleados efectúan tareas rutinarias y repetitivas, el trabajo se vuelve aburrido.

El control de la producción es simplificado, con operaciones interdependientes, y por esa razón la mayoría de este tipo de distribuciones es inflexible.

7.14.3- Distribución por componente fijo

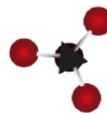
Aquí la mano de obra, los materiales y el equipo acuden al sitio de trabajo, como en la construcción de un edificio o un barco. Tienen la ventaja de que el control y la planeación del proyecto pueden realizarse usando técnicas como el CPM (ruta crítica) y PERT.

Por lo expuesto en los anteriores párrafos acerca de los tipos de distribución, la planta presenta una distribución por producto principalmente por el trabajo continuo y la producción relativa de grandes volúmenes.

7.15- IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

7.15.1- INGRESO A LA PLANTA

Se prevé instalar una cabina de control y seguridad al ingreso de la planta. Las dimensiones de esta serán de 3 x 3 m².



7.15.2- AREA DE RECEPCION

Este espacio será destinado para el control del lote de materia prima e insumos que ingresan a la planta. Las dimensiones serán de esta área son de 7 metros x 7 metros.

7.15.3- AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

7.15.3.1- PACAS DE PET

El almacenamiento será al aire libre, por el gran volumen que ocupan las pacas.

Generalmente las dimensiones de las “pacas” de PET es de 153 x 130 x 85 cm., donde cada una podría alcanzar un peso de 200 a 600 kg, según el grado de compactación o la eficiencia del prensado. Para este caso, se considera que cada paca pesa 450 kg.

	Peso (kg)	Dimensiones (m)
1 Paca de PET	450	1,53 x 1,30 x 0,85

Tablas 7.31: Especificaciones de las pacas. Fuente: Elaboración Propia

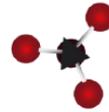
Se opta por utilizar el apilamiento cubico, ya que trae aparejado varias ventajas.

Ventajas:

- Aprovechamiento óptimo de la superficie.
- Reducción del número de pasillos.
- Utilización de medios sencillos para la manutención.
- Inversiones pequeñas en material de almacenamiento.

Con los datos anteriores se calcula que una paca ocupa una superficie aproximada de 2 m² y una altura de 0.85 m. Se dispondrá colocar 6 pacas de alto.

La cantidad de pacas será 1.890 (1890 x 450kg c/u= 850 ton). Esta cantidad asegura contar con un stock de 850 toneladas para poder así, cumplir con la capacidad instalada durante un mes, para que, llegado el caso de escases de materia prima, se asegure la continuidad de la producción.



Estas 1.890 pacas ocupan una superficie de 950 m² y considerando que se apilaran de a seis, el terreno destinado para almacenar la materia prima será de 25 m x 25 m, permitiendo estas dimensiones apilar hasta 6 metros de alto.

7.16- CALCULO DE LAS DIMENSIONES DEL ALMACÉN DE MATERIA PRIMA

Este almacén tiene como función principal el abastecimiento oportuno de materias primas, para el caso del proyecto en cuestión, resina virgen de PET, protector UV, estabilizante y lubricantes.

Para calcular la altura y superficie de los depósitos de materia prima, se ha de considerar entre otros aspectos, el espacio para la circulación del personal, distancia permitida entre la mercadería y las paredes, stock máximo, tipo de almacenamiento.

Por cuestiones prácticas, todos los materiales serán almacenados en un solo galpón.

7.16.1- RESINA VIRGEN

Para calcular el espacio que ocuparan las bolsas de resina virgen, se tiene en cuenta lo siguiente:

Compra máxima por mes: 25 camiones (1 camión=20.000 kg de resina)

1 BOLSA= 1.250 kg, por lo que suman 384 bolsas de resina.

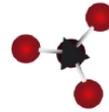
Dimensiones de la bolsa: la altura de cada bolsa es de 1 m aproximadamente.

Las bolsas de resina se dispondrán en pallets, apilando 2 bolsas en cada uno, por lo que será necesario organizar 192 pallets.

Los pallets se ubicaran en armarios con dos estantes de alto para aprovechar mejor el espacio, por lo que será necesaria (teniendo en cuenta las dimensiones de cada pallets, 1,45 m x1, 2 m) una superficie de 167 m².

7.16.2- ADITIVOS

- **Protector UV**



Cantidad máxima a comprar por mes: 416 bolsas de 25 kg cada una. Considerando que en cada pallets se colocan 55 bolsas, será necesario contar con un espacio para 8 pallets, esto se traduce en una superficie de 14 m².

- **Estabilizante**

Cantidad máxima a comprar por mes: 83 bolsas de 25 kg cada una. Es necesario entonces contar con espacio para disponer 2 pallets, lo que se traduce en 4 m²

- **Lubricante**

Cantidad máxima a comprar por mes: 108 bolsas de 55 kg cada una. Sera necesario entonces 2 pallets que ocuparan una superficie de 4 m².

Dimensiones del depósito de materia prima: 15m x 15m.

Superficie total: 225 m².

Este espacio contempla la distancia que debe tener el pasillo y la distancia entre la materia prima y las paredes.

Los pasillos separadores deben ser de la siguiente manera:

Altura de la pila (m)	Ancho Pasillo (m)
menos de 5,8	2,4
6,1-7	3
7,3-7,6	3,6
mayor a 7,6	altura de media pila

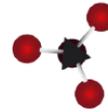
Tablas 7.32: Dimensionamiento de pasillos. Fuente: Elaboración Propia

Debe mantenerse un espacio libre mínimo de 30.5 cm entre la pila de almacenamiento y la pared.

7.16.3- ÁREA DE PRODUCCIÓN

7.16.3.1- Zona de producción de hojuelas/pellets

En este sector se encuentran las líneas para el triturado, lavado y secado del material plástico, teniendo en cuenta el ancho y largo de cada una de las líneas como así también los espacios requeridos para la circulación y el desenvolvimiento adecuado de los operarios, auto elevadores y demás, se prevé un espacio de dimensiones 60 m por 20 m.



7.16.3.2- Zona de Inyección

En este espacio se encuentran las líneas de inyección y moldeo, teniendo en cuenta el ancho y largo de las mismas, como así también los espacios requeridos para el trabajo adecuado de los operarios, las dimensiones serán de 30m por 30m.

7.16.4- OFICINA DE PRODUCCION

En esta oficina se lleva a cabo el control automatizado de todas las variables del proceso. Las dimensiones serán de 4 x 6 m².

7.16.5- AREA DE SANITARIOS Y VESTUARIOS

Los sanitarios y vestuarios se dimensionan de acuerdo a lo establecido en la Ley 19.587 Decreto de Higiene y Seguridad en el Trabajo. La planta cuenta con un total de 45 trabajadores por turno, 90 en total

A continuación se transcriben los artículos del decreto a tener en cuenta:

Art. 46

- Todo establecimiento dispondrá de servicios sanitarios adecuados e independientes para cada sexo, en cantidad proporcionada al número de personas que trabaje en él.

Art. 47

- Los locales sanitarios dispondrán de:

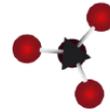
1. Lavabos y duchas con agua caliente y fría.
2. Retretes individuales que dispondrán de una puerta que asegure el cierre del baño o en menos de los 3/4 de su altura (2,10 m).
3. Mingitorios.

Art. 48

- En todo predio donde se trabaje existirá el siguiente servicio mínimo sanitario:

1. Un retrete construido en mampostería, techado, con solado impermeable, paramentos revestidos con material resistente, con superficie lisa e impermeable, dotado de inodoro tipo a la turca.
2. Un lavabo.
3. Una ducha con desagüe, dotada de sistema de agua caliente y fría.

La autoridad competente contemplará los casos de excepción en los trabajos transitorios.



Art. 49

- En todo establecimiento, cada unidad funcional independiente tendrá los servicios sanitarios proporcionados al número de personas que trabajen en cada turno, según el siguiente detalle:

1. Cuando el total de trabajadores no exceda de 5, habrá 1 inodoro, 1 lavabo y 1 ducha con agua caliente y fría.
2. Cuando el total exceda de 5 y hasta 10, habrá por cada sexo: 1 inodoro, 1 lavabo y 1 ducha con agua caliente y fría;
3. De 11 hasta 20 habrá:
 - a) para hombres: 1 inodoro, 2 lavabos, 1 orinal y 2 duchas con agua caliente y fría;
 - b) para mujeres: 1 inodoro, 2 lavabos y 2 duchas con agua caliente y fría.
4. Se aumentará: 1 inodoro por cada 20 trabajadores o fracción de 20. Un lavabo y 1 orinal por cada 10 trabajadores o fracción de 10. Una ducha con agua caliente y fría por cada 20 trabajadores o fracción de 20.

Los establecimientos que ocupen más de 10 obreros de cada sexo dispondrán de locales destinados a vestuarios. Estos deberán ubicarse en lo posible junto a los servicios sanitarios, en forma tal que constituyan con éstos un conjunto integrado funcionalmente.

Teniendo en cuenta lo anterior, las dimensiones correspondientes a los sanitarios y vestuarios serán de 5 x 5.

7.16.6- AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO

Como producto terminado tenemos pellets de grado alimenticio y preformas.

7.16.6.1- PELLETS GRADO ALIMENTICIO

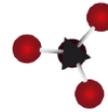
Sacos de 1250 kg. Las dimensiones son de 70 x 98 cm

Máxima cantidad por mes: 381 bolsas

El espacio destinado para almacenar los sacos de pellets es de 130 m²

7.16.6.2- PREFORMAS

Preformas de 55 gramos: Máxima cantidad de cajas por mes: 379 cajas conteniendo 8000 preformas c/u.



Preformas de 44 gramos: Máxima cantidad de cajas por mes: 678 cajas conteniendo 10000 preformas c/u.

Preformas de 21 gramos: Máxima cantidad de cajas por mes: 664 cajas conteniendo 16000 preformas c/u.

Total de cajas a almacenar: 1721 cajas.

Cada caja ocupa una superficie de 1m² y una altura de 1m.

El almacenamiento se hará en armarios con una altura tal que permita apilar 4 cajas por lo que la superficie destinada será de 20m x 20m.

Superficie total: 530 m²

7.16.7- AREA DE LABORATORIO

El laboratorio será de mediana complejidad y se destinará un espacio de 6m x4m.

7.16.8- AREA DE MANTENIMIENTO

Las dimensiones de esta área son de 15m x 10m. Se tiene en cuenta que el espacio destinado a este sector almacenará stock de herramientas, repuestos de máquinas, entre otros.

7.16.9- AREA DE ADMINISTRACION

Constituida por oficinas administrativas y 2 sanitarios. Las dimensiones de esta zona son de 15 m por 10 m.

7.16.10- PLAYA DE ESTACIONAMIENTO

Las dimensiones serán de 5m de ancho por 20m de largo.

7.16.11- AREA DE COMEDOR Y COCINA

Las dimensiones eran 5 m de ancho por 6 m de largo.

La planta en su totalidad ocupa un área de 4041 m².

7.17- DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN LA PLANTA

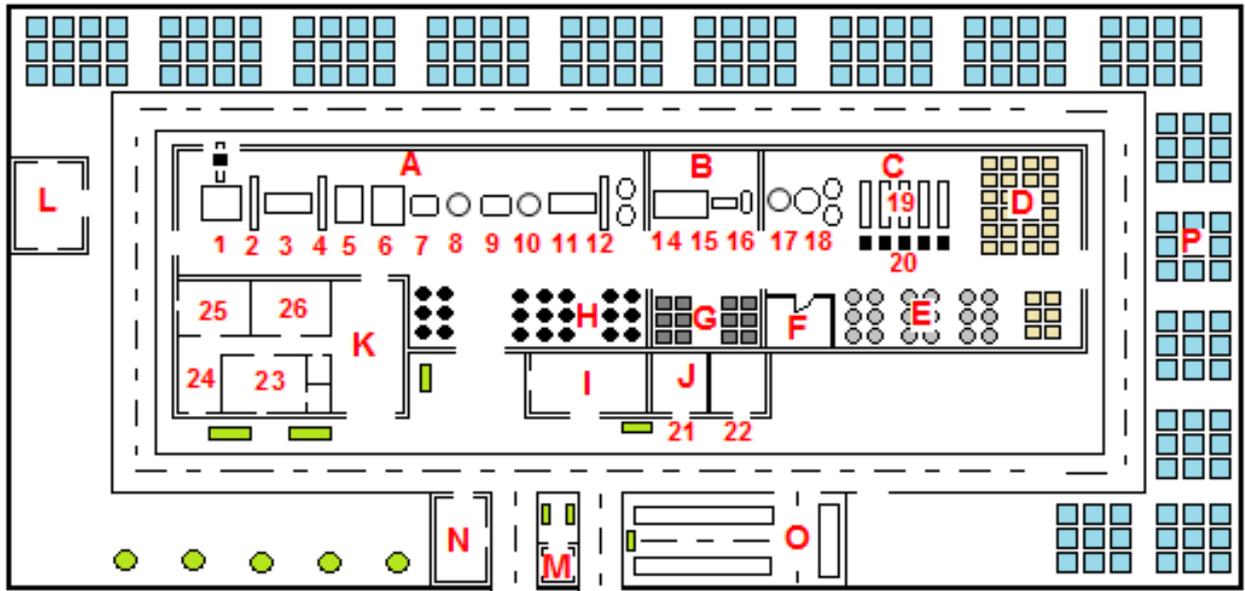


Figura 7.21: Distribución de Áreas de la Planta

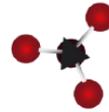
Referencias:

A: Zona de Proceso

1. Desenfardador
2. Detector de Metales
3. Clasificación Manual
4. Detector de PVC
5. Desetiquetador
6. Molienda
7. Ciclón
8. Tanque de Sosa Caustica
9. Separación por Densidad
10. Centrifuga
11. Horno Rotatorio
12. Detector de Metales
13. Silos Mezcladores

B: Zona de Extrusión

14. Extrusora
15. Sistema de Enfriamiento
16. Paletizado



C: Zona de Inyección

- 17. Cristalizador
- 18. Reactor
- 19. Inyectoras
- 20. Sistema de llenado de cajas

D: Deposito de Preformas

E: Deposito de Bolsas de Pellets Grado Alimenticio

F: Laboratorio

H: Deposito de Bolsas de Resina Virgen de PET

I: Comedor

J: Baños

- 21. Baños Hombres
- 22. Baños Damas

K: Sector Administrativo

- 23. Oficina del Gerente
- 24. Cocina
- 25. Departamento de Calidad
- 26. Administración

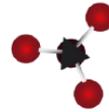
L: Mantenimiento

M: Guardia

N: Área de Recepción y control de MP

O: Estacionamiento

P: Deposito de pacas



7.18- CONCLUSION

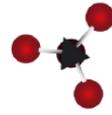
La empresa contara con una estructura de organización funcional, dividiéndose en cuatro áreas, esta otorgara trabajo a 89 personas las cuales pertenecerán a la estructura interna de la organización.

Conociendo la cantidad de mercadería de distintos tipos a almacenar y el tipo de almacenamiento más conveniente se procedió al dimensionamiento del depósito, teniendo en cuenta normas de construcción, espacios de maniobra para las maquinarias y también para los pasillos que son las vías de acceso hacia el interior de la empresa.

Luego se procedió al dimensionamiento de la zona de producción, oficinas, zona de mantenimiento, y el resto del establecimiento. En total la construcción ocupa una superficie de 4041 metros cuadrados.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

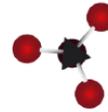


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

CAPÍTULO 8





8.1- INTRODUCCIÓN

Al planificar un proyecto es indispensable determinar y tener en cuenta los efectos que puede tener éste sobre el medio ambiente.

El medio ambiente, según la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, celebrada en Estocolmo en 1972, es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas. Ese gran conjunto de componentes, puede a su vez ser dividido en dos grandes grupos: por un lado el grupo de las catástrofes y los riesgos naturales; por el otro, los problemas ambientales de origen humano, entre los que pueden citarse la destrucción de la capa de ozono, el efecto invernadero, el deterioro del suelo, los incendios de bosques y la contaminación ambiental.

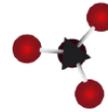
En cuanto a la pérdida de la biodiversidad, el plástico de los envases, en particular, es uno de los componentes que colabora para que este fenómeno se produzca, ya que si bien no presenta, por sus características, peligrosidad para el medio ambiente, son un problema mayor porque no pueden ser degradados por el entorno. Al contrario de lo que ocurre con la madera, el papel, las fibras naturales o incluso el metal y el vidrio, los plásticos no se oxidan ni se descomponen con el tiempo. Se han desarrollado algunos plásticos biodegradables, pero ninguno ha demostrado ser válido para las condiciones requeridas en la mayoría de los vertederos de basura. Su eliminación es por lo tanto, un problema ambiental de dimensiones considerables.

El presente capítulo trata los aspectos relacionados al impacto ambiental que produciría la implementación del proyecto....

8.1.1- EL CASO PARTICULAR DEL PET:

Los envases PET, una vez que son utilizados por el consumidor final, tienen cinco alternativas de disposición:

- ✚ El relleno sanitario sitio al cual se envía normalmente los residuos generados por los hogares y la industria.
- ✚ Los botaderos a cielo abierto lugares inapropiados donde algunas comunidades arrojan sus residuos.



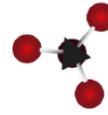
- ✚ La incineración, alternativa de aprovechamiento del PET mediante la generación de energía gracias al poder calorífico de este.
- ✚ La reutilización la cual consiste en la prolongación del ciclo de vida del PET por parte del consumidor final.
- ✚ El reciclaje, el cual puede ser químico o mecánico, ambos métodos permiten utilizar el material post-consumo para obtener nuevamente resina ya sea para la producción de nuevos envases u otro tipo de productos de menor valor agregado.

8.2- Situación en Argentina: Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

En Argentina, la responsabilidad por el manejo de los RSU recae, en general, en los gobiernos municipales. Ello suele reducirse a la realización de la recolección domiciliaria e higiene urbana -barrido de calles y limpieza de otros sectores públicos-, y de la disposición final de los residuos efectuada, en muchos casos, en Basurales a Cielo Abierto (BCA) con escasos controles ambientales y técnicos, y los consiguientes riesgos derivados para la salud y el ambiente.

En estos basurales se producen potenciales contaminaciones sobre el suelo, en las aguas subterráneas y superficiales circundantes por humos nocivos derivados de la quema incontrolada de basura, o por gases generados por la propia descomposición de los residuos. Asimismo, promueven la proliferación de vectores -potenciales transmisores de enfermedades-, el deterioro del paisaje y formas de vida no sostenible para quienes habitan en sus inmediaciones o manipulan los residuos allí depositados.

Por su parte, las provincias argentinas, donde se reparten los más de 2.200 municipios del país, en su carácter de titulares de los recursos naturales existentes en sus jurisdicciones¹, así como son las beneficiarias de los réditos por su explotación, quedan también obligadas a su cuidado y preservación. Por esta razón, deben evitar los potenciales impactos negativos para el ambiente y la salud de su población, que puedan surgir por un manejo inadecuado de los RSU.



8.2.1- LA ESTRATEGIA NACIONAL

Esa situación requiere de una planificación nacional que revierta y corrija (en los casos necesarios) los problemas derivados de manejos inadecuados de los residuos, mediante la aplicación de un modelo sistematizado de gestión, homogéneo y adaptable a cada lugar. En este sentido, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) elaboró la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de RSU (ENGIRSU), que plantea las soluciones tendientes a la implementación de una Gestión adecuada de residuos sólidos urbanos en todo el país.

La Gestión Integral es el conjunto de actividades interdependientes y complementarias que conforman un proceso para el manejo de los residuos domiciliarios, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población. Sus etapas comprenden: Generación, Higiene Urbana, Recolección, Transferencia, Transporte, Tratamiento y Disposición Final.

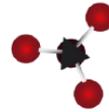
La necesidad de emprender un cambio drástico en las prácticas actuales del manejo de residuos, se encuentra también fundamentada en el incremento de la generación de RSU. En Argentina, cada habitante produce entre 0,91 y 0,95 kg de RSU por día², alcanzando un total aproximado de 12.325.000 ton/año.

Considerando sólo la tendencia actual del crecimiento poblacional y su relación directa con la producción de residuos, puede estimarse que para el 2025 habrá un incremento de un 29% en la generación de RSU. Sin embargo, la experiencia mundial muestra que ésta también varía con aspectos relacionados al crecimiento económico de los países, lo cual permite suponer que la generación de RSU se incrementará aún más, con la consiguiente intensificación de riesgos ambientales y para la salud humana.

8.2.2- LA ENGIRSU COMO RESPUESTA AL MANEJO ACTUAL DE LOS RSU

Enfrentar la problemática de los RSU requiere de una perspectiva más amplia que la exclusivamente local, involucrando a las provincias en la planificación jurisdiccional del manejo de los residuos y a la Nación en la definición de las acciones estratégicas basadas en el concepto de la Gestión Integral. Ambas deberán estar contenidas en un adecuado marco jurídico-institucional, y fundamentadas en los principios del desarrollo sostenible.

La Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU) reúne propuestas de acciones futuras que puedan acordarse con los



niveles provinciales y municipales, dando participación a otros sectores involucrados como Organizaciones No Gubernamentales y del Tercer Sector, instituciones científicas (académicas y profesionales), operadores privados y demás entes relacionados al manejo de los RSU.

Esta Estrategia es el inicio del desarrollo en Argentina de la Gestión Integral de RSU, capitalizando las experiencias positivas y vertebrando los esfuerzos ya existentes en el país, así como estableciendo y planificando los pasos inmediatos a seguir. Deberá ser actualizada y perfeccionada periódicamente, con la intervención de los actores involucrados y de acuerdo con los distintos escenarios que proporciona el amplio territorio nacional.

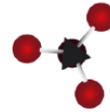
8.2.3- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA ENGIRSU

La Estrategia Nacional de Residuos Sólidos Urbanos se apoya en los siguientes principios fundamentales:

- ✚ Preservación de la salud pública
- ✚ Preservación ambiental
- ✚ Disminución significativa de los residuos a generar y disponer con la aplicación de procesos de minimización y valorización, a través de las 4R's, es decir:
 - ✚ Reducción de la generación de RSU en origen.
 - ✚ Reuso, Reciclado, y Recompra de los materiales procesados para su reuso y el reciclado.
 - ✚ Disposición final de los RSU en forma sostenible, a través la puesta en marcha de rellenos sanitarios apropiados y de la erradicación de los basurales a cielo abierto.

Dado que para alcanzar estos principios fundamentales se requiere de un gran número de acciones, la ENGIRSU propone su focalización en cinco objetivos específicos:

1. Reducción y Valorización de RSU
2. Implementación de la GIRSU
3. Clausura de basurales a cielo abierto
4. Recopilación, procesamiento y difusión de Información
5. Comunicación y Participación.



8.2.4- RELLENOS SANITARIOS

Un relleno sanitario es una obra de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos domésticos, los cuales se disponen en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud de la población.

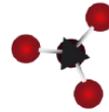
CEAMSE es una empresa creada por los estados de la Provincia de Buenos Aires y la Ciudad de Buenos Aires para realizar la gestión integral de los Residuos sólidos urbanos del área metropolitana

CEAMSE cuenta con 4 Centros de Disposición Final de residuos o Rellenos Sanitarios actualmente en operación, a cargo de empresas contratadas que son supervisadas y controladas por esta empresa, y están ubicados en territorio de la Provincia de Buenos Aires:

1. **"Norte III"** (localizado en el Partido General San Martín) Recibe los residuos provenientes de las localidades del norte del Gran Buenos Aires, que generan aproximadamente 136.000 toneladas mensuales.
2. **"González Catán II"** (localizado en el Partido La Matanza) Recepciona los residuos provenientes de la zona oeste del Conurbano Bonaerense, con un promedio de 49.000 toneladas por mes.
3. **"Ensenada"** (localizado en el Partido de Ensenada). Recibe los residuos generados por los municipios del núcleo urbano de La Plata, Berisso y Ensenada, alrededor de 20.000 toneladas por mes.
4. **"Villa Domingo"** (localizado en los Partidos de Avellaneda y Quilmes) Recepciona los residuos provenientes de los municipios de la zona sur y de la Ciudad de Buenos Aires, con un promedio de 238 mil toneladas mensuales.

8.3- RECICLAJE Y MEDIO AMBIENTE

El reciclaje consiste en someter de nuevo una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto, útil a la comunidad. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de reutilización y se produce ante la



perspectiva del agotamiento de recursos naturales y para eliminar de forma eficaz los desechos.

Los plásticos suponen una grave amenaza para el medio ambiente por dos motivos principales; su utilización masiva en todo tipo de productos y su lenta degradación. Se estima que tarda unos 180 años en descomponerse aunque este periodo varía en función del tipo de plástico.

Los plásticos más comunes que se reciclan, son el PVC y el PET, siendo el primero mucho más contaminante para el medio ambiente.

8.4- RECICLADO MECÁNICO DE PET Y MEDIO AMBIENTE

El proceso de reciclado mecánico del PET no conlleva contaminación del medio ambiente, con el tratamiento de los efluentes líquidos del proceso se llega a controlar el proceso ambientalmente.

8.4.1- BENEFICIOS DEL RECICLADO

- Ahorro de energía y Recursos Naturales.
- Disminución de la contaminación y daño a los ecosistemas.
- Disminución del volumen de residuos a disponer.
- Prolongación de la vida de los materiales.
- Reducción de la emisión de gases efecto invernadero.
- Disminución del consumo de energía comparado con PET virgen
- Recuperación de valor de los residuos

Ahorro de energía y Recursos Naturales.

Consumo de Energía – Producto Virgen vs. Reciclado (kwh/tn)

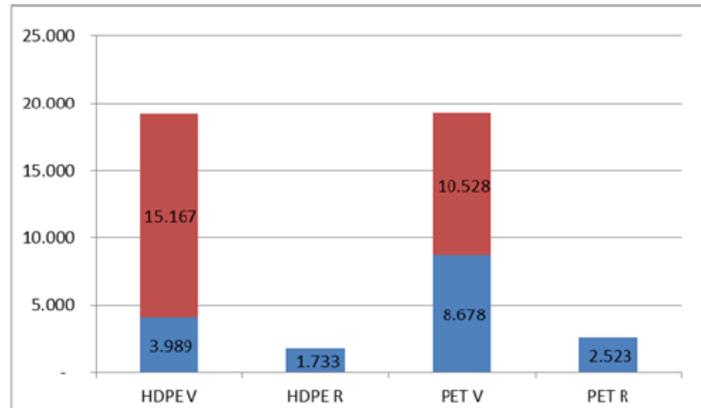


Figura 8.1: Comparación energética entre PET virgen y Reciclado.

Impacto positivo del reciclado de 1000 tn de residuos plásticos

Comparando con plástico virgen:

- Ahorro energía: 4,200,000 kwh
- Ahorro materia prima fósil: 1,300,000 m3 gas natural

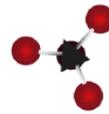
Impacto ambiental

- Reducción de emisiones de GEI 126,000 tn CO2 equivalente
- Reducción de volumen de residuos 1,000 tn = 5,700 m3

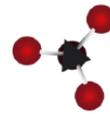
8.5- Marco Legal

La definición de un marco legal adecuado a las necesidades del proyecto, permitirá identificar las bases sobre las cuales estarán enmarcadas cada una de las actividades del proyecto, durante sus diferentes etapas: preparación, construcción, funcionamiento y abandono

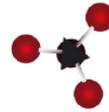
A continuación se presenta una matriz integrada de la legislación vigente en materia de residuos sólidos urbanos.



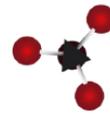
AMBITO	LEY/DEC/RES	TITULO	DESCRIPCION
Nación	Constitución Nacional	Art. 41	Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las actividades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.
Nación	Ley 25.675/02	General del Ambiente	Presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Principios de política ambiental. Ley marco que debe ajustarse a normas específicas.
Nación	Ley 25.916/04	Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios	Establece presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos



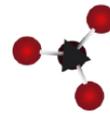
			<p>domiciliarios.</p> <p>Disposiciones generales.</p> <p>Autoridades competentes.</p> <p>Generación y Disposición inicial. Recolección y Transporte. Tratamiento, Transferencia y Disposición final.</p> <p>Coordinación interjurisdiccional.</p> <p>Autoridad de aplicación.</p> <p>Infracciones y sanciones.</p> <p>Disposiciones complementarias.</p>
CABA	Dec. 2.225/03	Recuperación de Basurales a Cielo Abierto	<p>Tramita el proyecto de contrato a suscribirse entre el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y la Coordinación Ecológica Área Metropolitana S.E. (CEAMSE), para la Recuperación y Erradicación de los Basurales a Cielo Abierto de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.</p>
CABA	Res 56/03	Módulos Villa Domingo CEAMSE	<p>Se convalida el depósito de residuos sólidos provenientes de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, realizado por el CEAMSE, en los módulos</p>



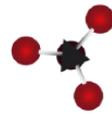
			de relleno sanitario de Villa Domínico.
CABA	Ley 992/03 Dec. Reg. 622/03 Dec. Mod. 422/04 Res 71/06	Formalización de Actividad de Recuperadores Urbanos	Se declaran "servicios públicos" a los servicios de higiene urbana de la CABA, incorporándose, en esta categoría, a los recuperadores de residuos reciclables. Se crea el registro de recuperadores, y de cooperativas y
CABA	Res 50/05 Res 640/07 Res 808/07	Separación de Residuos Domiciliarios	Establece la obligación, para los generadores denominados "Hoteles", de cuatro y cinco estrellas, edificios públicos del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires -administrativos-, Corporación Puerto Madero y edificios de propiedad horizontal que tengan una altura superior a 19 pisos radicados en el ejido de la Ciudad, de separar los residuos domiciliarios generados, y disponerlos en forma diferenciada, a partir del 20 de febrero de 2005.
CABA	Ley 1.854/05 Dec. Reg. 639/07	Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos	Tiene por objeto establecer el conjunto de pautas, principios,



			<p>obligaciones y responsabilidades para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos que se generen en el ámbito territorial de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en forma sanitaria y ambientalmente adecuadas, a fin de proteger el ambiente, seres vivos y bienes. En este sentido la Ciudad adopta como principio para la problemática de los residuos sólidos urbanos el concepto de "Basura Cero".</p>
CABA	Res 191/06 Res 746/07	Manejo de Residuos Sólidos Urbanos	Crea el Programa Manejo Responsable de Residuos Sólidos Urbanos.
CABA	Res 753/07 Res 803/07	Registro Recuperadores Urbanos y Cooperativas	Se transfieren como subregistros el "Registro Único Obligatorio Permanente de Recuperadores Urbanos" y el "Registro Permanente de Cooperativas y Pequeñas y Medianas Empresas". Se aprueban el "Manual de Procedimiento para el



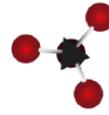
			Programa de Recuperadores Urbanos", las credenciales identificatorias y la reglamentación de inscripción en el "REPyME".
Buenos Aires	Decreto-Ley 9.111/78	Regulación de la disposición final de la basura en los partidos del Área Metropolitana	Comprende los partidos de Vicente López, San Isidro, San Fernando, Tigre, General Sarmiento, General San Martín, Tres de Febrero, Morón, Merlo, Moreno, La Matanza, Esteban Echeverría, Almirante Brown, Lomas de Zamora, Quilmes, Avellaneda, Lanús, Florencio Varela, Berazategui, Berisso, Ensenada y La Plata. La disposición final de los residuos se efectuará exclusivamente por el sistema de relleno sanitario y se efectuará únicamente por intermedio de CEAMSE.
Buenos Aires	Ley 1.142/02	Municipios no incluidos en Decreto-Ley 9.111/78	Para aquellos municipios no incluidos en el Decreto-Ley 9.111 unificar un centro actualizado de información en la materia



			resulta necesario crear el Registro Provincial de Tecnologías de Recolección, Tratamiento, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos, en función de lo cual deben establecerse pautas y normas de procedimiento para la inscripción de las tecnologías respectivas.
Buenos Aires	Ley 1.143/02	Plantas de Disposición Final no incluidos en Decreto-Ley 9.111/78	Recaudos mínimos a cumplimentar en las plantas de disposición de tales residuos, exceptuando las comprendidas por el Decreto-Ley N° 9.111/78, estableciendo un tratamiento diferencial en función de la carga diaria a disponer; Que deviene aconsejable establecer el punto diferencial de tratamiento normativo y operativo entre una carga diaria a disponer hasta 50 toneladas y una mayor a 50 toneladas.
Buenos Aires	Ley 13.592/06 Dec. Reg. 1.215/10	Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos	Tiene como objeto fijar los procedimientos de gestión de los residuos sólidos

			urbanos, de acuerdo con las normas establecidas en la Ley Nacional N° 25.916 de “presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios”.
Buenos Aires	Ley 13.657/07	Modificación del Art.8 de la Ley 13.592/06	Los Municipios comprendidos en el Decreto-Ley 9.111/78 tienen un plazo de tres (3) meses a partir de la entrada en vigor de la presente ley para manifestar su continuidad o no con lo estipulado en el artículo 3° de la norma precitada y notificar de ello al CEAMSE y a la Autoridad Ambiental Provincial. Transcurrido dicho plazo sin pronunciamiento alguno, se reputará que el Municipio continúa adherido al sistema del CEAMSE.

Tabla 8.1: Matriz integrada de la legislación vigente en materia de RSU.



8.6- Problemática ambiental asociada al proyecto

La planta de producción de reciclado mecánico de PET y de obtención de preformas a partir de este, se instalara en un Parque Industrial, por lo que esto supone ciertas ventajas en lo que respecta a la instalación de la misma. De acuerdo a lo que ya se expuso en capítulos anteriores, la planta generará efluentes líquidos que serán los que deberán tratarse.

8.6.1- Tipos de efluentes generados:

8.6.2- Efluentes gaseosos contaminantes: La concentración de contaminantes gaseosos por parte de la extrusora son bajos ya que no utiliza combustible, funciona por medio de resistencias eléctricas

8.6.3- Efluentes solidos: el polipropileno que se separe del PET en el tanque de flotación será destinado a la venta.

8.6.4- Efluentes líquidos: aquí consideramos el agua utilizada para lavado en la primera etapa, como también la necesaria para enfriar los pellets a la salida de la extrusora. En la etapa de lavado el agua utilizada arrastra la suciedad que traen las escamas, la cual está contaminada con aceites, grasas, DQO y materia en suspensión. Esta agua será tratada en la planta de tratamiento de efluentes. En lo que respecta al el agua utilizada a la salida de la extrusora, se pretende enfriarla en una columna de enfriamiento y se prevé reutilizarla.

8.6.2 Datos del partido de Pilar:

El partido del Pilar es uno de los partidos en los que se encuentra dividida la provincia de Buenos Aires, en Argentina. Se encuentra a 54 kilómetros en sentido al noroeste de la provincia. Constituye un importante centro urbano que es la ciudad del Pilar. El mismo limita con los Partidos de Campana, Escobar, Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, Luján, Malvinas Argentinas, Moreno y José C. Paz.

El Municipio del Pilar fue formalmente creado el 24 de octubre de 1864 por la Ley Nº 442, promulgada al día siguiente.

Durante el siglo XX el perfil del partido comienza transformarse, con la construcción del parque industrial Pilar, que nace a principios de los años 1970, desde la década de 1990, dado que la aparición de un gran número de barrios cerrados y clubes de campo supuso una mejora de la infraestructura y la concreción de inversiones en el área. Desde principios del siglo XXI se han asentado en el partido varios proyectos inmobiliarios vinculados a barrios privados, provocando un boom inmobiliario y la urbanización y el desplazamiento en zonas hasta entonces rurales.

Luego del Boom inmobiliario que el Pilar vivió en los años 1990, este pueblo se vio modificado en toda su estructura. Creció la población al ritmo de las grandes inversiones en niveles gastronómicos, inmobiliarios, centros comerciales, cines y hotelería. En la última década se inauguró el Parque Industrial más grande de Sudamérica, el PIP, donde se pretende implementar el proyecto.

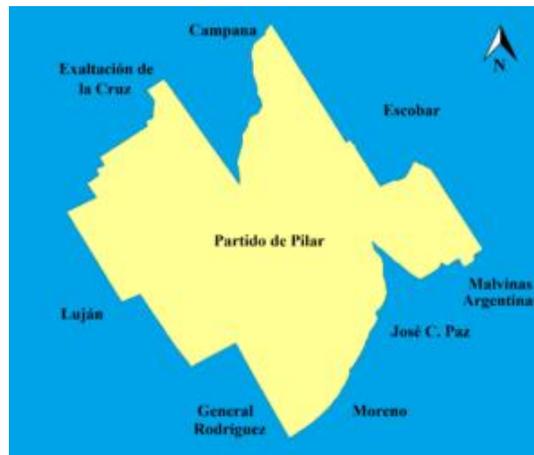
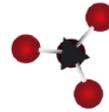


Figura 8.2: Localización del Partido de Pilar.

Datos Censales 2006 (Población, superficie y densidad)

Población	232.463
Sup (km ²)	355
Densidad (hab/km ²)	654,8
Población en hogares	231.139
Población en Instituciones Colectivas	1.324

Tabla 8.2 Datos Censales Partido de Pilar. Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001



Actividades del proyecto en sus distintas fases:

8.6.3- Fase de construcción:

Construcción de accesos viales

Nivelación del terreno

Construcción de edificios

Instalación de red de agua, gas, y cloacas

Instalación de la red eléctrica

Terminación y fachada del edificio

Transporte de equipos y maquinarias

Montaje de equipos

Puesta en marcha: prueba de equipos y de estanqueidad de cañerías.

8.6.4- Fase elaboración y producción:

Transporte de materia prima

Transporte de insumos

Almacenamiento de materia prima

Almacenamiento de insumos

Producción propiamente dicha

Almacenamiento de productos terminados

Generación de efluentes líquidos

Transporte de productos terminados

Tareas varias administrativas

8.6.5- Fase de abandono:

Seguridad y mantenimiento

Venta de equipos e inmuebles

8.7- Impactos generados por la implementación del proyecto

8.7.1- Método utilizado:

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 puede aplicar 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.

Referencias:

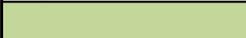
Impactos Positivos	
	Bajo
	Mediano
	Alto
Impactos Negativos	
	Bajo
	Mediano
	Alto

Tabla 8.3: Referencias de grado de Impactos.

FASE: CONSTRUCCION												
Sistema	Factor Ambiental	Componente Ambiental	Construcción de Acceso 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
M		Calidad química										
E	Atmósfera	Temperatura							X			
D		Nivel de material particular	X	X	X				X			
I		Nivel sonoro	X	X	X							
O		Calidad química	X									
F	Suelo	Edafología	X									
		Geomorfología	X									
I		Calidad química				X						
S	Subteranea	Caudal				X						
I		Recarga										
C	Agua	Superficial										
O		Calidad química										X
		Caudal										
		Recarga										
		Biodiversidad										X
Medio Biotico	Flora Y Fauna	Abundancia				X						X
		Distribución	X			X						X
Medio Socio-Economico	Infraestructura		X	X	X	X	X	X				
	Uso del Suelo											
	Población								X			X
	Economía				X	X	X	X	X	X		
	Nivel de Empleo		X	X	X	X	X	X		X		X
Medio Perceptual	Paisaje	Calidad Paisajística			X							X

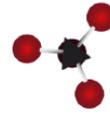
Tabla 8.4: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Construcción. Fuente: Elaboración propia con criterio del evaluador.

FASE: PRODUCCION											
Sistema	Factor Ambiental	Componente Ambiental	Transporte de Mat. Primas	Transporte de insumos	Almacenamiento de Mat. Primas	Producción	Almacenamiento de producto terminado	Generación de efluentes líquidos	Transporte de producto terminado	Tareas Administrativas	
MEDIO BIOTICO	Atmósfera	Calidad química									
		Temperatura									
		Nivel de material particulado	X	X					X		
		Nivel sonoro	X	X		X			X	X	
MEDIO SOCIO-ECONOMICO	Suelo	Calidad química						X			
		Edafología									
		Geomorfología									
	Agua	Subterránea	Calidad química						X		
		Superficial	Caudal								
			Recarga	Calidad química						X	
MEDIO PERCEPTUAL	Flora Y Fauna	Caudal									
		Recarga	Biodiversidad								
	Paisaje Paisajística	Infraestructura	Abundancia								
		Uso del Suelo	Distribución								
MEDIO SOCIO-ECONOMICO	Población										
	Economía		X	X		X			X	X	
	Nivel de Empleo		X	X		X			X	X	

Tabla 8.5: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Producción. Fuente: Elaboración propia con criterio del evaluador.

FASE: ABANDONO						
Sistema	Factor Ambiental	Componente Ambiental	Seguridad y Mantenimiento	Venta de Equipos e Inmuebles		
M E D I O F I S I C O	Atmósfera	Calidad química				
		Temperatura				
		Nivel de material particular				
		Nivel sonoro				
	Suelo	Subterránea	Calidad química			
			Edafología			
			Geomorfología			
	Agua	Superficial	Calidad química			
			Caudal			
			Recarga			
Medio Biotico	Flora Y Fauna	Calidad química				
		Caudal	X			
	Flora Y Fauna	Recarga				
		Biodiversidad				
	Flora Y Fauna	Abundancia				
		Distribucion				
	Medio Socio-Economico	Infraestructura			X	
		Uso del Suelo				
		Poblacion				
		Economía				
Nivel de Empleo			X		X	
Medio Perceptual	Paisaje					
	Calidad Paisajística					

Tabla 8.5: Matriz de Impactos Ambientales, fase: Abandono. Fuente: Elaboración propia con criterio del evaluador.



8.8- CONCLUSIÓN

En el presente capítulo se establecieron los posibles impactos ambientales que se producirán al implementar el proyecto.

Al confeccionar la matriz correspondiente a cada etapa, se concluye que en la etapa de Construcción la mayoría de los impactos negativos son de baja intensidad, y estos son principalmente los que tienen que ver con los factores ambientales con respecto al medio físico-natural. En cuanto a los impactos positivos, estos presentan alta intensidad, asociados al medio social principalmente y sus respectivos factores ambientales.

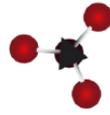
En la segunda etapa, la de Producción, los impactos negativos de mayor importancia afectan los recursos atmosfera, agua y suelo. Aquí se tuvo presente que el proceso genera efluentes líquidos de baja peligrosidad. En cuanto a los impactos positivos, se concluye que, al igual que en la etapa anterior, el medio socio-económico es el más afectado.

En la tercer y última etapa, los impactos son del tipo positivo, de alto impacto, y afectan el medio socio económico.

De ser necesario, debería hacerse, en una etapa posterior, un análisis y/o estudio más profundo de los impactos, teniendo en cuenta las distintas clasificaciones (extensión, momento de manifestación, persistencia, periodicidad, capacidad de recuperación, etc.)



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

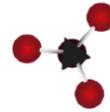


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

HIGIENE Y SEGURIDAD

CAPÍTULO 9





9.1- INTRODUCCIÓN

Las industrias que desean mantenerse en el amplio mundo de la competitividad deben acogerse a las medidas y reglas adoptadas con la finalidad de prevenir accidentes y minimizar los riesgos, para el establecimiento de condiciones seguras en el ambiente de trabajo.

El control de la seguridad e higiene resulta de vital importancia en las empresas industriales

El ambiente laboral, mantenerlo seguro e higiénico para el buen desenvolvimiento del empleado dentro de las instalaciones de la empresa, no debe presentar una problemática, sino un beneficio para el empleado y también para la empresa. Crear condiciones seguras, contribuye al aumento de la productividad y a un desarrollo más armonioso y estable por parte del trabajador en la empresa.

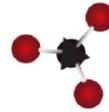
9.2- ASPECTOS A CONSIDERAR

El presente capítulo abordara los aspectos relacionados a la higiene y seguridad, como así también las condiciones de trabajo que se deben tener en cuenta en la empresa según lo contemplado en la Ley 19587 y considerando además, lo establecido en el convenio colectivo de trabajo 419/05 celebrado entre la Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP) y la Unión de obreros y Empleados Plásticos (UOYEP). Se establecerá, por medio de ellos, el sistema de normativas de higiene y seguridad industrial de la Empresa, las condiciones de higiene y seguridad industrial para el trabajador y los riesgos ocupacionales presentes en el proceso productivo de la empresa.

A continuación se transcriben los artículos más relevantes de la Ley 19587 a tener en cuenta.

9.3- LEY 19587- SOBRE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Artículo 1° - Las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo se ajustarán, en todo el territorio de la República, a las normas de la presente ley y de las reglamentaciones que en su consecuencia se dicten.



Sus disposiciones se aplicarán a todos los establecimientos y explotaciones, persigan o no fines de lucro, cualesquiera sean la naturaleza económica de las actividades, el medio donde ellas se ejecuten, el carácter de los centros y puestos de trabajo y la índole de las maquinarias, elementos, dispositivos o procedimientos que se utilicen o adopten.

Artículo 8º - (...) los establecimientos concretarán las correspondientes prestaciones sobre medicina, higiene y seguridad en el trabajo, mediante la siguiente estructura orgánica funcional: Servicio de Medicina del Trabajo - Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Las prestaciones ordenadas por la ley deberán ser realizadas por dichos servicios bajo la responsabilidad de graduados universitarios, de acuerdo al detalle que se fija en esta reglamentación.

Los objetivos fundamentales de los servicios dictados serán, en sus respectivas áreas, prevenir todo daño que pudiera causarse a la vida y a la salud de los trabajadores, por las condiciones de su trabajo y protegerlos en su actividad y ambiente contra los riesgos. Estos servicios deberán actuar en coordinación y tendrán relación de dependencia jerárquica en el establecimiento, con el máximo nivel orgánico del mismo.

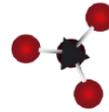
9.3.1- SERVICIO DE MEDICINA DEL TRABAJO

Art. 15 - El Servicio de Medicina del Trabajo tiene como misión fundamental promover y mantener el más alto nivel de salud de los trabajadores, ubicándolos en tareas de acuerdo a sus aptitudes psicofísicas, adaptando el trabajo al hombre y éste a su trabajo.

Art. 16 - Las funciones del Servicio de Medicina del Trabajo serán de carácter preventivo, (...) y asistencial.

Art. 17 - Los Servicios de Medicina del Trabajo estarán dirigidos por un universitario con título de médico del trabajo, de fábrica o similar, quienes deberán estar registrados en el Ministerio de Bienestar Social - Secretaría de Salud Pública.

Art. 27 - Los trabajadores estarán obligados a someterse al examen médico preocupacional y a los exámenes médicos periódicos, así como a proporcionar todos los antecedentes que le sean solicitados por los médicos.



9.3.2- SERVICIO DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Art. 34 - El Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo tiene como misión fundamental determinar, promover y mantener adecuadas condiciones ambientales en los lugares de trabajo y el más alto nivel de seguridad.

9.3.3- PROYECTO, INSTALACIÓN, AMPLIACIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y MODIFICACIÓN

Art. 42 - Todo establecimiento que se proyecte, instale, amplíe, acondicione o modifique sus instalaciones, tendrá un adecuado funcionalismo en la distribución y características de sus locales de trabajo y dependencias complementarias, previendo condiciones de higiene y seguridad en sus construcciones e instalaciones, en las formas, en los lugares de trabajo y en el ingreso, tránsito y egreso del personal, tanto para los momentos de desarrollo normal de tareas como para las situaciones de emergencia.(...)

Art. 46 - Todo establecimiento dispondrá de servicios sanitarios adecuados e independientes para cada sexo, en cantidad proporcionada al número de personas que trabaje en él.

Art. 50 - Los establecimientos que ocupen más de 10 obreros de cada sexo dispondrán de locales destinados a vestuarios.

9.3.4- PROVISIÓN DE AGUA POTABLE

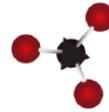
Art. 57 - Todo establecimiento deberá contar con provisión y reserva de agua para uso humano (...) Deberá poseer análisis de las aguas que utiliza, ya sea obtenida dentro de su planta o traídas de otros lugares, los que serán realizados por dependencias oficiales. En los casos en que no se cuente con los laboratorios oficiales, podrán efectuarse en laboratorios privados.

9.4- CONDICIONES DE HIGIENE EN LOS AMBIENTES LABORALES

9.4.1- VENTILACIÓN

Art. 64 - En todos los establecimientos, la ventilación contribuirá a mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud del trabajador.

Art. 65 - Los establecimientos en los que se realicen actividades laborales deberán ventilarse preferentemente en forma natural.



9.4.2- ILUMINACIÓN Y COLOR

Art. 71 - La iluminación en los lugares de trabajo deberá cumplimentar lo siguiente:

1. La composición espectral de la luz deberá ser adecuada a la tarea a realizar, de modo que permita observar o reproducir los colores en la medida que sea necesario.
2. El efecto estroboscópico será evitado.
3. La iluminación será adecuada a la tarea a efectuar, teniendo en cuenta el mínimo tamaño a percibir, la reflexión de los elementos, el contraste y el movimiento.
4. Las fuentes de iluminación no deberán producir deslumbramiento, directo o reflejado, para lo que se distribuirán y orientarán convenientemente las luminarias y superficies reflectantes existentes en el local.
5. La uniformidad de la iluminación, así como las sombras y contrastes, serán adecuados a la tarea que se realice.

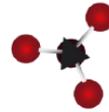
9.4.3- RUIDOS Y VIBRACIONES

Art. 85 - En todos los establecimientos, ningún trabajador podrá estar expuesto a una dosis de nivel sonoro continuo equivalente superior a la establecida en el Anexo V.

Art. 86 - La determinación del nivel sonoro continuo equivalente se realizará siguiendo el procedimiento establecido en el Anexo V.

Art. 87 - Cuando el nivel sonoro continuo equivalente supere en el ámbito de trabajo la dosis establecida en el Anexo V, se procederá a reducirlo adoptando las correcciones que se enuncian a continuación y en el orden que se detalla:

1. Procedimientos de ingeniería, ya sea en la fuente, en las vías de transmisión o en el recinto receptor.
2. Protección auditiva al trabajador.
3. De no ser suficientes las correcciones indicadas precedentemente, se procederá a la reducción de los tiempos de exposición.



Art. 92 - Todo trabajador expuesto a una dosis superior a 85 dB(A) de nivel sonoro continuo equivalente deberá ser sometido a los exámenes audiométricos prescriptos en el capítulo 3 de la presente reglamentación.

Cuando se detecte un aumento persistente del umbral auditivo, los afectados deberán utilizar en forma ininterrumpida protectores auditivos.

En caso de continuar dicho aumento, deberá ser transferido a otras tareas no ruidosas.

9.4.4- INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Art. 95 - Las instalaciones y equipos eléctricos de los establecimientos deberán cumplir con las prescripciones necesarias para evitar riesgos a personas o cosas.

Art. 96 - Los materiales y equipos que se utilicen en las instalaciones eléctricas cumplirán con las exigencias de las normas técnicas correspondientes.

9.4.5- MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS

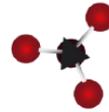
Art. 103 - Las máquinas y herramientas usadas en los establecimientos deberán ser seguras y, en caso de que originen riesgos, no podrán emplearse sin la protección adecuada.

Art. 111 - Los trabajadores recibirán instrucciones precisas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar, a fin de prevenir accidentes, sin que en ningún caso puedan utilizarse para fines distintos a los que están destinadas.

9.5.6- APARATOS QUE PUEDAN DESARROLLAR PRESIÓN INTERNA

Art. 138 - En todo establecimiento en que existan aparatos que puedan desarrollar presión interna, se fijarán instrucciones detalladas, con esquemas de la instalación que señalen los dispositivos de seguridad en forma bien visible y las prescripciones para ejecutar las maniobras correctamente, prohíban las que no deban efectuarse por ser riesgosas e indiquen las que hayan de observarse en caso de riesgo o avería.

Estas prescripciones se adaptarán a las instrucciones específicas que hubiera señalado el constructor del aparato y a lo que indique la autoridad competente.



9.5.7- TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES

Art. 145 - Los establecimientos en donde se fabriquen, manipulen o empleen sustancias infectantes o susceptibles de producir polvos, gases o nieblas tóxicas o corrosivas y que pongan en peligro la salud o vida de los trabajadores, estarán sujetos a las prescripciones que se detallan en este capítulo. En los procesos de fabricación se emplearán las sustancias menos nocivas. Su almacenamiento, manipulación o procesamiento se efectuará en lugares aislados, destinando personal adiestrado y capacitado para su manejo y adoptando las máximas medidas de seguridad.

La utilización de estas sustancias se realizará en circuitos cerrados a fin de impedir su difusión al medio ambiente laboral en cualquiera de sus estados; de no ser ello posible se captarán en su origen y se proveerá al lugar de un sistema de ventilación de probada eficacia como medida complementaria, para mantener un ambiente adecuado tratando asimismo de evitar la contaminación del medio ambiente exterior.

En caso de pérdidas o escapes se pondrá en acción el plan de seguridad que corresponda, según la naturaleza del establecimiento y cuyo texto será expuesto en lugar visible.

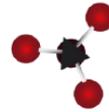
El personal a emplear en trabajos con riesgos especiales será adiestrado, capacitado y provisto de equipos y elementos de protección personal adecuados al riesgo.

Los envases conteniendo sustancias o elementos explosivos, corrosivos, tóxicos, infecciosos, irritantes o cualquier otro, capaces de producir riesgos a los trabajadores, serán seguros y deberán rotularse visiblemente indicando su contenido, así como también las precauciones para su empleo y manipulación.

9.5.8- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Art. 160 - La protección contra incendios comprende el conjunto de condiciones de construcción, instalación y equipamiento que se deben observar tanto para los ambientes como para los edificios, aun para trabajos fuera de éstos y en la medida en que las tareas los requieran. Los objetivos a cumplimentar son:

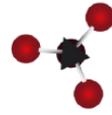
- 1) Dificultar la iniciación de incendios.



- 2) Evitar la propagación del fuego y los efectos de gases tóxicos.
- 3) Asegurar la evacuación de las personas.
- 4) Facilitar el acceso y las tareas de extinción del personal de bomberos.
- 5) Proveer las instalaciones de detección y extinción.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

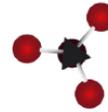


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

ASPECTOS DE CALIDAD

CAPÍTULO 10





10.1- INTRODUCCIÓN

Se entiende por Calidad a la "propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor", y es sinónimo de "buena calidad" la "superioridad o excelencia".

Por su parte la norma ISO 8402 define calidad como el "conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresas o implícitas".

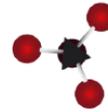
En el ámbito de la Gestión Empresarial, la calidad ha dejado de ser una mera descripción del grado de satisfacción que proporciona un producto o servicio para convertirse en toda una cultura, un filosofía que rige los principios de la gestión de la organización y que está presente en todas sus áreas.

10.2- ASPECTOS RELACIONADOS A LA CALIDAD

Reconocido ya como un factor fundamental para la competitividad e, incluso, la supervivencia de las empresas, se trata de un término en constante evolución del que nacen otros conceptos que la **ISO 8402** distingue como sigue:

- ✚ **Control de calidad:** Técnicas y actividades de carácter operativo utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad.
- ✚ **Aseguramiento de la calidad:** Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisfará los requisitos dados sobre la calidad.
- ✚ **Política de calidad:** Directrices y objetivos generales de una empresa relativos a la calidad, expresados formalmente por la dirección general.
- ✚ **Gestión de la calidad:** Aspecto de la función general de la gestión que determina y aplica la política de la calidad.
- ✚ **Sistema de calidad:** Conjunto de la estructura de organización de responsabilidades, de procedimientos, de procesos y de recursos que se establecen para llevar a cabo la gestión de la calidad.

Otros conceptos afines surgidos de este proceso evolutivo son:



- ✚ **Calidad total:** Término que sitúa como primer objetivo de la gestión empresarial la calidad del producto o servicio ofrecido y la satisfacción del cliente a través de la mejora continua.
- ✚ **Mejora continua:** Se denomina así a la mejora sistemática y continua de los procesos mediante la implementación de las metodologías y herramientas adecuadas.
- ✚ **Excelencia:** Se define así el conjunto de prácticas sobresalientes en la gestión de una organización y el logro de resultados basados en conceptos fundamentales que incluyen la orientación hacia los resultados, orientación al cliente, liderazgo, implicación de las personas, mejora continua e innovación, alianzas mutuamente beneficiosas, responsabilidad social.

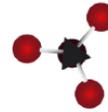
10.3- IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD

Los sistemas son el conjunto de actividades que interactúan y se guían principalmente por información para lograr propósitos.

La gestión de la calidad se 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. De acuerdo con Feingenbaum, los sistemas para la calidad se inician con el 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, de esta manera el sistema de calidad total es el fundamento del control total de la calidad.

Un sistema de calidad es la estructura funcional de trabajo acordada en toda la empresa, documentada con procedimientos integrados técnicos y administrativos efectivos, para guiar las acciones coordinadas de la fuerza laboral, las máquinas y la información de la empresa de una forma eficiente, eficaz y más práctica, para asegurar la satisfacción del cliente con la calidad y costos económicos de calidad.

Un sistema de gestión de la 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 formación y entrenamiento. Además, el sistema de gestión de calidad es



dinámico, puede adaptarse y cambiar, se basa en el conocimiento de las necesidades, requisitos y expectativas de los clientes.

De esta manera, el sistema de gestión de la calidad tiene como finalidad satisfacer las necesidades de los clientes externos e internos al establecer procedimientos acordados con los integrantes de la organización, que guiarán los esfuerzos para lograr un éxito empresarial, creando una satisfacción completa en los clientes, minimizando costos y exigiendo un mejor aprovechamiento de los recursos de la empresa, con armonía, motivación y control total de las acciones, basándose principalmente en la mejora continua de los procesos; además, aporta una sólida ventaja competitiva propia y sostenible en el tiempo.

En el caso del proyecto en cuestión, los competidores cumplen con ciertos estándares de calidad: Normas IRAM en lo que respecta a la calidad del producto, y Normas ISO en lo que concierne a localización de gestión.

Teniendo en cuenta lo expuesto en el párrafo anterior, la Empresa debería certificar las siguientes normas para posicionarse en el mercado:

IRAM 11983

IRAM 11984

ISO 9001 Sistema de Gestión de Calidad.

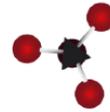
10.4- BENEFICIOS DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

- a)** La organización se asegura que funciona bien y de esta forma puede cumplir los objetivos propios de la institución. Para eso es necesario que los objetivos de calidad del sistema, estén alineados con los objetivos del negocio.

Si los objetivos de calidad son distintos, o no están alineados, a lo mejor se cumplen pero el Sistema no coadyuvará para que la organización logre cumplir sus Metas y Objetivos.

- b)** Se cuenta con un sistema que permite gestionar, con calidad, el desarrollo de sus actividades.

El Sistema permite analizar el desempeño de forma integral y, además, poder detectar las oportunidades de mejora, las cuales implementadas exitosamente, se



reflejarán en un cambio sustancial de los indicadores de desempeño de la organización.

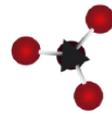
c) La forma de organizarse para hacer el trabajo es mejor y más simple.

La organización por procesos, operados con equipos de trabajo interfuncionales es una herramienta que permite producir resultados superiores debido a la sinergia generada por la integración de las diversas habilidades y experiencias de sus miembros.

d) El Sistema y sus procesos son la mejor estrategia para rebasar la estructura departamental de la empresa estableciendo una verdadera cadena de valor con los proveedores y clientes.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

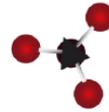


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

ASPECTOS JURÍDICOS

CAPÍTULO 11





11.1- INTRODUCCIÓN

Uno de los pasos más importantes que debe realizar un emprendedor es la elección de la forma jurídica de su futura empresa, que deberá ser acorde con la actividad empresarial a realizar.

El presente capítulo aborda los aspectos jurídicos de la empresa, define la razón social, clasificación y constitución legal de la misma.

11.2- CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA

11.2.1- RAZÓN SOCIAL Y FUNCIONES

rPET S.A es una empresa encargada de producir pellets de PET de grado alimenticio y preformas para la posterior fabricación de botellas a partir del reciclado mecánico de polietilentereftalato.

11.2.2- CONSTITUCIÓN LEGAL

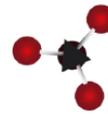
Constituir legalmente una empresa permite que ésta sea legalmente reconocida, que califique como sujeto de crédito, que se pueda emitir comprobantes de pago, que se pueda producir, comercializar y promocionar los productos o servicios con autoridad y sin restricciones.

11.2.3- FORMA JURÍDICA DE LA EMPRESA

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 19.550 regula distintos tipos societarios. La sociedad anónima y la de responsabilidad limitada son justamente algunos de los tipos societarios regulados en dicha norma.

Es de destacar que tanto las SA como las SRL son formas societarias que participan del género de las denominadas sociedades de Capital. En estas sociedades 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.

A continuación se muestran las características de cada tipo de sociedades



SOCIEDAD ANÓNIMA

SOCIEDAD LIMITADA

Socios: Uno o más. Persona física o jurídica

Socios: Uno o más. Persona Física o jurídica

Responsabilidad: Se limita sólo al capital aportado por los socios

Responsabilidad: Se limita al capital aportado por los socios. Sólo responde deudas de la entidad por capital invertido.

Capital dividido en acciones nominativas o al portador

Capital dividido en participaciones. Su transmisión es restringida y no pueden denominarse acciones

Capital Social mínimo para constituir la empresa: 100.000€. Desembolso 25% momento constitución

Capital social mínimo constitución: 30.000€. Desembolso integro momento constitución

Razón Social: nombre empresa seguido de Sociedad Anónima o SA

Razón Social: nombre de la empresa, seguido de Sociedad Limitada o SL; Sociedad de Responsabilidad Limitada o SRL

Grandes empresas. + volumen negocio + capital

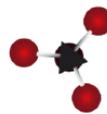
Empresas nueva creación, emprendedores, pymes

Los socios pueden vender sus participaciones

Deben comunicar la venta a los demás socios (derecho preferente de compra)

Pueden cotizar en Bolsa

No pueden cotizar



Para el proyecto en cuestión, se determinó que lo más conveniente es constituir la persona jurídica como una sociedad anónima (S.A)

11.2.4- CLASIFICACIÓN DE LA EMPRESA

De acuerdo a la cantidad de empleados, volumen de ventas, capital y otros índices, las empresas se clasifican en:

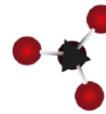
- Unipersonal
- Microempresa
- Pequeña empresa
- Mediana empresa
- Grande empresa

A continuación se presentan dos criterios de clasificación muy relevantes para las empresas PyMEs en Argentina. En primer lugar la de Secretaría de Emprendedores y de la Pequeña y Mediana Empresa, y en segundo lugar la de la Comisión Nacional de Valores (CNV) para el acceso al mercado de capitales mediante la emisión de acciones y/o valores negociables representativos de deuda.

Clasificación de la Secretaría de Emprendedores y de la Pequeña y Mediana Empresa

Mediante la Resolución General 11/2016, la Secretaría de Emprendedores y de la Pequeña y Mediana Empresa determinó una nueva clasificación MIPyME. Esta clasificación adopta como criterio las ventas totales anuales expresadas en Pesos (\$) no superen los valores establecidos en la siguiente tabla.

Sector / Categoría	Agropecuaria	Industria y Minería	Comercio	Servicios	Construcción
Micro	\$ 2.000.000	\$ 7.500.000	\$ 9.000.000	\$ 2.500.000	\$ 3.500.000
Pequeña	\$ 13.000.000	\$ 45.500.000	\$ 55.000.000	\$ 15.000.000	\$ 22.500.000
Mediana	\$	\$	\$	125.000.00	\$



Tramo 1	100.000.000	360.000.00	450.000.00	0	180.000.000
		0	0		
Mediana	\$	\$	\$	\$	\$
Tramo 2	160.000.000	540.000.00	650.000.00	180.000.00	270.000.000
		0	0	0	

Tabla 11.1: Clasificación MiPyme. Fuente: CNV

Clasificación de la Comisión Nacional de Valores (CNV) para operaciones de PyMEs en el Mercados de capitales

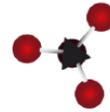
Para que las PyMEs accedan al mercado de capitales mediante la emisión de acciones y/o valores negociables representativos de deuda, la clasificación PyME se establece en la Resolución General 582/2010 de la Comisión Nacional de Valores (CNV). Se consideran PyMEs las empresas que registren hasta el siguiente máximo de las ventas totales anuales expresado en Pesos (\$), excluido el Impuesto al Valor Agregado y el Impuesto Interno que pudiera corresponder, según se detalla en el siguiente cuadro.

Sector / Categoría	Agropecuaria	Industria y Minería	Comercio	Servicios	Construcción
Pequeña	\$ 8.200.000	\$ 20.600.000	\$ 28.000.000	\$ 8.600.000	\$ 9.600.000
Mediana	\$ 48.200.000	\$ 164.400.000	\$ 223.800.000	\$ 56.600.000	\$ 75.400.000
		0	0	0	

Tabla 11.2: Tabla de clasificación de la CNV según sector. Fuente: CNV

Se entenderá por valor de las ventas totales anuales, el valor que surja del promedio de los últimos TRES (3) años a partir del último balance inclusive o información contable equivalente adecuadamente documentada.

En los casos de empresas cuya antigüedad sea menor que la requerida para el cálculo establecido en el párrafo anterior, se considerará el promedio proporcional de ventas anuales verificado desde su puesta en marcha.



El VEINTE POR CIENTO (20%) o más del capital y/o de los derechos políticos de las entidades incluidas en el cuadro precedente no deberán pertenecer a otras entidades que no encuadren en las definiciones legales de PYMES.

*Nota: los valores correspondientes a la resolución general 582/2010 de la CNV podrían llegar a ser modificados a la luz de la reciente modificación en la clasificación que utiliza SEPYME.

11.2.5- SISTEMA IMPOSITIVO

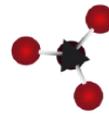
En Argentina los tributos son recaudados por el gobierno nacional, las provincias y las autoridades municipales. El sistema tributario está estructurado principalmente sobre la imposición a la renta (lo que se gana), al patrimonio (por lo que se tiene) y al consumo (lo que se gasta).

En el ámbito nacional, la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) es el ente autárquico que, en el ámbito del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, tiene a su cargo la aplicación, la percepción y la fiscalización de los tributos. Los principales impuestos nacionales son el Impuesto a las Ganancias, el Impuesto al Valor Agregado (IVA), el Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta, los Impuestos Internos, el Impuesto sobre los Bienes Personales y el Impuesto sobre los Débitos y Créditos en Cuentas Bancarias y Otras Operatorias. En el ámbito provincial, los tributos son recaudados y administrados por las Direcciones Provinciales de Rentas, organismos subordinados a los respectivos Ministerios de Economía provinciales. Los principales impuestos provinciales son el Impuesto sobre los Ingresos Brutos, el Impuesto de Sellos y el Impuesto Inmobiliario. Por último, en el ámbito municipal, los ingresos surgen de la recaudación de tasas y contribuciones.

11.2.6- IMPUESTOS NACIONALES

- Impuesto a las Ganancias (IG)

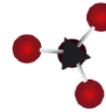
Todas las ganancias, incluyendo las de capital, son gravadas por este impuesto. Las empresas residentes en la República Argentina tributan sobre su renta mundial,



pudiendo computar como pago a cuenta de este impuesto las sumas efectivamente abonadas por gravámenes análogos sobre sus actividades en el extranjero hasta el límite del incremento de la obligación fiscal originado por la incorporación de la ganancia obtenida en el exterior. Se consideran residentes a los argentinos y extranjeros nacionalizados, a los extranjeros con residencia permanente en la República Argentina o que hayan permanecido legalmente dentro del país por doce meses, las sucesiones indivisas de causantes que revistan la condición de residentes argentinos a la fecha de fallecimiento, las sociedades anónimas y otros tipos societarios (empresas unipersonales, asociaciones civiles, fundaciones, etcétera) constituidas en el país. Las sucursales constituidas en la República Argentina de sociedades constituidas en el exterior son consideradas como entidades residentes y, por lo tanto, están sujetas al impuesto. La tasa aplicable tanto para sociedades residentes como para las sucursales constituidas en el país de sociedades no residentes es de 35%. Una empresa no residente sin una sucursal u otro establecimiento permanente en la República Argentina es sujeto impositivo sólo sobre ingresos y ganancias de capital que tengan fuente en Argentina. El impuesto se aplica como una retención practicada por el agente pagador en Argentina a distintas tasas efectivas dependiendo del tipo de ingreso. Estas tasas resultan de aplicar 35% a la ganancia presunta establecida en la Ley de Impuesto a las Ganancias. Como en la mayoría de los países, este impuesto es determinado anualmente por el contribuyente de acuerdo a una serie de reglas que establece la legislación correspondiente sobre la ganancia imponible, las excepciones y las deducciones especiales y personales, entre otros.

11.2.7- IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (IVA)

El IVA es un impuesto que se aplica al precio de venta de bienes y servicios en cada etapa de la comercialización, pudiéndose tomar los montos erogados por el pago de este impuesto como pago a cuenta en las anteriores etapas. La tasa general del IVA es de 21%, mientras que la alícuota de IVA diferencial (50% menor a ésta) se establece en 10,5%. De esta última, se benefician distintos bienes y servicios: la venta de bienes de capital; el transporte (excepto los viajes

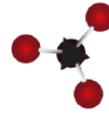


internacionales); la venta de diarios, revistas, folletos y publicaciones periódicas; los programas de medicina prepaga; y los intereses sobre préstamos extranjeros y sobre préstamos de bancos locales. Finalmente, una tasa de 27% es aplicable a la provisión de energía eléctrica, gas natural y agua fuera de domicilios destinados a vivienda y telecomunicaciones. Las importaciones son también gravadas por este impuesto con las mismas tasas que se aplican a los productos o servicios locales. Las exportaciones no están gravadas y los exportadores pueden reclamar el reembolso del IVA pagado por sus compras. Asimismo, los servicios desarrollados dentro del país cuyo uso económico se realiza en el exterior no están sujetos al impuesto.

Los pagos se ingresan mensualmente como diferencia entre los créditos fiscales derivados de las compras y los débitos fiscales derivados de las operaciones de venta.

11.2.8- IMPUESTO A LA GANANCIA MÍNIMA PRESUNTA

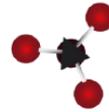
Este impuesto grava todos los activos (localizados tanto en la República Argentina como en el exterior) de empresas argentinas con una alícuota anual de 1%. También se aplica sobre los bienes ubicados en Argentina de propiedad de establecimientos permanentes de personas o entidades extranjeras. El importe abonado en concepto de Impuesto a las Ganancias se considera pago a cuenta de este impuesto. Si el Impuesto a las Ganancias determinado resulta mayor que el Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta, entonces sólo se abona el primero. Si, por el contrario, el Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta es mayor que el Impuesto a las Ganancias determinado, el excedente puede ser utilizado en hasta 10 años más para compensar potenciales excedentes del Impuesto a las Ganancias que se determinen sobre el gravamen mencionado en primer término. Se admite el cómputo de un crédito de impuesto por los gravámenes análogos que se hubieren abonado en el exterior por bienes situados fuera del territorio argentino. Asimismo, corresponde ingresar anticipos a cuenta del impuesto que en definitiva se determine en cada período fiscal.



11.2.9- IMPUESTO SOBRE LOS BIENES PERSONALES

El Impuesto sobre los Bienes Personales reviste carácter de impuesto patrimonial, porque recae sobre los bienes personales existentes al 31 de diciembre de cada año, siendo sujetos pasivos del tributo las personas físicas y las sucesiones indivisas.

Las personas físicas residentes en el país están obligadas a pagar anualmente por este impuesto una suma equivalente a 0,5% de sus bienes personales cuyo valor se ubique entre los AR\$ 305.000 y AR\$ 750.000. Por encima de esta suma, y hasta AR\$ 2.000.000, la tasa de este impuesto asciende a 0,75% (aplicable al valor total de los bienes alcanzados por el impuesto). Entre AR\$ 2.000.000 y AR\$ 5.000.000, la tasa es de 1% (también aplicable al valor total de los bienes gravados). Valores superiores a los mencionados deberán tributar una tasa de 1,25%. Cabe señalar que los sujetos radicados en el país tributan sobre los bienes situados en la República Argentina y en el exterior. Los individuos domiciliados en el exterior están sujetos al impuesto sólo sobre sus bienes situados en la República Argentina. El régimen aplicable es el de Responsable Sustituto; la tasa aplicable es de 1,25%. No obstante, a partir del período fiscal 2002 rige una presunción, que no admite prueba en contrario, según la cual pertenecen de manera indirecta a personas físicas domiciliadas en el exterior, o a sucesiones indivisas allí radicadas, aquellas acciones y/o participaciones en el capital de las sociedades argentinas cuyos titulares sean sociedades, cualquier otro tipo de persona de existencia ideal, empresas, establecimientos estables, patrimonios de afectación o explotaciones, domiciliados, radicados o ubicados en el exterior. Asimismo, a partir de entonces, las sociedades argentinas se encuentran obligadas a determinar y efectuar el ingreso del impuesto que recae sobre las acciones y/o participaciones en el capital de sociedades argentinas en carácter de responsables sustitutos, calculándose el gravamen mediante la aplicación de una alícuota de 0,5% sobre el valor determinado de las acciones y/o participaciones (patrimonio neto de la sociedad argentina al 31 de diciembre de cada año, salvo ciertas excepciones).



11.2.10- IMPUESTOS INTERNOS

Gravan el consumo de ciertos productos a diferentes alícuotas y con distintos requisitos de declaración y pago. Por lo general, estos impuestos alcanzan a los fabricantes o importadores cuando venden el producto (bebidas alcohólicas, tabaco, bienes de lujo, etc.).

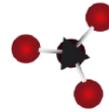
11.2.11- IMPUESTOS SOBRE LOS CRÉDITOS EN CUENTAS BANCARIAS Y OTRAS OPERATORIAS

El impuesto recae sobre los créditos y débitos en las cuentas bancarias del titular, cualquiera sea su naturaleza, abiertas en las entidades regidas por la Ley de Entidades Financieras. La alícuota general es de 0,6% para los débitos y 0,6% para los créditos. Asimismo, se encuentran gravados con 1,2% todos los movimientos o entregas de fondos cuando se efectúen a través de sistemas de pago organizados que reemplacen el uso de las cuentas corrientes bancarias. Cabe señalar que existen ciertas alícuotas diferenciales y exenciones aplicables a determinadas operaciones.

11.3- IMPUESTOS PROVINCIALES

11.3.1- IMPUESTOS SOBRE LOS INGRESOS BRUTOS

Todas las jurisdicciones argentinas (provincias y Ciudad Autónoma de Buenos Aires) aplican este Impuesto sobre los Ingresos Brutos de cualquier empresa que realice una actividad comercial, industrial, agrícola, financiera o profesional. Este impuesto grava cada transacción comercial, sin ningún crédito fiscal por los impuestos pagados en las etapas anteriores. Las tasas varían, según el tipo de actividad y la ley de cada jurisdicción, entre 1,5% y 4%. Se paga por año calendario, con anticipos mensuales o bimestrales, según disponga cada jurisdicción. Las actividades primarias e industriales, en general, gozan de exenciones.



11.3.2- IMPUESTOS DE SELLOS

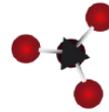
Se trata de un impuesto provincial vigente en todas las provincias de la República Argentina, aplicable en general a los actos, los contratos y las operaciones de carácter oneroso formalizados en instrumentos públicos o privados. En general, la alícuota del impuesto es de 1%, aunque varía según el tipo de acto y la legislación de la jurisdicción donde el citado acto produzca efectos. En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el impuesto sólo grava la transferencia de inmuebles y los contratos de locación o sublocación de inmuebles en los que se desarrollen actividades comerciales. La alícuota aplicable a la transferencia de inmuebles asciende a 2,5% y la de locación o sublocación de los mismos a 0,5%.

11.3.3- 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. El Impuesto Inmobiliario 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 período fiscal, que establecen las escalas de valuaciones y las alícuotas que se aplicarán sobre la base imponible conforme la modalidad prevista para cada tipo de inmueble.

11.3.4- TASAS MUNICIPALES

Por la prestación de servicios de seguridad industrial, iluminación, higiene y similares, los fiscos municipales perciben las tasas retributivas que establezcan en función de los ingresos, o bien de otros parámetros fijos como número de personal y capacidad de fuerza motriz, entre otros.



11.4- TRÁMITES E INSCRIPCIONES IMPOSITIVAS

La inscripción a la Dirección General de Rentas es el primer trámite que se debe realizar, debido a que la misma es requisito necesario para la inscripción ante la AFIP.

Concluido el trámite ante la D.G.R, se continúa con la inscripción de la persona física en la A.F.I.P.

Para inscribirse ante la AFIP y poder realizar una actividad económica se deberá contar con su Clave Única de Identificación Tributaria (CUIT) y la “Clave Fiscal” y haber efectuado la adhesión al monotributo o el alta de impuestos y/o la categorización como trabajador autónomo.

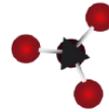
La solicitud de la Clave Única de Identificación Tributaria (C.U.I.T.), se debe efectuar personalmente en la Dependencia de este Organismo en cuya jurisdicción se encuentra el domicilio fiscal del sujeto que requiere su inscripción.

11.4.1- MARCO LEGAL

Legislación específica aplicable

La reglamentación que otorga el marco legal en la Argentina es la norma MERCOSUR/GMC/RES N°30/07 internalizada en el Capítulo IV del Código Alimentario Argentino (CAA). En ella se menciona al PET postconsumo reciclado grado alimentario (PET – PCR grado alimentario) como único material reciclado aprobado para la fabricación de envases o artículos en contacto con alimentos.

Ver Anexo al final del Capítulo.



11.5- CONCLUSIÓN

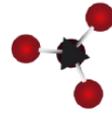
En el presente capítulo se analizó, en primer lugar, las diferentes formas societarias, adoptando para la empresa la Sociedad Anónima, detallando las ventajas que este tipo de sociedad presenta frente a una S.R.L

Se propuso como razón social la denominación Rpet S.A para la Empresa.

Por último se analizó la reglamentación específica asociada al proyecto.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

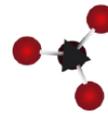


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

EVALUACIÓN ECONÓMICA

CAPÍTULO 12





12.1- INTRODUCCIÓN

La viabilidad o factibilidad económica, se determinará respecto a criterios de 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.

Se llevará a cabo una evaluación detallada de las características del proyecto propuesto: se estudiará la tasa de descuento, estructura de costos, realizaremos el cálculo del punto de equilibrio, y beneficios; y se observará la rentabilidad.

Luego se completará el estudio en los capítulos posteriores, por medio de un análisis de riesgos y sensibilidad, por último, se determina hasta qué punto se puede modificar una variable para que el proyecto siga siendo rentable.

12.2- EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

12.2.1- TASA DE DESCUENTO

La tasa de descuento o coste de capital es una medida financiera que se aplica para determinar el valor actual de un pago futuro.

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.

El método más empleado en la actualidad para determinar esta tasa es el basado en el modelo de precios de los activos de capital, conocido con las siglas CAPM (Capital Asset Pricing Model).

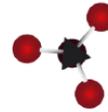
Por este método la tasa de descuento se calcula de la siguiente forma

$$r = R_f + (R_m - R_f) \cdot \beta + R_p$$

El cual tiene en cuenta:

✚ La tasa libre de riesgo (R_f)

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.



T-bonds a diez años es del 5%

✚ La tasa de rentabilidad observada en el mercado (R_m) en EEUU.

Se considera de un 10% y abarca a todos los sectores de la economía.

✚ La sensibilidad (β)

Relaciona el riesgo del proyecto con el riesgo del mercado. Los bienes producidos por este proyecto se consideran materiales del sector químico-coagulante y presentan una sensibilidad de alto riesgo o mayor riesgo que el del mercado.

Se utilizó un beta ponderado de 1,25 (sector químico específico).

La fuente de la cual se extrajo este valor es *Damodaran*

http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

✚ Riesgo país (R_p)

Se ha optado por determinar el riesgo país mediante el EMBI+ (Emerging Market Bond Index Plus). Según la fuente *ámbito.com* el valor representativo para la Argentina en este año 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:

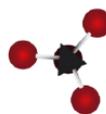
$$r = 5 + (10 - 5) * 1,25 + 6,00 = \mathbf{17.25\%}$$

12.3- ESTRUCTURA DE COSTOS

12.3.1- INVERSIÓN INICIAL

Las erogaciones que se realizan previos a operar la planta industrial son las constituyentes de los costos de inversión, que suman una gran cantidad de dinero, y están compuestos por los activos tangibles o fijos e intangibles o cargos diferidos.

✚ **Activos tangibles:** Corresponde a las inversiones realizadas en los bienes que se utilizan en los procesos de transformación de los insumos o que sirven de

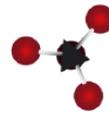


apoyo al curso normal del proyecto, tangibles, tales como el terreno, infraestructura, servicios, etc.

✚ **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. También pueden considerarse como Cargos Diferidos y son susceptibles de amortización, afectarán al flujo de caja indirectamente. Entre estos costos encontramos la inscripción en la Subsecretaría de Trabajo, en distintos organismos, como Sindicato, ART, AFIP, Seguridad Social, etc. que representan un costo de \$27.000, los honorarios mínimos de asesor en el ámbito contable, o sea un contador público, para realizar la constitución de sociedades de cualquier naturaleza son de \$10.900, además la remuneración estipulada de un abogado es aproximadamente \$16.000. Esto conlleva a un total de \$53.900 para la constitución de la empresa. Además, siempre surgen otros tipos de gastos difíciles de prever, por lo que la empresa propondría un excedente de \$46.100. Totalizando como Cargos Diferidos \$100.000.

En la siguiente tabla haremos una lista con todos los posibles tangibles e intangibles que serían necesarios disponer para poder llevar a cabo la puesta en marcha de la industria. En la misma se clasifican los bienes acordes a su naturaleza.

Producción de Preformas de PET	CANTIDAD	Prec. Un (\$)	PRECIO (\$)
INFRAESTRUCTURA			
Terreno			
Valor (m ²)	4041	7250	29297250
Mejoras	1	300000	300000
Cargos Diferidos	1	100000	100000
SUBTOTAL			\$ 29.697.250
Edificio			
Construcción			
Producción (m ²)	2100	3500	7350000
Almacén Materia Prima (m ²)	850	3500	2975000
Mantenimiento (m ²)	150	4000	600000
Laboratorio (m ²)	24	5000	120000
Sanitarios y Vestidores (m ²)	25	4500	112500
Oficinas, ingreso a la planta y área de recepción (m ²)	232	4000	928000



Cocina y comedor (m ²)	30	4500	135000
Depósito de Producto Terminado (m ²)	530	3500	1855000
Estacionamiento	100	3000	300000
Bascula mecánica	1	127300	127300
SUBTOTAL			\$ 14.502.800
MAQUINARIA			
Desenfardador	1	72800	72800
Cinta transportadora de alimentación	1	17472	17472
detector de metales	1	72800	72800
Cinta de clasificación	1	144144	144144
Detector de PVC	1	58240	58240
Extractor de etiquetas	1	138320	138320
Molino	1	262080	262080
Ciclón	1	72800	72800
Tanque lavador con sosa caustica	1	1019200	1019200
Separador por densidad	1	50960	50960
Centrifuga	1	94640	94640
Horno rotativo	1	1300062,4	1300062
Silos	1	189280	189280
Extrusora	3	509600	1528800
Cristalizador	2	291200	582400
Reactor	1	1383200	1383200
Dosificador	5	36400	182000
Inyectora	5	276640	1383200
Matrices 55 g	1	87360	87360
Matrices 44 g	2	72800	145600
Matrices 21 g	2	72800	145600
Cinta para preformas	5	30576	152880
Máquina de llenado	5	43680	218400
Maquina transportadora de pallet manual	8	2184	17472
Instrumentación	1	1397956,56	1397957
Cañerías e Instalaciones	1	4193869,68	4193870
Tendido eléctrico	1	931971,04	931971
Diseño e ingeniería	1	3960876,92	3960877
Honorarios y contratista	1	792175,384	792175
Contingencia	1	1584350,768	1584350,768
SUBTOTAL			\$ 20.596.560
RODADOS Y EQUIPOS AUXILIARES			
Auto-Elevador	5	300000	1500000
Equipos de laboratorio (viscosímetro, peachímetro, densímetro, etc.)	1	30000	30000
Elementos de laboratorio (termómetro, pipetas, etc.)	1	3000	3000

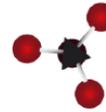
Utilitario	1	87000	87000
SUBTOTAL			\$ 1.620.000
MUEBLES Y ÚTILES			
Computadoras	3	7000	21000
Impresoras	3	2500	7500
Escritorios	3	1800	5400
Sillas	15	290	4350
Mesas	2	2800	5600
Armario	3	3000	9000
Heladera	2	10000	20000
Fax.-Tel.	2	300	600
Aires Acondicionados	4	8000	32000
			105450
Imprevistos (3%)			3164
SUBTOTAL			\$ 108.614
TOTAL			\$ 66.525.223

Tabla 12.1 : Inversión inicial. Fuente: Elaboración Propia

12.3.2- CRONOGRAMA DE INVERSIONES

A continuación, se presenta el cronograma de inversiones, donde se puede observar que las mismas se distribuirían en un periodo de 12 meses.

CRONOGRAMA DE INVERSIÓN Concepto (\$)	MES					
	1	2	3	4	5	6
Terreno	29297250					
Edificación		14502800	14502800	14502800	14502800	14502800
Compra e Instalación de Equipos						
Rodados y Equipos Auxiliares						
Muebles y Útiles						
Mejoras del Terreno	300000					
Cargos Diferidos	100000					
Total Mensual	29697250	14502800	14502800	14502800	14502800	14502800
Total Anual						



MES						INICIO DE ACTIVIDADES
7	8	9	10	11	12	Valor Futuro
						\$ 34.351.025,6
14502800	14502800	14502800				\$ 128.214.709,1
		5149140	5149140	5149140	5149140	\$ 21.293.200,2
					1620000	\$ 1.641.626,7
			36205	36205	36205	\$ 111.539,3
						\$ 351.750,0
						\$ 117.250,0
14502800	14502800	19651940	5185344	5185344	6805344	
					\$ 168.044.823,5	\$ 186.081.101,0

Tabla 12.2: Cronograma de inversión. Fuente: Elaboración Propia

Al momento de hacer el flujo de caja, que comienza con la actividad, la Inversión Inicial que debe ser considerada es la actualizada, dependiendo de cuándo se haga la inversión. Por lo tanto, según la distribución en el cronograma, se puede conocer el Valor Futuro de cada ítem actualizándolo con la tasa de descuento calculada de **17.25%**:

Por lo tanto el Valor de lo a considerar debe ser de: **\$ 186.081.101**

12.3.3- INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO

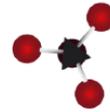
El dinero que ha de mantenerse en caja y bancos para poder llevar adelante los desembolsos corrientes inmediatos, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo y el conjunto de bienes que deben mantenerse en stock componen lo que se conoce como inversión en capital de trabajo.

Se define ciclo productivo al proceso que se comienza con el primer desembolso para cancelar los insumos de la operación y que finaliza cuando se venden los productos terminados, se percibe el producto de la venta y queda disponible para cancelar los nuevos insumos.

Existen diversas formas de calcular la inversión en capital de trabajo, a continuación, expondremos las principales características de tres métodos de cálculo:

Método del periodo de desfase

Este método consiste en determinar la cuantía de los costos de operación que deben financiarse desde el momento en que se efectúa el primer pago por la adquisición de la materia prima hasta el momento en que se recauda el ingreso por la venta de los productos, que se destinará a financiar el período de desfase



siguiente. Es decir, este método tiene en cuenta el tiempo de recuperación. Este intervalo de tiempo obtenido se utiliza para calcular junto con el costo unitario, la inversión en el costo de capital (ICT).

Método del déficit acumulado máximo

Éste se basa en que se calculan los flujos de egresos e ingresos proyectados mes a mes, se calcula el saldo, y posteriormente el saldo acumulado mes a mes. Se toma como valor de ICT (inversión en capital de trabajo) para financiar la operación normal del proyecto, el máximo saldo acumulado, ya que este refleja la cuantía de los recursos a cubrir durante todo el tiempo para que se mantenga el nivel de operación que permitió su cálculo. El déficit acumulado máximo deberá estar disponible, ya que siempre existirá un desfase entre ingresos y egresos.

Método contable

Aquí lo que se hace es cuantificar la inversión requerida en cada uno de los rubros del activo corriente, considerando que estos activos pueden financiarse con pasivos de corto plazo (créditos de proveedores, préstamos bancarios, etc.)

Los rubros del activo corriente que se cuantifican en el cálculo son los siguientes:

- Saldo óptimo a mantener en efectivo.
- Nivel de cuentas por cobrar apropiado.
- Volumen de existencias a mantener.
- Niveles esperados de deudas a corto plazo.

Debido a que ninguno de estos factores se determinará en esta etapa de pre-factibilidad del proyecto, no será posible utilizar dicho método.

Generalmente el método del déficit acumulado máximo es el más utilizado para proyectos cuya estacionalidad sea marcada, por otro lado el sistema de periodo de desfase es muy útil para aquellos proyectos que tienen periodos de recuperación cortos, sin embargo éste último manifiesta la deficiencia de no considerar los ingresos que se podrían percibir durante el periodo de recuperación (por ventas realizadas a otros consumidores), con lo que el monto así calculado tiende a sobre evaluarse, castigando el resultado de la evaluación. Es por esto que se hará la evaluación del proyecto en base a los dos métodos, teniendo en cuenta que produciremos tres tipos de preformas como productos finales y pellets grado

alimenticio como un subproducto. En base a cada uno de ellos determinaremos el capital de trabajo individual como así el capital de trabajo total.

Capital de Trabajo para la Preforma de 55 g:

CAPITAL DE TRABAJO (\$) - PREFORMA 55 g					
MESES					
Meses	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Ingresos	0	0	0	4.775.113	4.775.113
Egresos	4.138.686	4.138.686	4.138.686	4.138.686	4.138.686
Saldo	-4.138.686	-4.138.686	-4.138.686	636.427	636.427
Saldo Acumulado Máximo	-4.138.686	-8.277.372	-12.416.058	-11.779.631	-11.143.204

CAPITAL DE TRABAJO (\$)						
MESES						
Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
4.775.113	4.775.113	4.775.113	4.775.113	4.775.113	4.775.113	4.775.113
4.138.686	4.138.686	4.138.686	4.138.686	4.138.686	4.138.686	4.138.686
636.427	636.427	636.427	636.427	636.427	636.427	636.427
-10.506.777	-9.870.349	-9.233.922	-8.597.495	-7.961.068	-7.324.641	-6.688.214

Tabla 12.3: Capital de trabajo-preforma de 55 g. Fuente: Elaboración Propia

Capital de Trabajo para la Preforma de 44 g:

CAPITAL DE TRABAJO (\$) - PREFORMAS 44 g					
MESES					
Meses	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Ingresos	0	0	0	8.957.701	8.957.701
Egresos	6.826.622	6.826.622	6.826.622	6.826.622	6.826.622
Saldo	-6.826.622	-6.826.622	-6.826.622	2.131.079	2.131.079
Saldo Acumulado Máximo	-6.826.622	-13.653.244	-20.479.866	-18.348.787	-16.217.708

CAPITAL DE TRABAJO (\$)						
MESES						
Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
8.957.701	8.957.701	8.957.701	8.957.701	8.957.701	8.957.701	8.957.701
6.826.622	6.826.622	6.826.622	6.826.622	6.826.622	6.826.622	6.826.622
2.131.079	2.131.079	2.131.079	2.131.079	2.131.079	2.131.079	2.131.079
-14.086.629	-11.955.550	-9.824.471	-7.693.392	-5.562.313	-3.431.234	-1.300.154

Tabla 12.4: Capital de trabajo-preforma 44 g. Fuente: Elaboración Propia

Capital de Trabajo para la Preforma de 21 g:

CAPITAL DE TRABAJO (\$) - PREFORMA 21 g					
MESES					
Meses	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Ingresos	0	0	0	7.475.477	7.475.477
Egresos	5.239.899	5.239.899	5.239.899	5.239.899	5.239.899
Saldo	-5.239.899	-5.239.899	-5.239.899	2.235.578	2.235.578
Saldo Acumulado Máximo	-5.239.899	-10.479.798	-15.719.697	-13.484.119	-11.248.541

CAPITAL DE TRABAJO (\$)						
MESES						
Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
7.475.477	7.475.477	7.475.477	7.475.477	7.475.477	7.475.477	7.475.477
5.239.899	5.239.899	5.239.899	5.239.899	5.239.899	5.239.899	5.239.899
2.235.578	2.235.578	2.235.578	2.235.578	2.235.578	2.235.578	2.235.578
-9.012.963	-6.777.385	-4.541.807	-2.306.229	-70.651	2.164.927	4.400.505

Tabla 12.5: Capital de Trabajo preforma 21 g. Fuente: Elaboración Propia

Capital de Trabajo para los Pellets Grado Alimenticio:

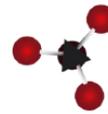
CAPITAL DE TRABAJO (\$) - PELLETS GRADO ALIMENTICIO						
MESES						
Meses	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
Ingresos	0	0	0	8.144.582	8.144.582	
Egresos	1.921.887	1.921.887	1.921.887	1.921.887	1.921.887	
Saldo	-1.921.887	-1.921.887	-1.921.887	6.222.695	6.222.695	
Saldo Acumulado Máximo	-1.921.887	-3.843.774	-5.765.661	457.033	6.679.728	
CAPITAL DE TRABAJO (\$)						
MESES						
Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
8.144.582	8.144.582	8.144.582	8.144.582	8.144.582	8.144.582	8.144.582
1.921.887	1.921.887	1.921.887	1.921.887	1.921.887	1.921.887	1.921.887
6.222.695	6.222.695	6.222.695	6.222.695	6.222.695	6.222.695	6.222.695
12.902.423	19.125.117	25.347.812	31.570.506	37.793.201	44.015.896	50.238.590

Tabla 12.6: Capital de trabajo Pellets. Fuente: Elaboración Propia

Capital de Trabajo Total:

Capital de trabajo total (\$)
54381282,54

Tabla 12.7: Capital de trabajo total. Fuente: Elaboración Propia



El capital de trabajo obtenido por este método necesario para el proyecto, sería de: \$ **54.381.282,54** y se obtiene en el mes de Mayo.

12.3.4- MÉTODO DEL PERÍODO DE DESFASE

Para poder aplicar dicho método se requiere del cálculo de los factores que conforman la siguiente ecuación:

$$ICT = Ca364 * nd$$

Dónde:

- Ca: costo anual
- nd: período de desfase

Para calcular el período de desfase se tendrá en cuenta:

Tiempo de elaboración del producto: 1 día

Tiempo de comercialización: 1 día.

Tiempo en que se hace efectivo el cobro: 90 días.

Entonces, nd = 32 días, por lo que ICT = \$ 54.381.282,54

Ca: \$ 217.525.130

$$ICT = (217.525.130/364) * 92$$

Como se observa en los datos calculados anteriormente, para nuestro caso se consideraría un costo de capital de trabajo de: \$ **54.978.879,01**

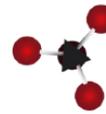
12.4- COSTOS FIJOS

Se denominan así a aquellos costos que la empresa debe pagar independientemente de su nivel de operación, es decir, produzca o no produzca debe pagarlos.

Un costo fijo, es una erogación en que la empresa debe incurrir obligatoriamente, aun cuando ésta opere a media marcha, o no lo haga, razón por la que son tan importantes en la estructura financiera de cualquier empresa.

12.4.1- COSTOS POR AMORTIZACIONES Y DEPRECIACIONES

La depreciación y la amortización tienen como objetivo reconocer el desgaste y/o agotamiento que sufre todo activo al ser utilizado por la empresa para el desarrollo de su objeto social, y por consiguiente en la generación del ingreso.



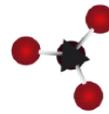
Mientras la depreciación hace referencia exclusivamente a los activos fijos, la amortización hace referencia a los activos intangibles y a los activos diferidos.

Otra diferencia es que para la depreciación, la ley ha fijado de forma expresa la vida útil de cada uno de ellos, mientras que los intangibles y los activos diferidos, se amortizan según la naturaleza y condiciones de cada uno de ellos, y por lo general el nivel de amortización se fija según el criterio del comerciante o empresa.

Naturalmente, tanto la depreciación como la amortización se contabilizan como un gasto, pues tienen la misma naturaleza y finalidad.

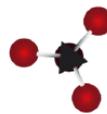
Estos desembolsos se calculan teniendo en cuenta los costos de inversión en Activos Tangibles y se pueden ver en la siguiente tabla:

DEPRECIACIONES	TASA DE DEPRECIACIÓN	INVERSIÓN INICIAL (\$)	AMORTIZACIÓN ANUAL (\$)	VIDA ÚTIL	AMORTIZACIÓN TOTAL (\$)
EDIFICIO E INSTALACIONES	Edificios				
Producción (m ²)	4%	7.350.000	294.000	25	7.350.000
Almacén Materia Prima y producto final (m ²)	4%	2.975.000	119.000	25	2.975.000
Servicios Auxiliares (m ²)	4%	600.000	24.000	25	600.000
Laboratorio (m ²)	4%	120.000	4.800	25	120.000
Sanitarios y Vestidores (m ²)	4%	112.500	4.500	25	112.500
Oficinas y Recepción (m ²)	4%	928.000	37.120	25	928.000
Cocina y comedor (m ²)	4%	135.000	5.400	25	135.000
Depósito de Producto Terminado (m ²)	4%	1.855.000	74.200	25	1.855.000
Estacionamiento	4%	300.000	12.000	25	300.000
Báscula Mecánica	4%	127.300	5.092	25	127.300
SUBTOTAL		14.502.800	580.112		14.502.800
MAQUINARIA	Maquinaria				
Desenfardador	10%	72.800	7.280	10	72.800
Cinta transportadora de alimentación	10%	17.472	1.747	10	17.472
detector de metales	10%	72.800	7.280	10	72.800
Cinta de clasificación	10%	144.144	14.414	10	144.144
Detector de PVC	10%	58.240	5.824	10	58.240
Extractor de etiquetas	10%	138.320	13.832	10	138.320



Molino	10%	262.080	26.208	10	262.080
Ciclón	10%	72.800	7.280	10	72.800
Tanque lavador con sosa caustica	10%	1.019.200	101.920	10	1.019.200
Separador por densidad	10%	50.960	5.096	10	50.960
Centrifuga	10%	94.640	9.464	10	94.640
Horno rotativo	10%	1.300.062	130.006	10	1.300.062
Silos	10%	189.280	18.928	10	189.280
Extrusora	10%	509.600	50.960	10	509.600
Cristalizador	10%	291.200	29.120	10	291.200
Reactor	10%	1.383.200	138.320	10	1.383.200
Dosificador	10%	36.400	3.640	10	36.400
Inyectora	10%	276.640	27.664	10	276.640
Matrices 55 g	10%	87.360	8.736	10	87.360
Matrices 44 g	10%	72.800	7.280	10	72.800
Matrices 21 g	10%	72.800	7.280	10	72.800
Cinta para preformas	10%	30.576	3.058	10	30.576
Máquina de llenado	10%	43.680	4.368	10	43.680
Maquina transportadora de pallet manual	10%	2.184	218	10	2.184
SUBTOTAL		6.077.198	607.720		6.077.198
RODADOS Y EQUIPOS AUXILIARES	Rodados				
Auto-Elevador	20%	1.500.000	300.000	5	1.500.000
Utilitario	20%	87.000	17.400	5	87.000
SUBTOTAL		1.587.000	317.400		1.587.000
MUEBLES Y ÚTILES	Muebles				
Computadoras	33%	21.000	6.993	3	20.979
Impresoras	33%	7.500	2.498	3	7.493
Escritorios	33%	5.400	1.798	3	5.395
Sillas	33%	4.350	1.449	3	4.346
Mesas	33%	5.600	1.865	3	5.594
Armario	33%	9.000	2.997	3	8.991
Heladera	33%	20.000	6.660	3	19.980
Fax.-Tel.	33%	600	200	3	599
Aires Acondicionados	33%	32.000	10.656	3	31.968
SUBTOTAL		105.450	35.115		105.345
CARGOS DIFERIDOS	Cargos diferidos				
Cargos diferidos	50%	100.000	50.000	2	100.000
SUBTOTAL		100.000	50.000		100.000
TOTAL		22.272.448	1.540.347		22.272.343

Tabla 12.8: Amortizaciones y depreciaciones. Fuente: Elaboración Propia

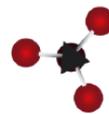


12.4.2- COSTOS DE PERSONAL PERMANENTE

En la siguiente tabla 12.9 se muestran los costos que representa el personal permanente en la planta, se ha utilizado de base el organigrama propuesto en el capítulo 7.

COSTOS FIJOS DE MANO DE OBRA (PERSONAL PERMANENTE)	Personal	Sueldo básico (\$/Mes)	Extra (vacaciones, aguinaldo, etc) (\$/Mes)	Sueldo Bruto (\$/Mes)	Jubilación (\$/Mes)	Obra Social (\$/Mes)	ART (\$/Mes)
	Cantidad	\$	0,6	\$	0,11	0,03	0,01
Gerente general	1	24.405	14.643	39.048	2.685	732	244
Jefe de Producción	2	10.388	6.233	16.620	1.143	312	104
Operario Calificados	10	9.330	5.598	14.928	1.026	280	93
Jefe de Calidad	1	9.050	5.430	14.480	996	272	91
Jefe de Mantenimiento	1	13.077	7.846	20.923	1.438	392	131
Especialista en Seguridad e Higiene	1	11.345	6.807	18.152	1.248	340	113
Mecánico	2	10.974	6.584	17.558	1.207	329	110
Electricista	2	10.974	6.584	17.558	1.207	329	110
Guardia de seguridad	3	9.840	5.904	15.744	1.082	295	98
Administrativo nivel 1	3	10.601	6.361	16.962	1.166	318	106
Administrativo nivel 2	2	10.763	6.458	17.221	1.184	323	108
Personal de Limpieza	4	7.787	4.672	12.459	857	234	78
TOTAL	32	138.533	83.120	221.653	15.239	4.156	1.385

Cuota Sindical (\$/Mes)	Aporte Personal (Descuentos) (\$/Mes)	Sueldo Neto (\$/Mes)	Total Anual empleados	Contribuciones Patronales Anuales	Previsión por despidos Anual (20%)	Total Anual
0,03	0,18	\$	\$	0,345	\$	\$
732	4.393	34.655	415.861	161.659	83.172	660.692
312	1.870	14.750	354.007	137.614	70.801	562.422
280	1.679	13.249	1.589.832	618.019	317.966	2.525.818
272	1.629	12.851	154.212	59.947	30.842	245.002
392	2.354	18.569	222.829	86.621	44.566	354.015
340	2.042	16.110	193.319	75.149	38.664	307.132
329	1.975	15.583	373.994	145.384	74.799	594.176
329	1.975	15.583	373.994	145.384	74.799	594.176
295	1.771	13.973	503.021	195.540	100.604	799.165
318	1.908	15.053	541.923	210.663	108.385	860.971



323	1.937	15.283	366.803	142.588	73.361	582.752
234	1.402	11.058	530.762	206.324	106.152	843.239
4.156	24.936	196.717	5.620.556	2.184.893	1.124.111	8.929.560

Tabla 12.9: Costo de mano de obra. Fuente: Elaboración Propia

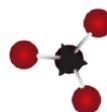
Fuente de elaboración propia en base al convenio colectivo de trabajo - Contribuciones Patronales: jubilación (11.67%), FN Empleo (0.89%), Salario Familiar (4.44%), ANSSAL (0.9%), Obra social (5.10%), ART (11.5%)

12.4.3- SERVICIOS Y OTROS

SERVICIOS Y OTROS COSTOS	Precio (\$/año)	Observación
Gastos librería y limpieza	4.650,00	Anual
Agua potable	9.251,93	Anual
Teléfonos fijos, celulares e internet	12.500,00	Anual
Seguro del utilitario	45.000,00	Anual
Servicio de terceros	50.500,00	Anual
Publicidad	15.790,00	Anual
Total	137.691,93	

Tabla 12.10: Servicios y otros. Fuente: Elaboración Propia

- **Gastos de librería y limpieza:** En estos costos se incluyen un conjunto de ítems de librería y otro de limpieza y se estima un posible costo de \$4.650,00 al año.
- **Agua potable:** Acorde a datos estadísticos y cálculos realizados se puede estimar un consumo aproximado de agua por trabajador, sea ésta para beber, uso del baño y lavado de manos. Se estimó un costo posible aproximado de \$ 9.251,93 al año.
- **Teléfonos fijos celulares e internet:** Se estimó que el costo en estos servicios sería aproximadamente de \$12.500,00 anuales.
- **Seguros:** Para el cálculo de este importe a desembolsar, se estimó que sería aproximadamente un 3 % del valor de los bienes de uso, lo que da un monto total de \$45.000,00 anuales.
- **Servicio de terceros:** Se propone tercerizar ciertos servicios, tales como el de un asesor contable externo a la empresa, el cual percibiría una



remuneración mensual de \$3.000, además se supone un asesor en seguridad e higiene laboral, el cual costara \$1500 mensuales. También se tercerizarían los servicios de tratamiento de efluentes.

- **Estrategia comercial:** Se destinaría una suma de \$15.790,00 mensuales para hacer conocer el producto por medio de campañas publicitarias, sean éstas por medios gráficos como audiovisuales

12.4.4- TOTAL COSTOS FIJOS

Ítem anual	Costos Totales (\$ /año)	Incidencia (%)
Personal	8.929.559,51	84,18%
Amortizaciones y Depreciaciones	1.540.346,69	14,52%
Servicios y otros	137.691,93	1,30%
TOTAL	10.607.598,13	100,00%

Tabla 12.11: Costos Fijos. Fuente: Elaboración Propia

Ítem	CF Unitario (\$/kg)
Preforma 55 g	0,07
Preforma 44 g	0,03
Preforma 21 g	0,02
Pellets Grado Alimenticio	0,49

Tabla 12.12: Costos unitarios. Fuente: Elaboración Propia

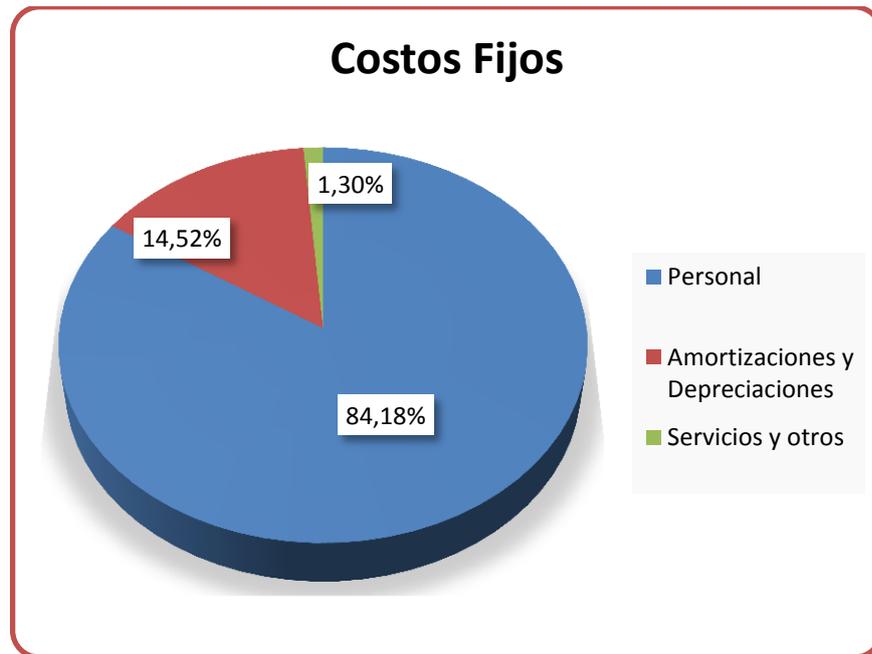


Figura 12.1: Gráfico Costos Fijos. Fuente: Elaboración Propia

12.4.5- COSTOS VARIABLES

Como su nombre lo indica, el costo variable hace referencia a los costos de producción que varían dependiendo del nivel de producción.

Todo aquel costo que aumenta o disminuye según se incremente o descienda la producción, se conoce como costo variable.

Un ejemplo claro de este tipo de costo es la materia prima, ya que entre más unidades se produzcan de un bien determinado, más se requiere, o caso contrario, entre menos unidades se produzcan, menos materia prima se necesita.

El costo variable es importante debido a que éste permite maximizar los recursos de la empresa, puesto que ésta sólo requerirá de los costos que estrictamente requiera la producción, según su nivel. Además de las materias primas, son parte de los costos variables los insumos, mano de obra y servicio.

12.4.6- MATERIA PRIMA E INSUMOS

Son diversas las materias primas utilizadas para la elaboración de las preformas. Las cantidades de cada una se han determinado de acuerdo a la producción establecida en el cálculo del tamaño del proyecto, las cuales serían:

MATERIA PRIMA/INSUMOS	Cantidad mensual promedio kg; unidad	Cantidad anual promedio	Costo Unitario (\$/kg o unidad)	Costo Total (\$/año)
Resina Virgen de PET	460.469,16	5.525.629,90	21,79	120.403.475,52
Lubricante (Kg)	2.565,47	30.785,65	313,55	9.652.841,28
Estabilizante (Kg)	1.973,44	23.681,27	375,1	8.882.844,75
Protector UV (Kg)	9.867,20	118.406,36	252	29.838.401,46
Cajas doble triple de cartón corrugado	1.640,83	19.690,00	3,388	66.709,72
Bolsas tejidas de PP para embalaje de pellets reciclado	361,67	4.340,00	7,139	30.983,26
Bolsas de embalaje de preformas	1.640,83	19.690,00	4,4	86.636,00
impresión de bolsa para pellets	361,67	4.340,00	0,9	3.906,00
Botellas de PET	649.820,68	7.797.848,21	3,1	24.173.329,46
Total				193.139.127,45

Tabla 12.13: Costo de Materia prima e Insumos. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12.13. Costos de materias primas e insumos. Fuente: Elaboración propia.

12.4.7- MANO DE OBRA DIRECTA

La lista de empleados que están relacionados directamente a la producción y se consideran mano de obra directa se exponen en la tabla siguiente. Nuevamente se tomó como base el organigrama del capítulo VII.

COSTOS VARIABLES DE MANO DE OBRA DIRECTA	Personal	Sueldo Básico (\$/Mes)	Extra (vacaciones, aguinaldo, etc.) (\$/Mes)	Sueldo Bruto (\$/Mes)	Jubilación (\$/Mes)	Obra Social (\$/Mes)
	Cantidad	\$	\$	\$	\$	\$
Auxiliar de Laboratorio	2	8900	5340	14240	979	267
Auxiliar de Mantenimiento	2	7890	4734	12624	868	237
Operario Almacén	2	7872	4723	12595	866	236
Operario común	42	8969	5381	14350	987	269
Chofer de auto elevador	9	7560	4536	12096	832	227
Total	57	41191	24715	65906	4531	1236

ART (\$/Mes)	Cuota Sindical (\$/Mes)	Aporte Personal (Descuentos) (\$/Mes)	Sueldo Neto (\$/Mes)	Total Anual empleados (\$/Año)	Contribuciones Patronales Anuales (\$/Año)	Previsión por despidos Anual (20%) (\$/Año)	Total Anual (\$/Año)
\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
89	267	1602	12638	303312	117907	60662	481882
79	237	1420	11204	268891	104527	53778	427196
79	236	1417	11178	268278	104288	53656	426222
90	269	1614	12736	6418934	2495248	1283787	10197968
76	227	1361	10735	1159402	450697	231880	1841979
412	1236	7414	58491	8418816	3272667	1683763	13375246

Tabla 12.14: Costos variables mano de obra. Fuente: Elaboración Propia

12.4.8- SERVICIOS

SERVICIOS	Cantidad mensual	Precio Unitario	Precio Total [\$/mes]	Costo Anual (\$/año)
Luz [KW]	700,00	49,61	34.727,00	416.724,00
Gas natural [m3]	618,24	3,67	2.268,94	27.227,29
Tratamiento de residuos peligrosos [viaje]	1,00	20.000,00	20.000,00	240.000,00
Transporte de Materias Primas [Km]	-	-	139.857,65	1.678.291,79
TOTAL ANUAL (\$/año)			196.853,59	2.362.243,07

Tabla 12.15: Costos de servicios. Fuente: Elaboración Propia

12.4.9- COSTOS VARIABLES UNITARIOS

Incidencia de costos de MMPP		
Ítem	Costo Total (\$/Año)	Incidencia (%)
Resina Virgen de PET	120.403.475,52	62,34
Lubricante (Kg)	9.652.841,28	5,00
Estabilizante (Kg)	8.882.844,75	4,60
Protector UV (Kg)	29.838.401,46	15,45
Cajas doble triple de cartón corrugado	66.709,72	0,03

Bolsas tejidas de PP para embalaje de pellets reciclado	30.983,26	0,02
Bolsas de embalaje de preformas	86.636,00	0,04
impresión de bolsa	3.906,00	0,00
Botellas de PET (en pacas)	24.173.329,46	12,52
Total	193.139.127,45	100,00

Tabla 12.16: Costos variables unitarios. Fuente: Elaboración Propia

Incidencia en los Costos Variables

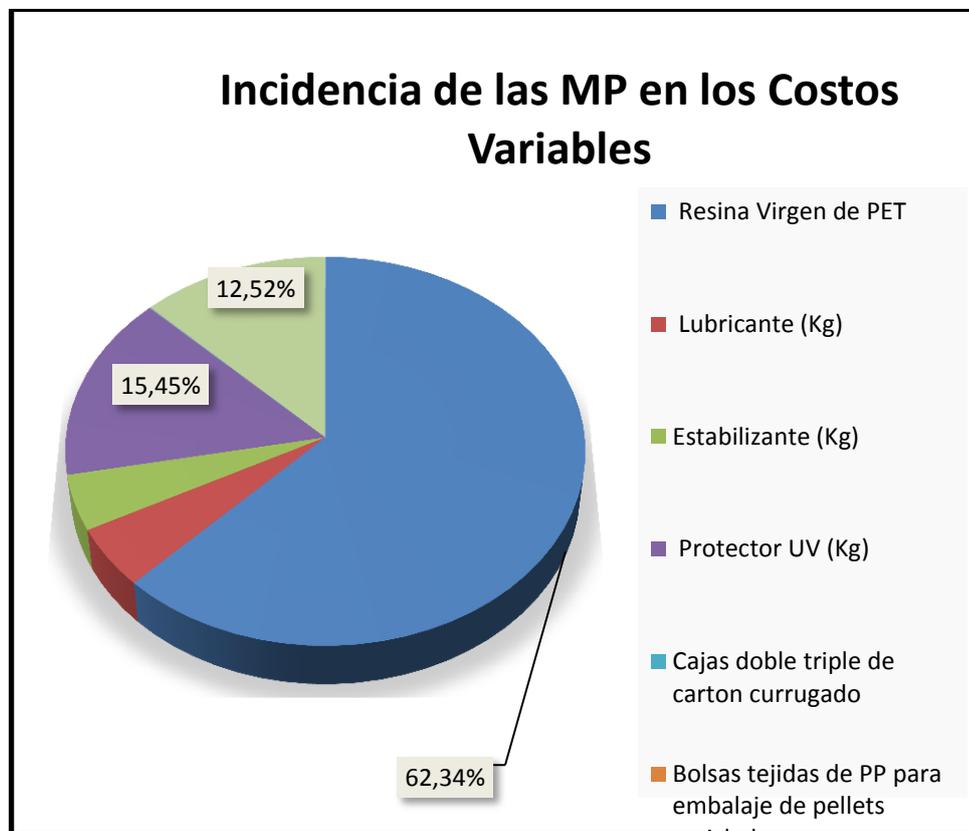


Figura 12.2: Grafico Incidencia de Materias primas. Fuente: Elaboración Propia

12.4.10- COSTOS TOTALES

Totales	(\$/Año)	Unitarios	Preforma 55 g	Preforma 44 g	preforma 21 g	Pellets Grado Alimenticio
Costos Fijos	10.607.598,13	Cfu	0,07	0,03	0,02	0,49
Costos Variables	208.876.616,99	Cvu	1,34	1,0	0,5	3,83
Costos Totales	219.484.215,12	Ctu	1,41	1,06	0,52	4,32

Tabla 12.17: Costos Totales. Fuente: Elaboración Propia

Costos Totales. Fuente: Elaboración propia

Incidencia en los Costos Totales

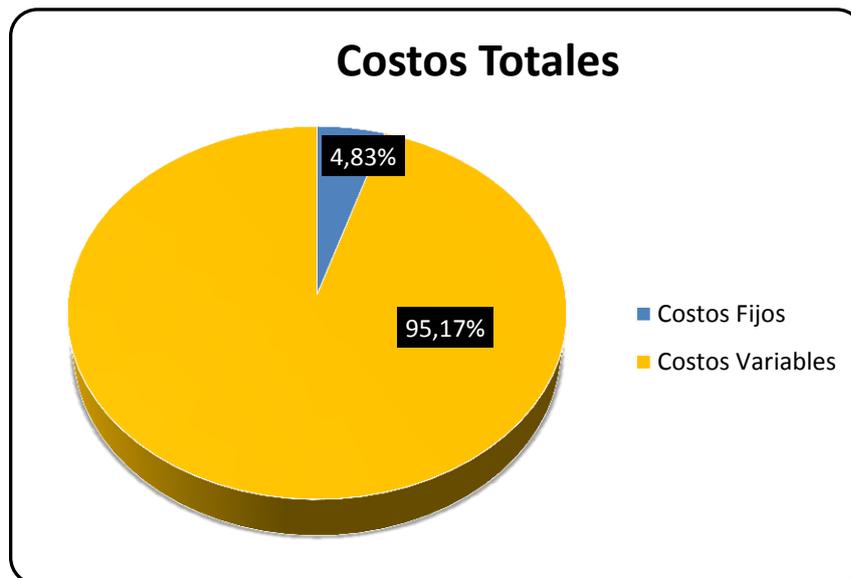


Figura 12.3: Grafico Costos Totales. Fuente: Elaboración Propia

12.5- PUNTO DE EQUILIBRIO

Cuando, para un determinado nivel de producción las ganancias y pérdidas de un proyecto representan un beneficio igual a cero, se está en presencia del punto de equilibrio.

Analíticamente se realizó el cálculo igualando los costos totales a los ingresos.

$$CT=CF+CVu*Q$$

$$ING=Pv*Q$$

Igualando y despejando:

$$Q=CFPv*CVu$$

Se realizara un Punto de Equilibrio para los tres productos finales y el subproducto.

Preforma de 55 g:

PUNTO DE EQUILIBRIO								
Producto	Unidades Anuales (unidad)	Precio de Venta (\$/unidad)	Ingresos por Ventas (\$)	CF Total(\$)	CV Un. (\$/unidad)	Costo Variable Total (\$)	Costo Total (\$)	Resultado (\$)
Preforma 55 g	1.000.000	1,62	1.620.000	2.651.900	1,34	1.340.000	3.991.900	-\$ 2.371.900
	2.500.000	1,62	4.050.000	2.651.900	1,34	3.350.000	6.001.900	-\$ 1.951.900
	4.000.000	1,62	6.480.000	2.651.900	1,34	5.360.000	8.011.900	-\$ 1.531.900
	5.500.000	1,62	8.910.000	2.651.900	1,34	7.370.000	10.021.900	-\$ 1.111.900
	7.000.000	1,62	11.340.000	2.651.900	1,34	9.380.000	12.031.900	-\$ 691.900
	8.500.000	1,62	13.770.000	2.651.900	1,34	11.390.000	14.041.900	-\$ 271.900
	10.000.000	1,62	16.200.000	2.651.900	1,34	13.400.000	16.051.900	\$ 148.100
	11.500.000	1,62	18.630.000	2.651.900	1,34	15.410.000	18.061.900	\$ 568.100
	13.000.000	1,62	21.060.000	2.651.900	1,34	17.420.000	20.071.900	\$ 988.100
	14.500.000	1,62	23.490.000	2.651.900	1,34	19.430.000	22.081.900	\$ 1.408.100
	16.000.000	1,62	25.920.000	2.651.900	1,34	21.440.000	24.091.900	\$ 1.828.100
	17.500.000	1,62	28.350.000	2.651.900	1,34	23.450.000	26.101.900	\$ 2.248.100
19.000.000	1,62	30.780.000	2.651.900	1,34	25.460.000	28.111.900	\$ 2.668.100	

Tabla 12.18: Punto de equilibrio-preforma 55 g. Fuente: Elaboración Propia

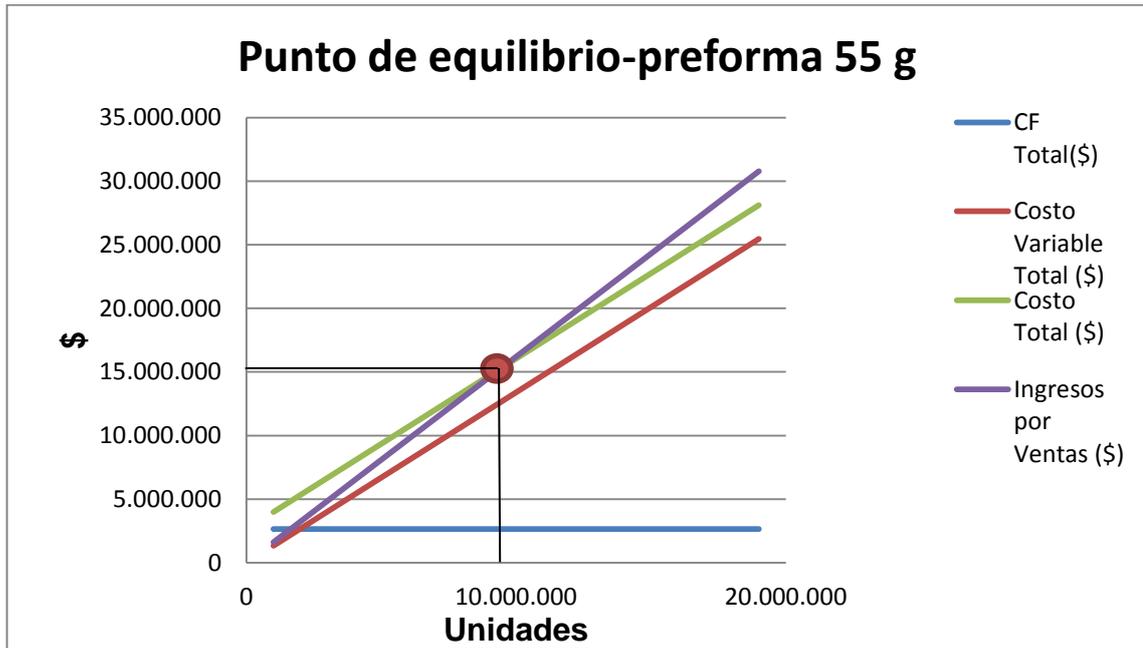


Figura 12.4: Gráfico Punto de equilibrio-preforma 55 g. Fuente: Elaboración Propia

Resumen:

Formato	Precio de Venta	Ing. Por Vtas	CF Totales	CV Un.	Peq. De Vta	P Eq (\$)
Preforma 55 g	1,62	15.343.133,0 1	2.651.899,5 3	1,34	9.471.069,7 6	15.343.133,01

qe	9.471.069,76
\$	15.343.133,01

Tabla 12.19: resumen costos-preforma 55 g. Fuente: Elaboración Propia

Preforma de 44 g:

PUNTO DE EQUILIBRIO								
Producto	Unidades Anuales (Unidad)	Precio de Venta (\$/unidad)	Ingresos por Ventas (\$)	CF Total(\$)	CV Un. (\$/unidad)	Costo Variable Total (\$)	Costo Total (\$)	Resultado (\$)
Preforma 44 g	1.000.000	1,39	1.390.000	23.453.297	1,03	1.030.000	24.483.297	-\$ 23.093.297
	9.000.000	1,39	12.510.000	23.453.297	1,03	9.270.000	32.723.297	-\$ 20.213.297
	17.000.000	1,39	23.630.000	23.453.297	1,03	17.510.000	40.963.297	-\$ 17.333.297
	25.000.000	1,39	34.750.000	23.453.297	1,03	25.750.000	49.203.297	-\$ 14.453.297
	33.000.000	1,39	45.870.000	23.453.297	1,03	33.990.000	57.443.297	-\$ 11.573.297
	41.000.000	1,39	56.990.000	23.453.297	1,03	42.230.000	65.683.297	-\$ 8.693.297
	49.000.000	1,39	68.110.000	23.453.297	1,03	50.470.000	73.923.297	-\$ 5.813.297
	57.000.000	1,39	79.230.000	23.453.297	1,03	58.710.000	82.163.297	-\$ 2.933.297
	65.000.000	1,39	90.350.000	23.453.297	1,03	66.950.000	90.403.297	-\$ 53.297
	73.000.000	1,39	101.470.000	23.453.297	1,03	75.190.000	98.643.297	\$ 2.826.703
	81.000.000	1,39	112.590.000	23.453.297	1,03	83.430.000	106.883.297	\$ 5.706.703
	89.000.000	1,39	123.710.000	23.453.297	1,03	91.670.000	115.123.297	\$ 8.586.703
	97.000.000	1,39	134.830.000	23.453.297	1,03	99.910.000	123.363.297	\$ 11.466.703

Tabla 12.20: Punto de equilibrio-preforma 44 g. Fuente: Elaboración Propia

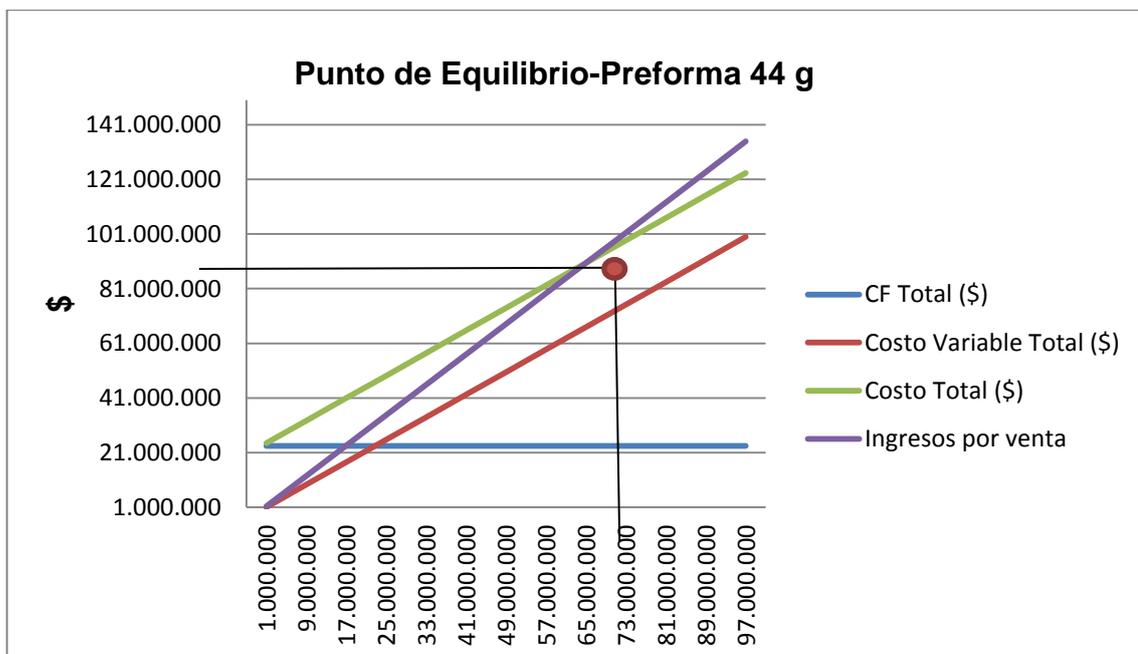


Figura 12.5: Gráfico Punto de equilibrio-preforma 44 g. Fuente: Elaboración Propia

Resumen:

Formato	Precio de Venta	Ing. Por Vtas	CF Totales	CV Un.	Peq. De Vta	P Eq (\$)
Preforma 44 g	1,39	90.555.784,16	23.453.296,62	1,03	65.148.046,16	90.555.784,16

qe	65.148.046,16
\$	90.555.784,16

Tabla 12.21: resumen costos-preforma 44 g. Fuente: Elaboración Propia

Preforma de 21 g:

PUNTO DE EQUILIBRIO								
Producto	Unidades Anuales (unidad)	Precio de Venta (\$/unidad)	Ingresos por Ventas (\$)	CF Total(\$)	CV Un. (\$/unidad)	Costo Variable Total (\$)	Costo Total (\$)	Resultado (\$)
Preforma 21 g	800.000	0,74	592.000	2.651.900	0,50	400.000	3.051.900	-\$ 2.459.900
	3.000.000	0,74	2.220.000	2.651.900	0,50	1.500.000	4.151.900	-\$ 1.931.900
	5.200.000	0,74	3.848.000	2.651.900	0,50	2.600.000	5.251.900	-\$ 1.403.900
	7.400.000	0,74	5.476.000	2.651.900	0,50	3.700.000	6.351.900	-\$ 875.900
	9.600.000	0,74	7.104.000	2.651.900	0,50	4.800.000	7.451.900	-\$ 347.900
	11.800.000	0,74	8.732.000	2.651.900	0,50	5.900.000	8.551.900	\$ 180.100
	14.000.000	0,74	10.360.000	2.651.900	0,50	7.000.000	9.651.900	\$ 708.100
	16.200.000	0,74	11.988.000	2.651.900	0,50	8.100.000	10.751.900	\$ 1.236.100
	18.400.000	0,74	13.616.000	2.651.900	0,50	9.200.000	11.851.900	\$ 1.764.100
	20.600.000	0,74	15.244.000	2.651.900	0,50	10.300.000	12.951.900	\$ 2.292.100
	22.800.000	0,74	16.872.000	2.651.900	0,50	11.400.000	14.051.900	\$ 2.820.100
	25.000.000	0,74	18.500.000	2.651.900	0,50	12.500.000	15.151.900	\$ 3.348.100
27.200.000	0,74	20.128.000	2.651.900	0,50	13.600.000	16.251.900	\$ 3.876.100	

Tabla 12.22: Punto de equilibrio-preforma 21 g. Fuente: Elaboración Propia

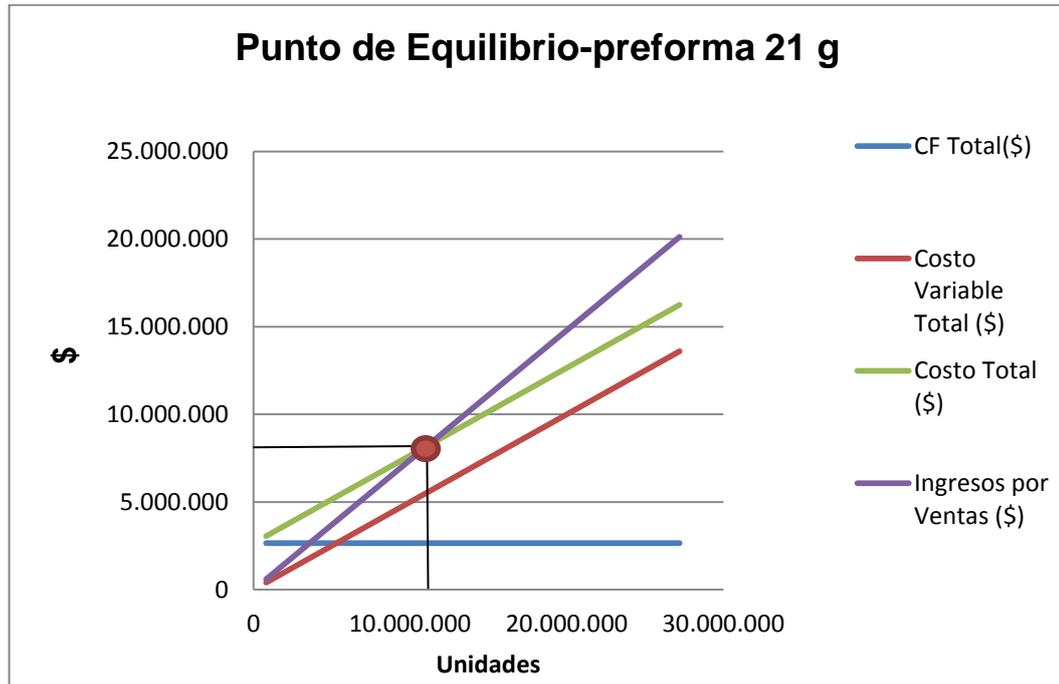


Figura 12.6: Gráfico Punto de equilibrio-preforma 21 g. Fuente: Elaboración Propia

Resumen:

Formato	Precio de Venta	Ing. Por Vtas	CF Totales	CV Un.	Peq. De Vta	P Eq (\$)
Preforma 21 g	0,74	8.176.690,22	2.651.899,53	0,50	11.049.581,38	8.176.690,22

qe	11.049.581,38
\$	8.176.690,22

Tabla 12.23: Resumen Costos-preforma 21 g. Fuente: Elaboración Propia

Pellets Grado Alimenticio:

PUNTO DE EQUILIBRIO								
Producto	Unidades Anuales (Kg)	Precio de Venta (\$/Kg)	Ingresos por Ventas (\$)	CF Total(\$)	CV Un. (\$/Kg)	Costo Variable Total (\$)	Costo Total (\$)	Resultado (\$)
Grado	50.000	18,00	900.000	2.651.900	3,83	191.500	2.843.400	-\$ 1.943.400

100.000	18,00	1.800.000	2.651.900	3,83	383.000	3.034.900	-\$ 1.234.900
150.000	18,00	2.700.000	2.651.900	3,83	574.500	3.226.400	-\$ 526.400
200.000	18,00	3.600.000	2.651.900	3,83	766.000	3.417.900	\$ 182.100
250.000	18,00	4.500.000	2.651.900	3,83	957.500	3.609.400	\$ 890.600
300.000	18,00	5.400.000	2.651.900	3,83	1.149.000	3.800.900	\$ 1.599.100
350.000	18,00	6.300.000	2.651.900	3,83	1.340.500	3.992.400	\$ 2.307.600
400.000	18,00	7.200.000	2.651.900	3,83	1.532.000	4.183.900	\$ 3.016.100
450.000	18,00	8.100.000	2.651.900	3,83	1.723.500	4.375.400	\$ 3.724.600
500.000	18,00	9.000.000	2.651.900	3,83	1.915.000	4.566.900	\$ 4.433.100
550.000	18,00	9.900.000	2.651.900	3,83	2.106.500	4.758.400	\$ 5.141.600
600.000	18,00	10.800.000	2.651.900	3,83	2.298.000	4.949.900	\$ 5.850.100
650.000	18,00	11.700.000	2.651.900	3,83	2.489.500	5.141.400	\$ 6.558.600

Tabla 12.24: Punto de equilibrio-pellets. Fuente: Elaboración Propia

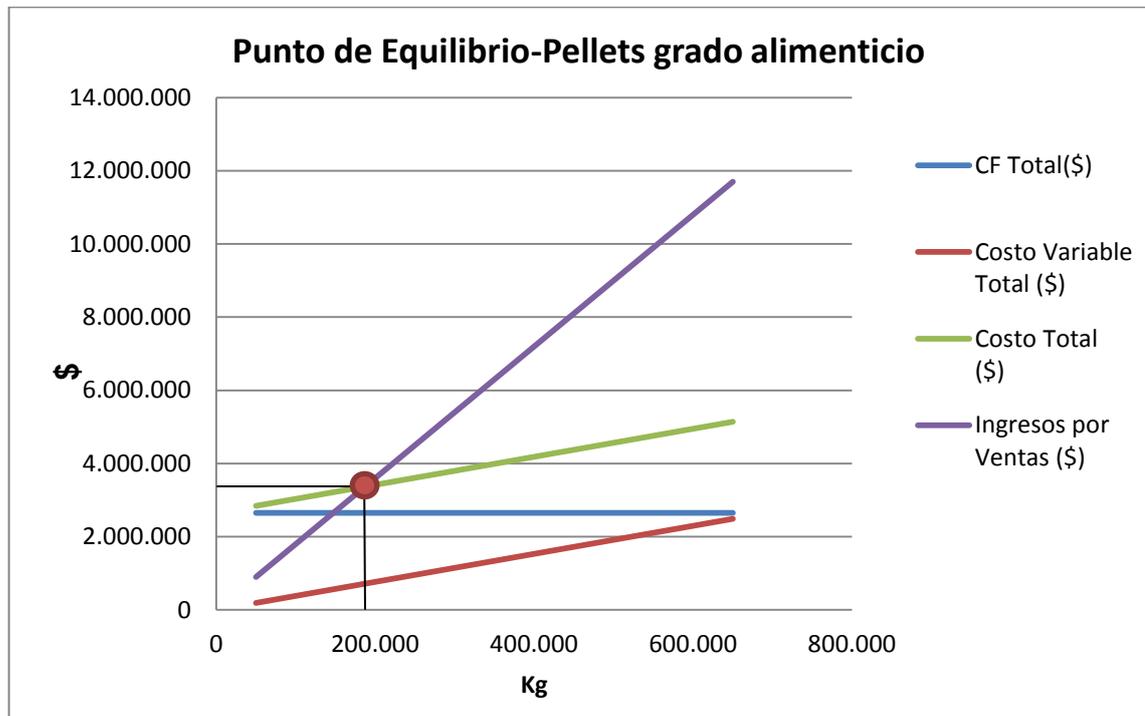


Figura 12.7: Gráfico punto de equilibrio-pellets. Fuente: Elaboración Propia

Resumen:

Formato	Precio de Venta	Ing. Por Vtas	CF Totales	CV Un.	Peq. De Vta	P Eq (\$)
Pellets Grado Alimenticio	18,00	3.368.679,72	2.651.899,53	3,83	187.148,87	3.368.679,72

qe	187.148,87
-----------	-------------------

\$ 3.368.679,72

Tabla 12.25: Resumen Costos-pellets. Fuente: Elaboración Propia

Punto de Equilibrio Global:

PUNTO DE EQUILIBRIO-GLOBAL						
Producto	Unidades Anuales (Kg)	Ingresos por Ventas (\$)	CF Total(\$)	Costo Variable Total (\$)	Costo Total (\$)	Resultado (\$)
	0	0	10.607.598,13	0	10.607.598,13	0
	13323478,1	352.234.475,50	10.607.598,13	208.876.616,99	219.484.215,12	132.750.260,38

Tabla 12.26: Punto de equilibrio global. Fuente: Elaboración Propia

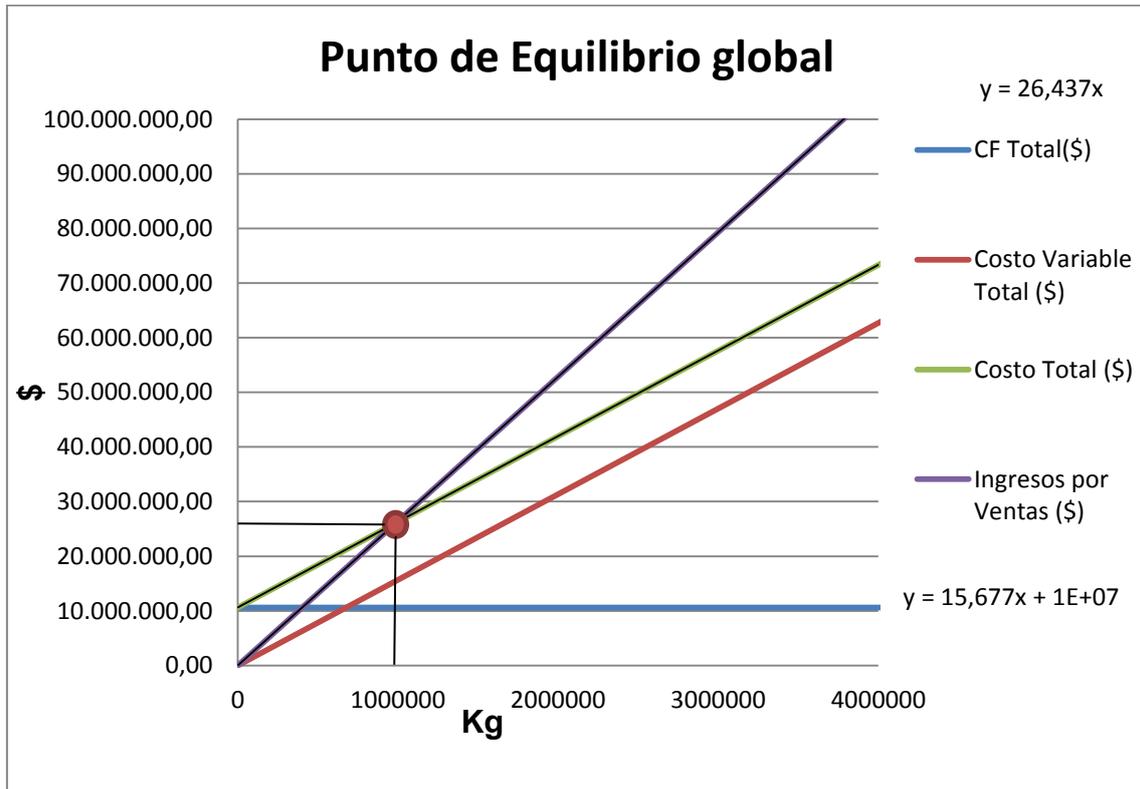


Figura 12.8: Gráfico Punto de equilibrio Global. Fuente: Elaboración Propia

Resumen:

qe	929368
\$	24569702

Tabla 12.27: Resumen de costos globales. Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que la cantidad anual a vender para estar en el punto de equilibrio global sería de 929.368 kilogramos, lo que representaría ingresos por \$ 24.569.702.

12.6- BENEFICIOS DEL PROYECTO

12.6.1- PRECIO DE VENTA

El precio de venta del producto elaborado se estableció tomando como referencia el precio del mercado competidor. Se establece un precio de venta directo de fábrica, sin tener en cuenta el costo de transporte y distribución del producto final, el IVA y los Ingresos Brutos. Para esto se analizó el precio comercial de las preformas y se confeccionó una tabla para poder apreciar los precios.

Precio de venta = costo fijo unitario + costo variable unitario + utilidad.

Presentación	cantidad (kg o unidad)	Precio de Mercado dólar	Precio mercado pesos
Preforma 55 g	1	0,1112	1,62
Preforma 44 g	1	0,0955	1,39
Preforma 21 g	1	0,05	0,74
Pellets Grado Alimenticio	1	1,03	18

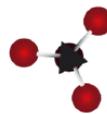
Tabla 12.28: Precios de ventas. Fuente: Elaboración Propia.

Al ser nuestra empresa tomadora de precios y no formadores, los precios a los cuales venderemos tanto los productos finales como el subproducto serán los que actualmente están en el mercado.

12.6.2- INGRESOS ANUALES

Los ingresos totales anuales representan el dinero percibido por ventas en un año, sin tener en cuenta los costos de producción. Según el análisis sería:

Ingresos por ventas por año (\$/año)					
Año	Preforma 55 g	Preforma 44 g	Preforma 21 g	Pellets reciclado	Total
1	57.301.356,96	107492414,1	89705724,48	97734979,98	352.234.475,50
2	57.301.356,96	107492414,1	89705724,48	97734979,98	352.234.475,50
3	57.301.356,96	107492414,1	89705724,48	97734979,98	352.234.475,50
4	57.301.356,96	107492414,1	89705724,48	97734979,98	352.234.475,50



5	57.301.356,96	107492414,1	89705724,48	97734979,98	352.234.475,50
6	57.301.356,96	107492414,1	89705724,48	97734979,98	352.234.475,50
7	57.301.356,96	107492414,1	89705724,48	97734979,98	352.234.475,50
8	57.301.356,96	107492414,1	89705724,48	97734979,98	352.234.475,50
9	57.301.356,96	107492414,1	89705724,48	97734979,98	352.234.475,50
10	57.301.356,96	107492414,1	89705724,48	97734979,98	352.234.475,50
Total	573.013.569,60	1074924141	897057244,8	977349799,8	3.522.344.755,00
					3.522.344.755,00

Tabla 12.29: Ingresos por venta. Fuente: Elaboración Propia.

12.6.3- CONTRIBUCIÓN MARGINAL

Por definición, la CM es igual a la facturación o ventas de un producto o servicio, menos los costos variables en los que se incurre al producir o brindar ese producto o servicio.

La contribución marginal para los productos principales y el subproducto sería de:

- Productos Principales:

Preforma 55 g	
Ingreso Total Anual (\$/año)	57.301.356,96
Costo Variable Anual (\$/año)	47.373.201,31
Contribución Marginal (\$/año)	9.928.155,65
Unidades Producidas (Unidad/año)	35.371.208,00
Contribución Marginal (unidad/kg)	0,28
Costo Fijo Anual Unitario (\$/Unidad)	0,07
Utilidad \$/kg	0,21

Tabla 12.30: Contribución marginal-preforma 55 g. Fuente: Elaboración Propia.

Preforma 44 g	
Ingreso Total Anual (\$/año)	107.492.414,08
Costo Variable Anual (\$/año)	79.911.290,42
Contribución Marginal (\$/año)	27.581.123,66
Unidades Producidas (kg/año)	77.332.672,00
Contribución Marginal (\$/Unidad)	0,36
Costo Fijo Anual Unitario (\$/kg)	0,03
Utilidad \$/Unidad	0,33

Tabla 12.31: Contribución marginal-preforma 44 g Fuente: Elaboración Propia.

Preforma 21 g	
Ingreso Total Anual (\$/año)	89.705.724,48

Costo Variable Anual (\$/año)	60.790.728,15
Contribución Marginal (\$/año)	28.914.996,33
Unidades Producidas (Unidad/año)	121.223.952,00
Contribución Marginal (\$/Unidad)	0,24
Costo Fijo Anual Unitario (\$/unidad)	0,02
Utilidad \$/unidad	0,22

Tabla 12.32: Contribución marginal-preforma 21 g Fuente: Elaboración Propia.

- Producto Secundario:

Pellets Grado Alimenticio	
Ingreso Total Anual (\$/año)	97.734.979,98
Costo Variable Anual (\$/año)	60.790.728,15
Contribución Marginal (\$/año)	36.944.251,83
Unidades Producidas (kg/año)	5.429.721,11
Contribución Marginal (\$/kg)	6,80
Costo Fijo Anual Unitario (\$/kg)	3,83
Utilidad \$/kg	2,97

Tabla 12.33: Contribución marginal-pellets. Fuente: Elaboración Propia.

12.6.4- UTILIDAD ANUAL

Se define como la ganancia neta que queda de la venta del producto menos lo que se invierte para su producción. Se calcula para cada producto a vender.

- Productos Principales:

Preforma 55 g	
Contribución Marginal (\$)	\$9.928.155,65
Costos Fijos Anual (\$)	\$2.651.899,53
Utilidad Anual (\$)	\$7.276.256,11

Tabla 12.34: Utilidad-preforma 55 g. Fuente: Elaboración Propia.

Preforma 44 g	
Contribución Marginal (\$)	\$27.581.123,66
Costos Fijos Anual (\$)	\$2.651.899,53
Utilidad Anual (\$)	\$24.929.224,12

Tabla 12.35: Utilidad-preforma 44 g Fuente: Elaboración Propia.

Preforma 21 g	
Contribución Marginal (\$)	\$28.914.996,33
Costos Fijos Anual (\$)	\$2.651.899,53
Utilidad Anual (\$)	\$26.263.096,79

Tabla 12.36: Utilidad-preforma 21 g. Fuente: Elaboración Propia.

- Producto Secundario:

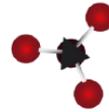
Pellets Grado Alimenticio	
Contribución Marginal (\$)	\$36.944.251,83
Costos Fijos Anual (\$)	\$2.651.899,53
Utilidad Anual (\$)	\$34.292.352,29

Tabla 12.37: Utilidad-pellets. Fuente: Elaboración Propia.

12.6.5- FLUJO DE CAJA A 10 AÑOS

Flujo de caja					
Horizonte temporal (\$/año)	0	1	2	3	4
Ingresos por ventas (+)	0	352.234.476	352.234.476	352.234.476	352.234.476
Ingresos Brutos (-4%)	0	-14.089.379	-14.089.379	-14.089.379	-14.089.379
Costos de operación (-)	0	217.525.130	217.525.130	217.525.130	217.525.130
Amortizaciones y depreciaciones (-)	0	-1.540.347	-1.540.347	-1.490.347	-1.455.232
Utilidad bruta	0	133.168.999	133.168.999	133.218.999	133.254.113
Impuestos a las ganancias (-)	0	-46.609.150	-46.609.150	-46.626.650	-46.638.940
Utilidad Neta	0	72.470.470	72.470.470	72.502.970	72.525.795
Amortizaciones y d (+)	0	1.540.347	1.540.347	1.490.347	1.455.232
Inversión inicial (-)	-186.081.101				
Inversión Capital de trabajo (-)(+)	-54.381.283				
Valor de desecho					
Flujo de caja	-240.462.384	74.010.817	74.010.817	73.993.317	73.981.027

5	6	7	8	9	10
352.234.476	352.234.476	352.234.476	352.234.476	352.234.476	352.234.476
-14.089.379	-14.089.379	-14.089.379	-14.089.379	-14.089.379	-14.089.379
-					
217.525.130	-217.525.130	-217.525.130	-217.525.130	-217.525.130	-217.525.130
-1.455.232	-1.137.832	-1.137.832	-1.137.832	-1.137.832	-1.137.832
133.254.113	133.571.513	133.571.513	133.571.513	133.571.513	133.571.513
-46.638.940	-46.750.030	-46.750.030	-46.750.030	-46.750.030	-46.750.030
72.525.795	72.732.105	72.732.105	72.732.105	72.732.105	72.732.105



1.455.232	1.137.832	1.137.832	1.137.832	1.137.832	1.137.832
					54.381.283
					38.398.930
73.981.027	73.869.937	73.869.937	73.869.937	73.869.937	166.650.149

Tabla 12.38: Flujo Caja. Fuente: Elaboración Propia.

12.6.6- VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Una vez finalizado el flujo de caja, es posible calcular el VAN.

Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{I_0}{(1+r)^t} - I_0$$

Dónde:

I₀: es el valor de inversión inicial. En nuestro caso, la inversión inicial sería de \$ **186.081.101**

n: es el número de períodos considerados, 10 años en este caso.

r: es la tasa de descuento del proyecto estaría en **17.25%**.

V_t: representa los flujos de cada en cada periodo t.

VAN a los 10 años	124.095.560
--------------------------	--------------------

Tabla 12.39: VAN. Fuente: Elaboración Propia.

Observando los datos arrojados por los cálculos se puede apreciar que la evaluación económica del proyecto propuesto nos brindaría un VAN positivo de \$ 124.095.560

12.6.7- TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Conceptualmente, la TIR (tasa interna de retorno) de una inversión se define como el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica el supuesto de una oportunidad para "reinvertir". En términos sencillos, es la tasa de descuento con la cual el VAN se hace cero.

La TIR puede ser utilizada como un parámetro indicador de la rentabilidad de un proyecto, esto es, a mayor TIR, mayor rentabilidad; además se usa como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para llevar a cabo esto, la TIR se compara con la tasa de descuento. Si la tasa de

rendimiento del proyecto, expresada por la TIR, supera a la tasa de descuento, se acepta la inversión; en caso contrario se rechaza.

TIR a los 10 años	30,56 %
--------------------------	----------------

Tabla 12.40: TIR. Fuente: Elaboración Propia.

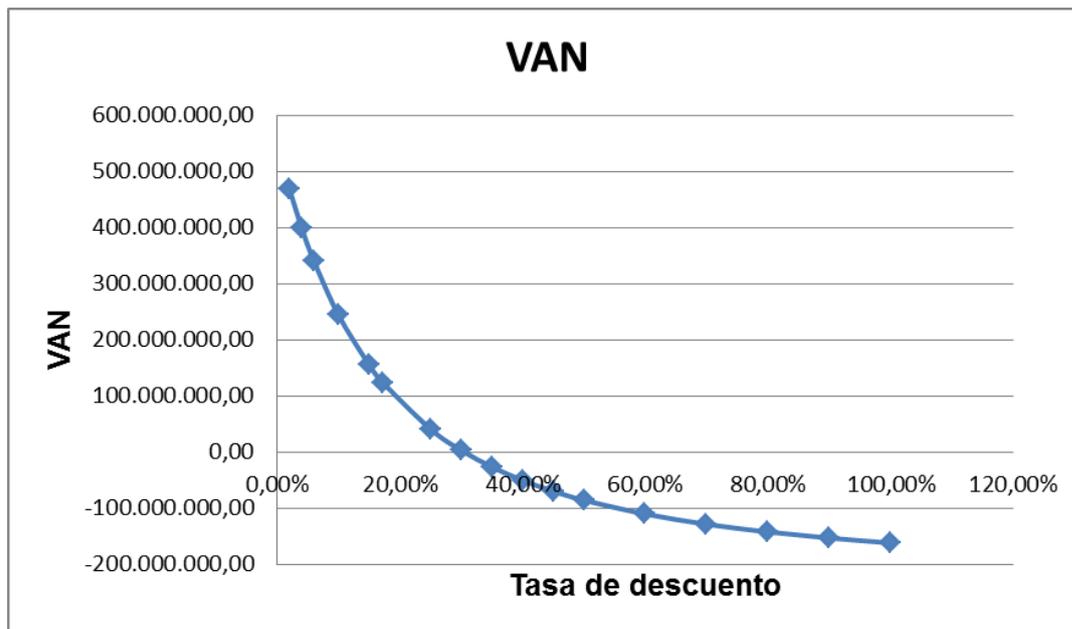


Figura 12.9: Gráfico VAN vs Tasa de descuento. Fuente: Elaboración Propia.

Según lo que establece el Parque Industrial Pilar, se otorgan beneficios de exención de impuesto a los ingresos brutos de hasta el 100% durante los diez primeros años. Por lo que el resultado del VAN y la TIR nos arrojarían un valor de:

TIR a los 10 años	39,11 %
VAN a los 10 años	258.118.764,8

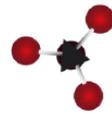
Tabla 12.41: VAN Y TIR. Fuente: Elaboración Propia.

12.7- CONCLUSIÓN

Luego de realizar la evaluación económica del proyecto propuesto se podría determinar que, acorde a la situación económica-financiera pronosticada de Argentina y manteniéndose en el horizonte temporal estipulado, el proyecto sería rentable. Esto lo podemos argumentar desde un punto de vista contable, ya que los datos arrojados por el proyecto lo avalan, con un VAN de **\$ 124.095.560** y una TIR de **30,56 %** a los 10 años del horizonte temporal.



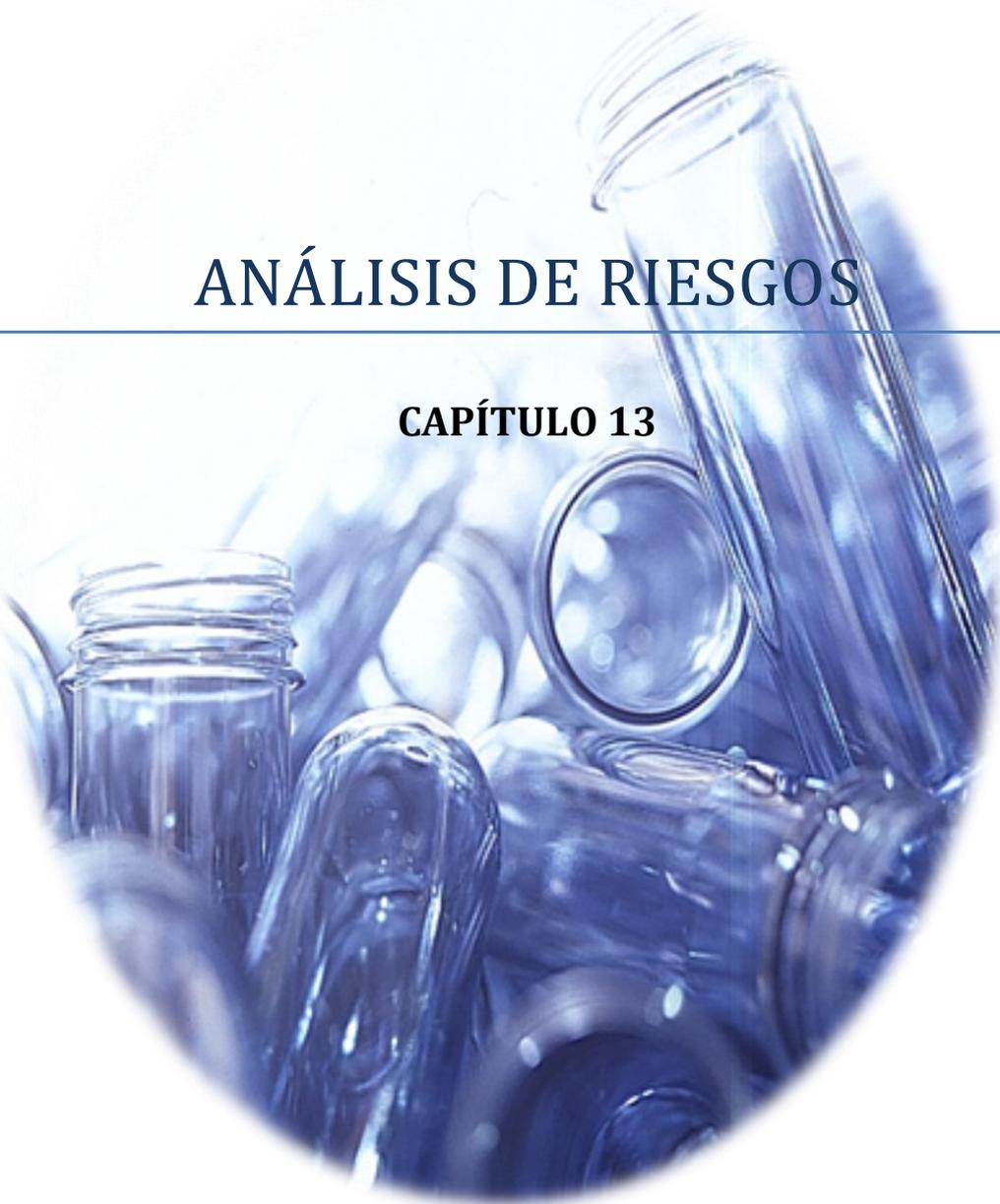
UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

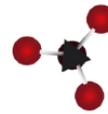


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

ANÁLISIS DE RIESGOS

CAPÍTULO 13





13.1- INTRODUCCIÓN

En este capítulo se analizarán y determinarán los riesgos de una planta de producción de preformas de PET y pellets grado alimenticio. Calificaremos la importancia relativa de cada uno de ellos, realizando estimación de la probabilidad de ocurrencia, y de este modo obtendremos una idea de las distintas magnitudes de influencia de estos sobre el proyecto. El análisis propondrá medidas, tanto de mitigación, compensación, como de contingencia.

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.

13.2- RIESGOS IDENTIFICADOS

Enumerar todos los riesgos involucrados en el proyecto requiere un análisis muy extenso que en este caso en particular no resultaría de gran utilidad. Por esto se identifican las variables críticas que influyen en el éxito o fracaso de este proyecto en sí.

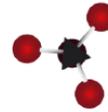
13.3- ASPECTOS TECNOLOGICOS

13.3.1- FALTA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS Y DE SERVICIOS

El mayor problema que se podría presentarse es la falta de materias primas, ya que esto resultaría ser inflexible para el proyecto, debido a que no podrían hallarse otras materias que sean sustitutas.

Respecto a los distintos servicios, como son gas, luz y energía, los cuales se utilizan para la producción, son de carácter indispensables, aunque es bastante menos probable que se presente un inconveniente con los mismos debido a la localización de la planta en un parque industrial como PIP.

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 primas 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.

13.3.2- FALLA DE MAQUINARIAS

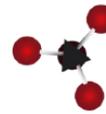
Para ser eficaces y eficientes, garantizando una alta calidad tanto de los productos finales como del subproducto, es de vital importancia que todos los equipos involucrados en el proceso productivo funcionen a la perfección. Para este proyecto si bien los equipos tecnológicos involucrados son muchos, el factor crítico se radicara en la Extrusora y el reactor SSP. La importancia del equipo Extrusor se debe a su complejidad y del reactor radica en que este es el único que determina la calidad de los pellets grado alimenticio.

Plan de Contingencias:

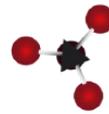
- Se brindarían capacitaciones al personal para que realice un mantenimiento correctivo eficiente, que reduciría el tiempo muerto o improductivo.
- Se fijarían Programas de Mantenimiento Predictivo y Preventivo, a fin de evitar roturas o fallas en equipos, que podrían derivar en una detención de la producción por un tiempo considerable, no respetando de este modo los estándares de calidad propuesto, ni los tiempos preestablecidos.

UNIDAD	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA EN HORAS
--------	----------	-----------	---------------------

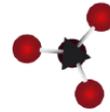
Antolín – Nina - Quispe



			24	160	600	2500	4800
SISTEMA MOTRIZ	Motores y Ventiladores	Revisar la temperatura exterior	X				
		Revisión interna y limpieza			X		
		Escuchar ruidos y analizar vibraciones anormales	X				
	Poleas	Alineación		X			
	Fajas	Revisar la tensión	X				
	Ventiladores	Revisión	X				
		Limpieza interna			X		
	Conectores y cables	Revisión	X				
	Cajas reductoras	Desarmar y revisar					X
		Cambios de empaques y retenedores					X
		Cambios de rodamientos					X
		Escuchar ruidos y analizar vibraciones	X				
		Nivel y fugas de lubricantes	X				
		Reapretar los tornillos				X	
		Cambio de lubricante u limpieza interna				X	
		Temperatura de trabajo	X				
		Alineación				X	
Panel de control	Limpieza externa		X				
	Limpieza interna		X				
	Revisión interna: cables, contactores y pirómetros		X				
SISTEMA ELECTRICO	Resistencia	Revisar su estado	X				
		Limpieza		X			



	Cables	Revisar todo el cableado			X			
	Termocuplas	Revisar su estado	X					
EXTRUSORA	Cañon	Medirlo				X		
		Revisión interna				X		
		Limpieza				X		
		Rectificarlo						X
		Control de temperatura	X					
	Husillo	Medirlo				X		
		Revisar su estado				X		
		Limpieza				X		
		Rectificarlo						X
		Pulirlo con pasta				X		
	Adaptador o filtro	Limpieza		X				
		Revisar su estado		X				
		Cambio de tamices		X				
		Control de temperatura	X					
	Dado	Limpieza interna y revisión					X	
		Pulirlo con pasta					X	
		Control de temperatura	X					
		Rectificarlo						X
		Limpieza externa	X					
		Engrasar el acople					X	
REACTOR	Ingreso de Nitrógeno	Control de temperatura	X					
		Medir concentración de subproductos	X					
	Recorrido interno de los pellets	Limpieza Interna		X				
		Limpieza externa			X			
		Medir tiempo de residencia	X					
		Medir temperatura interna	X					



		Medir humedad	X				
		Medir presión	X				
SISTEMA DE ALIMENTACION DE AGUA	chorros	Revisar que el sistema se esté alimentando de agua	X				
		Corroborar que el agua circule	X				
	Mangueras	Revisar su estado	X				
	Agua	Análisis de contaminantes, temperatura y suciedad	X				

Tabla 13.1 Programa de Control y actividades, para el desarrollo del mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaboración propia.

13.4- ASPECTOS ECONOMICOS

13.4.1- AUMENTO DE PRECIOS DE MATERIAS PRIMAS

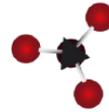
La incidencia de los costos de las materias primas en los costos de producción, de acuerdo a un aumento significativo o no, podrían provocar una modificación en la estructura de los costos, la que influiría negativamente en el flujo de caja del proyecto.

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.

13.4.2- VENTAS BAJAS

En todo proyecto la disminución de las ventas presenta un inconveniente de grave incidencia, en nuestro caso se analizó la preforma de 44 g ya que este producto representa una mayor participación en los ingresos, los ventas de este podrían bajar hasta un 25 % que nuestro proyecto seguiría siendo rentable, pero por debajo de ese valor ya dejaría de ser rentable VAN negativo. Como se mencionó en el estudio de mercado a lo largo de los últimos años aumento la demanda del reciclado de PET tanto dentro de nuestro país como en el mundo, de este modo también



aumentó la conciencia ambiental y la aceptación del consumo de materiales reciclados como las preformas en nuestro caso. Al ser obtenido de la combinación de material reciclado y material virgen, es un producto novedoso que durante estos últimos años ha tenido un buen crecimiento.

Plan de Contingencias:

- Planes promocionales del producto.
- Reestructuración del precio de venta.
- Mayor inversión en publicidad.

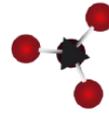
13.4.3- DISMINUCION DEL PRECIO DE VENTA DE LA COMPETENCIA

Actualmente en el país solo hay varias empresas dedicadas a la obtención de preformas de PET a partir del reciclado, entre ellas Cabelma pet procesa 20000 toneladas anuales y la otra 5000 toneladas anuales, solo la de mayor embargadora se dedica a la venta no solo de preformas sino también a la venta de pellets grado alimenticio, mientras que la otra solo se dedica a la venta de pellets grado alimenticio.

Al ser nuestra empresa tomadora de precios y no formadora, esto presenta un riesgo, al punto de ser crítico. En la provincia de Buenos Aires donde se localizara la empresa, también se encuentra “Cabelma S.A” nuestro competidor directo. Por lo que para poder ingresar al mercado, la empresa tendrá que trabajar a un precio de venta similar o por debajo del de la competencia, manteniendo la calidad del producto. Esto indica que un descenso en el precio de venta de la competencia nos fluiría a tal punto, para producir una caída significativa del precio de venta de nuestro producto.

Plan de Contingencias:

- Se revisaran los costos de materias primas.
- Se reestructuraría el precio de venta.



13.5- SINIESTROS E IMPREVISTOS

13.5.1- INCENDIOS Y EXPLOSIONES

En el presente proyecto no se trabajara con materiales altamente peligrosos e inflamables, los incendios y explosiones serian 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 realizaran 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.

13.5.2- 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.

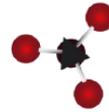
Plan de Contingencias:

- 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.

ASPECTOS	RIESGO	IMPORTANCIA	PROBABILIDAD	MAGNITUD	CONTINGENCIA
Tecnológicos	Falta de MP e insumos	Alta	Media	Media	Acuerdos comerciales, grandes depósitos.
	Falla de la Maquinaria	Alta	Media	Alta	Mantenimiento Preventivo.
	Falla de servicios	Alta	Baja	Media	Conexiones alternativas.
Económicos	Aumento de precios de MP	Alta	Media	Alta	Contrato a largo plazo
	Baja de ventas	Alta	Media	Alta	Inversión en publicidad. Reestructuración del precio.
	Disminución del precio de ventas de la competencia	Media	Media	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 13-2: Matriz de riesgo del Proyecto. Fuente: Elaboración propia.



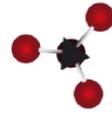
13.6- CONCLUSION

En esta sección se logró identificar los posibles riesgos del proyecto de producción de preformas de PET, basándonos en la importancia y el grado de probabilidad de que ocurran se determinó la magnitud en que afectarían al negocio, además luego se diagramo un plan de contingencias para minimizar y mitigar sus posibles efectos. Con esta información se hizo una matriz de riesgo.

Los motivos económicos son lo que más afectan la viabilidad del proyecto, principalmente aquellos ligados a los aumentos de precio de la MP, aunque en caso de que esto ocurriese, se trasladaría al precio de venta. Si bien este factor es analizado en el capítulo posterior, para el proyecto en cuestión, la demanda es quien resulta ser la variable sensibilizante.



UNCUYO
Universidad Nacional de Cuyo

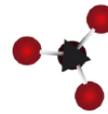


FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

CAPÍTULO 14





14.1- INTRODUCCION

Los resultados que se obtienen al aplicar los criterios de evaluación no miden exactamente la rentabilidad del proyecto, sino solo la de uno de los tantos escenarios futuros posibles. Los cambios que casi con certeza se producirían en el comportamiento de las variables del entorno harán que sea prácticamente imposible esperar que la rentabilidad calculada sea la que efectivamente tenga el proyecto implementado.

La finalidad de sensibilizar las variables es generar diversos escenarios y verificar en cuál de ellos el proyecto sigue siendo rentable.

Como en la evaluación del proyecto se concluyó que el escenario proyectado el VAN sería positivo, es posible preguntarse hasta donde podría bajarse el precio o caer la cantidad demandada o subir un costo, entre otras posibles variaciones, para que el VAN se haga cero. Se define el VAN de equilibrio como 0 por cuanto es el nivel mínimo de aprobación de un proyecto. De aquí que al hacer el $VAN=0$ se busca determinar el punto de quiebre o variabilidad máxima de una variable que resistiría el proyecto.

El modelo utilizado es el “Unidimensional de la Sensibilización del VAN”, en la cual solo se sensibiliza una variable por vez. El principio fundamental de este modelo define a cada elemento del flujo de caja como el de más probable ocurrencia. Luego la sensibilización de una variable siempre se hará sobre la evaluación preliminar.

Este capítulo aborda la sensibilización de las variables de carácter económicas. El modelo trata de la sensibilidad del VAN y la TIR.

14.2- SELECCIÓN DE LA VARIABLE A SENSIBILIZAR

14.2.1- COSTO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS: El aumento del costo de las materias primas sería, en el peor de los casos, uno de los mayores sensibilizadores del proyecto. Sin embargo, el traslado al precio final sería prácticamente directo.

A 10 AÑOS		
Porcentaje	VAN	TIR
0%	167.035.389	31,4%
5%	136.018.609	28,5%
10%	105.001.829	25,6%
15%	73.985.049	22,7%
15%	73.985.049	22,7%
20%	42.968.269	19,7%
25%	11.951.489	16,6%
28%	0	14,73%
29%	-13.099.544	14,1%

Tabla 14.1: Porcentaje de aumento de Materia Prima vs VAN y TIR.

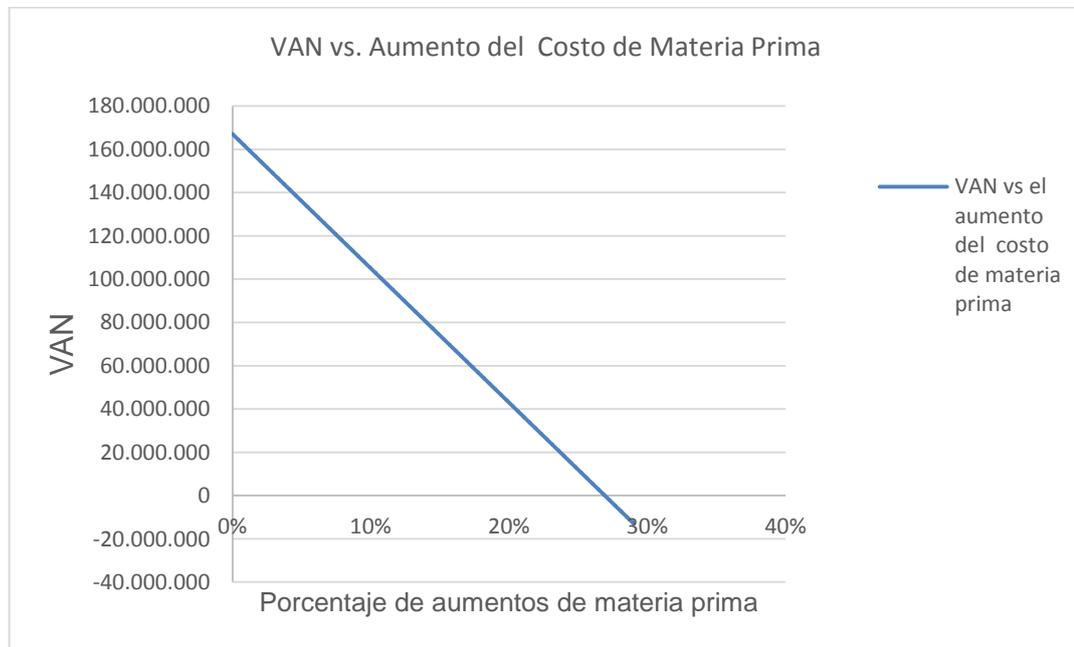


Figura 14.1: Gráfico VAN (\$) vs Aumento del Costo de Materia Prima (%).

Los resultados obtenidos que se visualizan en la tabla y en el gráfico anterior muestran que es posible sostener un aumento de hasta el 28% en el costo de la materia prima y que llegado el caso, el proyecto aun seguiría siendo rentable.

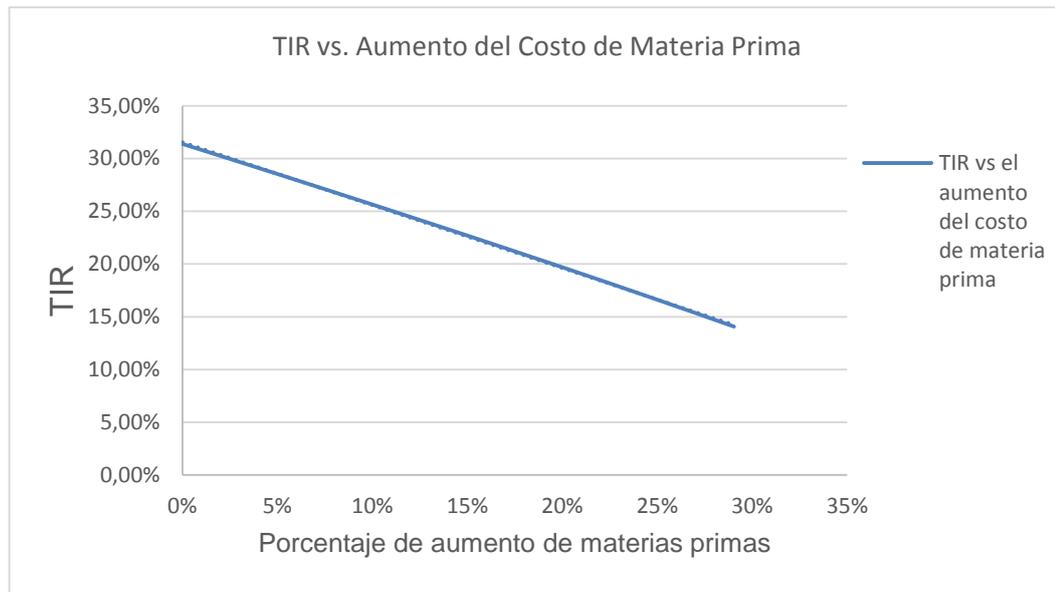


Figura 14.2: Gráfico TIR (%) vs Aumento del Costo de Materia Prima (%).

El gráfico anterior pone de manifiesto que, un aumento de hasta un 20% en el costo de la materia prima arroja un valor de TIR superior al valor de la tasa de descuento calculada que es de un 17,25%.

14.2.2- DEMANDA:

La disminución de la demanda es la variable sensibilizadora de mayor relevancia para el proyecto en cuestión. Se cuenta con capacidad instalada ociosa, y de disminuir el porcentaje de cantidad demandada se pone en riesgo la rentabilidad de la empresa.

La siguiente tabla muestra la variación en los valores del valor del VAN y la TIR en función al porcentaje de disminución de la cantidad demandada.

Porcentaje	A 10 años	
	VAN	TIR
0%	191.765.213	94,57%
5%	149.720.922	77,91%
10%	109.905.702	62,09%
10%	107.676.630	61,21%
13%	78.941.370	49,72%
15%	65.632.338	44,36%
20%	23.588.046	27,19%
24%	12.663.913	11,75%
25%	0	9,19%

30%	-60.500.537	-10,83%
-----	-------------	---------

Tabla 14.2: Porcentaje de disminución de la demanda vs VAN y TIR.

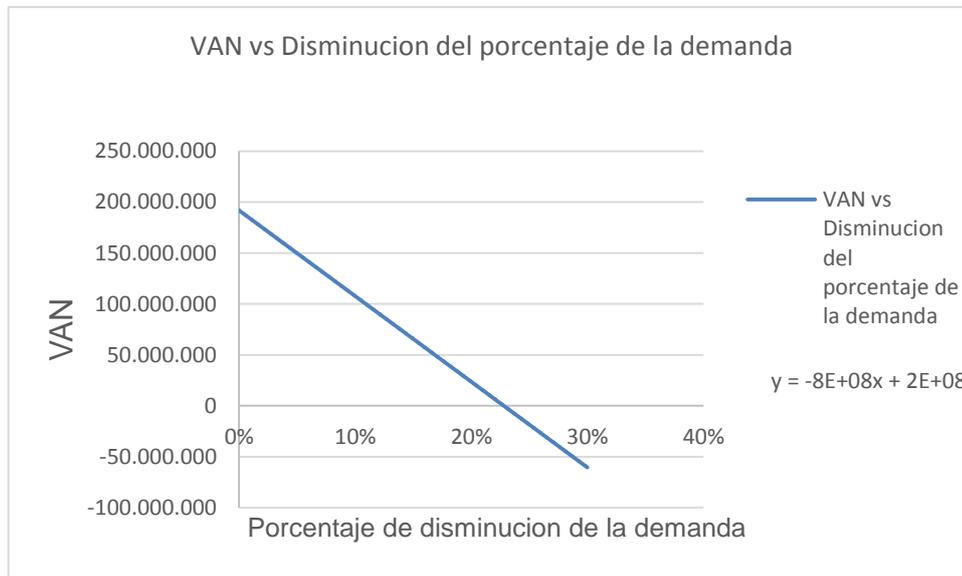


Figura 14.2: Gráfico VAN (\$) vs Disminución de la demanda (%).

Un análisis del grafico anterior permite inferir que la demanda puede disminuir hasta un 25%, valor para el cual el VAN estaría en equilibrio, por cuanto el proyecto sería aceptable ya que un VAN=0 es el nivel mínimo de aprobación de un proyecto.

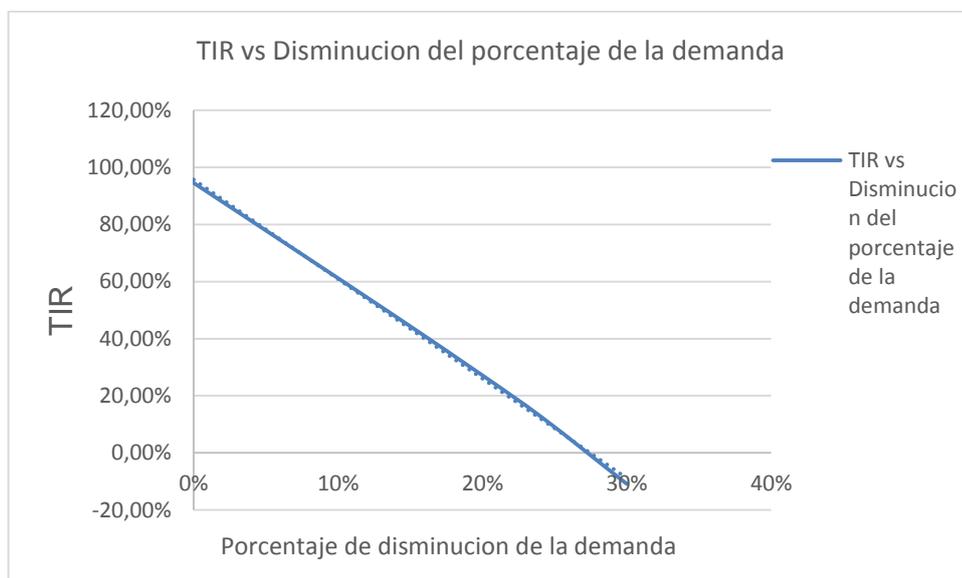
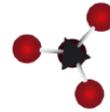


Figura 14.2: Gráfico TIR (%) vs Disminución de la Demanda (%).

Un análisis similar, pero con el valor de la TIR, muestra que es posible disminuir el porcentaje de la demanda hasta un 20% aproximadamente, ya que hasta ese valor, la tasa de descuento del proyecto sería inferior al de la TIR.

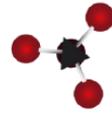


14.3- CONCLUSIÓN

El análisis de sensibilidad es una técnica muy empleada en la práctica. Aunque, vale la pena indicar que además de esta técnica existen muchas otras como los árboles de decisión, el análisis del riesgo y la simulación, las cuales pueden ser empleadas para evaluar la incertidumbre de una alternativa de inversión.

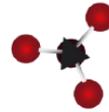
El análisis de sensibilidad cuantifica el efecto que puede tener sobre la rentabilidad de un proyecto la incertidumbre en el comportamiento de las variables que condicionan la rentabilidad y permite fijar los valores límite que han de tener las variables determinantes de la rentabilidad para que el proyecto sea rentable.

Para el caso del proyecto se determinó que la variable sensibilizadora del mismo es la demanda. Se efectuó un análisis de esta y se determinó hasta que porcentaje se puede disminuir sin que esto afecte la rentabilidad del proyecto.

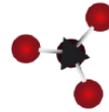


BIBLIOGRAFÍA

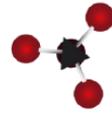




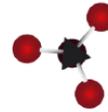
- **Anuario estadístico IPA (2015)**
- **Preparación Y Evaluación De Proyectos Sapag-Sapag**
- **Gabriel Baca Urbina Evaluación de proyectos 6ta edición 2010**
- **http://www.mbconveyors.com/eng_pet_pv.asp**
- **<https://www.youtube.com/watch?v=romY5dZurw0>**
- **http://www.herbold.com/es/processes_applications.html**
- **http://en.hiscien.com/comcontent_detail/&FrontComContent_list01-1323152830818CurrentIds=315d578b-7871-4a64-815a-82844caadce1__c76df600-8c85-4e87-9fc2-30b7c81c15ef&comContentId=c76df600-8c85-4e87-9fc2-30b7c81c15ef.html**
- **<http://www.petnology.com/en/competence-center/profile/company/starlinger-co-gesellschaft-mbh.html>**
- **<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2012/09/equipos-y-tecnologias-para-la.html>**
- **<https://www.youtube.com/watch?v=JCk6Ke6e8LU>**
- **<https://www.veoverde.com/2012/06/mexico-conoce-el-proceso-para-transformar-botellas-de-plastico-pet-en-nuevos-envases-de-la-recicladora-petstar/>**
- **<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2012/12/produccion-de-escamas-de-pet.html>**
- **http://es.made-in-china.com/co_moogetech/product_High-Capacity-Wet-Pet-Bottle-Crushing-Machine-S-series-_hiorshnsg.html**
- **https://www.youtube.com/watch?v=8f_tlvwFao**
- **http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/reciclado_reciclado%20mecanico.htm**
- **<https://spanish.alibaba.com/product-gs/cyclone-separator-for-pet-pp-pe-hdpe-l-dpe-plastic-recycling-washing-line-806345826.html>**
- **http://es.made-in-china.com/co_moogetech/product_Classical-Plastic-Pet-Recycling-Machine_hrysugyug.html**



- http://es.made-in-china.com/co_xinbeimachine/product_PET-Diesel-Hot-Washing-Tank_hruisohoy.html
- <http://procesosbio.wikispaces.com/Secado>
- <http://www.coscollolaengineering.com/almacenamiento/>
- <http://www.directindustry.es/prod/moretto/product-23792-565198.html>
- <http://pdf.directindustry.es/pdf-en/sterlco/drying/22537-494745.html#open>
- <http://www.gp.santafe-conicet.gov.ar/cursos/b/b.07.pdf>
- http://www.buhlergroup.com/global/en/downloads/SSP_for_Recyc._PET_Pellets_PD.pdf
- <http://www.allrightmachinery.com/spanish/preform-mold.html>
- <http://www.tuzma.com/Molde-de-preformas-de-PET-de-32-cavidades-p-106.html>
- <http://spanish.alibaba.com/product-gs/new-structure-pe-pp-plastic-film-pet-hdpe-flake-plastic-centrifugal-dryer-1801786087.html>
- <http://spanish.alibaba.com/p-detail/high-efficiency-plastic-pet-centrifugal-dewatering-machine-plastic-flake-dewatering-machine-plastic-dryer-machine-60360160815.html>
- <http://www.allrightmachinery.com/spanish/preform-mold.html>
- <http://www.tuzma.com/Molde-de-preformas-de-PET-de-32-cavidades-p-106.html>
- http://www.simko.com.ar/pet/img/productos/preforma_48gb.pdf
- <http://spanish.alibaba.com/trade/search?SearchText=robot+automaticos+para+maquinas+de+inyeccion&selectedTab=products>
- <http://spanish.alibaba.com/product-gs/automation-robot-for-large-injection-molding-machine-servo-control-1987847450.html>
- <http://spanish.alibaba.com/product-gs/programmable-robot-arm-for-automation-injection-machine-1297595988.html>



ANEXOS



ANEXO 1

RECICLANDO PARA PROTEGER

(M. S. Ing. Alejandro Ariosti *INTI-Plásticos*)

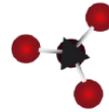
Hace años que el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) investiga y evalúa los envases plásticos y su utilización, aportes que mucho han contribuido para elaborar la legislación nacional al respecto. El presente informe explica las novedades tecnológicas y legislativas vinculadas con el reciclado postconsumo de los envases de PET, estrechamente ligadas a la industria alimentaria, al cuidado del ambiente y a la normativa adoptada por el MERCOSUR.

El polietilentereftalato, material mucho más conocido por la sencilla sigla PET, es de creciente uso en los envases de bebidas de consumo masivo (gaseosas, aguas minerales y saborizadas, jugos, productos alcohólicos, etc.). Paralelamente, y a raíz de una mayor toma de conciencia sobre el medio ambiente y para cumplir los requisitos de las distintas legislaciones sobre el cuidado del mismo en la Unión Europea (Directiva 2004/12/CEE, etc.), Japón y EE.UU., diversas empresas han desarrollado en los últimos veinte años tres tipos novedosos de envases: las botellas de PET retornables (refillables); las botellas de PET multicapa que contienen material reciclado en la capa intermedia; y las botellas de PET monocapa que incluyen material reciclado descontaminado en contacto directo con el alimento.

En los tres casos el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) desarrolló la metodología de evaluación de la aptitud sanitaria de estos envases y colaboró con instituciones estatales y asociaciones industriales en la generación de la Legislación argentina (Código Alimentario Argentino) y MERCOSUR sobre los mismos, en los años 1992-1993, 1996-1997, y 2002-2007, respectivamente.

Los riesgos a evitar

Con la utilización de materiales reciclados que toman contacto con alimentos, surge el problema de la posible presencia de contaminantes incorporados dentro del material plástico luego del primer uso. Estos pueden ser básicamente de dos tipos: restos del producto envasado original; y sustancias residuales ingresadas porque algún consumidor utilizó el envase para almacenar o trasladar productos distintos al



original (pesticidas, herbicidas, combustibles, agentes de limpieza, desinfectantes, etc.).

Si estos contaminantes migran desde el nuevo envase hasta el alimento, pueden generar riesgos para la salud del consumidor o provocar alteraciones sensoriales inaceptables en el producto envasado.

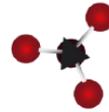
Por ello, el Código Alimentario Argentino, en el Artículo 212, y la Resolución GMC N° 56/92 del MERCOSUR (párrafo 9), prohíben en general el uso de material plástico obtenido por reciclado en contacto con alimentos. Otras legislaciones tampoco autorizan esta aplicación.

En el caso de PET-PCR destinado a fabricar botellas monocapa, se debe demostrar que el proceso de descontaminación rigurosa del material logra disminuir la concentración de los posibles contaminantes en el material a valores inferiores a los límites establecidos y seguros.

Estos límites derivan del umbral de regulación (threshold of regulation -TOR), establecido en 1995 por la Food and Drug Administration (FDA) de EE.UU., que es de 0.5 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$ de alimento) (en base dietaria). En la práctica, como es imposible estudiar la permanencia o migración de todos los contaminantes posibles, la efectividad de las tecnologías de descontaminación de plásticos se determina validándolas con ensayos de desafío (challenge tests), según las recomendaciones de la FDA norteamericana, o del International Life Sciences Institute (ILSI) en el ámbito europeo.

En ese caso la FDA de Estados Unidos emite Cartas de no objeción (No objection letters - NOL), y las autoridades sanitarias europeas emiten Aprobaciones o Decisiones referentes a su uso, que permiten la utilización de ese tipo de tecnologías y envases a nivel industrial. En algunos países de Europa la legislación autoriza el uso de los envases monocapa de PET- PCR descontaminado.

A fin de que nuestro país y el MERCOSUR contaran con Legislación ad-hoc, en 2002 se inició en Argentina un proyecto dirigido a evaluar la aptitud sanitaria de los envases monocapa fabricados con mezclas de porcentajes variables de PET virgen y PET-PCR.



Entre 2002 y 2005 se evaluaron en el INTI dos tecnologías PET de tratamiento de PET post-consumo, con especial énfasis en su eficiencia de descontaminación, y se estudió la aptitud sanitaria de las botellas fabricadas, obteniéndose además los perfiles de compuestos volátiles de materias primas y botellas, por cromatografía gaseosa.

Otro objetivo del Proyecto, fue obtener y consolidar conocimientos que permitieran generar la Legislación MERCOSUR necesaria para autorizar el uso de las botellas recicladas monocapa que contuvieran PET-PCR descontaminado en la región.

Metodología de evaluación

A) Eficiencia de la tecnología de descontaminación

En primer lugar se evaluaron los ensayos de validación (challenge tests) de las tecnologías de descontaminación propuestas, una de reciclado mecánico-químico y otra de reciclado mecánico, realizadas en las plantas piloto de las empresas proveedoras de la tecnología -situadas en EE.UU. y en Suiza- y en sus laboratorios de referencia en Estados Unidos, y en el Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV de Freising, Alemania, respectivamente).

Las pruebas consistieron en contactar PET post-consumo con contaminantes modelo según protocolos de la FDA de EE.UU., someterlo al proceso de descontaminación en planta piloto, fabricar botellas a partir de mismo, efectuar ensayos de migración específica de los contaminantes modelo con ellas, y comparar los valores obtenidos con el límite de migración específica de contaminantes modelo (10 ppb), parámetro derivado del umbral de regulación establecido por la FDA norteamericana.

A raíz de los satisfactorios resultados de los ensayos de validación de ambas tecnologías de descontaminación, la FDA emitió sendas Cartas de no Objeción al uso de estos procesos para la provisión de PET-PCR destinado a fabricar envases para alimentos. La evaluación de la metodología utilizada en esos ensayos llevada a cabo por el INTI, las consideró adecuadas (de acuerdo con los protocolos establecidos), y los resultados se estimaron satisfactorios.



También se evaluó positivamente el alcance de las Cartas de no Objeción de la FDA para el uso del material tratado con estas tecnologías.

B) Evaluación de la aptitud sanitaria

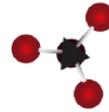
Los envases deben ser aptos sanitariamente según lo establecido por el Código Alimentario Argentino y la Legislación MERCOSUR correspondiente. Para verificar esa aptitud sanitaria de los envases monocapa fabricados con PET-PCR, éstos fueron analizados en el INTI según la metodología de dichas legislaciones. Las botellas producidas con mezclas de PET virgen y distintos porcentajes de PET post-consumo sometido a ambas tecnologías de descontaminación resultaron ser sanitariamente aptas según los requisitos de la legislación.

Generación de Legislación MERCOSUR

En Argentina, por recomendación efectuada por la Comisión Nacional de Alimentos (CONAL) en el Acta N° 63 de la Reunión Plenaria de octubre de 2004, se formó la Comisión de Resinas Recicladas, en la que participa el autor de este trabajo y colaboradores del INTI, así como representantes de otras instituciones del ámbito estatal (INAL, ANMAT, SENASA, SAGPyA, Secretaría de Defensa del Consumidor, Coordinación Nacional del SGT 3 del MERCOSUR) y privado (COPAL, Cámara Argentina de la Industria Plástica, Instituto Argentino del Envase). La coordinación de la Comisión estuvo a cargo del Dr. Arnaldo Nonzioli, de la SAGPyA.

El trabajo experimental realizado en INTI y la experiencia adquirida con la evaluación técnica de las dos tecnologías de descontaminación (2002-2005), permitieron lograr un cúmulo de conocimientos que sustentan la capacidad de la Comisión para expedirse con fundamento sobre el tema. Esta Comisión emitió en abril de 2005 un dictamen favorable al uso de este tipo de envases, que propuso incluir en el capítulo IV del Código Alimentario Argentino, el “Reglamento Técnico para envases de PET monocapa reciclados (único uso) destinados al envasado de alimentos”.

Este dictamen fue presentado en la reunión plenaria de la CONAL de abril de 2005, y sometido a un proceso de consulta pública de 6 meses, a nivel nacional e internacional.



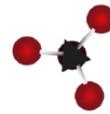
Para consolidar el tema en el país, y a efectos de elevar la propuesta final al ámbito del MERCOSUR, en una segunda etapa del trabajo (2006) la Comisión de Resinas Recicladas amplió el alcance de la propuesta de Reglamento original, para dar cabida en un marco general al reciclado químico, y a otros tipos de envases, tomando en cuenta además los aportes surgidos durante el mencionado proceso de consulta pública. Entre ellos cabe mencionar una respuesta favorable brindada en noviembre de 2006 por las autoridades de la Unión Europea (EC Notification Authority), Bruselas, Bélgica.

El objetivo de esta segunda etapa fue la redacción de la propuesta de “Reglamento Técnico MERCOSUR sobre envases de polietilentereftalato (PET) postconsumo reciclado grado alimentario (PET-PCR grado alimentario) destinados a estar en contacto con alimentos”.

La propuesta argentina fue presentada en julio de 2006 en el ámbito del MERCOSUR. Fue tratada en la reunión extraordinaria del Grupo ad-hoc Envases y Materiales en contacto con alimentos – Comisión de Alimentos – SGT 3, en Río de Janeiro, Brasil (agosto de 2006); en la reunión ordinaria en Asunción del Paraguay (marzo de 2007); y en la reunión extraordinaria en Buenos Aires (junio de 2007).

En este último encuentro, y con la presencia de los representantes de los cuatro Estados Parte (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay), se aprobó el Reglamento Técnico correspondiente. El mismo fue sometido a un segundo proceso de consulta pública. En diciembre de 2007, el Reglamento Técnico fue sancionado como Resolución Grupo Mercado Común N° 30/07 y puede consultarse en los siguientes sitios de INTERNET: www.mercosur.org.uy; www.puntofocal.gov.ar.

En diciembre de 2007, la EFSA (European Food Safety Authority), organismo comunitario con sede en Parma, Italia, comenzó un proceso de consulta pública de un borrador (draft) (Question number - EFSA-Q-2004-168) similar en sus lineamientos generales al Reglamento MERCOSUR, sobre los requisitos que deberán cumplir los envases alimentarios fabricados con materiales plásticos reciclados post-consumo en la Unión Europea en el futuro. La experiencia adquirida en INTI-Plásticos permitió emitir opinión técnica sobre la propuesta de EFSA en febrero de 2008, en el marco de esta consulta pública. Posteriormente, en la Unión



Europea fue sancionada en marzo de 2008 la Resolución EC 282/2008 sobre plásticos reciclados destinados a entrar en contacto con alimentos, que establece los requisitos que deben cumplir tanto los materiales reciclados como los establecimientos productores de los mismos.

Evaluar y capacitar

El Reglamento Técnico sobre PET-PCR, generado por un grupo interdisciplinario formado por profesionales de varias instituciones estatales y privadas del bloque regional, a partir de los ensayos y de las evaluaciones técnicas realizadas en el INTI y en el exterior, incorpora características novedosas en la Legislación MERCOSUR, con el objetivo de proteger la salud de los consumidores y la genuinidad de los alimentos envasados.

Este cuerpo normativo brinda el marco para la instalación de plantas de producción de PET-PCR en Argentina, debidamente autorizadas por la autoridad sanitaria nacional (INAL-ANMAT), y en el bloque regional. Esto permitirá una mejora del medio ambiente, al posibilitar la recuperación de botellas de PET de uso masivo, en una aplicación con alto valor agregado a nivel nacional.

Como resultado de estas investigaciones y de los logros obtenidos, a través de varios Centros el INTI brinda una importante oportunidad de capacitación a los recuperadores, -muchos de ellos actualmente informales-, y puede actuar como Laboratorio de Referencia de las autoridades sanitarias nacionales, principalmente como asistente tecnológico del Estado, en la evaluación de las tecnologías de descontaminación.

Fuentes consultadas

Noticiero Tecnológico de INTI 14-04-08 - Revista Drinks & Waters N° 115, Buenos Aires, marzo 2008.