INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES – ITBA

ESCUELA DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE HARINA Y ACEITE DE MERLUZA

Autores:

Borghi, Manuela (Leg. Nº 57455)

Cots, Tomás Ignacio (Leg. Nº 57179)

Fernández Bettelli, Constanza (Leg Nº 57454)

Jones Amari, Alan Aeron (Leg. Nº 56142)

Tutores:

Castagnino, Nicolás

Castro Fuentes, Alberto

TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

Buenos Aires

2020

RESUMEN EJECUTIVO

Se llevó a cabo un estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de procesamiento de residuos pesqueros para la obtención de harina y aceite destinados a la alimentación animal. El proyecto contempla la instalación de una planta con capacidad de procesamiento de 200 toneladas de residuo por día y se determinó como ubicación más conveniente el puerto de la ciudad de Mar del Plata.

La totalidad de la producción será exportada debido a la demanda sostenida y creciente de proteínas para la alimentación animal, impulsada principalmente por China. Las proyecciones tanto propias como de terceros del precio de estos commodities son también crecientes en un contexto donde la demanda aumenta y la oferta se encuentra limitada por la capacidad natural de recuperación de los recursos ictícolas de los océanos.

La inversión necesaria en activo fijo para llevar adelante el proyecto es de USD 2.511.077 y se financiará en un 60% mediante un préstamo en ARS y en un 40% mediante capital propio. A lo largo del proyecto se requerirán inversiones adicionales por renovación y mantenimiento de equipos de USD 1.296.240.

Los indicadores financieros más relevantes del proyecto son un valor actual neto (VAN) de USD 4.360.954 junto a una tasa interna de retorno (TIR) de 35%. El período de repago por su parte es de 2,7 años. La tasa de retorno para los inversionistas es de 46%.

Se sometió al proyecto a un análisis de riesgos para determinar el impacto de la volatilidad de las variables críticas identificadas en el VAN del proyecto. En base a estos resultados se desarrollaron estrategias de gestión de riesgos y se calculó la distribución de probabilidades del VAN. El resultado arrojó un valor positivo en el 93% de los casos con una media de USD 3.035.689. Se concluye que es recomendable llevar a cabo este proyecto.

EXECUTIVE SUMMARY

A pre-feasibility study was carried out for the installation of a fish waste processing plant to obtain flour and oil for animal feed. The project includes the installation of a plant with a processing capacity of 200 tons of waste per day and the port of the city of Mar del Plata was determined as the most convenient location.

The entire production will be exported due to the sustained and growing demand for protein for animal feed, driven mainly by China. Both own and third-party projections of the price of these commodities are also growing in a context where demand increases, and supply is limited by the natural capacity of recovery of the fish resources of the oceans.

The investment required in fixed assets to carry out the project is USD 2.511.077 and will be financed 60% through a loan in USD and 40% through equity. Throughout the project, additional investments will be required for equipment renewal of USD 1.296.240.

The most relevant financial indicators of the project are a net present value (NPV) of USD 4.657.814 together with an internal rate of return (IRR) of 35%. The repayment period for your part is 2,7 years. The rate of return for investors is 46%.

The project was subjected to a risk analysis to determine the impact of the volatility of the critical variables identified in the NPV of the project. Based on these results, risk management strategies were developed and the NPV probability distribution was calculated. The result was positive in 93% of the cases with a mean of USD 3.035.689. It is concluded that it is advisable to carry out this project.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestros agradecimientos a todas las personas cuya ayuda contribuyó a la realización de este trabajo. En especial a los señores Agustín y Jorge Galli que nos abrieron gentilmente las puertas de su empresa, al ingeniero Daniel Gutiérrez que compartió con nosotros sus más de 30 años de experiencia en el rubro pesquero y al Dr. Hernán Góngora por su invaluable aporte sobre la biología del Mar Argentino.

También queremos agradecer a nuestros tutores Alberto Castro Fuentes y Nicolás Castagnino por su aporte y guía durante todo el desarrollo de este trabajo. Este trabajo tampoco hubiese sido posible sin el aporte de todos los docentes que sumaron sus conocimientos en cada paso que dimos en nuestro recurrido por la Universidad

Por último y no menos importante queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestras familias y amigos, cuyo incondicional apoyo hizo posible nuestra formación en esta casa de estudios.

CONTENIDO

1 ANÁLISIS DEL MERCADO 1

1.1 INTRODUCCIÓN AL APARTADO DE MERCADO 1
1.2 DEFINICIÓN DE NEGOCIO Y PRODUCTO 2
1.2.1 Producto 2
1.2.1.1 Harina de merluza 4
1.2.1.2 Aceite de merluza 4
1.2.2 Misión y Visión 6
1.2.3 Mercado objetivo 6
1.2.4 Reason to Believe 6
1.2.5 Point of Difference 7
1.2.6 Reason to Win 7
1.2.7 Análisis estratégico 7
1.2.7.1 Fuerzas de Porter 7
1.2.7.2 Análisis 5 c 11
1.2.7.3 Análisis Interno 12
1.2.7.4 Análisis Externo 13
1.2.7.5 Análisis FODA 15
1.2.7.6 Segmentación 15
1.3 ANÁLISIS DE DEMANDA Y OFERTA HISTÓRICA 16
1.3.1 Mercado mundial 16
1.4 MERCADO DE BIENES SUSTITUTOS 19
1.4.1 Aceite de algas marinas 22
1.4.2 Harinas con Proteínas de insectos 24
1.4.3 Proteínas unicelulares o Single-Cell Protein (SCP) 26
1.5 MERCADO CONSUMIDOR 27
1.5.1 Consumo e Importaciones de fish meal por país 28
1.5.2 Consumo e importaciones de fish oil por país 30
1.5.3 Consumo de fish oil Brasil 31
1.5.4 Consumo de fish meal por industria 32
1.5.5 Industria acuícola 33
1.5.5.1 Índice FCR 34
1.5.5.2 Índice FFDR 35
1.5.5.3 Índice FIFO 36
1.5.6 Producción acuícola mundial 39
1.5.7 Industria porcina 43
1.5.8 Industria avícola 47
1.5.9 Consumo del fish oil por industria 50
1.5.9.1 Industria acuícola 50
1.5.9.2 Consumo humano de aceite de pescado 51
1.6 MERCADO COMPETIDOR 53
1.6.1 Mercado mundial 53
1.6.2 Mercado local 59
1.7 MERCADO PROVEEDOR 60
1.7.1 Puerto de Mar del Plata 60
1.7.2 Industria fresquera 63
1.7.3 Dimensionamiento de mercado objetivo 66
~~1.8~~ PROCESO DE OBTENCIÓN 70
1.8.1 Procesamiento del filete 70

1.9 PROYECCIONES 71
1.9.1 Precio harina de pescado 71
1.9.2 Proyección de precio de la harina de pescado 74
1.9.2.1 Proyección precio – Mean Reversion: 75
1.9.3 Precio aceite de pescado 83
1.9.4 Correlación precios aceite-harina 89
1.9.5 Proyección precio del aceite de pescado 90
1.9.5.1 Random Walk 91
1.9.5.2 Mean Reversion 92
1.9.6 Estimación de la demanda de harina de pescado 95
1.9.7 Estimación de la demanda de aceite de pescado 101
1.10 INGRESOS ESPERADOS 103
1.11 LEGISLACIÓN VIGENTE 105
1.12 IMPUESTOS PARA EXPORTACIÓN 110
1.12.1 Principales entidades reguladoras 110

2 ANÁLISIS DE INGENIERÍA 113

2.1 INTRODUCCIÓN AL APARTADO DE INGENIERÍA 113
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO 113
2.2.1 Transporte de la materia prima a la planta harinera 117
2.2.2 Recepción de la materia prima 117
2.2.3 Molienda ingreso 117
2.2.4 Calentamiento 118
2.2.5 Colado 120
2.2.6 Prensado 120
2.2.7 Decantador de centrifugación de sólidos 121
2.2.8 Centrifugación de líquido 123
2.2.9 Evaporación 123
2.2.10 Secado 125
2.2.11 Enfriamiento 127
2.2.12 Molienda 127
2.2.13 Harina como producto final 128
2.2.14 Empaquetado de la Harina 128
2.2.15 Aceite como producto final 129
2.2.16 Envasado del Aceite 129
2.3 OPCIÓN ALTERNATIVA DEL PROCESO 129
2.4 MÉTODOS APLICADOS TRADICIONALMENTE EN MATERIA PRIMA, HARINA DE PESCADO Y ACEITE 130
2.5 MÉTODOS DE PRESERVACIÓN EN TODA LA CADENA DE VALOR 133
2.6 BALANCEO DE LÍNEA 138
2.6.1 Balance de necesidades 138
2.7 SELECCIÓN DE EQUIPOS ..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
2.8 GRADO DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS 152
2.9 INVERSIÓN 153
2.10 PLAN DE RENOVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS 155
2.11 PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA 158
2.12 ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL 159
2.12.1 Estructura de la Organización 159
2.12.2 Dimensionamiento de la mano de obra en planta ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.12.3 Tercerización de funciones: estructura de distribución 165
2.13 LOGÍSTICA Y COSTOS DE CAJONES 169
2.14 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA: LAY-OUT 170
2.14.1 Determinación de las superficies necesarias de maquinaria 171
2.14.2 Determinación de áreas auxiliares: Almacenamiento de producto terminado 172
2.14.3 Determinación de áreas auxiliares: Diseño del almacén 173
2.14.4 Determinación de áreas auxiliares: Vestuarios y oficinas 175
2.14.5 Lineamientos de la distribución en planta: 176
2.15 IMPACTO AMBIENTAL 180
2.15.1 Polución debido al olor 180
2.15.2 Emisiones a la atmósfera 182
2.15.3 Polución de efluentes líquidos 183
2.15.4 Marco Legal 184
2.16 LOCALIZACIÓN 187
2.16.1 Macro localización 187
2.16.2 Micro localización 199
2.17 COSTOS MENSUALES DE SERVICIOS 201
3 ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO 203
3.1 INTRODUCCIÓN AL APARTADO ECONÓMICO-FINANCIERO 203
3.2 ANÁLISIS DE VARIABLES MACROECONÓMICAS 203
3.3 INVERSIÓN EN ACTIVO FIJO 205
3.3.1 Bienes de uso 205
3.3.1.1 Terreno y adecuaciones 205
3.3.1.2 Máquinas y equipos 206
3.3.1.3 Rodados 206
3.3.2 IVA sobre inversiones en activo fijo 206
3.4 CARGOS DIFERIDOS O RUBROS ASIMILABLES 207
3.4.1 Constitución de la empresa 207
3.4.2 Gastos de instalación 207
3.5 COSTOS 208
3.5.1 Costo de venta 208
3.5.2 Gastos generales 209
3.6 CALENDARIO DE INVERSIONES 210
3.7 ESTRUCTURA DE LA DEUDA 212
3.7.1 Créditos renovables 212
3.7.2 Créditos no renovables 213
3.8 CUADRO DE RESULTADOS 215
3.9 PUNTO DE EQUILIBRIO 217
3.10 FLUJO DE FONDOS 220
3.11 FLUJO DE IVA 222
3.12 CUADRO DE FUENTES Y USOS 224
3.13 BALANCE 226
3.14 TASA DE DESCUENTO 230
3.15 CIERRE DEL PROYECTO 232
3.16 RENTABILIDAD – CRITERIOS DE EVALUACIÓN 232
4 ANÁLISIS DE RIESGOS 238
4.1 INTRODUCCIÓN 238

4.2 FUENTES DE RIESGOS 239
4.3 VARIABLES SISTEMÁTICAS 239
4.3.1 Inflación y Tipo de cambio real 240
4.3.1.1 Escenario 1 240
4.3.1.2 Escenario 2 242
4.3.1.3 Escenario 3 243
4.3.1.4 Conclusiones sobre el tipo de cambio nominal 244
4.3.2 Inflación anual EE.UU. 245
4.4 VARIABLES NO SISTEMÁTICAS 247
4.4.1 Aranceles a la exportación 247
4.4.2 Provisión de materia prima 247
4.4.3 Precio MP 249
4.4.4 Precio del aceite y la harina 249
4.4.5 Cortes de energía, gas y paro de trabajadores .... **¡Error! Marcador no definido.**
4.5 CORRELACIÓN DE VARIABLES 254
4.5.1 Precio fish meal – Precio fish oil 254
4.5.2 Inflación – Tipo de cambio 255
4.6 TORNADO CHART 255
4.7 SIMULACIÓN 258
4.7.1 Simulación de Montecarlo 258
4.7.2 Análisis de sensibilidad 259
4.7.2.1 Análisis de los resultados de la simulación 259
4.7.2.2 Escenario 1 260
4.7.2.3 Escenario 2 261
4.7.2.4 Escenario 3 264
4.8 ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS 265
4.8.1 Cobertura de Riesgos 266
4.8.1.1 Combinación de estrategias 277
4.9 OPCIONES REALES 280
4.9.1 Escenario base 280
4.9.2 Escenario con la opción de esperar 281

5 ANEXO 282

5.1 COMPORTAMIENTO DE LA FLOTA EN LA PESQUERÍA DE MERLUZA COMÚN DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CITC. 282
5.2 EXPORTACIONES DE FISH OIL 285
5.3 RANDOM WALK – ACEITE DE PESCADO 291
5.4 IMPORTACIONES DE FISH MEAL MUNDIAL 293
5.5 ARGENTINA EN EL MERCADO DE FISH OIL 299
5.6 PROYECCIÓN PRECIO FISH MEAL MINITAB 300
5.7 ESTIMACIÓN Q PRODUCIDA 302
5.8 RELACIÓN TÉCNICA HISTÓRICA 303
5.9 CALENDARIO DE CAPEX 305
5.10 FLUJO DE FONDOS DE LA DEUDA 306

6 BIBLIOGRAFÍA 308

1 Análisis del Mercado

1.1 Introducción al apartado de Mercado

La harina y el aceite de pescado son productos que se obtienen a partir del procesamiento de pescados o residuos de pescado. La mayoría de los países productores los obtienen a partir del pescado entero. En Argentina es ilegal destinar el pescado entero para un fin cuyo objetivo no sea el consumo humano. Por lo tanto, estos productos se obtienen únicamente a partir de los residuos de pescado. Esto ayuda a sostener la biomasa marina, reduciendo la explotación de recursos, y a su vez, permite obtener un recurso útil a partir de desechos.

El aceite de pescado se genera como subproducto del proceso de producción de la harina de pescado, por lo que su producción y comercialización también está contemplada en el marco de este proyecto. El proceso productivo incluye tres etapas principales: cocción, prensado y secado. En la etapa de prensado es donde se obtiene el aceite de pescado como producto secundario.

En la Ilustración 1.1 se pueden observar los porcentajes de obtención de producto en las diferentes instancias del proceso. De un pescado entero se puede aprovechar el 50% para fileteado y el 50% restante son considerados residuos, compuestos por vísceras, cola y cabeza. Del 50% de los residuos, el 20% se transforma en harina, el 4% en aceite y el 76% restante es humedad que se evapora en las distintas etapas del proceso.

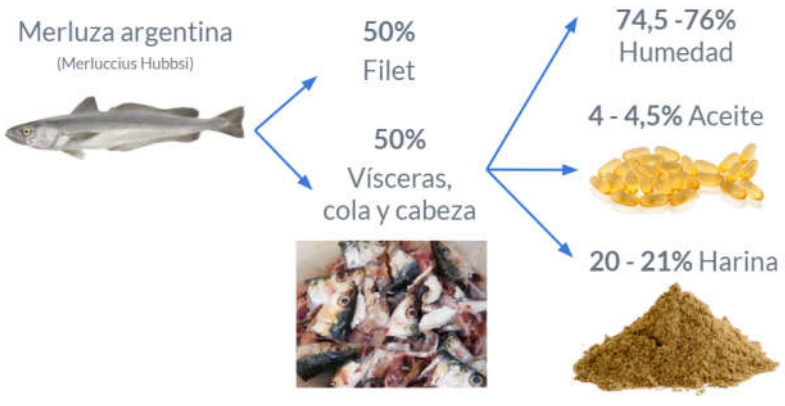


Ilustración 1.1: Resumen del proceso (Elaboración propia)

La viabilidad de este proceso productivo depende en gran medida de la disponibilidad de materia prima. En nuestro país las capturas de mayor relevancia para la industria harinera están constituidas por la merluza común y el abadejo, y principalmente se desembarcan en el puerto de Mar del Plata. Un análisis preliminar de la disponibilidad de residuos del proceso de fileteado y procesamiento de pescado reveló que en Argentina la zona más apropiada para la instalación de un emprendimiento de estas características es en los alrededores del puerto de la ciudad de Mar Del Plata. Este análisis se realiza más en detalle en la sección de análisis del mercado proveedor.

Históricamente siempre se usaron los productos derivados del pescado para la alimentación de aves, cerdos y peces de corral. Su uso se debe principalmente al gran aporte proteico que posee. Con el tiempo, la harina de pescado se empezó a destinar en mayor proporción a la acuicultura, siendo hoy el principal mercado de destino.

Actualmente, la producción también se ve afectada por las regulaciones gubernamentales que fomentan el cuidado de estos recursos para evitar la sobreexplotación. En términos generales, se cree que la demanda va a aumentar a lo largo del tiempo. Esto es así dado que se estima un crecimiento sostenido de la acuicultura, debido al crecimiento poblacional previsto. La problemática que aquí se encuentra es que, si bien la demanda es creciente, la oferta no podrá crecer en la misma medida, ya que esto llevaría a una sobreexplotación de los recursos.

La pesca destinada exclusivamente a la producción de harina de pescado es un gran causante de la sobreexplotación de los recursos. Por esta razón este estudio de prefactibilidad se centra en la producción de la harina a partir de residuos.

1.2 Definición de negocio y producto

1.2.1 Producto

La calidad de la harina y el aceite de pescado dependen en gran medida de las propiedades de la materia prima utilizada. Las especies de peces, las condiciones oceánicas donde se pescó (temperatura, contaminación, alimentación, otras especies), los efectos estacionales y los métodos de conservación son parámetros de la materia prima que influyen en el procesamiento, el rendimiento y la calidad nutricional y técnica de estos productos.

En los últimos años, se produjeron cambios en las demandas de productos proteicos alternativos. Como resultado, hoy en día existe una mayor competencia por parte de los productos sustitutos de la harina y el aceite. Entre ellos se encuentran ingredientes de plantas, levaduras, algas e insectos. Por este motivo, se requiere un mejor conocimiento del proceso y los métodos de obtención de producto para poder aumentar el valor nutricional y económico de sus productos.

La harina de pescado es un polvo obtenido después de cocinar, prensar, secar y moler pescado crudo fresco y recortes de pescado. El aceite de pescado es el líquido extraído del pescado cocido. A partir de 100 kg de materia prima, una fábrica de harina y aceite de pescado produce aproximadamente 20 kg de harina de pescado y 5 kg de aceite de pescado.

Una cantidad creciente de materia prima proviene de recortes reciclados. El rendimiento del filete para la mayoría de las especies de peces varía entre el 30% y el 65% de la masa del pescado y los cortes constituyen un recurso valioso para los productores de harina y aceite de pescado. Los recortes y otras materias primas en reposo constituyen actualmente alrededor del 30% (globalmente) de la materia prima para la producción de harina de pescado.

El valor de la harina y el aceite de pescado radica en que se consideran los ingredientes más nutritivos y digeribles para la alimentación de peces y muchos animales de cultivo. Todos los peces marinos dependen de los ácidos grasos omega-3 marinos en diversos grados y la composición de micronutrientes en la harina de pescado, incluidos los aminoácidos, las vitaminas y los minerales, que favorecen el crecimiento y la función fisiológica óptima de los animales y los peces de cultivo. Esto hace que la harina y el aceite de pescado sean ingredientes indispensables para la alimentación. Algunas características de los productos son las siguientes:

- Alto contenido de proteínas de 62 a 75%
- Rico en ácidos grasos omega-3 de cadena larga EPA y DHA
- Contiene minerales; calcio, fósforo, magnesio, potasio y selenio
- Contiene vitaminas; B1, B2, B6 y B12

- Alta digestibilidad

1.2.1.1 Harina de merluza

La materia prima para la obtención de harina será principalmente de residuos de merluza, ya que es el tipo de pescado con mayor porcentaje de desembarques registrados, en Argentina. También podrá obtenerse harina a partir de otros pescados como lenguado, pez palo, abadejo, pescadilla, corvina, y demás acompañantes que provengan de la pesca (FAO, Fishery Industries Division, 1975).

En la Tabla 1-1, se encuentran las especificaciones de la harina de merluza producida actualmente por empresas marplatenses. Esta información es útil para la definición de las especificaciones del producto a producir.

Este producto es comercializado en bolsas de 50 kilogramos o en big bags de 1200 kilogramos.

1.2.1.2 Aceite de merluza

Dado que el aceite se obtiene como subproducto en el proceso de producción de harina de pescado, en nuestro país también es obtenido a partir de la merluza. A continuación, en la Tabla 1-1, se pueden encontrar las especificaciones del producto. El aceite se comercializa en tambores metálicos de 200 kilogramos generalmente.

Característica	**Valores**
Proteína	63% mín.

Humedad	10% máx.
Grasa	10% máx.
Cenizas	25% máx.
TBNV	150 mgrN/100gr máx.
Histaminas	200ppm máx.
Salmonella	negativo en 25 g.

Tabla 1-1: Especificación del fish meal producido a partir de merluza (Fuente: Elaboración propia)

Fish oil specifications	
Free Fatty acid	3-6% Oleic Acid Max.
Moisture and Impurities	1% Max.
Unsaponifiable matter	3% Max.
Lodine Value	150-190 Max.
Peroxide Value	5 meq 02/kg. Max
Gardner Color	13-15
Antioxidant	200 ppm Min.
Mineral Oil	Negative
Smell	Characteristic
DHA+EPA	22% Min.
Presentation	Metallic drums of 200 kg. Approx. and/of flexibags of 21 tons.

Ilustración 2: Especificaciones del fish oil producido a partir de merluza (Coomarpes Internacional, 2020)

1.2.2 Misión y Visión

La misión de la empresa es establecerse como una empresa líder en la producción de ingredientes y alimentos marinos de alta calidad y valor agregado en el Puerto de Mar del Plata, que opere en armonía con la comunidad y el medio ambiente.

Como visión se propone formar una comunidad de trabajadores comprometidos con el entorno. Se busca reducir la cantidad de residuos existentes provenientes de la industria pesquera, cumpliendo con normas y requisitos de seguridad y ambientales.

1.2.3 Mercado objetivo

El mercado objetivo es el de productos para la alimentación de animales. Por un lado, el foco está en poder captar el mercado de la acuicultura, ya que es el rubro al que se dirige el mayor porcentaje de harina de pescado. A nivel país, el foco estará puesto en China, ya que es el principal país importador de harina para acuicultura. Por otro lado, el foco también estará en brindar alimento para cerdos y aves.

Se ofrecerá un tipo de harina a aquellos consumidores que busquen costos más bajos. Nuestro producto es de menor costo que el de los principales productores, porque se brinda menor porcentaje de grasa y proteína, por su obtención a partir de residuos y no del pescado entero (mínimo de 63% vs mínimo de 65%). A pesar de ser de menor calidad, permite obtener los resultados deseados a un menor costo.

1.2.4 Reason to Believe

La propuesta de marca del proyecto está asociada al aprovechamiento de recursos disponibles para la producción de harina de bajo costo. Actualmente, el sector en una etapa en la que las capturas de pescado están llegando a su límite, resultando en la limitación de producción de harina de pescado. La producción de harina y aceite de pescado a partir de residuos provee una alternativa sustentable a largo plazo para brindar alimentos de alto valor proteico en la industria alimenticia.

1.2.5 Point of Difference

Al tratarse de un commodity, en términos generales no hay diferenciación entre los productos que ofrecen los distintos proveedores. Pero al producirse a partir de los residuos de pescado, es una harina de menor calidad que la que se produce en el resto del mundo. Se diferencia del resto de la harina teniendo un precio de mercado más bajo. Por otro lado, el hecho de utilizar residuos para la producción provee una ventaja medioambiental.

Frente a la harina ofrecida a nivel nacional, no habría diferencia alguna, ya que todos usan la misma materia prima.

1.2.6 Reason to Win

Tanto la harina como el aceite de pescado tiene una alta cantidad de fosfolípidos minerales, aminoácidos y ácidos grasos esenciales y son muy valorados en el mercado por su alta digestibilidad. Además, se debe tomar en consideración el expertise con el que cuenta Mar del Plata y la magnitud de los proyectos que se desarrollan allí.

1.2.7 Análisis estratégico

Para comprender mejor el entorno de la empresa, sus ventajas competitivas, fortalezas y debilidades, entre otros aspectos, se realiza a continuación un análisis estratégico.

1.2.7.1 Fuerzas de Porter

A continuación de explicarán las 5 fuerzas de Porter para este proyecto. Además, se tuvieron en consideración el entorno tecnológico y el entorno regulador.

- Proveedores

Los proveedores para la producción de harina son las empresas fileteadoras de pescado. Particularmente aquellas que extraigan la materia prima con barcos fresqueros, ya que, los barcos del tipo congelador filetean mar adentro y expulsan sus residuos en el mar. Estas empresas proveerían los residuos de pescado, puntualmente de merluza, que es el pescado con mayor cantidad de desembarques en el puerto de Mar del Plata. Se considera

que la fuerza de los proveedores no es de gran magnitud, ya que los residuos no les generan valor agregado. De hecho, las fileteadoras se ven beneficiadas con este procedimiento, ya que evitan la contaminación de la zona del puerto con olor al pescado podrido. Este intercambio de materia prima se realiza de manera informal. En Argentina las empresas productoras de harina no pagan por los residuos.

Las fileteadoras proveen la materia prima a través de un intercambio. Se utilizan cajones para colocar el pescado que pescan, luego ese pescado es fileteado y los residuos son colocados nuevamente en los cajones para entregarlos a las productoras de harina. Las empresas harineras se encargan de los costos logísticos de esos cajones. Es decir, compran los cajones, se los entregan a la empresa fileteadora, luego los limpian una vez que recibieron los desechos y finalmente los envían nuevamente para que se realice la pesca. En general, el costo del residuo de las fileteadoras es nulo. En otros casos, las empresas fileteadoras pagan a las harineras para que busquen los residuos, siendo ese un costo hundido.

El único caso en el que los proveedores podrían llegar a ser una amenaza sería que las mismas empresas fileteadoras expandan su negocio y establezcan su propia planta harinera. Si eso ocurriera, dejarían al proyecto sin materia prima disponible. Sin embargo, se cree que esto sería poco viable. En Mar del Plata existieron casos de empresas del sector pesquero que estaban integradas verticalmente, que cerraron sus plantas harineras por la imposibilidad de sostener varios negocios al mismo tiempo.

- Nuevos entrantes

En este caso, la planta harinera propuesta constituye un nuevo entrante en el sector. Según el análisis realizado en secciones posteriores, hay materia prima suficiente para la producción de harina de pescado. Luego se explicarán la elección del puerto, Mar del Plata, y del tipo de pescado utilizado. Es importante analizar la cantidad de materia prima disponible para entender si existe la posibilidad de que haya otros proyectos como el que se plantea en este estudio de prefactibilidad.

Es un mercado con materia prima limitada, ya que la producción depende enteramente de la disponibilidad del residuo generado por las empresas fileteadoras y este depende de la cantidad pescada. Actualmente los residuos disponibles son suficientes para la magnitud

de empresa que se quiere formar. En el caso que haya un nuevo entrante, habría escasez de materia prima. Lo que ocurriría es que se ofrecería la materia prima a la harinera que ofrezca más por los residuos, lo que no quiere decir que dejaría sin residuos a este proyecto.

El condicionante de la materia prima hace que la barrera de entrada se alta ya que, si no hay materia prima disponible, no se puede producir harina. Las empresas existentes siempre tendrán prioridad por reconocimiento de marca. Por otro lado, para iniciar con un proyecto de esta envergadura, se necesita capital, acceso a la tecnología y know-how de la industria.

- Productos sustitutos

La harina de pescado se usa principalmente por el aporte proteico que posee y por las características favorables que provee para el crecimiento de animales. Es el primer producto que se busca a la hora de usarlo como materia prima para la acuicultura. En el ámbito del ganado porcino se usa como suplemento adicional. En la sección de productos sustitutos se abordará el tema con mayor profundidad.

La harina es un producto cuya demanda es creciente. Sin embargo, como mencionado anteriormente, el limitante es la oferta. Es por eso que los precios de la harina siguen una tendencia creciente. Debido a esta suba de precio, los diferentes sectores de consumo buscan diferentes alternativas. Las harinas de origen animal y vegetal son las principales alternativas para suplantar este producto.

Si bien el mercado de los productos sustitutos se encuentra creciendo, nunca se dejará de demandar la harina como insumo, debido a sus propiedades. Los mercados consumidores buscan otras opciones por la poca oferta existente. A pesar de que nunca se reemplazará completamente a los productos provenientes del mar, el poder de los sustitutos es alto, ya que ofrecen un producto de calidad a un precio competitivo. Actualmente están acaparando gran parte del mercado.

- Clientes

Los productores argentinos destinan aproximadamente el 30% de su producción al mercado local. El restante es exportado a diferentes países. La demanda del mercado local

no varía en grandes cantidades año a año y ya se encuentra en manos de los productores existentes. Por eso, el foco de clientes del proyecto está puesto en el mercado internacional.

En cuanto al mercado global, China es el principal consumidor de harina de pescado. El resto de los países que le siguen tienen una participación menor. Estos países son Noruega, Japón, Alemania, Taiwán, entre otros. Los países que lo importan destinan principalmente los productos a la alimentación de animales. Actualmente se destina el 70% de la producción al sector de la acuicultura.

Se cree que los clientes no tienen poder sobre los productores de harina, ya que es un producto que ellos necesitan como suplemento para animales. Si bien pueden buscar sustitutos, no pueden reemplazarla totalmente por las propiedades que posee. Por otro lado, también se considera que el poder de los compradores es bajo, ya que ellos no contribuyen a la calidad o el desempeño de la industria. Además, es un producto cuyo consumo está disperso alrededor del mundo, lo cual implica que la demanda no es restringida.

- Competencia

A nivel global, la participación de Argentina como productor de harina es muy pequeña. Debido a esto, no se considera que se pueda competir fuertemente a nivel mundial con otros proveedores. A nivel local, las empresas que podrían competir con este proyecto son Agustiner S.A. y Coomarpes S.A. Mundo Branco es la tercera empresa productora de harina de pescado, pero no está ubicada en Mar del Plata, si no en Vivoratá. Dada la cercanía del lugar, 30 km, se considera que forma parte de la competencia.

Si no se abordase correctamente la forma de obtener la materia prima para la industria, la competencia podría ser un problema. Principalmente, porque las empresas existentes tienen años de experiencia en el puerto de Mar del Plata, teniendo mayor relación con los proveedores de residuos. Además, no habrá diferencias significativas entre la calidad de los productos ofrecidos.

- Entorno regulador

Por un lado, la industria pesquera se ve limitada por las regulaciones gubernamentales para cuidar la biodiversidad de las especies. Al ser un recurso escaso, la cantidad de materia prima disponible se encuentra limitada. Por otro lado, se puede reconocer un incentivo por parte del gobierno hacia las productoras de harina. Ellos incentivan este tipo de empresas para evitar que los residuos de pescado sean desechados en el mar o en las zonas del puerto, causando mal olor a sus alrededores.

También se puede considerar que el negocio se ve afectado por las regulaciones existentes referidas a exportaciones. En la sección económica-financiera, se tuvo en cuenta el efecto de la retención y el reintegro a las exportaciones.

- Entorno tecnológico

El entorno tecnológico podría afectar como una barrera de entrada, ya que si no se dispone del capital necesario para acceder a la maquinaria necesaria no se podría desarrollar el proyecto. Sin embargo, se puede recurrir a algún tipo de financiación. Una vez hecha la inversión inicial, rara vez debería actualizarse el tipo de tecnología actualizada. Además, se esperaría que gracias a la rentabilidad del proyecto se pueda recuperar la inversión inicial.

Si se tiene en cuenta el factor tecnológico desde el lado del proceso de producción, podría considerarse que una falta de conocimiento acerca de este podría llevar al fracaso del proyecto.

1.2.7.2 Análisis 5 C

A continuación, se hará un análisis de las “5 C” del marketing para complementar con las fuerzas de Porter.

- Compañía

Como explicado anteriormente, este estudio de prefactibilidad plantea un proyecto cuyo objetivo es poder ser una empresa líder en el ámbito de la harina de pescado a nivel país. Para eso se busca consolidar una empresa con compromiso social, propiciando un buen lugar de trabajo y respetando las reglas medioambientales. Se busca ofrecer un producto

cuya calidad es más baja frente al que se ofrece en el resto del mundo, consecuentemente vendiéndose a un precio menor.

- Colaboradores

Se considera como colaboradores a los proveedores, distribuidores y a cualquier empresa o persona con la que puedan hacerse alianzas. En la sección de Fuerzas de Porter se explicó la relación con los proveedores. En cuanto a los distribuidores, es de vital importancia asociarse con una empresa de transporte que se encargue de la logística del movimiento de producto terminado hacia el puerto de embarque. A su vez, es necesario hacer alianzas con profesionales del ámbito, para mantenerse al tanto de las innovaciones tecnológicas y la evolución de los mercados de destino.

- Clientes y Competencia

El comportamiento de los clientes y la competencia fue explicado previamente en la sección “Fuerzas de Porter”.

- Contexto

Por un lado, la industria pesquera se encuentra en un contexto en el cual las capturas de pescas se encuentran limitadas por regulaciones gubernamentales que buscan cuidar la biodiversidad de las especies. Esto provoca que la oferta de pescado y sus productos derivados no pueda crecer. Se prevé que la demanda de harina de pescado continuará en aumento, ya que el principal destino, la acuicultura, seguirá con una tendencia creciente en los próximos años. Por estos dos motivos, el precio de la harina y aceite de pescado tienen tendencia creciente.

En la Tabla 1-2 se puede visualizar el análisis FODA, donde se detallan las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de este proyecto. A continuación, se detallará el análisis interno y externo realizado.

1.2.7.3 Análisis Interno

En lo referido a fortalezas, tanto la harina como el aceite de pescado son productos que tienen una alta cantidad de fosfolípidos minerales, aminoácidos y ácidos grasos esenciales

como el DHA y EPA. Además, son muy valorados en el mercado por su alta digestibilidad. Sumado a esto, el expertise con el que cuenta Mar del Plata y la magnitud de los proyectos que se desarrollan allí son factores considerados como fortalezas. Por último, el hecho de que el proceso productivo tenga un subproducto se consideró como un punto a favor, ya que también podrá comercializarse.

Por otro lado, dentro de las debilidades, se encuentran que ambos productos pueden ser reemplazados por productos sustitutos. Con lo cual, la penetración del producto en los mercados consumidores podría peligrar. Del mismo modo, el hecho de que el recurso marítimo está limitado por la estacionalidad de la pesca representa una debilidad. Sumado a la falta de estabilidad de provisión de materia prima, durante el mes de enero existe una veda sobre el sector pesquero. Esto limita aún más la producción de harina.

1.2.7.4 Análisis Externo

Las oportunidades están dadas por la alta cantidad de residuos de pescado disponibles para su producción, la informalidad del mercado proveedor y el hecho de que el share argentino en el mercado es muy bajo. Por lo tanto, existe una coyuntura favorable para ingresar al mercado.

Otra de las grandes oportunidades en este sector es la alta demanda del sector farmacéutico. Allí se utiliza el aceite para la preparación de cápsulas y concentrados de omega-3. Además, proliferación de la acuicultura en países asiáticos, da un porcentaje cada vez mayor del suministro de pescado para consumo humano. Asimismo, el crecimiento de la población y del poder adquisitivo representan una oportunidad para seguir creciendo.

Finalmente, para ambos mercados representa una amenaza latente los productos sustitutos y la fuerte dependencia de los principales jugadores del mercado. Consecuentemente, si ocurriera un estancamiento de las economías de los países consumidores repercutirá en el consumo de harina y aceite de pescado.

No debe dejar de tenerse en cuenta el contexto económico argentino es muy inestable debido a los radicales cambios de gobierno y de política económica lo que hace más difícil

una proyección a largo plazo y también la alta carga impositiva del país en comparación a los competidores regionales como Chile y Perú.

1.2.7.5 Análisis FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
• Productos con propiedades preferenciales para los diferentes usos. • Obtención de producto secundario: aceite de pescado. • Los animales crecen rápidamente. • Alta digestibilidad. • Expertise en proyectos pesqueros de Mar del Plata	• Cantidad de residuos disponibles para la producción • Mercado informal • Proporción de participación argentina en el mercado • Suba de precio debido a la poca oferta • Apertura de nuevos mercados • Crecimiento de la población y mayor poder adquisitivo en países desarrollados.
DEBILIDADES	**AMENAZAS**
• Las propiedades que posee pueden ser reemplazadas por productos sustitutos • Productos obtenidos de menor calidad por estar hechos a partir de residuos. • Recursos marítimos limitado. • Durante el mes de enero, hay temporada de veda para el sector pesquero	• Condiciones oceanográficas • Cantidad de recursos disponibles • Regulaciones gubernamentales de pesca, exportación e importación de bienes • Dependencia de los principales players del mercado • Investigación y desarrollo de productos sustitutos

Tabla 1-2: Análisis FODA (Elaboración propia)

1.2.7.6 Segmentación

Para identificar los clientes se utilizó decidió segmentar geográficamente y por uso.

- Segmentación geográfica: se identificaron los principales países importadores de harina de pescado. El principal de ellos es China, seguido de Japón, Tailandia, Noruega, Vietnam y países de la Unión Europea. En cuanto al aceite de pescado, si bien los principales destinos a nivel mundial son Noruega y Dinamarca, el mercado argentino dirige más de la mitad de sus exportaciones de fish oil a Brasil, en menor medida a Chile, España y el mercado asiático destacando Indonesia y China.
- Segmentación por uso: el principal destino de la harina de pescado es el sector de alimentación de animales. Principalmente, la acuicultura es el sector que más porcentaje ocupa de las importaciones. Las industrias relevantes que le siguen son la alimentación de aves de corral, de cerdos y alimento para perros, entre otros.
- Targeting: Se realizó un análisis de cada uno de los segmentos concluyendo que el más atractivo es el de la industria acuícola asiática, en particular con China teniendo en cuenta que las relaciones comerciales con ese país son muy estables y sustanciales para Argentina. Por un lado, Argentina exporta principalmente commodities e importa mayormente productos tecnológicos desde China. Es por esto que se pueden aprovechar estas relaciones comerciales para exportar harina y aceite de pescado,

En la sección de demanda se analizan estos factores en profundidad.

1.3 Análisis de demanda y oferta histórica

1.3.1 Mercado mundial

A continuación, se hará un análisis del mercado mundial que comprende los últimos cuatro años.

Durante 2017 se aceleró la tasa de crecimiento de la producción mundial de pescado en relación con la de 2016. Los principales países beneficiados fueron los dos grandes productores a nivel mundial, Perú y Chile. Una de las causas de esta aceleración se debe a la recuperación de las capturas de anchoveta en Sudamérica, ya que en presencia de juveniles no se puede pescar, por lo que escasea la oferta y los precios tienden al alza. Otra causa se debe al incremento de los productos provenientes de la acuicultura a una

tasa anual del 4%. La primera temporada, en Perú, comenzó en abril de 2017 y alcanzó el 85% de la cuota total, capturando 2,4 millones de toneladas, lo que fue visto como una indicación del final de El Niño. Este nivel más alto de producción fue acompañado por la demanda tanto de países en desarrollo como desarrollados, incluyendo la recuperación de la demanda en mercados emergentes como Brasil y Rusia. En conjunto, llevó a que los precios sean más altos que los de 2016 pese al aumento en la oferta mundial.

El Fenómeno el niño es un patrón climático que provoca cambios de temperatura en las zona central y oriental del Pacífico tropical. Ocurre por el cruce entre dos vientos sobre el mar, causando fuertes tormentas. Estas tormentas provocan cambios en las corrientes, provocando un aumento o disminución de la temperatura del mar entre 1ºC y 3ºC (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2016). Se hace referencia a "La Niña" cuando la temperatura del mar aumenta y al "Niño" cuando la temperatura disminuye. Por estos motivos, en la zona de Perú la anchoveta migra mar adentro, alejándose de la plataforma continental chilena. Durante un período del Fenómenos del Niño de gran intensidad se reducen fuertemente las capturas peruanas, disminuyendo la cantidad de materia prima disponible para la producción de harina y aceite de pescado. Son períodos que pueden durar entre 3 y 7 años.

Como se mencionó anteriormente, es Fenómeno del Niño, o la Niña, no es un factor que se pueda dejar de lado. Principalmente afecta a la pesca del Pacífico. No obstante, dado que allí se encuentran los grandes productores de harina, si se manifiesta este fenómeno habrá escasez de producto terminado y los precios se irán al alza.

Siguiendo en la línea de tiempo, la producción de harina de pescado peruana creció durante los primeros tres trimestres de 2017, llegando a 734 miles de toneladas de harina de pescado, un 133% mayor que en el mismo período de 2016. La segunda temporada de pesca no se reanudó hasta avanzado el año 2018, por lo que este monto puede considerar aproximadamente la producción peruana total para 2017. Como puede verse, los niveles de producción de este estudio de prefactibilidad son significativamente menores a la producción de los grandes productores.

Por otro lado, Asia, y particularmente China, fue y sigue siendo el principal impulsor del desarrollo mundial de productos pesqueros, tanto desde el lado de la oferta como del de la demanda. Otros proveedores importantes de harina de pescado y aceite de pescado

obtuvieron mejores resultados en 2017 que en 2016, específicamente Dinamarca y Noruega. Los países nórdicos pudieron aumentar su producción debido a una mayor cantidad de ciertas especies. La cosecha de anguilas, en Dinamarca, se multiplicó por diez en comparación con 2016; el capelán de Islandia, el arenque y la anguila de Noruega aumentaron conjuntamente la oferta del mercado, con una producción total de 297 MTn durante 2017.

Por otro lado, durante el 2018 se estima que la producción mundial de pescado creció en un 2,1% anual. En 2018, la cantidad de pescado para consumo humano provenía en un 55% de la acuicultura. Ese mismo año, Perú exportó el 80% de los productos pesqueros a China. En total, los países asiáticos contribuyeron con más del 90% de la producción acuícola.

Chile y Dinamarca, fueron el segundo y tercer mayor exportador de harina de pescado durante 2018. Chile exportó principalmente al mercado asiático, mientras que los productos daneses fueron principalmente consumidos por sus respectivos países vecinos. Chile aumentó la producción de harina de pescado en un 20% ese año.

Adicionalmente, Perú resalta como principal exportador de aceite de pescado. En el 2018 incrementó en un 172% anual su producción de aceite. Las exportaciones peruanas de aceite de pescado resultaron un 13% más que en el mismo período de 2017. Dinamarca, como el segundo mayor exportador, vendió más del 70% de sus productos de aceite de pescado a Noruega para ser utilizada en la industria del cultivo de salmón. Las ventas de los países vecinos de China han aumentado, en particular desde Vietnam y Tailandia.

Durante 2018, el precio del aceite de pescado presentó una leve tendencia a la baja, debido a varios factores. En primer lugar, los stocks de harina de pescado en China han alcanzado valores máximos que impidieron que la demanda se incremente. En segundo lugar, los casos de peste porcina africana en China podrían haber afectado las importaciones de harina de pescado, ya que ésta se usa mayormente en la cría de estos animales. El índice positivo de biomasa de la anchoveta peruana mejoró la oferta mundial de harina de pescado durante 2018. Consecuentemente, sumado a la acumulación de stocks en China, podría provocar una baja en el precio de la harina de pescado. En un largo plazo, la evolución de precios estará dada en función del equilibrio entre la oferta y la demanda (Ministerio de Agroindustria, 2017).

1.4 Mercado de Bienes sustitutos

En la última década el mercado mundial alimenticio ha investigado alternativas sustentables tanto para el fish meal como para el fish oil. Esto se debe principalmente al crecimiento de la demanda de alimentos, dado al crecimiento poblacional mundial y a las limitaciones para evitar la sobreexplotación pesquera.

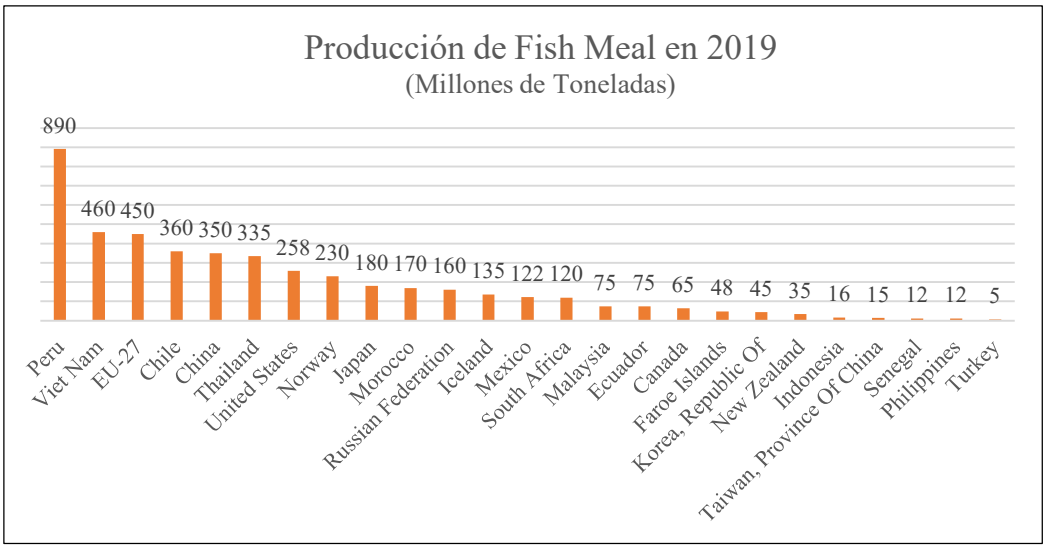


Gráfico 1-1: Producción mundial de fish meal en el año 2019 (Elaboración propia)

En 2018, FAO estimó que la producción acuícola y pesquera mundial llegaría para 2030 a 201 millones de toneladas métricas, lo que produciría un incremento en la demanda de proteínas para pescado de 10% anual. Debido a la poca oferta existente de harina de pescado y al aumento de la demanda por el crecimiento de la acuicultura, los mercados buscan continuamente productos para reemplazar el uso de la harina. El objetivo es reducir los costos a la hora de armar la dieta de alimentación de los animales. En el ámbito de la acuicultura, no podrán eliminar al aceite y la harina completamente sin reducir la calidad del pescado cultivado.

Tanto la harina como el aceite de pescado son utilizados como insumo en la producción de alimento balanceado en la nutrición animal. Los productos que sirven como reemplazo de la harina de pescado son aquellas harinas con contenido proteico pero proveniente de otros orígenes, como animal o vegetal. Entre las principales opciones existentes, se encuentran la harina de soja, de maíz, de trigo, de sangre, entre otras. Las ventajas de la harina de pescado frente a las otras alternativas son las siguientes:

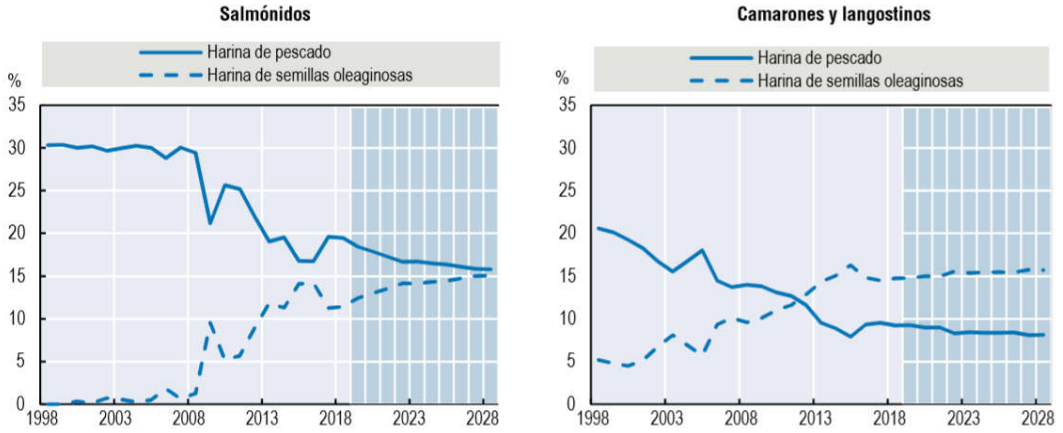
- Mayor contenido proteico: Las harinas de pescado contienen en promedio un 65% de proteína como mínimo. En cambio, la harina de soja ronda en el 45% de proteína, y las harinas de carne y hueso aproximadamente en un 50%.
- Son más ricas en aminoácidos, compuestos necesarios en las dietas de los animales.
- Mayor contenido de vitaminas: el fish meal posee un mayor porcentaje de Vitamina B. Además, a diferencia de los productos sustitutos, posee Vitamina D.
- Contienen 10% de grasa: La harina proveniente del pescado entero contiene un porcentaje de grasa, a diferencia de las harinas provenientes de origen animal y vegetal. El contenido graso se encuentra en los ácidos grasos de cadena larga, de tipo EPA y DHA. Estos ácidos estimulan la formación del sistema nervioso central, incluyendo también la retina del ojo.
- Posee elementos minerales que favorecen los procesos enzimáticos.

A la hora de sustituir el fish meal se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los productos provenientes de la piscicultura poseen propiedades que fomentan el fortalecimiento del sistema inmunológico de los animales que se alimentan de ellos.
- En los casos en que se reemplaza el aceite de pescado por otro tipo de aceite rico en contenido de Omega 6, podría causar la muerte o fomentar enfermedades en los animales.
- Al sustituir harina de pescado por harina de otra fuente, hay que evitar su uso en zonas donde se encuentran concentraciones de nitrógeno en el agua.
- Se encontraron pocos efectos adversos en los casos que se logró reemplazar la harina de pescado en un 50%. Esto fue aplicado a peces de lento crecimiento.

En el Gráfico *1-2*, se puede observar la participación de la harina de pescado y la harina de semillas oleaginosas en los piensos acuícolas, de los salmónidos y de los camarones y langostinos específicamente. La participación del fish meal ha ido disminuyendo, mientras que la participación de la harina de semillas oleaginosas ha ido en aumento, sin embargo, se puede observar que en ambos casos tienden a estabilizarse. Esto se puede interpretar como que el fish meal no podría suplantarse por completo, al menos con harinas de vegetales como las utilizadas en la actualidad. La participación del fish meal

en piensos llegará en los próximos años a un nivel límite del que no podrá seguir disminuyendo.



Nota: Promedio mundial ponderado.

Fuente: OCDE/FAO (2019), "OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas", *Estadísticas de la OCDE sobre agricultura* (base de datos), http://dx.doi.org/10.1787/agr-outl-data-en.

Gráfico 1-2: Participación de distintas harinas en los piensos acuícolas (OCDE/FAO, 2019)

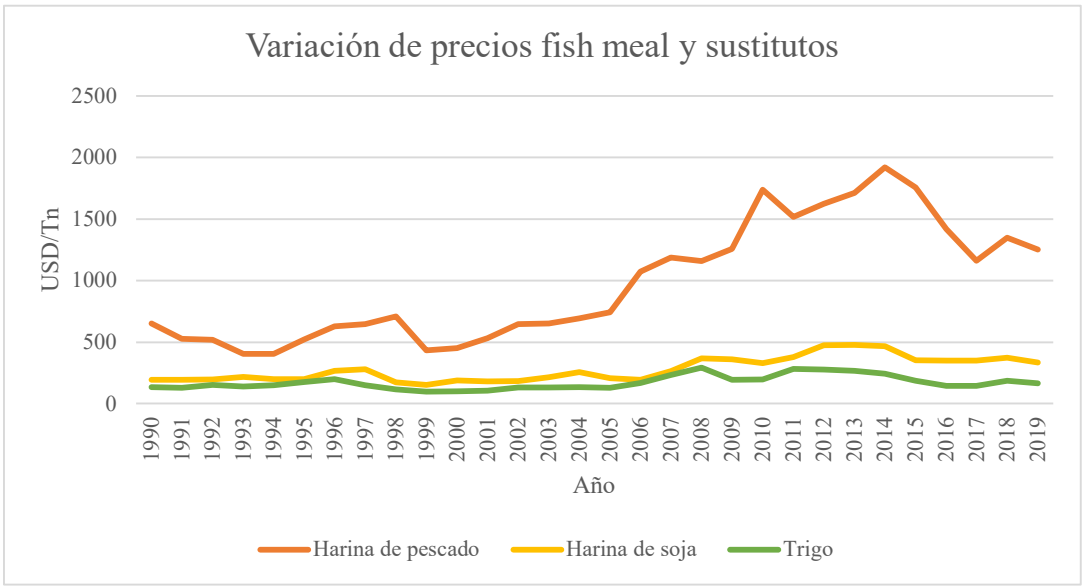


Gráfico 1-3: Comparación de precios del fish meal, harina de soja y trigo (Elaboración propia)

Frente a la escasez en la oferta de fish meal y fish oil, se han desarrollado diferentes alternativas proteicas para la alimentación animal, ellas son:

- Aceite de algas
- Proteínas de insectos

- Proteínas unicelulares

En los últimos años las proteínas basadas en insectos fueron las que más inversión obtuvieron, tanto de fuentes gubernamentales como privadas. En el Gráfico 1-4 se puede observar que en los últimos 5 años las inversiones de capital fueron significativamente mayores para el desarrollo de productos a partir de proteína de insectos, en comparación con los desarrollos a partir de algas y proteínas unicelulares.

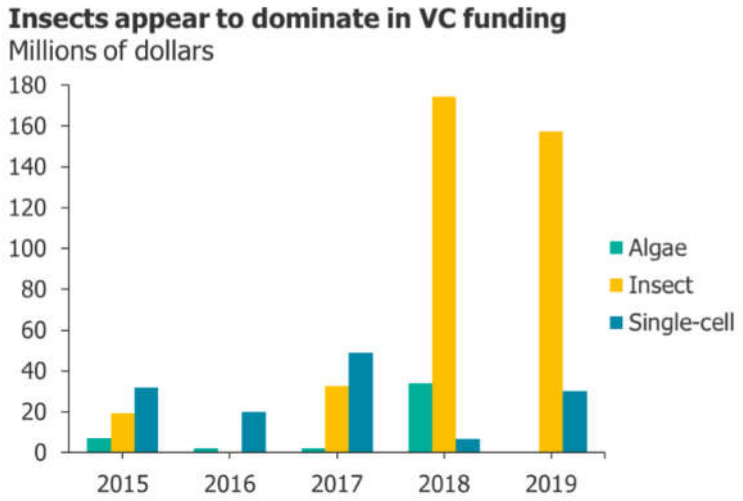


Gráfico 1-4: Inversión en Desarrollo de nuevas fuentes de proteínas. Fuente: Krishfield, L. (2019) "Future Fish Feed: Forecasting Alternative Aqua Feed Ingredients". Lux Research

1.4.1 Aceite de algas marinas

Desde hace más de 10 años se investiga la posibilidad de sustituir el uso de la harina y del aceite de pescado principalmente en la acuicultura debido al impacto ambiental que su producción genera. La empresa Skretting, líder mundial en la industria acuícola, desarrolló un producto sustituto que está basado en aceite de algas marinas. Este producto se implementó principalmente en la dieta de salmónidos, como sustituto del aceite de pescado. (Skretting Corporation, 2017).

Actualmente, las principales empresas que desarrollan esta tecnología son las siguientes: Veramaris, Bioprocessalgae, Algal Scientific, Fermentalg, MicroBio Engeneering, entre otras. El aceite de algas es principalmente producido por Veramaris (Veremaris, 2020), y fue incorporado en el alimento N3 producido por Skretting. Este producto contiene altos

niveles de EPA (ácido eicosapentaenoico) y DHA (ácido docosahexaenoico). El alimento a base de aceite de algas marinas está disponible a nivel mundial desde 2019 y presenta a la industria de la acuicultura la posibilidad de crecer de manera sostenible sin depender de la disponibilidad de aceite de pescado para su expansión.

A continuación, se listan algunas especificaciones del producto (Veremaris, 2020):

- La variedad de alga utilizada es Schizochytrium sp.
- Este tipo de alga produce de manera natural omega-3, EPA y DHA (ácidos grasos). El aceite de algas contiene estos nutrientes en una concentración superior al 50%.
- Su fermentación permite adquirir estos nutrientes sin necesidad de recurrir a los ecosistemas marinos.
- Se encuentra principalmente en la región del Pacífico Norte. La producción de la empresa Veramaris, pionera en su producción, está situada en Blair, Nebraska, Estados Unidos.
- Una tonelada de aceite de omega-3 de Veramaris es equivalente a 60 Tn de peces salvajes capturados.

Para la producción del aceite se utilizan dextrosa (azúcar) y algas marinas. La dextrosa se obtiene del maíz, es decir, es un recurso renovable. El alga, Schizochytrium sp., es cultivada en la planta de Veramaris, para utilizarla en el proceso de fermentación (Veremaris, 2020). En el proceso de fermentación, las células de las algas se multiplican de forma exponencial y convierten la dextrosa en ácidos grasos omega-3, que se acumulan en vesículas de aceite. Luego, se realiza un proceso de refinado en el que la pared de la célula se rompe y las vesículas de aceite se separan de la fase acuosa. Allí, el agua residual se elimina del aceite por centrifugación, lo que da como resultado final un aceite de algas sumamente concentrado y un subproducto líquido. Este subproducto líquido puede usarse como fuente de proteínas en el pienso para ganado bovino o puede ser convertido en biogás para la producción de electricidad. De esta forma, este proceso no genera ningún tipo de residuo.

La planta de Veramaris tiene una capacidad de producción equivalente a 1,2 millones de toneladas de peces silvestres, lo que permitirá satisfacer el 15% de la demanda anual de

EPA y DHA de toda la industria del cultivo de salmón (Veremaris, 2019) . Se recuerda que la industria del cultivo del salmón representa un 11% de la industria acuícola total.

Lux Research en (Krishfield, 2019) realizó un análisis PETS (político, económico, tecnológico y social) que arrojó los siguientes resultados:

- Ámbito político: las algas pueden ser utilizadas en la industria química y energética por lo que no recibe gran apoyo de los gobiernos para su producción destinada a la industria alimenticia.
- Ámbito económico: continúa siendo económicamente inviable para competir con otras proteínas existentes.
- Ámbito tecnológico: la obtención de las proteínas del alga es una barrera, sin embargo, cada vez hay más desarrollos de selectividad y modificación genética que lo permiten.
- Ámbito social: la alta demanda de algas de otros sectores económicos obstaculiza su desarrollo para para la industria alimenticia.

A partir de este análisis se puede concluir que, este producto sustituto requiere un apoyo aún mayor para ser producido en grandes cantidades y representar una amenaza para el fish meal y fish oil.

1.4.2 Harinas con Proteínas de insectos

La proteína de insecto proviene de las larvas de mosca “soldado negra” (Hermetia Illucens), un insecto con una capacidad para extraer proteínas de coproductos vegetales de bajo valor excepcional. Las principales empresas que se dedican a su producción son las siguientes: Innova Feed, Enterra, OvrSol, Agriprotein, Ynsect, entre otras.

Las proyecciones de la capacidad de producción arrojan volúmenes aproximados de 200.000 toneladas métricas anuales para el año 2024. Según Lux Research, las instalaciones de producción de insectos más grandes, como las de la compañía francesa Ynsect y las Tecnologías de Nutrición de Malasia, actualmente producen alrededor de 10.000 toneladas métricas al año, pero hay indicios de que su producción futura se duplicará. En el Gráfico 1-5 se puede observar la evolución proyectada de la producción, en tres escenarios posibles.

Existen varias alianzas estratégicas entre las empresas anteriormente mencionadas. Por ejemplo, Innova Feed se alió con Cargill en 2019 para producir y comercializar conjuntamente alimentos para peces con proteínas de insectos. Además, desde marzo del 2020 se encuentra en el mercado francés la primera camada de truchas alimentadas con proteínas de insectos y aceite de algas producidas por la empresa Auchan (The Site Fish, 2020).

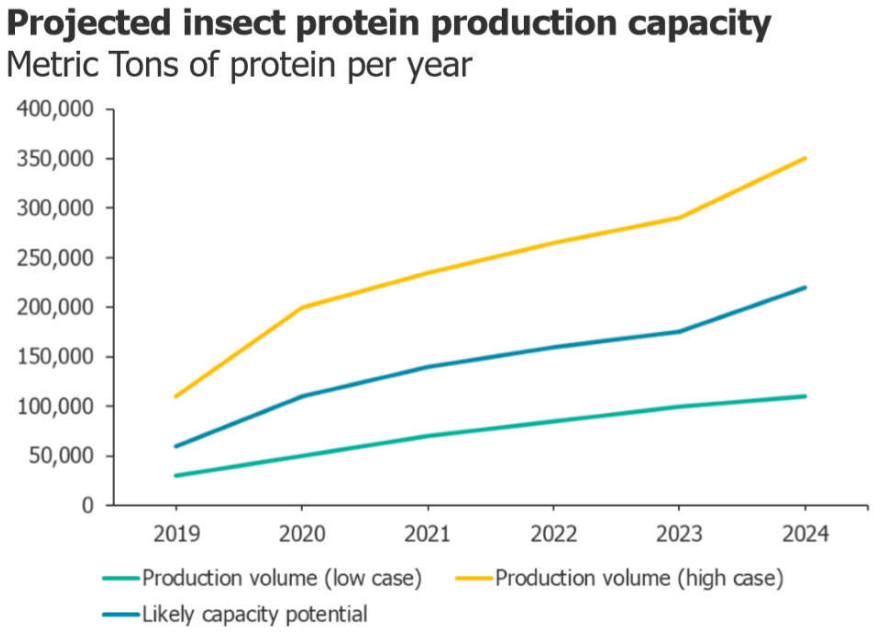


Gráfico 1-5: Proyección de la capacidad de producción de las proteínas provenientes de insectos. Fuente: (Krishfield, 2019)

El análisis PETS de Lux Research (Krishfield, 2019) realizó un análisis arrojó los siguientes resultados:

- Ámbito político: cambios en las legislaciones para promover la sustentabilidad habilitan su producción en la industria alimenticia.
- Ámbito económico: se estima que los costos productivos disminuyan gracias a las inversiones realizadas.
- Ámbito tecnológico: La automatización y la mayor eficiencia están permitiendo escalar la producción para reducir costos. El uso de insectos en la bioconversión de materiales de desecho agrega atractivo y circularidad.
- Ámbito social: se promueve su aplicación por sus ventajas en la sustentabilidad.

A partir de esta información se puede concluir que esta alternativa al fish meal constituye una amenaza inminente. Sin embargo, su producción en grandes cantidades aún depende de la disminución de costos productivos.

1.4.3 Proteínas unicelulares o Single-Cell Protein (SCP)

Las proteínas unicelulares constituyen una proteína alternativa potencial de alta calidad a la harina de pescado. Se cree que tiene el potencial de estabilizar el aumento de los costos en los piensos acuícolas y evitar la sobrepesca de peces pelágicos para la producción de fish meal. La principal fuente de proteína unicelular para utilizar en piensos acuícolas es la bacteria Methylobacterium extorquens, destinada al camarón blanco, salmón y el pez ornamental roncador.

Se estima que serán comercialmente relevantes y escalarán más rápidamente que las proteínas de los insectos. Las principales empresas que producen este tipo de proteína son las siguientes: Kiverdi, Calysta, Unibio, Arbiom, White Dog Labs, KnipBio, entre otras.

Una de las empresas que logró desarrollar un producto comercial que ya se encuentra disponible en el mercado es Calysta. Esta empresa es el líder mundial en la creación de proteínas alternativas sostenibles para alimentos e ingredientes alimenticios al fermentar el gas natural con bacterias naturales (Calysta, 2020). Su principal producto se llama FeedKind que posee tres líneas distintas destinadas a peces, cerdos y mascotas. Según las especificaciones declaradas, el producto posee un 71% de proteínas, 9% de grasas y 8% cenizas, lo que ha logrado aumentar las tasas de crecimiento y ha mejorado la eficiencia alimenticia.

La instalación de Calysta fue inaugurada en 2016 en el Centro para la Innovación de Procesos (CPI) en Teesside, Reino Unido. Actualmente se encuentra produciendo muestras para potenciales clientes de todo el mundo.

Otro producto similar en desarrollo en la actualidad es KnipBio (Knip Bio, 2020). Esta empresa se encuentra desarrollando tres productos específicos, evaluando cepas diferentes de methylobacterium. El primer producto en desarrollo es un reemplazo directo del fish meal con un contenido de proteínas y aminoácidos similar. Otro de los productos, además de reemplazar al fish meal, proporciona prebióticos para mejorar la salud

intestinal de los peces. Por último, el tercer producto, agrega una gama de carotenoides útiles para varias especies de peces de alto valor.

El análisis PETS de Lux Research para esta industria arrojó los siguientes resultados (Krishfield, 2019).

- Ámbito político: Gran incentivo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Ámbito económico: pocas compañías con capacidad de producción a escala, sin embargo, se podría lograr una producción a escala más rápido que en otras fuentes de proteínas.
- Ámbito tecnológico: La composición nutricional puede mejorarse con modificaciones genéticas o nuevos métodos de producción utilizando microbios.
- Ámbito social: la dependencia del metano o el gas natural puede afectar las percepciones sociales

Entre otros motivos más, se concluye que no es posible sustituir totalmente la harina y en aceite de pescado en la alimentación de animales. (Marín, 2007). Si bien existen alternativas sustentables en desarrollo, aún no hay indicios de que se puedan producir en grandes cantidades y que se suplante completamente al fish meal y fish oil.

1.5 Mercado consumidor

Con el objetivo de analizar el mercado consumidor, se decidió dividir la investigación en dos partes. En primer lugar, se analizaron el consumo y las importaciones de fish meal y fish oil por país, y luego, el consumo por industria.

1.5.1 Consumo e Importaciones de fish meal por país

El consumo de harina de pescado presenta grandes diferencias entre los continentes debido al desarrollo de las industrias consumidoras y a los hábitos alimenticios de su población. De esta forma, Asia es el principal continente consumidor de fish meal, ya que, representó en 2018, el 71% del consumo mundial. Esto se debe principalmente al gran desarrollo de la industria acuícola y porcina en China, como se puede ver en el Gráfico 1-7. Europa es el segundo continente más consumidor de fish meal, debido al desarrollo de la industria porcina en Alemania, España y, de la salmonicultura, en Noruega. En el Gráfico 1-6, se puede observar que Asia es el principal continente consumidor de harina de pescado, seguido por Europa.

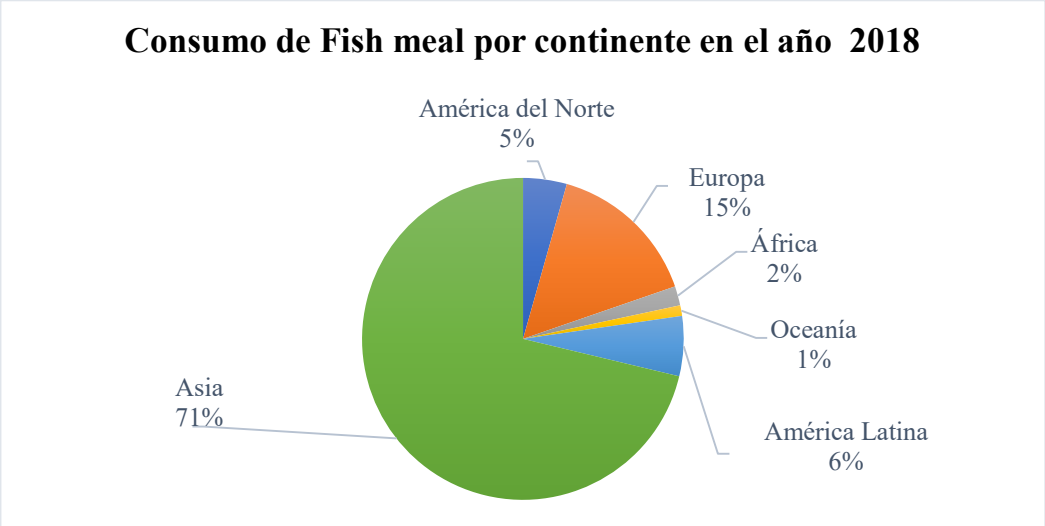


Gráfico 1-6: Consumo de fish meal por continente en el año 2018 (FAO, 2018)

Si bien los países que se encuentran en el Gráfico 1-7 son los principales países consumidores, esto no quiere decir que sean los principales productores. Por ello, se analizaron las importaciones de fish meal y su evolución con el correr de los años.

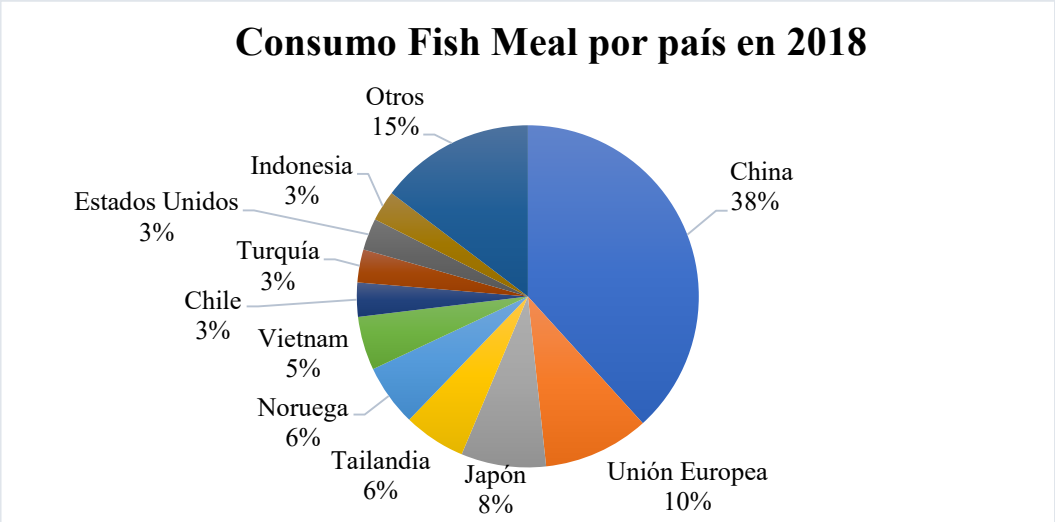


Gráfico 1-7: Consumo de fish meal por país en el año 2018 (FAO, 2018)

Dentro de los principales países importadores de harina de pescado se encuentran China, Japón, Alemania, Taiwán y Noruega. En el Gráfico 1-8 se puede ver la participación de los distintos países en el período comprendido entre 1980 y 2013. Se puede observar que la participación de China en las importaciones de fish meal fue aumentando hasta llegar en el año 2013 al 30%. Además, países como Japón y Alemania han disminuido su importación, mientras que Noruega también la ha aumentado.

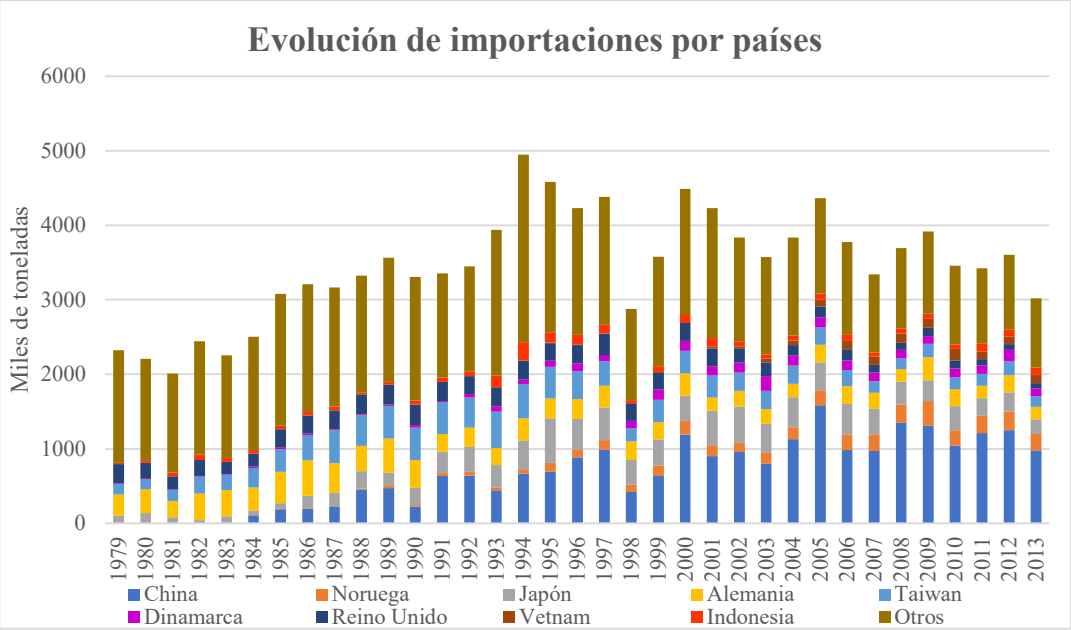


Gráfico 1-8: Evolución de la participación de los distintos países en las importaciones de fish meal (OCDE/FAO, 2019)

1.5.2 Consumo e importaciones de fish oil por país

Dentro de los principales países consumidores de aceite de pescado se encuentran Noruega, Dinamarca, Chile y China (este último país ha aumentado progresivamente su consumo de aceite de pescado) cuyas importaciones han tenido una tendencia creciente desde el comienzo de siglo.

Noruega siempre ocupó el papel principal dentro de los importadores debido a su actividad acuicultora, en particular, la salmonicultura (salmón y trucha) que ha alcanzado altos niveles de producción. El salmón es una especie carnívora que debe ser alimentado con alimentos de origen animal e idealmente marinos. Por ello, los pellets que se preparan para estos animales deben tener un alto contenido de harina y aceite de pescado. Esta actividad consume el 69% de la producción de aceite de pescado con una demanda creciente.

Además, se destaca que el continente europeo es el principal consumidor de aceite de pescado, representando un poco más del 50% de la producción mundial seguido con por el continente asiático siendo los principales consumidores Japón, China y Taiwán.

Las importaciones de aceite de pescado de la UE en 2018 alcanzaron las 216.753 toneladas, valoradas en 333 millones de euros. Esto fue un aumento del 18% en volumen y un aumento del 22% en valor desde 2017. Los tres principales proveedores fueron Perú, Noruega y los EE. UU., representando el 64% del volumen total y el 54% del valor total. Las importaciones procedentes de Perú aumentaron un 76% hasta 61.891 toneladas, mientras que su valor aumentó en un 66% a 89 millones de euros. Hasta fines del siglo XX, siempre existió oferta de aceite de pescado, pero debido a la sobreexplotación de recursos se empezaron a implementar regulaciones para cuidar a las especies involucradas. Asimismo, desde el 2000 se detectó el fenómeno El Niño, lo cual causó una reducción en la pesca. Debido a estas razones, la contracción de la oferta generó que el precio aumente, como se puede ver en el Gráfico 1-9.

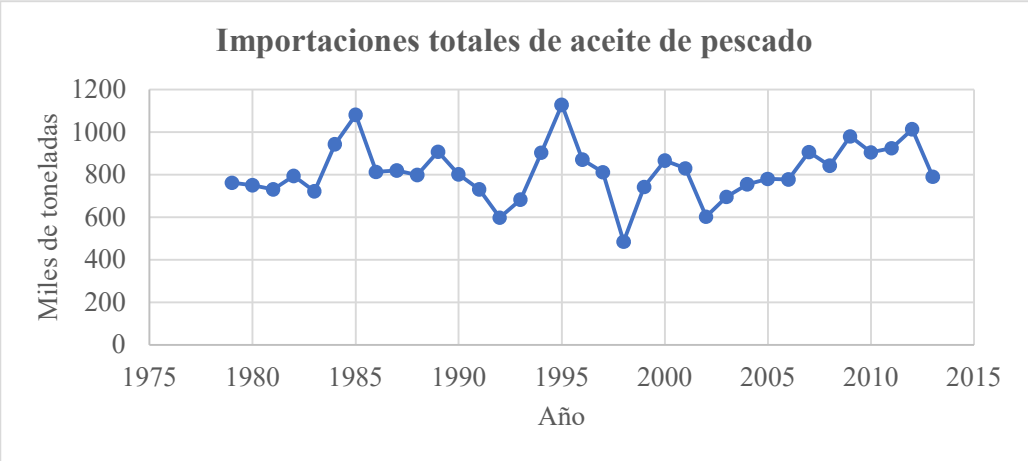


Gráfico 1-9: Evolución de las importaciones de fish oil (Elaboración propia)

1.5.3 Consumo de fish oil Brasil

La acuicultura ha crecido de forma constante en Brasil y según datos del Ministerio de Pesca y Acuicultura (MPA, 2010) hubo un incremento superior al 15 % entre los años de 2007 y 2009, siendo superior a cualquier otra actividad agropecuaria. El principal motivo de este desarrollo está relacionado con la concienciación del consumo de pescado, influenciado también por las fuertes políticas del sector. Sin embargo, algunos obstáculos todavía están relacionados con la producción intensiva de peces, y uno de ellos es la alimentación, que es responsable de más del 50 % del coste total (Cheng et al., 2003).

La dieta juega un papel fundamental durante el engorde, ya que, cuando el pez es cultivado en tanques de malla o *hapas*, permanece confinado sin poder alimentarse de organismos naturales, siendo necesario suministrar dietas balanceadas en cuanto a los niveles de energía, proteína, grasa, carbohidratos y contenido de aminoácidos para que no se produzcan mortalidades o se reduzca el crecimiento. La energía de la dieta es debida principalmente al contenido en lípidos, proteínas y carbohidratos, y es esencial para el crecimiento, mantenimiento y reproducción de los peces (Graeff y Tomazelli, 2007). Como fuente de energía se incluyen en los piensos sobre todo aceites vegetales o de pescado, ya que son incorporados en los peces con un alto grado de eficiencia, digestibilidad, y disponibilidad, además de ser compuestos ricos en ácidos grasos, incluyendo los de la serie Omega-3.

Los aceites de soja y pescado son los más utilizados en los piensos para organismos acuáticos. Sin embargo, algunas características de estos productos pueden variar en función del tiempo de conservación o de la calidad inicial, una de esas características es la acidez, que además de modificar el precio del producto, también repercute en el aprovechamiento por parte de la industria (Araújo et al., 2006) y por parte del animal. Para que un aceite sea clasificado como aceite industrial, la materia prima necesita tener un índice de acidez inferior a 3, valores más grandes pueden comprometer la calidad del producto.

En este sentido, la búsqueda de ingredientes eficaces para el engorde de peces cultivados ha sido estudiada por un gran número de investigadores para distintas especies de peces, principalmente aquellos que presentan un gran potencial para el cultivo como es el caso del pacú (*P. mesopotamicus*). El pacú, originario de la cuenca de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay, es un representante del superorden Ostariophysi, donde se incluyen los peces de mayor valor comercial (Urbinati y Gonçalves, 2005), presenta una buena adaptación para el cultivo en tanques de malla, y un bajo requerimiento de proteína en su dieta (Signor et al., 2010).

1.5.4 Consumo de fish meal por industria

La harina de pescado o fish meal se utiliza como materia prima para la fabricación de distintos productos, principalmente alimentos balanceados para la industria acuícola, porcina y avícola, aunque también es utilizada en menor medida para alimentos balanceados de perros y gatos. Esto se debe a que constituye una fuente concentrada de proteínas de alto costo y alta digestibilidad, con un excelente balance de aminoácidos (Ortiz, Elaboración de harina de pescado, 2003) .

El consumo del fish meal dentro de las diferentes industrias ha ido variando a lo largo de los años. En el año 1988, el 80% de la producción mundial de harina de pescado se utilizaba en piensos destinados a cerdos y aves de corral, y solo el 10% se utilizaba en piensos acuícolas (FAO, Subcomité de acuicultura, 2012). Para el año 2008, el 60% de la producción mundial de fish meal era consumido por la acuicultura y los demás sectores se repartían el 40% restante. En el año 2015 y hasta la actualidad, el 70% de la producción mundial de fish meal se destina a piensos acuícolas, el 22% a piensos para cerdos y un 6 % a piensos para aves de corral. El 2% restante se destina a producción de alimentos para perros y gatos.

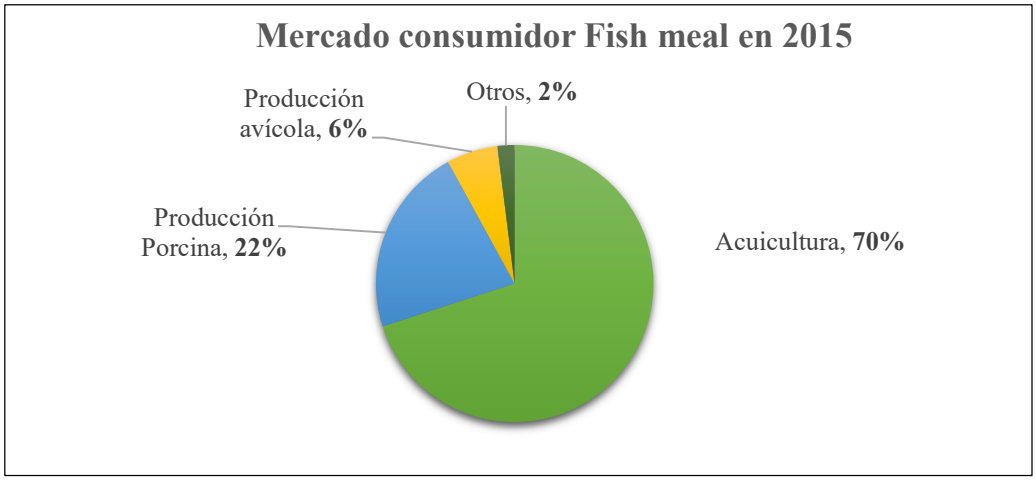


Gráfico 1-10:Mercado consumidor de fish meal por industria en el año 2015 (IFFO, 2016)

1.5.5 Industria acuícola

La harina de pescado se utiliza especialmente para la optimización del desarrollo, crecimiento y reproducción de las larvas y stocks de reproductores, proveyendo una cantidad equilibrada de todos los aminoácidos, minerales, fosfolípidos y ácidos grasos esenciales (IFFO, 2018). El fish meal se utiliza junto con el fish oil, ya que ambos proveen las proteínas de origen animal que el pez de cultivo requiere para alimentarse. La incorporación este tipo de harinas en las dietas de animales acuáticos ayuda a reducir la polución de las aguas efluentes al proporcionar una mejora en la digestión de los nutrientes.

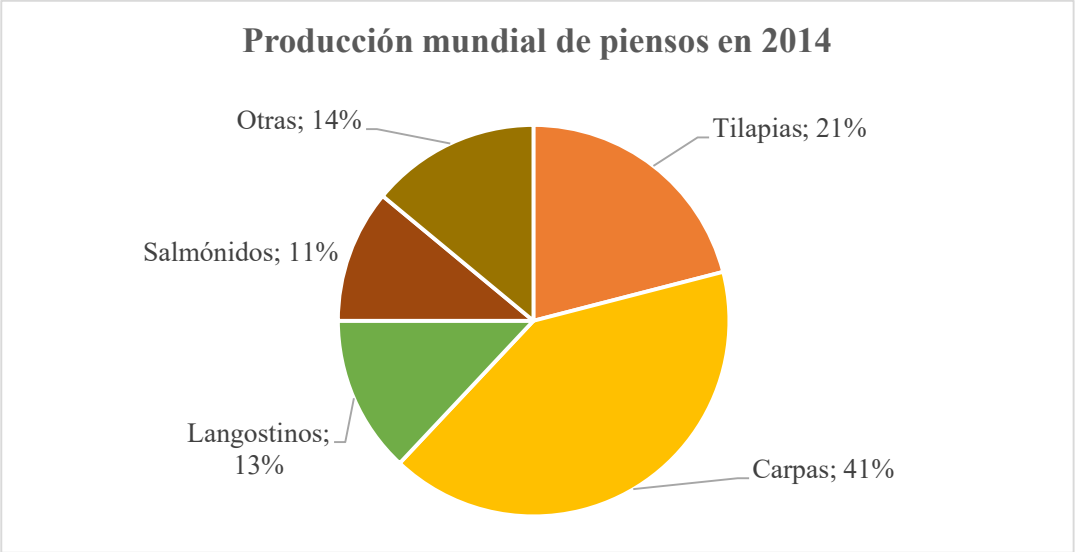


Gráfico 1-11: Producción mundial de piensos para alimentación animal en el año 2014 (IFFO, 2016)

Como se puede observar en el Gráfico 1-11 ,el 62% de la producción mundial de piensos está destinada al cultivo de carpas y tilapias. Estas especies tienen una baja demanda de harina y aceite de pescado. Por otro lado, los salmónidos y langostinos, que poseen alta demanda de harina y aceite de pescado, representan un 24% del total (Guëlfo, 2017).

En la industria acuícola se utilizan diferentes índices relacionados a la alimentación de los peces de cultivo. Estos índices son FCR (Food Conversion Ratio), FFDR (Forage Fish Dependency Ratio) y FIFO (Fish In Fish Out). A continuación, se describe cada uno detalladamente.

1.5.5.1 Índice FCR

El índice *Food Conversion Ratio*, o ratio de conversión de alimentos, consiste en una relación entre la cantidad de alimento ingerido por el animal y la cantidad de animal producida. El eFCR (economic Food Conversion Ratio) es la relación entre la cantidad de alimento usado para alimentar a un animal y la cantidad de ese animal producida. Para el caso del salmón, se calcula de la siguiente manera:

$$eFCR = \frac{feed\ used\ (tonnes)}{Salmon\ produced\ (tonnes)}$$

Ecuación 1: Food Conversion Ratio

El ratio es utilizado en diversas industrias, no solo en la acuícola. A continuación, se detallan los valores de FCR de los distintos animales a modo de ejemplo (Guëlfo, 2017):

- FCR Salmón =1.1
- FCR Pollo =2.2
- FCR Cerdo =3.0
- FCR Vaca = entre 4.0 y 10.0

1.5.5.2 Índice FFDR

El FFDR *o Forage Fish Dependency Ratio*, se creó originalmente como una forma de medir el impacto ambiental del uso de piensos en la acuicultura, principalmente en la salmonicultura. Este índice se expresa como una relación que considera la cantidad de harina y aceite de pescado proveniente de peces silvestres, en el alimento de peces de cultivo. Se calcula teniendo en cuenta la relación de conversión de alimentos, conocida como FCR (*Food Convertion Ratio*).

El cálculo del FFDR difiere para la harina y el aceite de pescado, ya que, estos productos tienen diferentes rendimientos respecto al pescado del que provienen. En el caso de la harina de merluza, el rendimiento de la harina es de aproximadamente 20% y del aceite 7%. Además, se utiliza el índice FCR. Para el caso del salmón, el Consejo de Administración de Acuicultura (ASC) calcula el FFDR para la harina de pescado (FFDRM) y para el aceite de pescado (FFDRO) como se describe a continuación:

$$FFDR_M = \frac{\%\ fishmeal\ in\ feed\ from\ forage\ fisheries\ * eFCR}{24}$$

Ecuación 2: Forage Fish Dependency Ratio

El nivel permitido para el FFDRM es menor a 1.35 y para el FFDRO es 2.95 según ASC (IFFO , 2017).

1.5.5.3 Índice FIFO

El índice FIFO (Fish In Fish Out) se utiliza para determinar el rendimiento de la acuicultura en relación con los peces salvajes que se utilizan en los alimentos. Es decir, cuántos kilogramos de peces salvajes se utilizan para producir un kilogramo de pez de cultivo. El cálculo del índice FIFO se realiza de la siguiente manera:

$$FIFO = \frac{Nivel\ Harina\ de\ Pescado + Nivel\ Aceite\ de\ Pescado}{Rendimiento\ Harina\ de\ Pescado + Rendimiento\ Aceite\ de\ Pescado} * FCR$$

Ecuación 3: Fish In Fish Out

El nivel de harina y aceite de pescado corresponde al porcentaje que se agrega en el pienso. El rendimiento de la harina y el aceite depende del tipo de pescado del que provienen. En el caso de la merluza, el rendimiento de la harina es de 20% y el del aceite de 7% aproximadamente.

A modo de ejemplo, se presenta a continuación el cálculo FIFO para un salmón con un FCR de 1,25, alimentado con un pienso de 30% harina de anchoveta y 20% aceite de anchoveta, donde el rendimiento de estos productos es de 22,5% y 5% respectivamente.

$$FIFO = \frac{30 + 20}{22{,}5 + 5} * 1{,}25 = 2{,}27$$

A continuación, se muestran la evolución de los índices FIFO actualizados al año 2015 (IFFO, 2017).

Se puede ver que año a año se disminuye la cantidad de peces silvestres que se utilizan para alimentar a peces de cultivo, es decir, la harina y el aceite de pescado se han ido sustituyendo en la producción de sus alimentos.

Según (IFFO, 2017), los índices FIFO seguirán disminuyendo como consecuencia de:

- El uso creciente de volúmenes de desecho de subproducto para fabricar harina de pescado

Especie	2000	2010	2015
Crustáceos	0,91	0,45	0,46
Pescado marino	1,48	0,88	0,53
Salmón y trucha	2,57	1,38	0,82
Anguilas	2,98	1,81	1,75
Ciprínidos	0,07	0,03	0,02
Tilapias	0,27	0,18	0,15
Otras especies de agua dulce	0,60	0,15	0,13
Acuicultura total	**0,63**	**0,33**	**0,22**

Tabla 1-3:Evolución de los índices FIFO al año 2015 (Elaboración propia)

- La tecnología y sistemas de cultivo mejorados que permiten una mejor conversión de alimento a aumento de pesos vivo.
- El decreciente uso de harina y aceite de pescado en el alimento balanceado de peces.
- El uso más estratégico de la harina y aceite de pescado en el alimento acuícola.

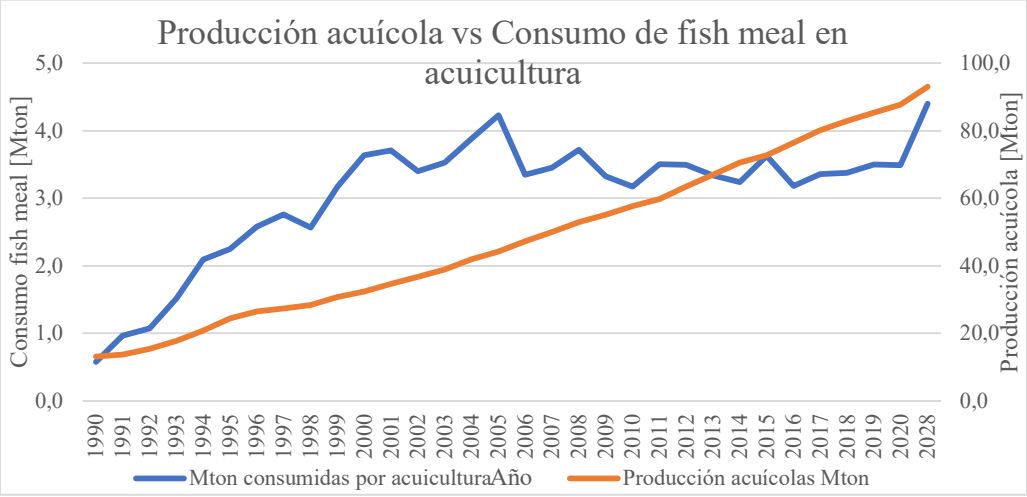


Gráfico 1-12: Evolución de la producción acuícola y del consumo de fish meal en la industria acuícola (Elaboración propia)

La producción acuícola está aumentando significativamente y establece una proporción cada vez mayor del suministro de pescado para consumo humano, mientras que la pesca de captura silvestre ha estado estable alrededor de 90 millones de toneladas desde 1985. Se utilizaron alrededor de 70 millones de toneladas de pescado capturado para consumo humano directo, mientras que alrededor de 20 millones de toneladas del pescado de captura restante se utilizaron como materia prima para la producción de harina y aceite de pescado (FAO, 2018). Sin embargo, en 2016 se produjeron alrededor de 80 millones de toneladas de pescado en acuicultura (FAO, 2018), lo que significa que la acuicultura proporciona un gran porcentaje de la producción mundial de pescado para consumo humano.

Además de los mencionados 20 millones de toneladas de peces capturados en la naturaleza destinados a la producción de la harina y el aceite de pescado, los subproductos de pescado de la industria de procesamiento están contribuyendo con el aumento de las partes (actualmente alrededor del 30%) de la materia prima para la fabricación de harina y aceite de pescado. Sin embargo, la composición de la harina de pescado hecha de recortes es en gran medida diferente de la harina de pescado fabricada a partir de todo pescado, es decir, el contenido de cenizas en el subproducto de harina de pescado es mayor debido a las fracciones óseas en recortes, un contenido de proteína más bajo resultante y un perfil de aminoácidos desequilibrado en comparación con el perfil de aminoácidos único de la harina de pescado basado en pescado entero.

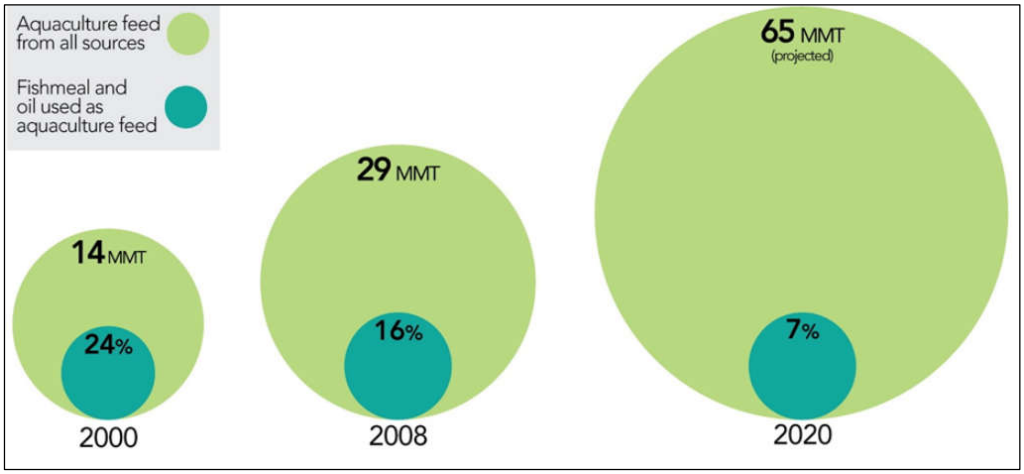


Gráfico 1-13: Utilización de aceite de harina y pescado en acuicultura 2000-2020 (Einarsson, 2019)

La harina y el aceite de pescado en general ya no son los ingredientes principales en los alimentos para esta industria, debido al crecimiento en la demanda de acuicultura mayor al ofertado, las preocupaciones públicas sobre la disminución de las poblaciones silvestres y el abastecimiento responsable y sostenible de materias primas, y los aumentos de precios y disponibilidad de ingredientes alternativos de alimentos competitivos. Por lo tanto, la mayoría de los alimentos de acuicultura continuarán reduciendo los niveles de inclusión de ingredientes marinos en las dietas. La harina y el aceite de pescado se convertirán cada vez más en ingredientes estratégicos utilizados en etapas críticas del ciclo de vida y producciones específicas para asegurar un rendimiento óptimo, donde no se permite la adición de aminoácidos artificiales. La importancia para la salud humana de EPA y DHA también exigen una fuerte demanda de aceite de pescado, ya sea para consumo humano directo o a través de peces de cultivo.

Los costos de alimentación representan más de la mitad de los costos de producción en acuicultura. En la acuicultura convencional, los ingredientes alimenticios incluyen una amplia gama de productos marinos (harina y aceite de pescado), fuentes vegetales de proteínas y aceites y otras alternativas y posiblemente aminoácidos artificiales específicos para cumplir con los requerimientos nutricionales de las especies.

1.5.6 Producción acuícola mundial

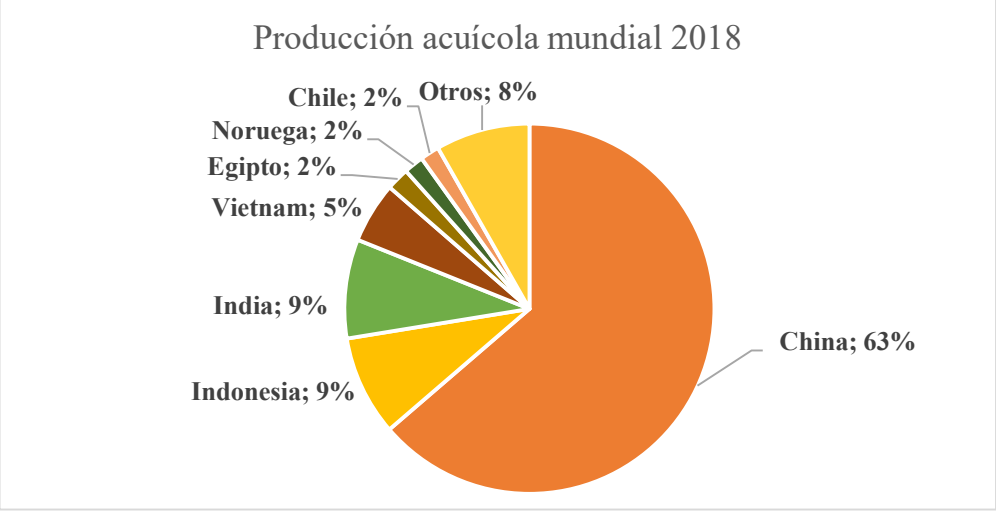


Gráfico 1-14: Producción acuícola mundial por país para el año 2018. (Elaboración propia)

Como se puede observar en el Gráfico 1-14, China, Indonesia, India y Vietnam representaron en 2018 el 86% de la producción mundial de peces de cultivo, medido en toneladas. En el caso de China, las principales especies cultivadas son Carpas chinas y Tilapias.

En el Gráfico 1-15, se puede observar la evolución de la producción acuícola mundial desde el año 1990 hasta la actualidad. La producción de peces de cultivo actual es de 85 millones de toneladas anuales aproximadamente.

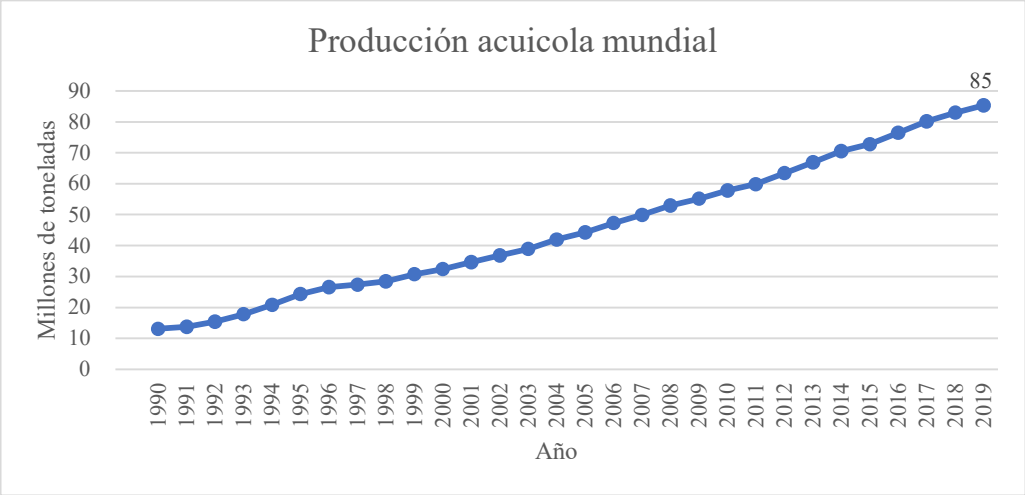


Gráfico 1-15 Evolución de la Producción acuícola mundial en millones de toneladas. (Elaboración propia)

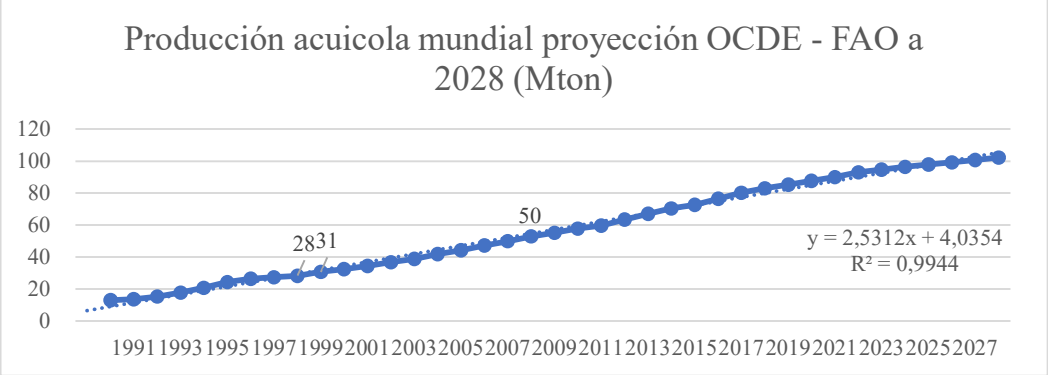


Gráfico 1-16 Evolución de la Producción acuícola mundial en millones de toneladas y su proyección hasta el año 2028 según OCDE y FAO

Según proyecciones de OCDE y FAO, la producción acuícola llegará a 102 millones de toneladas para el 2028, como se puede ver en el Gráfico 1-16 . Esto llevará a un aumento

en la demanda de proteínas para la alimentación de los peces de cultivo, que deberá ser satisfecha con fish meal, fish oil o sustitutos.

Uno de los países que aumentará su producción de peces de cultivo para el año 2028 será China, cuya producción se estima que llegará a 58 millones de toneladas anuales.

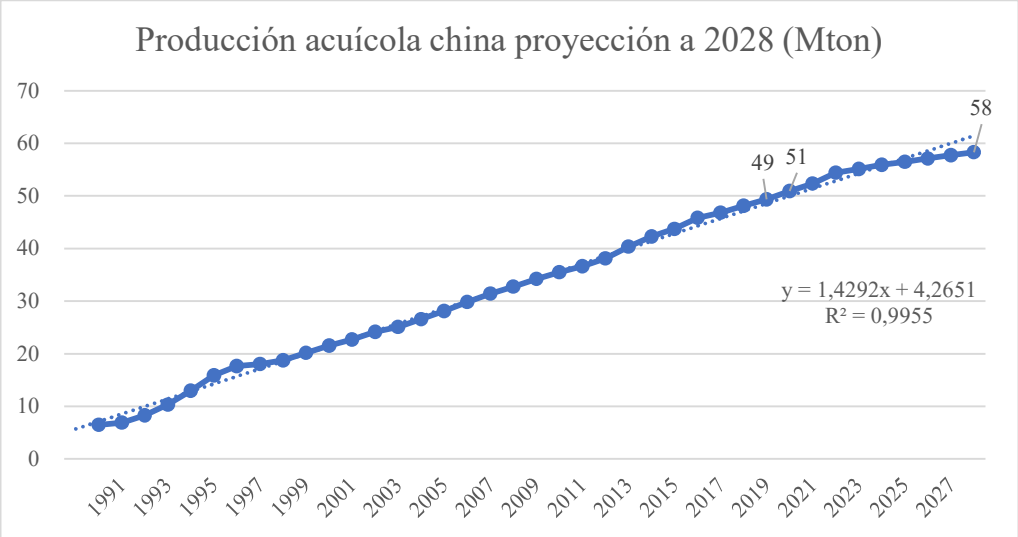


Gráfico 1-17: Proyección de la producción acuícola de China según OCDE y FAO

En Argentina la industria se encuentra principalmente en la producción de salmón, produciendo actualmente cuatro mil toneladas por año. En cuanto a la industrial regional, Chile produce 1.2 millones de toneladas por año y Brasil produce 150 veces más que toda la Argentina. El consumo de salmón en el mundo crece un 7% anual, siendo los principales productores Chile y Noruega. Si bien estos países representan el 4% de la producción mundial anual, no poseen mucha más capacidad para seguir creciendo (Arroyo, 2017) .

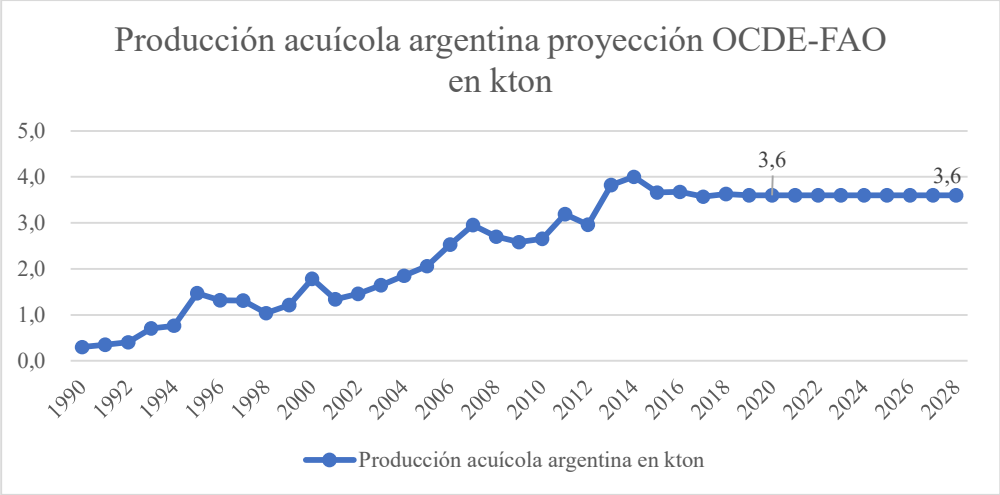


Gráfico 1-18: Evolución de la Producción acuícola argentina en miles de toneladas y su proyección hasta el año 2028 según OCDE y FAO.

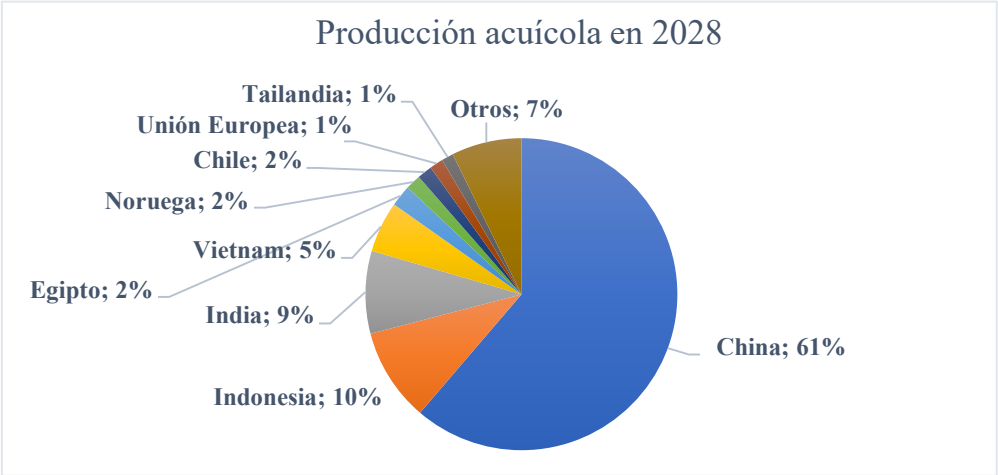


Gráfico 1-19: Producción acuícola mundial por país para el año 2028, proyectado por OCDE y FAO

Sustitución del fish meal en la industria acuícola

Desde hace varios años se buscan alternativas al fish meal y fish oil debido a un inminente aumento en la demanda de peces de cultivo producido por el aumento de la población mundial. En la actualidad, el principal sustituto del fish meal es la harina de soja, seguida de la harina de trigo, maíz y colza.

1.5.7 Industria porcina

El alimento balanceado basado en harina de pescado es utilizado en la industria porcina como fuente proteica principalmente en su desarrollo post-destete (IFFO, 2015), es decir, lechones jóvenes. Desde su nacimiento hasta las 7 u 8 semanas de edad, se constituye una etapa crítica para la crianza porcina debido al estrés al que es sometido el animal por la separación de su madre y el cambio en la alimentación. Además, esta etapa está relacionada con el desarrollo del sistema digestivo que está preparado para el consumo de leche materna y debe adecuarse a una nueva alimentación. Por ello, se introducen alimentos sólidos gradualmente y con altos contenidos de sustitutos lecheros como la harina de pescado y otros aditivos alimentarios. El mínimo de inclusión de la harina de pescado será de 3% para el preinicio y 2% para el inicio.

El alimento balanceado basado en harina de pescado es utilizado en la industria porcina como fuente proteica principalmente en su desarrollo post-destete (IFFO, 2015), es decir, lechones jóvenes. Desde su nacimiento hasta las 7 u 8 semanas de edad, se constituye una etapa crítica para la crianza porcina debido al estrés al que es sometido el animal por la separación de su madre y el cambio en la alimentación. Además, esta etapa está relacionada con el desarrollo del sistema digestivo que está preparado para el consumo de leche materna y debe adecuarse a una nueva alimentación. Por ello, se introducen alimentos sólidos gradualmente y con altos contenidos de sustitutos lecheros como la harina de pescado y otros aditivos alimentarios. El mínimo de inclusión de la harina de pescado será de 3% para el preinicio y 2% para el inicio.

Pre-Inicio (0-28 días)	**Inicio (28-70días)**	**Cebo (>70 días)**	**Gestación**	**Lactación**
10	10	No Aplica	No Aplica	No Aplica

Tabla 1-4: Límites máximos de incorporación (%) de harina de pescado en piensos

Se necesitan 6.4 kilogramos de alimento para producir 1 kilogramos de carne de cerdo (Hannah Ritchie, 2017). En promedio, la ingesta total de alimento preinicio es de 400 a 600 gramos por lechón diarios. Esto significa que cada lechón en preinicio consume diariamente como mínimo 12 gramos de harina de pescado y 60 gramos como máximo.

Es decir, durante la etapa de pre inicio un lechón ingiere como mínimo 336 gramos y como máximo 1680 gramos de harina de pescado.

La etapa de inicio se divide en 3 fases, donde el lechón consume cantidades distintas de alimento:

- Fase I (29 a 43 días): 400 gramos de alimento diario. Es decir 5600 gramos de alimento y 560 gramos de harina de pescado por fase.
- Fase II (44 a 59 días): 600 gramos de alimento diario. Es decir, 9000 gramos de alimento y 900 gramos de harina de pescado por fase.
- Fase III (60 a 70 días): 900 gramos de alimento diario. Es decir, 9000 gramos de alimento y 900 gramos de harina de pescado por fase.

Con esta información podemos concluir que un cerdo consume entre 2700 y 4000 gramos de harina de pescado en su vida.

Producción porcina mundial

Según proyecciones de OCDE y FAO, la producción de carne de cerdo mundial llegará a129 millones de toneladas para 2028. En el Gráfico 1-20, se puede ver la evolución mundial de la producción de carne porcina desde 2010 hasta 2028.

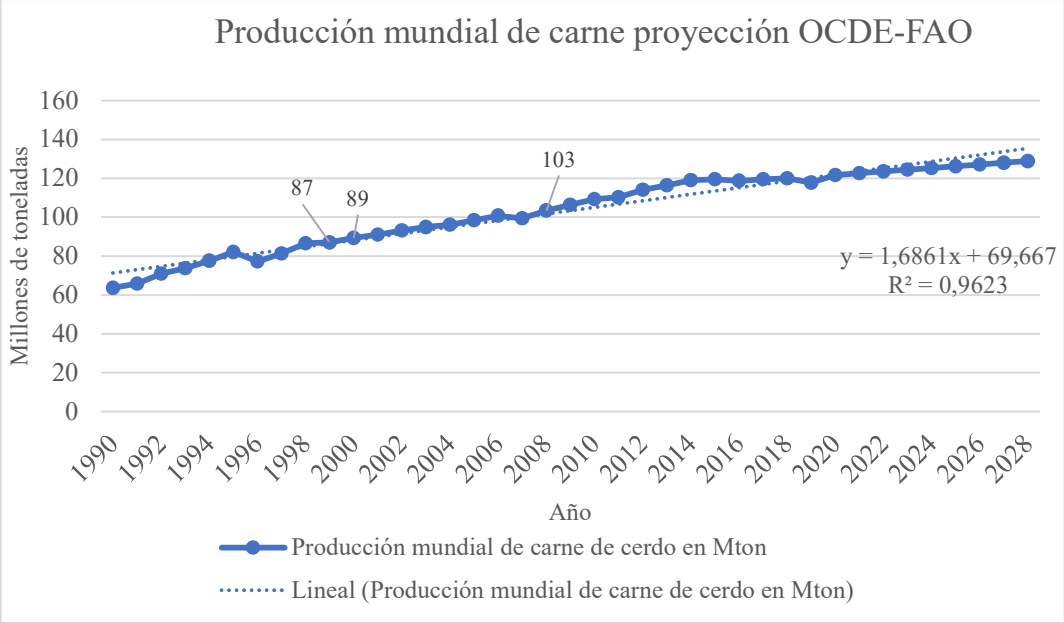


Gráfico 1-20:Evolución de la Producción porcina mundial en millones de toneladas y su proyección hasta el año 2028 según OCDE y FAO.

Como se puede observar a continuación, Asia es el continente que posee más stock de ganado porcino y que ha sido de esta forma durante décadas.

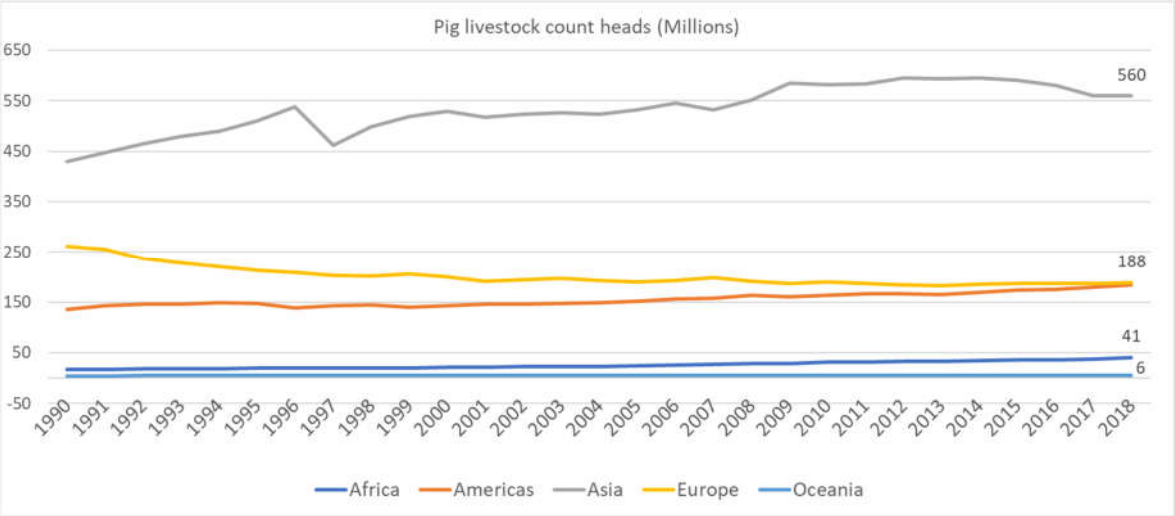


Gráfico 1-21: Evolución de la producción porcina mundial. (Elaboración propia)

Los principales países productores de carne de cerdo en la actualidad son China, países de la Unión Europea y Estados Unidos, como se puede observar en el Gráfico 1-22 (Gaggiotti, 2019).

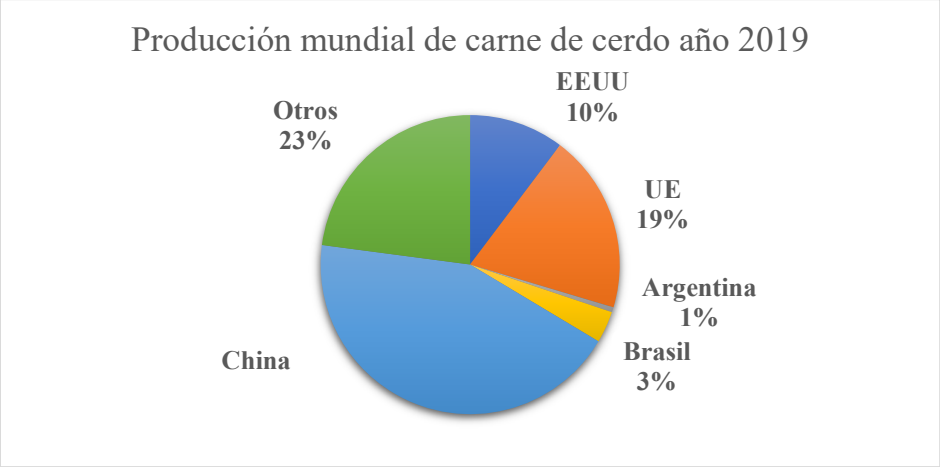


Gráfico 1-22:Producción mundial de carne de cerdo en el año 2019, participación por país. (Elaboración propia)

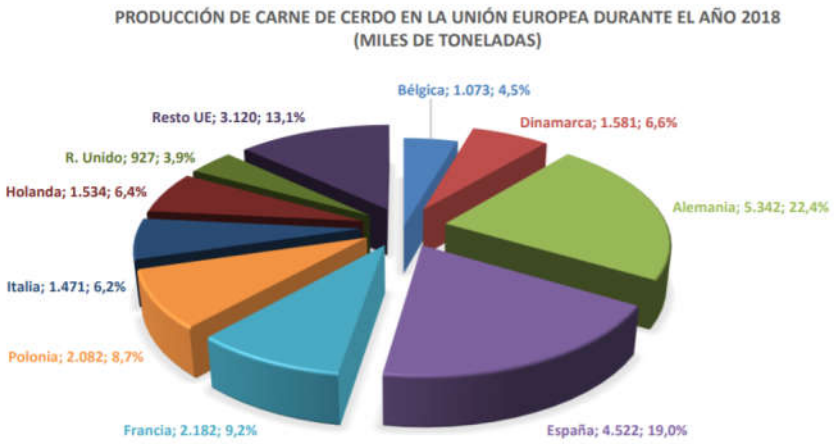


Gráfico 1-23: Producción de carne de cerdo en la UE por país (EUMOFA, 2019)

Dentro de los países que conforman la Unión europea, Alemania, España y Francia fueron los principales productores de carne de cerdo en el año 2018, según EUROSTAT y Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadísticas (MAPA).

La producción porcina mundial cayó en 2019 debido a la Peste Porcina Africana que afectó principalmente a las granjas de China. Por ello, la producción china en millones de toneladas cayó de 54 Mt a 48,5 Mt, es decir, un 10,2% y la importación de carne de cerdo de este país aumentó un 41%, pasando de 1,56 Mt a 2,2 Mt. En el Gráfico 1-24, se puede observar dicha caída y la proyección de crecimiento de la industria realizada por OCDE y FAO para el año 2028. Se estima que la producción de carne de cerdo en China llegará a 58,1 millones de toneladas.

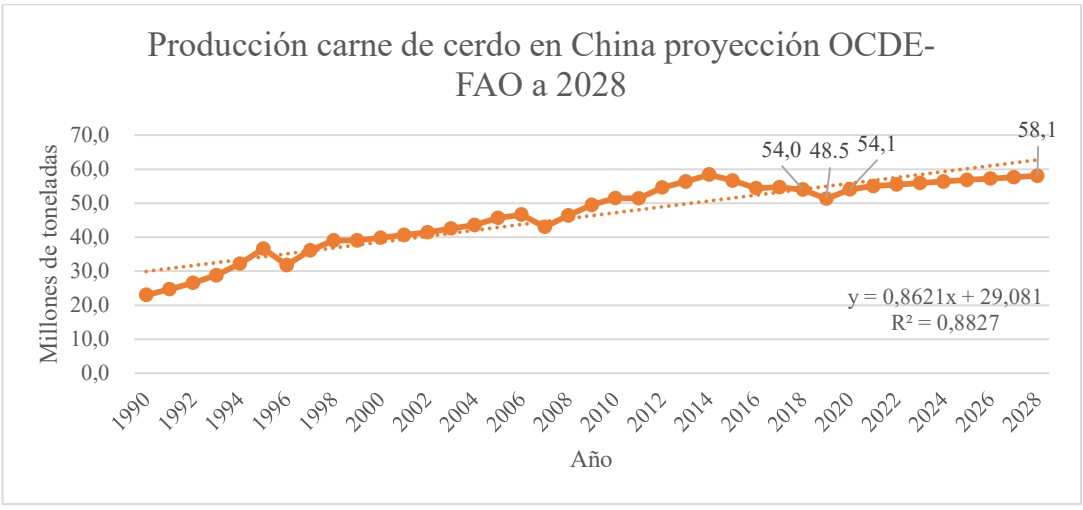


Gráfico 1-24:Evolución de la Producción de carne de cerdo china en millones de toneladas y su proyección hasta el año 2028 según OCDE y FAO.

Sustitución de harina de pescado en industria porcina

La principal razón por la que se sustituiría la harina de pescado en la nutrición de cerdos es su costo. Si bien la harina de pescado se considera un ingrediente indispensable en las dietas, su precio sigue subiendo, lo que lleva a buscar ingredientes alternativos. La alternativa se puede encontrar en la proteína de soja, harina de hueso, harina de carne, harina de sangre, harina de alfalfa y gluten de maíz (Razas porcinas, 2018).

1.5.8 Industria avícola

La harina de pescado constituye un excelente suplemento proteico en la industria avícola, especialmente para gallinas y patos. Su incorporación permite un mejor balance de aminoácidos, ya que no presenta ningún aminoácido limitante como la harina de soja que posee metionina. Generalmente se suministran alimentos con harina de pescado en el crecimiento de las aves debido a su alto costo. De todas formas, a las aves no se le deben suministrar demasiadas proteínas animales ya que puede causarles enfermedades y puede dar sabor de pescado a los huevos (FAO, 2007).

A continuación, se pueden observar los límites máximos de incorporación (%) de harina de pescado en piensos (FEDNA, 2013).

Pollos inicio (0-18días)	**Pollos cebo (18-45días)**	**Pollitas inicio (0-6sem)**	**Pollitas crecimiento (6-20 sem)**	**Puesta comercial**	**Reproductoras pesadas**
6	4	6	6	3	4

Tabla 1-5: Límites máximos para la incorporación de harina de pescado en piensos para avicultura

Producción de ave de corral

En el

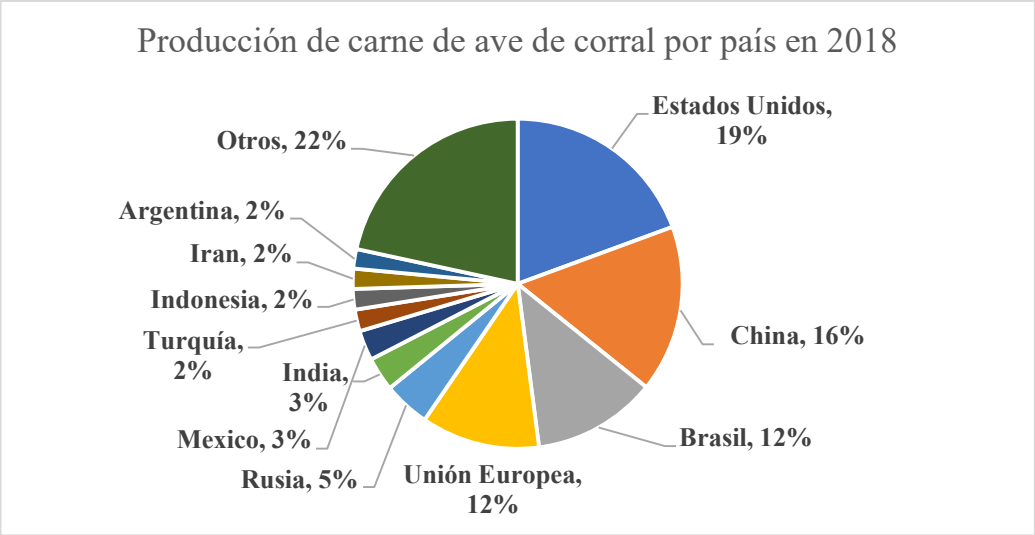


Gráfico 1-25, se puede observar la distribución de la producción mundial de ave de corral por continente para el año 2018. La producción asiática representa un 36% de la producción mundial, seguido por América Latina y América del Norte.

En la distribución de la producción de carne de ave de corral por país se puede observar que Estado Unidos es el principal país productor, seguido por China, Brasil y la Unión Europea.

Según proyecciones de OCDE y FAO, la producción mundial de este tipo de carne llegaría a 141 millones de toneladas anuales. En la actualidad, se producen aproximadamente 127 millones de toneladas por año en todo el mundo.

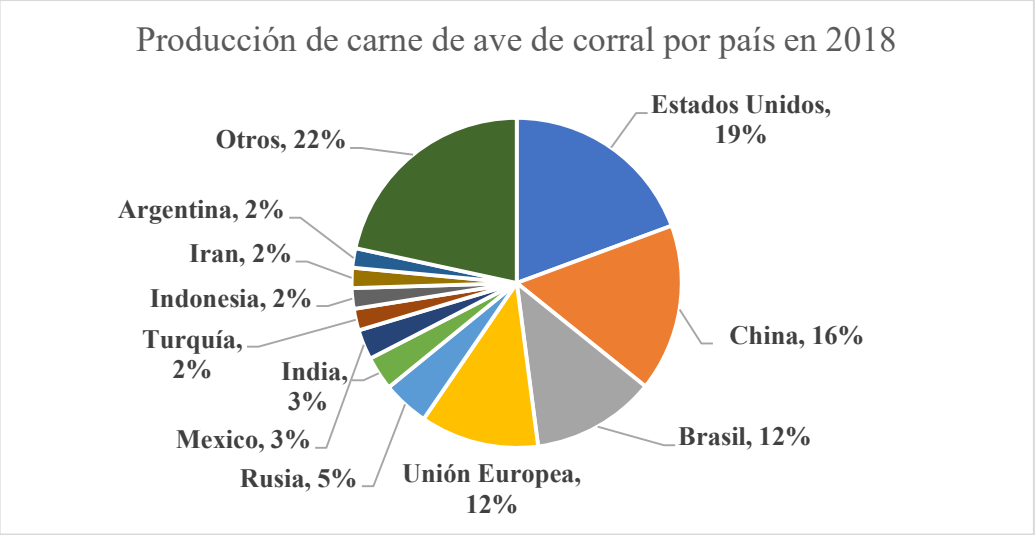


Gráfico 1-25:Producción de carne de ave de corral por continente en el año 2018 (Elaboración propia)

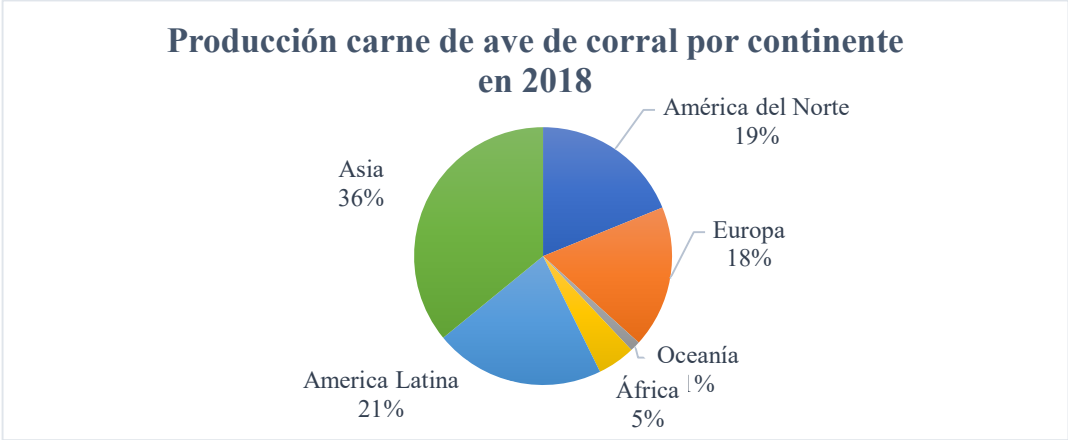


Gráfico 1-26:Producción de carne de ave de corral por país en el año 2018 (Elaboración propia)

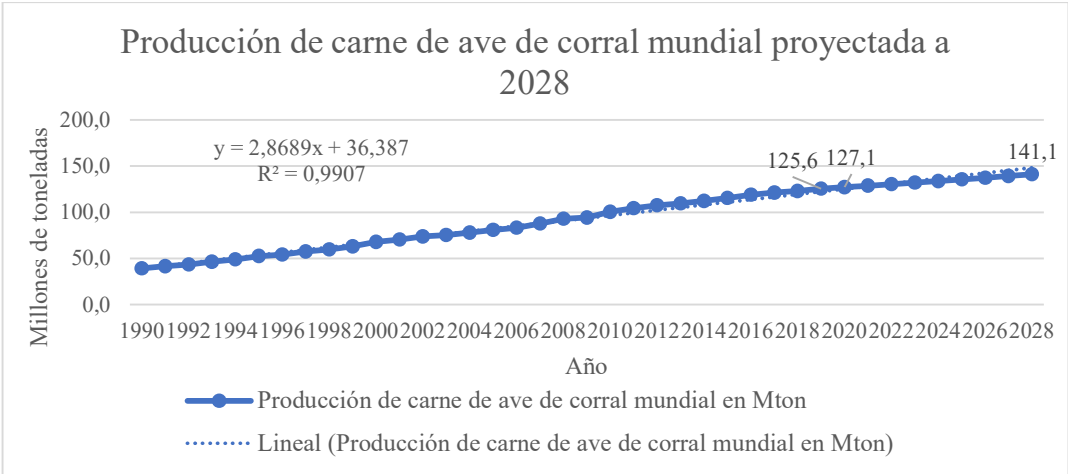


Gráfico 1-27: Evolución de la Producción de carne de ave de corral mundial en millones de toneladas y su proyección hasta el año 2028 según OCDE y FAO

1.5.9 Consumo del fish oil por industria

El fish oil es rico en omega-3, por lo que sus principales usos se encuentran en la acuicultura y en consumo humano. Los beneficios del omega-3, los ácidos grasos son muy valorados como alimento suplemento para consumo humano. Por lo tanto, este segmento es el mayor competidor del segmento de acuicultura que constituye el 23% del consumo mundial de aceite de pescado en 2017. La categoría restante representa a los productos hidrogenados y productos para la industria farmacéutica.

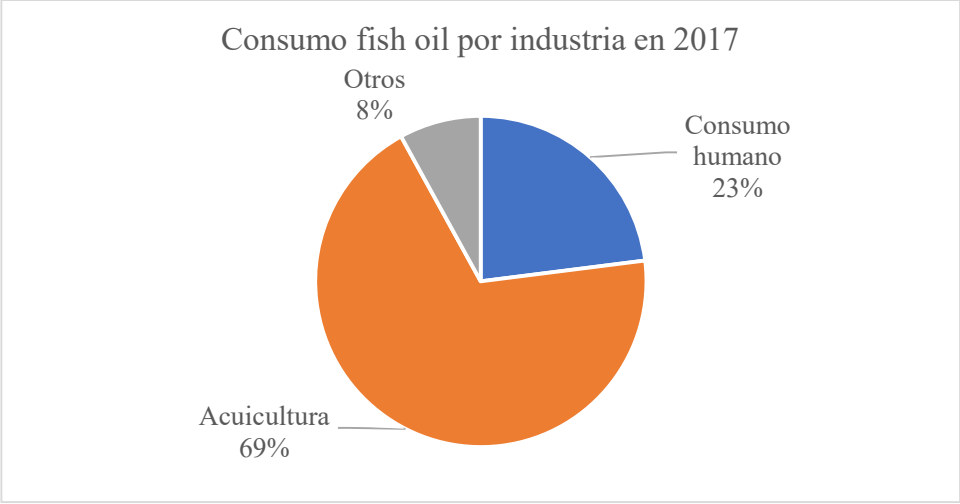


Gráfico 1-28: Consumo de aceite por segmento durante 2017 (Bachis, 2017)

En el 2019 cerca del 75% en el caso del aceite de pescado se utilizó como forraje para la acuicultura y el 21% para consumo humano. Además, cerca de 7% del aceite de pescado se emplea como complemento dietético. Se esperan que en la próxima década se incremente el aceite de pescado utilizado como complemento dietético, que suele obtener precios más altos (OCDE/FAO, 2019).

1.5.9.1 Industria acuícola

El aceite de pescado es una fuente natural importante de ácidos grasos omega-3 de cadena larga, ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), que los

salmónidos y otras especies marinas carnívoras pueden sintetizar solo a un ritmo limitado y, por lo tanto, se requieren en la dieta.

Los HUFA Omega-3 son producidos por fito y zooplancton marino, que es consumido por las larvas de peces marinos salvajes. Por lo tanto, además de la harina de pescado, el aceite de pescado es un "ingrediente estratégico" para ser utilizado en las etapas críticas del ciclo de vida cuando se requiere un rendimiento óptimo, para las larvas y reproductores de cultivo que necesitan los "ingredientes estratégicos" para asegurar un desarrollo, crecimiento y reproducción óptimos.

El salmón del Atlántico y la trucha arcoiris pueden convertir a la a EPA y DHA, pero la conversión no es muy eficiente. Por lo tanto, sus requisitos de ácidos grasos esenciales (FA) deben ser provistos en una dieta rica en EPA y DHA para obtener un buen crecimiento y salud. Los estudios sobre el besugo mostraron que una fuente vegetal puede operar hasta un 66% de aceite de pescado con resultados comparables. Sin embargo, la absorción de nutrientes en el intestino del pescado se vio afectada por la sustitución total del aceite de pescado por aceite vegetal (Einarsson, 2019).

El pescado de cultivo, y en particular el salmón, necesita una cierta proporción de aceite de pescado en sus dietas para asegurar un producto final que es comparable a su salvaje contraparte, en términos de cualidades nutricionales. Por lo tanto, del aceite de pescado destinado al segmento de acuicultura, alrededor del 60% se utiliza en el alimento para salmón y trucha, 18% en peces marinos y 6% en crustáceos.

1.5.9.2 Consumo humano de aceite de pescado

Durante los últimos años el consumo humano de aceite ha incrementado notablemente su participación. De hecho, la demanda de distintos sectores económicos por productos ricos en Omega-3 se ha impulsado por los beneficios que poseen en la salud. Los aceites, ricos en DHA, ahora son ingredientes esenciales para producción de una serie de nutracéuticos y alimentos funcionales, y esta disponibilidad ha ampliado los horizontes del consumo de individuos, cada vez más ansiosos por una dieta balanceada rica en compuestos bioactivos. La principal fuente de DHA (omega-3) son los organismos marinos, por lo que el cumplimiento de una alta ingesta diaria implica un alto consumo de organismos marinos. La principal fuente de DHA para alimentos funcionales es el aceite de pescado.

Sin embargo, el consumo humano aumentará en casi un 80% en el mismo período, basado en la tendencia actual. (Finco, 2016).

Los ácidos grasos poliinsaturados, más conocidos como Omega 3, están presentes en los pescados de mar. Son una fuente natural de vitamina A y D, y los estudios científicos confirman su eficacia en el control de presión arterial, prevención de cardiopatías, lucha contra el raquitismo y anemia, y alivio de las consecuencias de la psoriasis. Una investigación del Instituto Karolinska analizó el estilo de vida de 6.000 hombres y confirmó que el consumo de pescados ricos en Omega 3 (salmón, caballa, arenque) reduce entre un 33 y un 66% el riesgo de padecer cáncer de próstata. (La Nación, 2002).

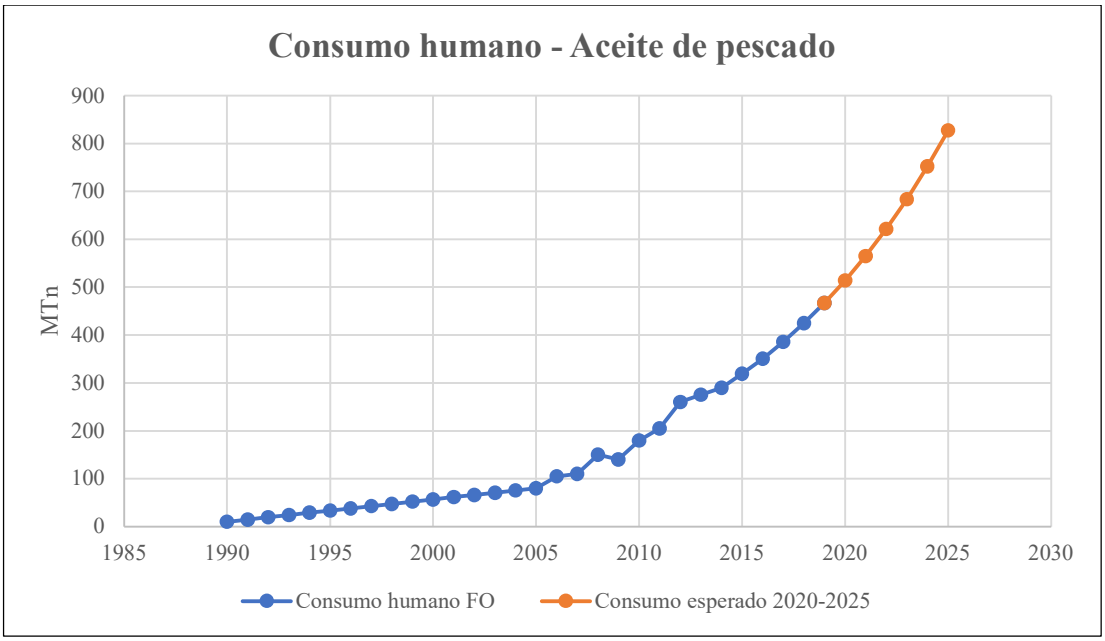


Gráfico 1-29:Evolución de la Producción de carne de cerdo china en millones de toneladas y su proyección hasta el año 2028 según OCDE y FAO.

A partir de lo analizado, se concluyó que la demanda de fish meal y fish oil está en aumento, sin embargo, su oferta se encuentra limitada por el cuidado de los recursos pesqueros. Por ello, se está realizando un consumo estratégico de los mismos, aunque se estima que no podrán ser reemplazados en su totalidad.

1.6 Mercado competidor

1.6.1 Mercado mundial

La calidad de la harina y aceite de pescado está determinada por el porcentaje de proteína que contienen, y depende de la especie de pescado del que provienen. Es decir, también depende del país donde se realicen las capturas.

La frescura de la materia prima del pescado es el factor principal que afecta la calidad de la harina y el aceite de pescado. Según la FAO (1986), el pescado que se procesa para producir harina y aceite de pescado se puede dividir en tres categorías: pescado capturado con el único propósito de producir harina de pescado (por ejemplo, en países como Perú, Noruega, Dinamarca, Sudáfrica y EE. UU.), capturas accesorias, y recortes de pescado y despojos de la industria de consumo, incluida la acuicultura.

Se utiliza una amplia variedad de especies de peces para producir harina y aceite de pescado en diferentes países. En Europa, los países nórdicos son los principales productores dentro de la Unión Europea, donde los desembarques anuales de pequeños peces pelágicos por país varían de 365 a 950 miles de toneladas anuales, y la producción de harina y aceite de pescado oscila entre 52 y 188 miles de toneladas y 8 y 52 miles de toneladas, respectivamente. La harina y el aceite de pescado se producen procesando principalmente pescado azul, como la anguila de arena, la anchoa, el arenque, el capelán y el menhaden, para los cuales hay poca demanda de consumo humano. Un porcentaje menor se fabrica a partir de despojos, recortes o esquejes de pescado, y otras corrientes secundarias principalmente a partir del fileteado y el enlatado de pescado comestible como atún, bacalao, eglefino, merluza y abadejo (IFFO, 2018).

Las principales especies utilizadas para la producción de harina y aceite de pescado por país son las siguientes:

- Chile: anchoveta y jurel
- China: varias especies
- Dinamarca: faneca, anguila de arena y espadín
- Unión Europea: abadejo, capelán, anguila de arena y caballa

- Noruega: capelán, arenque y merlán azul
- Japón: sardina, sardina y caballa
- Perú: anchoveta
- Sudáfrica: sardina
- Tailandia: varias especies
- Estados Unidos: menhaden y abadejo

El procesamiento de pescado para consumo humano (para fileteado y enlatado) genera grandes cantidades de corrientes laterales como cabezas, vísceras, armazones, pieles, colas, aletas, escamas, carne picada, sangre, etc. Este material de corrientes laterales puede constituir hasta el 70% del pescado entero y mariscos, mientras que el rendimiento del filete de pescado después del procesamiento es un porcentaje variable y a menudo está en el rango de 30 a 50% de los peces, según FAO. Sin embargo, tales subproductos todavía están subutilizados por la industria de harina y aceite de pescado y, por lo tanto, todavía hay un gran potencial para aumentar la producción de harina y aceite de pescado a partir de esta materia prima.

Los subproductos pueden provenir del pescado capturado en el medio silvestre o el procesamiento de la acuicultura, y la fuente principal es el pescado, como los recortes de pescado blanco (abadejo, bacalao, merluza, eglefino y otros), así como el salmón (tanto silvestre como de cultivo), atún, arenque, caballa. Es un hecho positivo que el subproducto de procesamiento de pescado se utilice cada vez más como materia prima para producir harina y aceite de pescado. La utilización del subproducto reduce las corrientes secundarias y produce productos de alto valor que contribuyen a mejorar la salud de humanos y animales. Sin embargo, se debe tener en cuenta que algunos países tienen restricciones sobre el uso de subproductos animales en la alimentación animal. Por ejemplo, la regulación de la Unión Europea, EC 1069/2009, estipula que el subproducto animal no se puede usar para alimentar animales o peces de cría de la misma especie.

Se estima que alrededor del 33% de la producción mundial total de harina de pescado proviene actualmente de subproductos. Alrededor del 10% proviene de los subproductos de la acuicultura, el 19% de los subproductos de la pesca de captura y el 71% de la pesca de captura total.

La producción mundial de aceite de pescado a partir de subproductos representa el 26% del total del aceite de pescado producido. El valor más bajo en comparación con la harina de pescado se debe principalmente a que Asia procesa un gran volumen de flujo lateral de camarones cultivados que no produce ningún aceite.

El crecimiento en la utilización de subproductos es alentador, aunque todavía hay una gran proporción del subproducto del pescado para consumo humano que se desecha en lugar de convertirse en productos de alto valor que contribuyen al suministro de alimentos ricos en nutrientes.

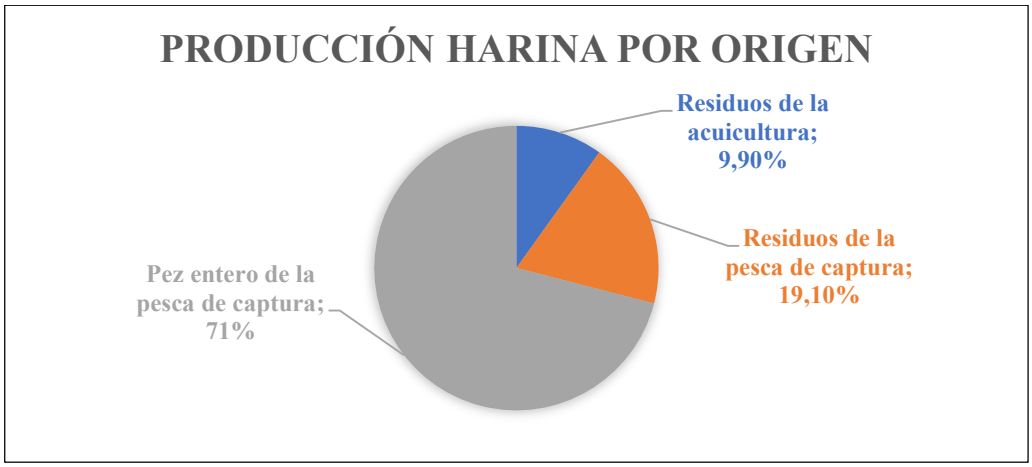


Gráfico 1-30:Utilización por origen harina de pescado (Einarsson, 2019)

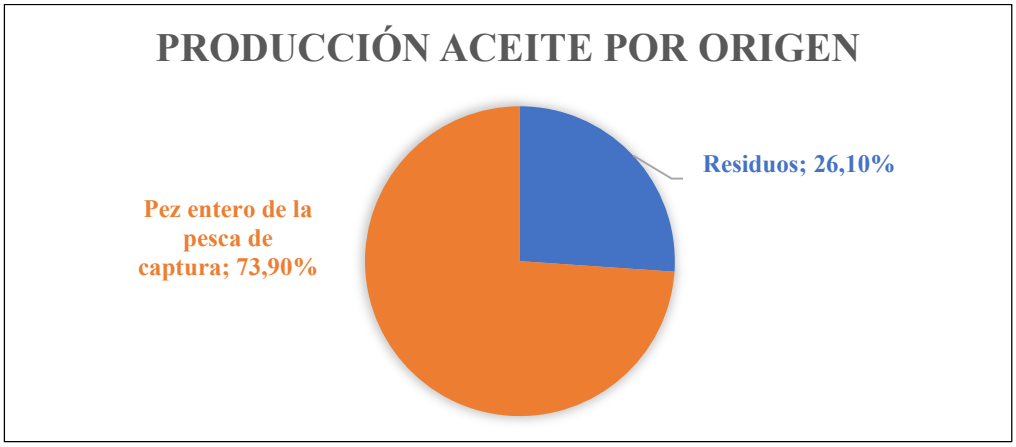


Gráfico 1-31: Utilización por origen aceite de pescado (Einarsson, 2019)

Se estima que a nivel mundial hay 11,7 millones de toneladas adicionales de subproductos producidos en plantas de procesamiento que no se recolectan para la producción de

ingredientes marinos. Según Jackson y Newton (2016), Asia (excluyendo China), con 4,6 millones de toneladas, es el área con el mayor potencial para la utilización de subproductos e incluso en Europa se estima que hay 0,6 millones de toneladas adicionales que podrían ser utilizadas. Sin embargo, en la UE, la mayoría de los recortes y subproductos de la industria ya se utiliza, por lo tanto, no se espera ningún aumento significativo en el suministro proveniente de la UE productores en los próximos años. El mayor potencial proviene de la industria de la acuicultura en otras partes del mundo, particularmente países asiáticos (EUMOFA, 2019).

Según la OCDE / FAO (2014), se espera que la producción pesquera mundial sea un 17% mayor en 2023, principalmente debido al crecimiento en la producción de peces de acuicultura. Se espera que la tasa de crecimiento de la acuicultura disminuya ligeramente en comparación con la década anterior, pero aún se espera que crezca un 2,5% anual. El aumento de la producción de acuicultura asegurará un suministro potencial creciente de materia prima para la producción de harina y aceite de pescado.

De hecho, se estima que la producción de harina de pescado crecerá en un 25-30% durante los próximos 10 años como resultado de una mayor disponibilidad de subproductos, mientras que la producción de aceite de pescado aumentará solo alrededor de un 5-10% durante el mismo período. Se debe fomentar tanto como sea posible el desarrollo y optimización de la recolección y el procesamiento de esta valiosa fuente de materia prima (Einarsson, 2019).

Se espera que la utilización de recortes para la reducción aumente al 49% para 2022. Debido a una mejor utilización de los recortes y un suministro estable de materia prima de la pesca directa, la producción de harina y aceite de pescado podría aumentar en los próximos años. Sin embargo, es probable que solo llegue una parte marginal de ese crecimiento de subproductos de pescado. Según la FAO, la producción de harina de pescado a partir de subproductos de pescado representará el 34% de la producción mundial de harina de pescado en 2030 en comparación con el 30% actual (EUMOFA, 2019).

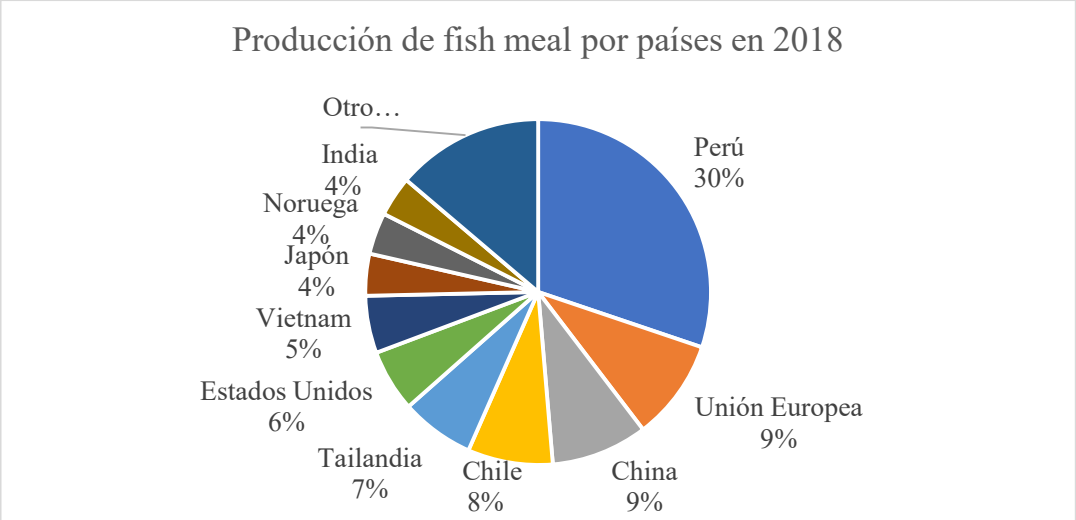


Gráfico 1-32: Producción mundial de fish meal en 2018, participación por país.

La producción de fish meal mundial está liderada por Perú, que concentra el 30% de la producción aproximadamente y es seguido por la Unión Europea, China y Chile. Esto se puede observar en Gráfico 1-33, que muestra la participación de los principales países productores.

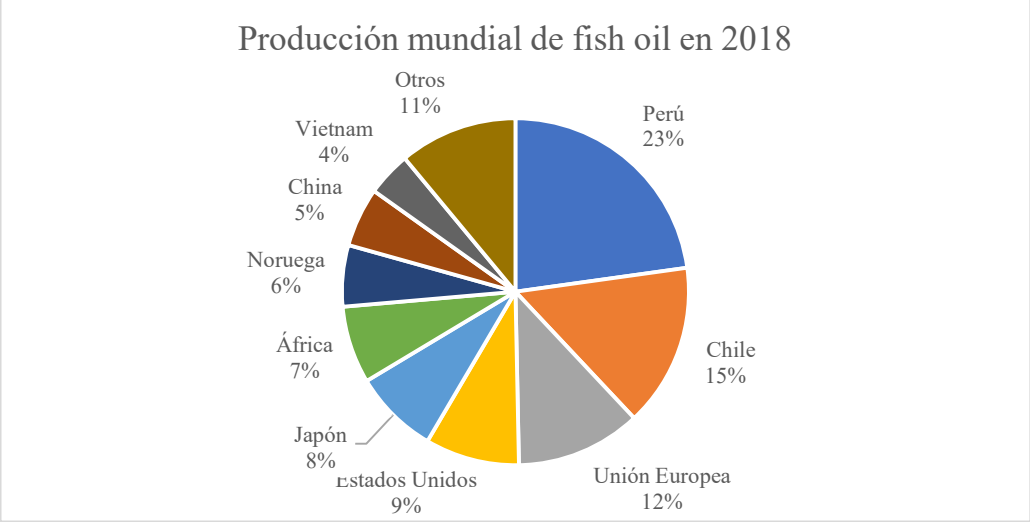


Gráfico 1-33: Producción mundial de fish oil en 2018, participación por país.

Por otro lado, la producción mundial de fish oil también es liderada por Perú. En este caso, Perú está seguido por Chile, la Unión Europea, Estados Unidos y Japón. Esto se pude observar en el Gráfico 1-34.

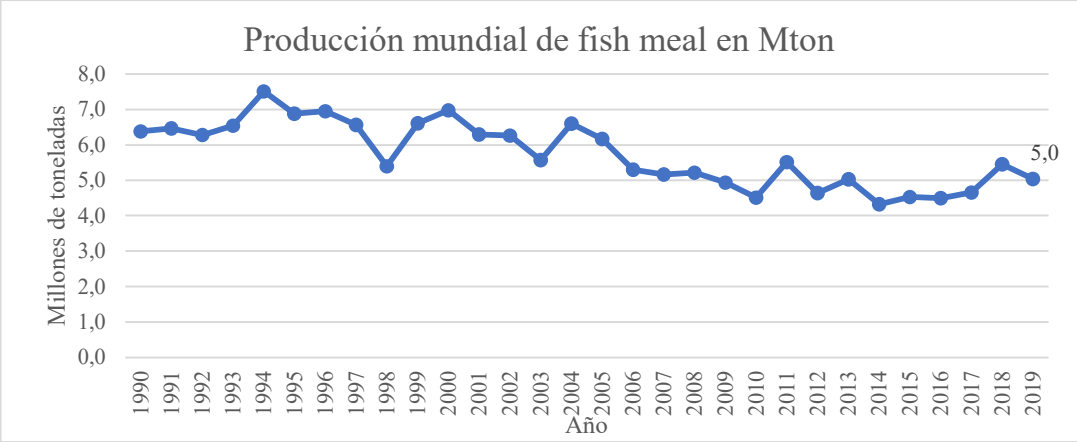


Gráfico 1-34: Evolución de la producción mundial de fish meal

Tanto el fish meal como el fish oil, son productos que no pueden mantenerse en stock durante muchos meses, es por ello que las cantidades producidas son muy similares a las cantidades consumidas. En el Gráfico 1-34, se observa la evolución de la producción mundial desde 1990 hasta la actualidad. En el año 2019 se produjeron 5 millones de toneladas de fish meal en todo el mundo.

Para el fish oil, en el Gráfico *1-35* se puede observar su evolución desde el año 1990 hasta el 2019 y la cantidad producida en el último año de 1 tonelada.

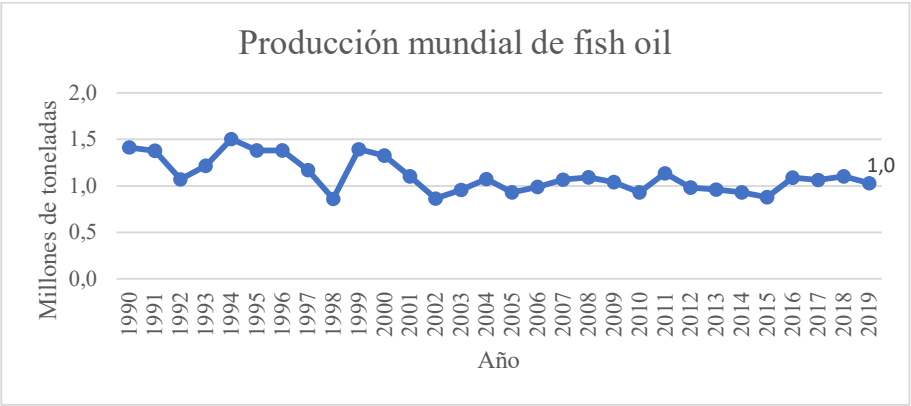


Gráfico 1-35: Evolución de la producción mundial de fish oil. Fuente: elaboración propia

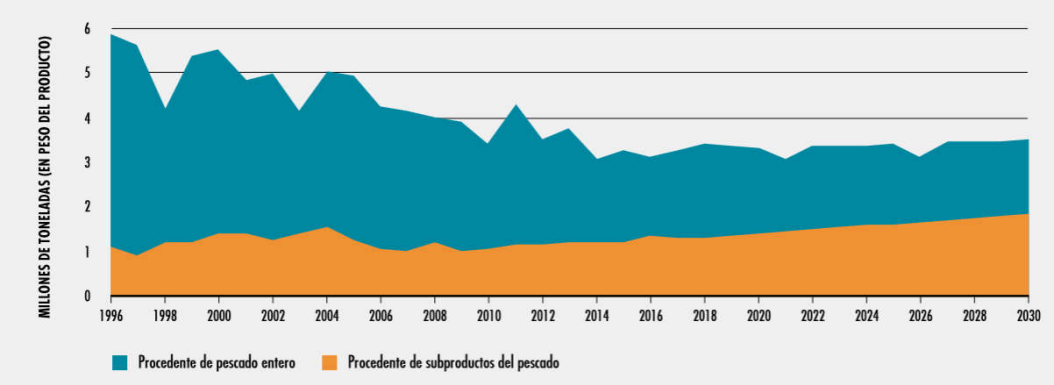


Gráfico 1-36:Evolución de la producción mundial de fish meal, procedente de pescado entero y de subproductos del pescado. (FAO, 2018)

En el Gráfico 1-36, se puede observar la proyección de la producción mundial de fish meal a 2030 realizada por FAO. Se estima que la harina procedente de subproductos de pescado posea un leve aumento, mientras que, la harina procedente de pescado entero sufrirá algunas caídas producidas principalmente por el fenómeno de El Niño.

1.6.2 Mercado local

En Argentina, sólo se pude realizar harina de pescado a partir de los residuos de las fileteadoras y se produce principalmente harina de merluza. También se realiza harina de langostinos en el sur del país, sin embargo, este producto no sugiere un gran estímulo de producción, ya que su precio de mercado es aproximadamente la mitad del precio de la harina de merluza, lo que genera en los productores una preferencia por el procesamiento de residuos de merluza.

Las harineras establecidas en Argentina en la actualidad son las siguientes:

- COOMARPES: Mar Del Plata, Buenos Aires.
- Agustiner S.A.: Mar Del Plata, Buenos Aires.
- Mundo Branco: Vivoratá (42 km antes de Mar Del Plata por ruta 2), Buenos Aires.
- Harinas SAO: San Antonio Oeste, Río Negro.
- Harineras Patagónicas: Puerto Madryn, Chubut.

Por lo general, las harineras argentinas exportan el 70% de su producción y se destina un 30% al consumo local. Entre los años 2010 y 2017 se identificaron 32 países a los cuales se exportó harina. El principal destino de exportación es China, ocupando el 40% en los últimos años. El segundo país al que más se exporta es Taiwán, ocupando el 26% de las exportaciones. Los demás países principales que se identificaron son Japón, Indonesia, Estados Unidos, Filipinas, Corea, Chile, entre otros[1]. El consumo local está constituido por la industria alimenticia destinada a mascotas, tanto perros como gatos, y por la industria de carne porcina. Dado que, en Argentina también se producen oleaginosas y cereales cuyo precio es menor al del fish meal, en la industria porcina se sustituye muy fácilmente.

1.7 Mercado proveedor

1.7.1 Puerto de Mar del Plata

El puerto de Mar del Plata es uno de los principales puertos argentinos abastecedores de productos para la industria pesquera. Durante el último periodo anual, el puerto de Mar del Plata ha sido responsable del desembarco de más del 46,4% de las capturas nacionales totales y del 94% de los desembarcos bonaerenses.

Durante el 2019, los desembarcos nacionales por capturas marítimas han ascendido a un valor de 778,1 miles de toneladas, registrando un descenso del 1,7% respecto al 2018, que se puede explicar por la disminución en la captura de crustáceos y moluscos del 15,4% y 11,2%, respectivamente.

[1] Datos obtenidos de la web de estadísticas de comercio exterior de SIF América S.A.

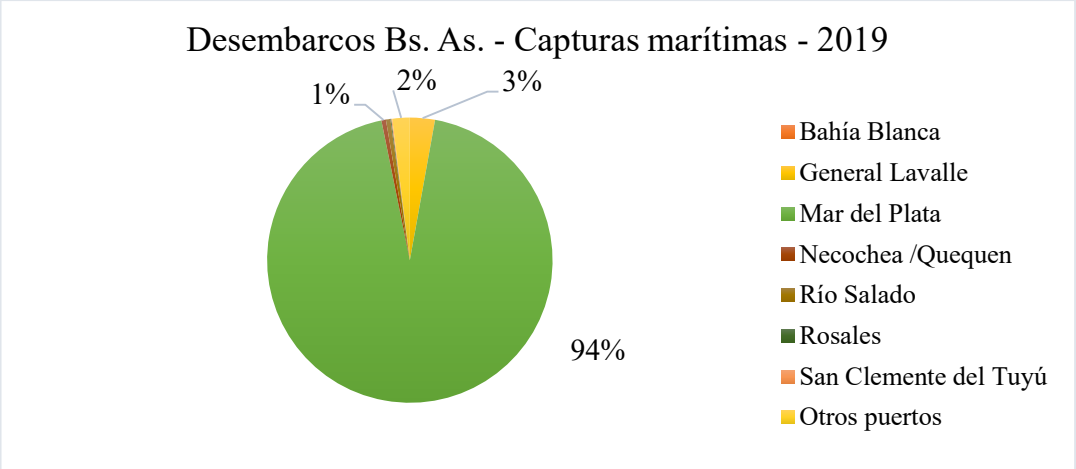


Gráfico 1-37: Desembarcos de capturas marítimas en el área bonaerense (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca, 2019)

El descenso registrado fue compensado en gran parte por el incremento en la captura de peces del 9,2%, en comparación con el año 2018. Las especies capturadas comprenden peces, crustáceos y moluscos. La participación de la especie referida como peces se encuentra por encima del 90% para 2018 y 2019.

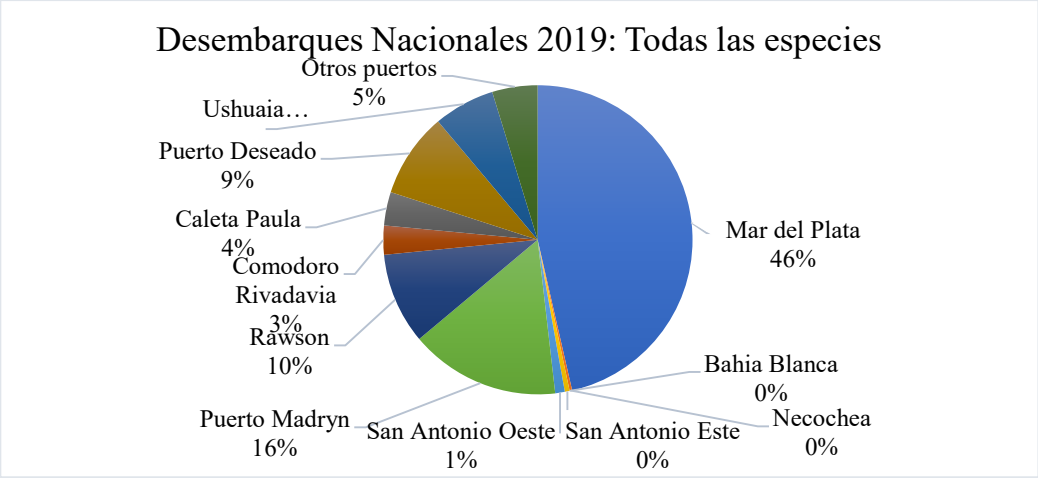


Gráfico 1-38: Desembarcos de capturas marítimas en el área nacional (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca, 2019)

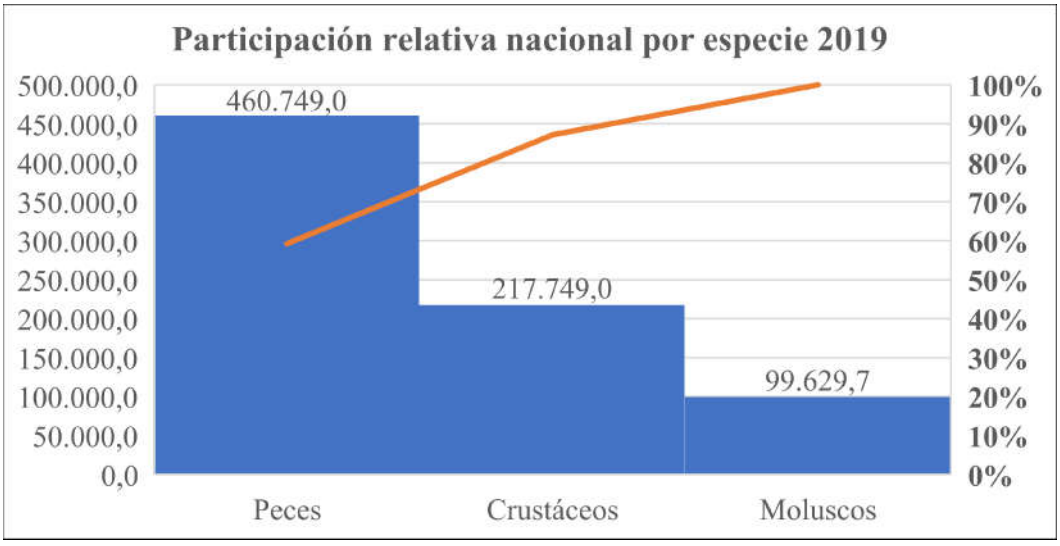


Gráfico 1-39: Diagrama de Pareto por especie 2019 en toneladas (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca, 2019)

Los desembarcos en el puerto de Mar del Plata registraron un total de 361,3 miles de toneladas en el año 2019, un 4% mayor al total alcanzado durante el 2018. Dentro de los principales especímenes desembarcadas en el puerto marplatense se encuentran la merluza hubbsi (pez), el calamar illex (crustáceo), la corvina blanca (pez) y el langostino (molusco), con participaciones del 65,6%, 9,6%, 4,3% y 3,2%, respectivamente.

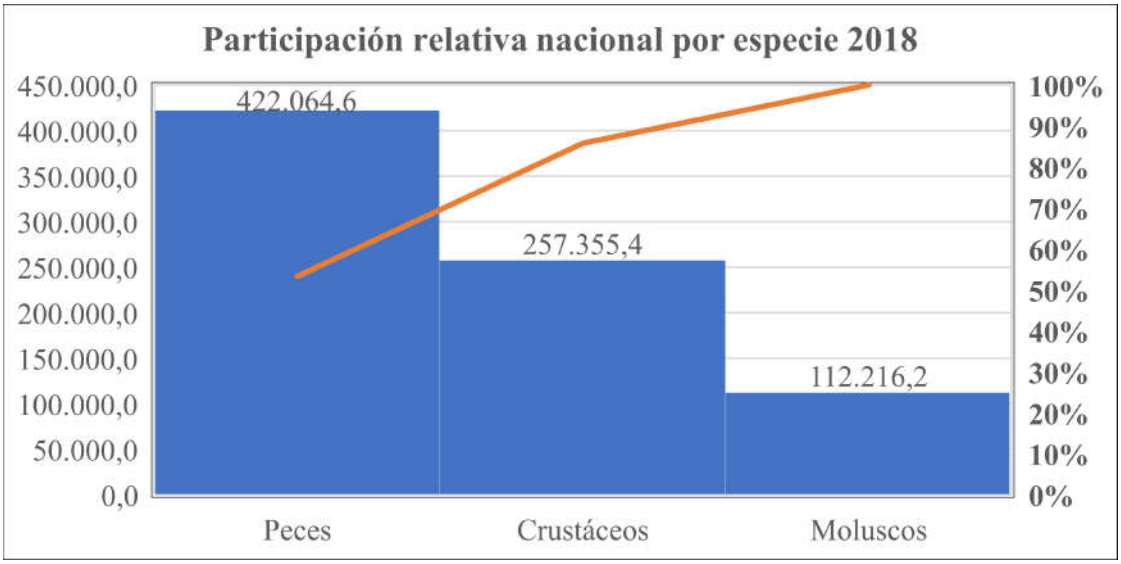


Gráfico 1-40: Diagrama de Pareto por especie 2018 en toneladas (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca, 2019)

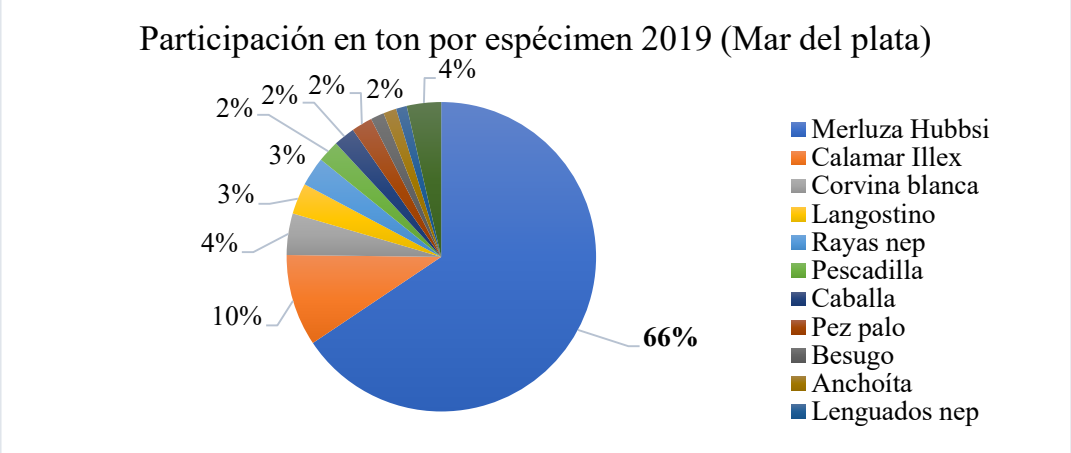


Gráfico 1-41: Participación en ton por espécimen 2019 en el puerto de Mar del Plata (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca, 2019)

1.7.2 Industria fresquera

Desde sus inicios, la pesca fue desarrollada principalmente por la flota costera marplatense que abastecía de pescado fresco al mercado interno y de materia prima a los establecimientos conserveros. A partir de 1963, las capturas de esta flota fueron superadas por las de los buques de altura, los cuales tuvieron como especie objetivo la merluza. En la medida en que la flota de altura iba consolidando su supremacía sobre la flota costera, las plantas procesadoras de filet de merluza se imponían a las plantas conserveras,

constituyendo una forma moderna y cómoda de promover la venta de productos eviscerados, trozados, congelados o super congelados.

El desarrollo de la industria fresquera continuó acentuándose a lo largo de las décadas de los setenta y los ochenta, con el agregado de una leve reducción relativa de la participación del puerto de Mar del Plata por la promoción estatal de los puertos patagónicos y, luego, por la actividad de buques factorías, que lograron imponerse a los fresqueros durante los noventa.

A partir de los años 90 la industria pesquera sufrió una gran transformación. Por un lado, la preponderancia del sistema productivo de pesca con fresqueros y procesamiento en tierra fue reduciendo importancia en relación con la actividad extractiva realizada por los buques congeladores y factoría, que contaban con procesado a bordo y mayor capacidad de bodega. Este proceso fue acompañado por la extranjerización de la flota. Para la Argentina representó un aumento global de los buques que operaron en el mar, provocando una presión muy fuerte sobre los recursos, lo que llevó a la merluza a los niveles más bajos de su historia. El descenso en las capturas de esta especie afectó a ambos tipos de flota. Sin embargo, el impacto más fuerte lo sufrió la flota congeladora, pues fue obligada a pescar debajo del paralelo 48°, donde los volúmenes de merluza existentes son menores (Comas, 2012).

La participación de las diferentes embarcaciones en las capturas marítimas presenta variaciones anuales menores a 7 puntos porcentuales. Durante los últimos tres periodos anuales, los fresqueros han presentado desembarcos con una participación del 59% sobre los desembarcos totales. Recordemos que los totales incluyen la captura de todas las especies (peces, crustáceos y moluscos), y la flota fresquera se compone de embarcaciones costeras, fresqueras y de rada o ría.

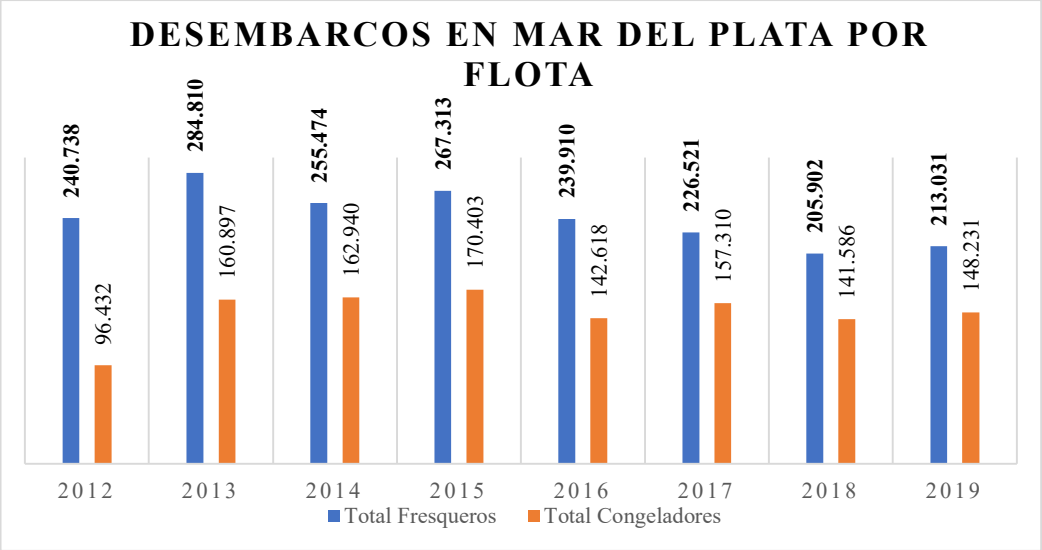


Gráfico 1-42: Gráfico de barras comparativo por flota por año en toneladas (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca, 2019)

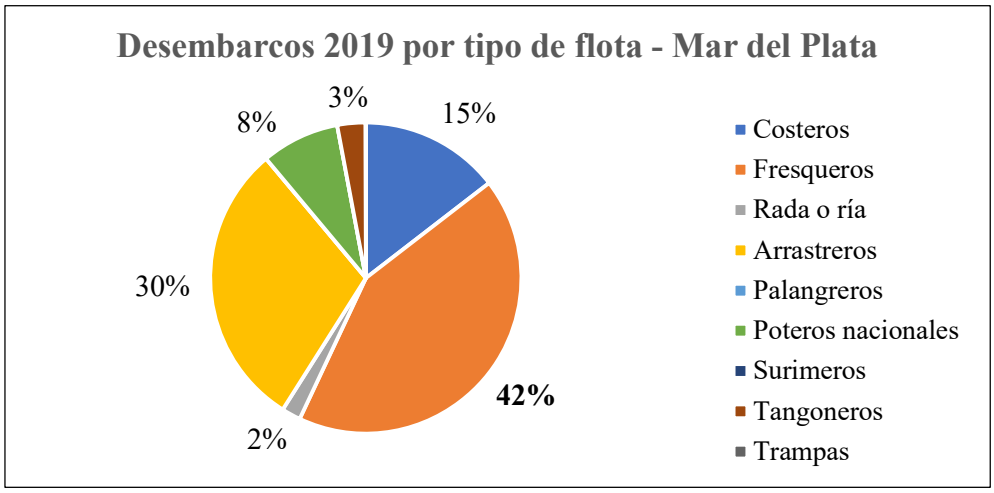


Gráfico 1-43 Desembarcos del 2019 en Mar del Plata por tipo de flota

De los últimos tres periodos anuales no se han registrado variaciones en el porcentaje de desembarcos proveniente de fresqueros, alcanzando valores del 42%. Sin embargo, resulta importante destacar que la participación en los desembarcos en términos de especies totales difiere a la participación que poseen las diferentes embarcaciones cuando se hace referencia a la merluza hubbsi. En este caso, el mayor porcentaje lo poseen los barcos fresqueros, con un porcentaje promedio histórico de los últimos 8 años del 74%.

Como explicado en la sección de “Proveedores” al hablar del análisis FODA, el mercado de obtención de materia prima es informal. En Mar del Plata los residuos se obtienen

mediante un intercambio. Las empresas harineras brindan servicio logístico de cajones utilizados para la pesca, y las empresas fileteadoras a cambio proveen los residuos.

1.7.3 Dimensionamiento de mercado objetivo

Para estimar la cantidad de harina y aceite que se podría llegar a producir, fue necesario estimar la cantidad de materia prima disponible. Para ello se tuvieron en consideración los tipos de especies, sus cantidades y los tipos de desembarque que se producen en Argentina.

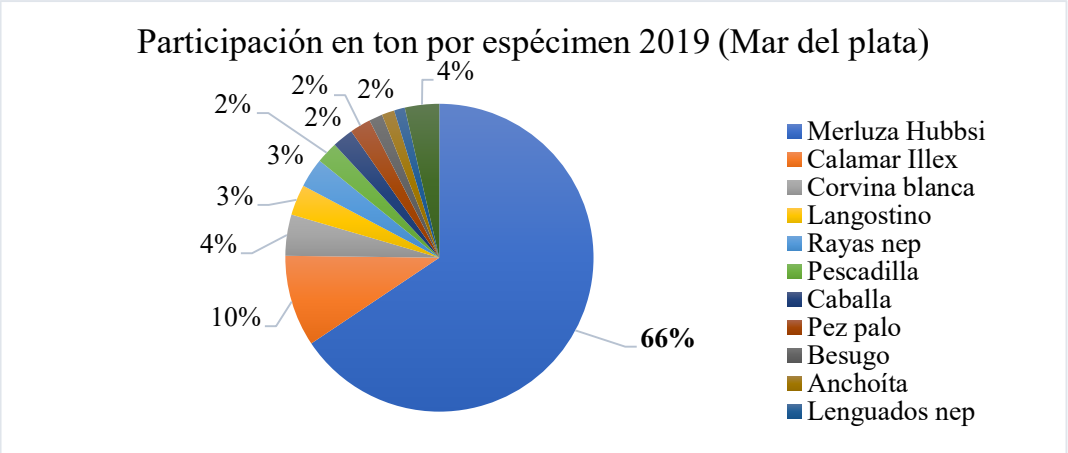


Gráfico 1-44: Participación en toneladas por espécimen desembarcado en el puerto de Mar Del Plata

Se analizaron los diferentes tipos de especies y las proporciones para saber de qué tipo de pescado sería la materia prima disponible. Como se puede ver en el Gráfico 1-44, la merluza representó el 66% de los desembarques totales. Sin embargo, el total de desembarques no es representativo si se quiere conocer la cantidad de materia prima disponible. Es necesario distinguir entre los tipos de barcos, fresqueros y congeladores, ya que solo habría materia prima disponible a partir de los barcos fresqueros. Se obtuvo el porcentaje promedio de barcos fresqueros sobre barcos congeladores, entre los años 2012 y 2019. En anexo se encontrará la tabla estimación de residuos por día en la sección de Estimación de Q proveedor con los resultados. Ese porcentaje resultó ser del 74%. Se cree que es un valor que puede representar los porcentajes de desembarques fresqueros de forma adecuada, ya que en esos años solo se registró una variación del 8%, entre el 72% y el 80%.

Con el porcentaje de desembarques fresqueros y los desembarques totales se pudo obtener la cantidad de residuos anuales disponibles en la ciudad de Mar del Plata. Para obtener la cantidad de residuo disponible por día en los últimos años se hicieron los siguientes cálculos:

- $Toneladas\ de\ pescado\ disponible\ en\ MDP anuales = total\ de\ desembarques\ anuales * porcentaje\ promedio\ de\ barcos\ fresqueros$, siendo el porcentaje de barcos fresqueros del 74%.
- $Residuos\ disponibles\ anuales = toneladas\ de\ pescado\ disponible\ en\ MDP\ anuales * 50\%$.

Se multiplican las toneladas de pescado disponible por el 50%, ya que es el porcentaje de residuo resultante luego del fileteado. Finalmente se obtienen los residuos disponibles diarios dividiendo por la cantidad de días laborables, es decir 260.

En la Tabla 1-6, se pueden ver los resultados obtenidos. En esos años se puede observar como la cantidad de toneladas disponibles se mantuvo alrededor de las 400 toneladas diarias. Hay que tener en cuenta que estos datos solo incluyen las toneladas de desembarcos declaradas, con lo cual en muchos casos las toneladas disponibles suelen ser mayores.

Se trató de verificar que la cantidad de toneladas disponibles tenga sentido en función de las toneladas exportadas. En el año 2018 se exportaron aproximadamente 17 mil toneladas, solamente de harina de pescado. Sin embargo, esas toneladas solo representan la producción destinada a exportación, si se tiene en cuenta también el mercado interno, se llega a una cifra de producción de 21 mil toneladas anuales a nivel nacional. Para producir esa cantidad se requieren 105 mil toneladas de residuos, resultando en aproximadamente 400 toneladas de residuo por día en Argentina.

Año	Toneladas de residuos disponibles declaradas por día en Mar del Plata
2012	314
2013	411
2014	386
2015	392
2016	396
2017	386
2018	345
2019	410

Tabla 1-6: Toneladas de residuos disponibles por día en Mar Del Plata (Elaboración propia)

Si se tiene en cuenta que en Mar del Plata se procesa el 70% de las toneladas disponibles a nivel país, podría decirse que en Mar del Plata se utilizaron 290 toneladas de residuos ese año para la producción. La diferencia resultante entre las toneladas disponibles y las utilizadas es de aproximadamente 150 toneladas. Se plantea una capacidad de producción de nivel menor que el principal competidor, Agustiner, apuntando a una cantidad de producción como la de Coomarpes. El objetivo es poder procesar alrededor de las 150 toneladas diarias. En caso de que haya escasez de materia prima, se cree que se puede llegar a ese valor deseado ofreciendo dinero por los residuos, o un servicio adicional al de la logística de los cajones a la empresa fileteadora. Procesándose una cantidad de 150 toneladas por día, se llegaría a una producción de 7350 toneladas anuales de harina de pescado y 1840 toneladas de aceite de pescado.

En la Tabla 1-6 se registraron las capturas máximas permisibles a nivel nacional entre los años 2017 y 2020. Como puede verse fue rondando entre las 400 y 440 mil toneladas. Según la Ley 24.922 todos los años debe establecerse la captura máxima disponible. Estas decisiones se toman en base a la abundancia y estado de explotación de las especies (Ministerio de Justicia de la Nacion, 1996). Se estima que la captura máxima permisible no va a variar en los próximos años, ya que en términos generales los peces no llegan a reproducirse más rápido de lo que avanza la pesca. Particularmente en el año 2020 la captura máxima permisible aumentó debido a la baja presencia de peces juveniles.

Año	Captura máxima permisible (Tn)
2017	411.200
2018	413.700
2019	402.900
2020	441.200

Tabla 1-7: Captura máxima permisible de especies demersales en Argentina (Merluza, abadejo) (Elaboración propia)

De esas capturas, Mar del Plata se responsabiliza del 60%. Estos valores representan una cota máxima para la obtención de materia prima. Por un lado, se sabe que no se puede pescar más del límite, por el otro, se asume que las industrias pesqueras siempre van a pescar la mayor cantidad de toneladas posibles para hacer rentable su negocio. Teniendo en cuenta los factores analizados previamente se llegó a la conclusión de que los residuos disponibles en Mar del Plata se mantendrán constantes.

La principal harinera de la zona es Agustiner S.A, seguida de Coomarpes S.A. Entre ambas se distribuyen la mayor parte de los residuos disponibles que hay en la ciudad. Históricamente han llegado a existir otras fábricas de pescado que fueron cerrando por diversos motivos. Por ejemplo, Omegamix es una empresa creada en 2016, productora de harina de pescado y derivados, que fue clausurada en 2019 por falta de permisos para producir (La Capital Mar Del Plata, 2019).

En 2015 cerró otra fábrica de harina de pescado, Moliendas del Sur, por no cumplir con el protocolo de tratamientos de residuos (Tres líneas, 2015). Esto habla de la existencia de recursos para el funcionamiento de una nueva fábrica, siempre y cuando se cumplan con los requisitos legales y medioambientales. Las aproximadamente 400 toneladas de residuos por día en Mar del Plata alcanzaron para el funcionamiento de las empresas existentes. En el peor de los casos, se pueden buscar estrategias competitivas que favorezcan a las fileteadoras o directamente se podría pagar por los residuos.

1.8 Proceso de obtención

1.8.1 Procesamiento del filete

En la actualidad el filete se puede procesar de forma manual o mecánica. Para el proceso mecánico se deben disponer de los siguientes equipos:

- Descabezadora y evisceradora
- Fileteadora
- Cuereadora

El filete es sometido a una operación manual donde se recortan los restos de piel y epitelio. La merluza se debe procesar recién capturada y en lo posible tener tamaño homogéneo. Este proceso manual se lleva a cabo en tierra, en plantas de procesamiento, y posee las siguientes etapas:

1. Etapa de recepción: Los cajones cargados con pescados y hielos se descargan del camión a la cámara de fresco. Si el procesamiento no se realiza en el momento siguiente a la descarga, se repone el hielo perdido en el traslado y se coloca en una cámara de almacenamiento. Allí puede permanecer entre 24 y 48 horas.
2. Lavado: los cajones se vuelvan en la máquina lavadora donde se quita el hielo con un sistema de agua continua. Se realiza una clasificación de las piezas según tamaño y se colocan en cajones que contienen 26 kilogramos aproximadamente. Estos cajones se trasladan a las mesas de los fileteros en cintas transportadoras.
3. Fileteado: los fileteros retiran los cajones de pescado de la cinta y realizan el descabezado, eviscerado, fileteado y cuereado. Los residuos se colocan en una cinta transportadora en la que son trasladados a un contenedor. Este contenedor luego es entregado a una fábrica de harina de pescado en compensación por el uso de los cajones. Los filetes se colocan en cajones de aproximadamente 13 kilogramos, son pesados y son transportados al sector de empaque.
4. Envasado: los filetes se colocan en bandejas o moldes de 7 kilogramos separados por hojas de nylon. Las bandejas se retiran y se colocan en el congelador de placas.
5. Proceso de congelado: en el congelador de placas los moldes permanecen por 4 horas. Luego se retiran, se desmoldan y embalan en cajas de 21 kilogramos. Las

cajas se cierran con zunchos, se etiquetan y se trasladan a la cámara de congelado a la espera de ser entregadas a los clientes.

1.9 Proyecciones

1.9.1 Precio harina de pescado

La harina de pescado puede considerarse como un commodity si es analizada desde el punto de vista cualitativo, dado que es un producto donde alcanzada una calidad mínima o estándar existe poca diferenciación entre los productos ofrecidos por los distintos productores. En este apartado analizaremos si el precio de este producto también se comporta como un commodity. Para los análisis subsiguientes se analizará la serie temporal de precios FOB Perú de la harina de pescado con un 65% de contenido proteico, dado que este es el precio de referencia utilizado a nivel mundial debido a la importancia relativa de Perú en el sector. A continuación, se hará un punteo explicando el comportamiento del precio a lo largo de los años.

- Como se puede ver en el Gráfico 1-45, en promedio el precio se mantuvo constante entre 1980 y los años 2000. A partir de ese año, comenzó a experimentar una tendencia creciente, que se interrumpió en el año 2001. Los movimientos en los precios son principalmente provocados por los efectos de la oferta y la demanda mundial. A continuación, se detallan acontecimientos que provocaron el alza o la baja de precios en el período 2009-2019. Hacia el año 2009, el precio de la harina comienza a crecer. En parte, eso ocurre debido al estancamiento de la producción en el año 2008 y una disminución de la oferta hacia el año 2009 (Gebauer, 2011). Esa caída de la producción fue una consecuencia de la crisis mundial crediticia. La oferta se contrajo más que la demanda. La escasez de producción también se debe a regulaciones establecidas para la pesca en la última década. Esas regulaciones son impuestas para frenar la pesca cuando hay una elevada presencia de peces juveniles (Salmonexpert, 2017).

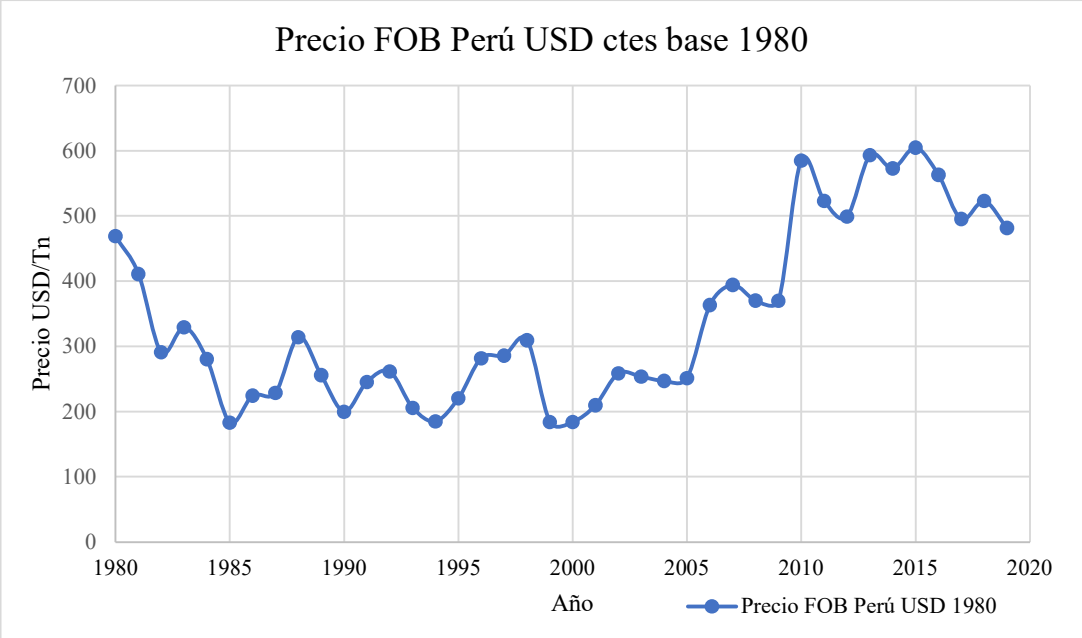


Gráfico 1-45 Evolución del Precio FOB Perú del fish meal (Banco Central de Reserva del Perú, 2019)

- En 2009 también estuvo la presencia de la gripe porcina en China, que es uno de los principales destinos de la exportación del fish meal. Esto causó una disminución de la demanda de harina por parte de China destinada a la alimentación de los cerdos. Esta débil demanda hizo que los precios de la harina en el mercado se debiliten. La baja de la oferta resultó de mayor fuerza frente a la baja de la demanda por parte de China. Poniendo ambos acontecimientos en la balanza, el precio tendió a la suba (Aquahoy, 2009).
- En 2015 se produjo la máxima histórica del precio de la harina. Desde entonces experimentó una tendencia a la baja. Esto se debe principalmente a que Perú, que es el principal productor, retomó la producción aumentando la oferta.
- Durante los primeros meses de 2015, se registraron los volúmenes más bajos de exportación de fish meal en un período de 6 años. A partir de octubre de 2015, una extensión de la corriente de El Niño llevó a un alza en los precios (Salmonexpert, 2016).
- En 2016, el descenso del precio del fish meal llegó hasta un 25,6% respecto al año anterior. En este caso, la baja del precio se debió a una disminución de la demanda, particularmente de China.

- Hacia 2017 la oferta pudo volver a la normalidad, ya que la corriente de El Niño que se venía registrando se dio por finalizada. Esto permitió que la biomasa silvestre pueda incrementarse.
- En el año 2018, en comparación con 2017, la producción de harina de pescado aumentó más del 90%, debido a la mejora del rendimiento de Perú.
- En un principio, la harina de pescado se utilizaba como alimento para aves, cerdos, ganadería en general. Con el transcurso de los años, su uso comenzó a destinarse principalmente al sector de la acuicultura. En 2006, este sector absorbió el 56,0% del fish meal y el 87% del fish oil de los suministros mundiales (FAO, 2008). Esto provocó un aumento de la demanda, que logró un aumento del precio de estos productos.
- China se convirtió en uno de los principales importadores de fish meal, y su demanda continúa en aumento debido a la importante actividad acuícola que realiza. Este país causó varios incidentes que provocaron la modificación del precio de la harina. Por un lado, tomaron medidas para proteger el medio ambiente. Como consecuencia, la acuicultura en China bajó considerablemente sus niveles, ya que priorizaron el medio ambiente frente a cualquier actividad comercial.
- En 2019 aumentó el impuesto a la pesca destinada a la producción de harina de pescado en Perú. Este impuesto entró en vigor a fines de ese año. El valor es del 0,43% del precio FOB. Este valor aplica al derecho de extracción de recursos destinados al consumo humano indirecto (Gestión Perú, 2019).

Cómo se evidenció en los puntos anteriores, el precio de la harina de pescado se forma mediante una dinámica de oferta y demanda compleja debido a la presencia de variabilidad en las condiciones tanto climáticas (fenómeno El Niño) como económicas. De este análisis extraemos las siguientes conclusiones:

- Los factores climáticos pueden explicar variaciones puntuales en intervalos de entre 3 y 7 años.
- Desde el año 2009 en adelante, los precios aumentaron considerablemente debido a la incapacidad del mercado de aumentar la oferta y al mismo tiempo de cumplir con las normativas ambientales y cuotas de captura.

- La producción acuícola mundial crece a un ritmo sostenido y por ende tracciona la demanda de harina de pescado. Sin embargo, por los altos precios de la última década se ha reducido el uso de harina de pescado a valores mínimos indispensables para mantener la rentabilidad de la industria acuícola. Esto genera un mayor interés en el desarrollo de nuevos sustitutos y una presión al alza en el precio de estos, como proteínas y aceites de origen vegetal.

1.9.2 Proyección de precio de la harina de pescado

Basándonos en la hipótesis de que la harina de pescado es un *commodity* se procedió a explorar la proyección de precios futuros mediante la técnica de regresión a la media o *mean reversion.* Esta hipótesis está basada en el supuesto de que en un mercado con escasa diferenciación de producto donde existen muchos oferentes y demandantes el precio tenderá al costo marginal en el largo plazo, a pesar de que pueda verse afectado por variaciones temporales.

Para este análisis se utilizaron los precios anuales de la harina de pescado FOB Perú, desde 1980 hasta 2019. Se desinflacionaron los valores tomando como año de referencia 1980 y utilizando la inflación de Estados Unidos (Bureau, US Labour, 2020).

Como un primer paso se validaron las hipótesis de *Random Walk* o camino aleatorio. Los criterios para tener en cuenta para validar Random Walk son:

- Coeficiente de correlación de Y_t e Y_{t-1} alto: el coeficiente obtenido es de 0,90, con lo cual esta hipótesis se da por validada
- Coeficiente de correlación entre errores (E_t y E_{t-1}) entre -0,25 y 0,25: los coeficientes obtenidos son -0,14, -0,16 y -0,09 respectivamente. Con lo cual, se da por validada la segunda hipótesis.

Para analizar el comportamiento y distribución de los errores se graficó el histograma de distribución de estos. En el Gráfico 1-46 puede verse que los errores se encuentran centrados en 0 y que tienen una tendencia de distribución normal.

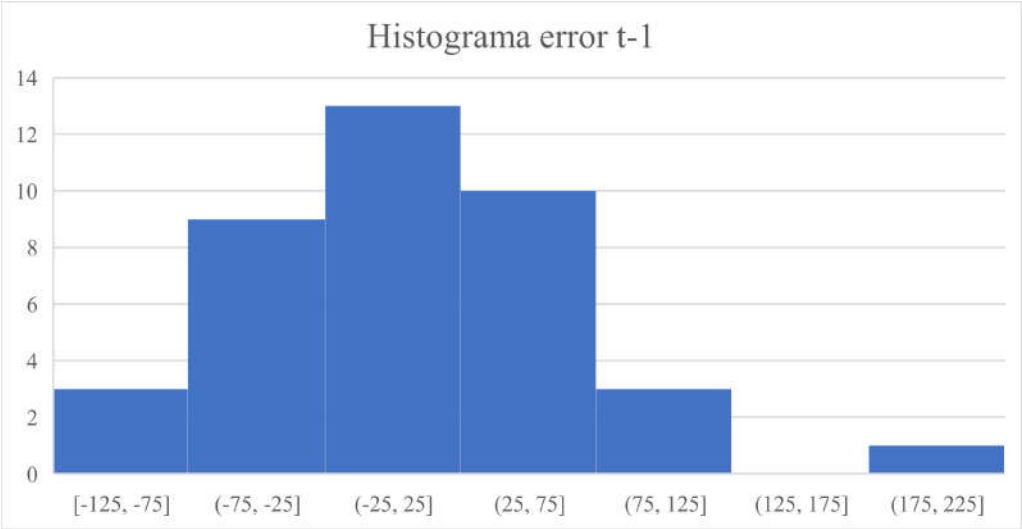


Gráfico 1-46: Distribución de los errores: Et=Yt-Yt-1 (Elaboración propia)

1.9.2.1 Proyección precio – Mean Reversion:

Los parámetros obtenidos para la proyección de precio fueron los siguientes:

Parámetros Mean Reversion	**B**	**Eta**	**Media**	**Y (0)**	**Desv. Est (Et)**
Valor	-0,11	0,12	342,94	481,78	62,59

Tabla 1-8: Parámetros de regresión a la media: Harina de pescado (Elaboración propia)

Con estos parámetros se realizó la proyección para el período 2020-2030 y luego se ajustó el precio con la inflación esperada de los Estados Unidos.

En el

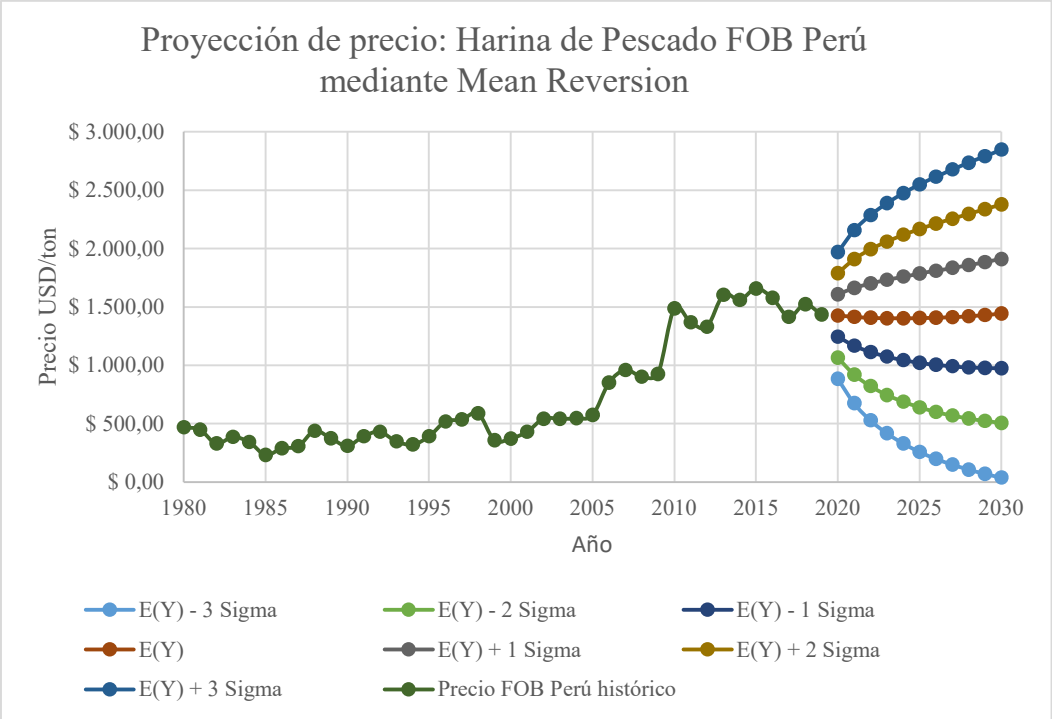


Gráfico 1-47

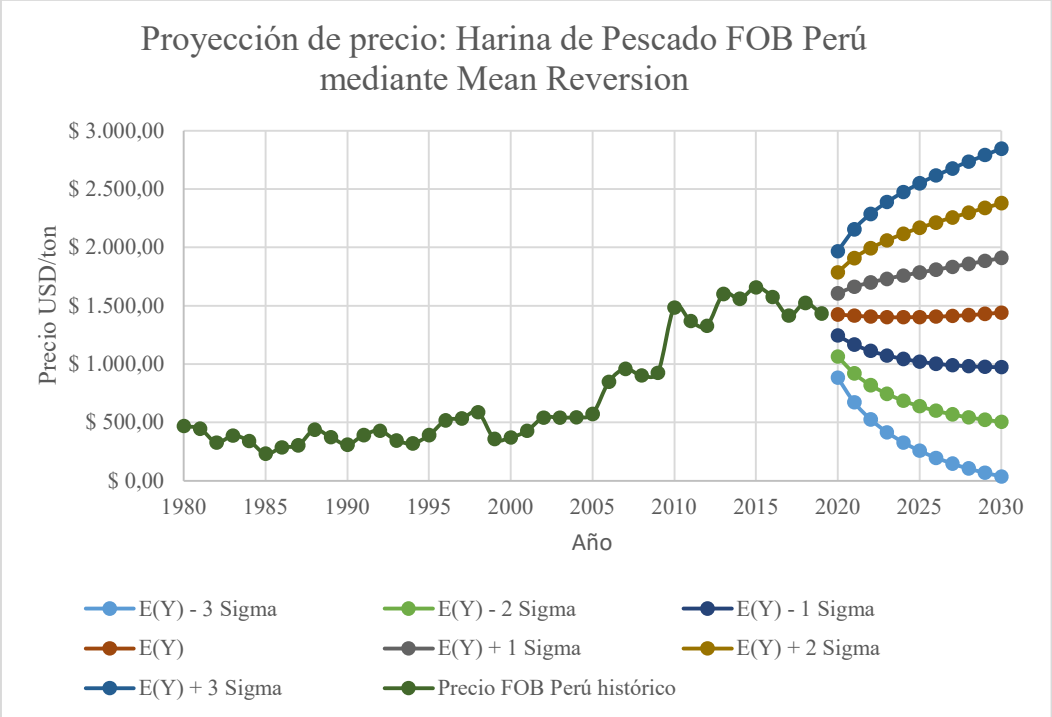


Gráfico 1-47: Proyección de precios de harina de pescado FOB Perú mediante Mean Reversion (Elaboración propia)

se graficó la tendencia esperada del precio E(Y) junto a los intervalos de confianza abarcados por 1, 2 y 3 desvíos respectivamente. Una primera observación nos permite

concluir que este modelo no permitirá pronosticar el precio de la harina de pescado con una alta precisión debido a la no convergencia de los intervalos de confianza en el período analizado. Por ejemplo, para el año 2030 el precio pronosticado se encuentra entre 38 y 2846 dólares con un 95% de confianza.

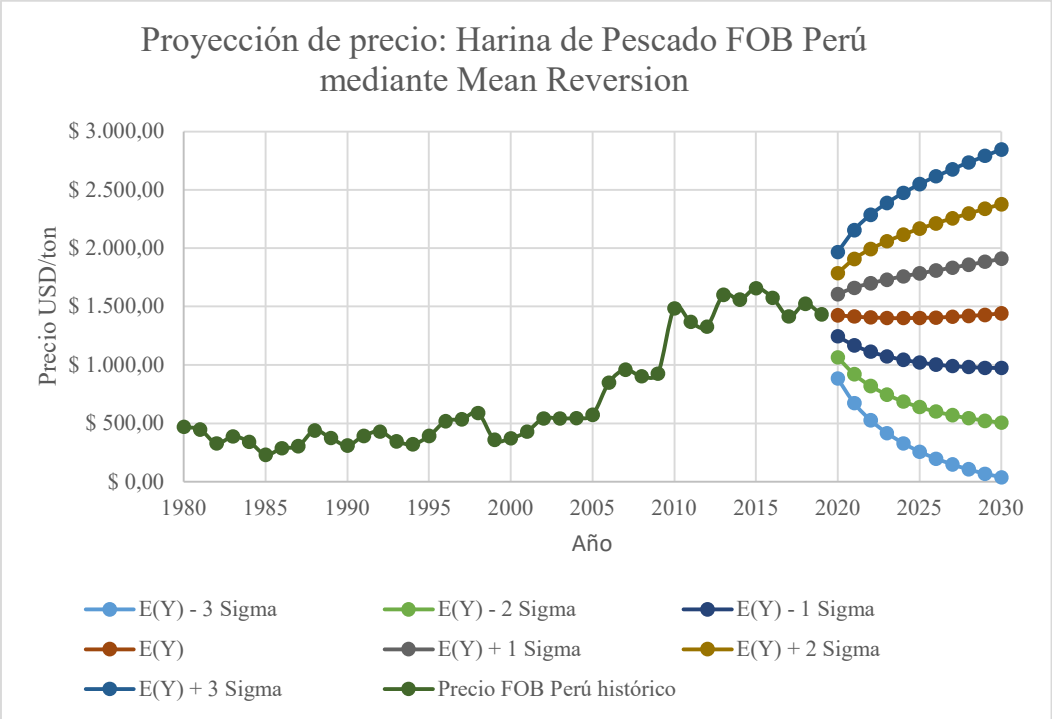


Gráfico 1-47: Proyección de precios de harina de pescado FOB Perú mediante Mean Reversion (Elaboración propia)

Esta volatilidad del modelo se puede explicar como consecuencia de los siguientes factores:

- Poca robustez del modelo al utilizar un *data set* con granularidad anual en vez de mensual.
- Existencia de tendencias macroeconómicas que explican el aumento del precio de la harina de pescado como el "*boom* de los commodities" y la consolidación de las proteínas de origen animal como un producto estratégico en el mercado de la nutrición animal.

- Cambio en la dinámica de la industria. El aumento de la demanda mundial de fish meal no pudo ser acompañado por un aumento de la oferta en el período 2008-2019 debido al límite natural de la pesca de captura en alta mar y el aumento de las regulaciones en los principales países productores.

Estas observaciones refutan la hipótesis del comportamiento de la harina de pescado como un *commodity* en el período 2000-2019, por lo cual la regresión a la media no es la herramienta óptima para realizar proyecciones. Luego de analizar la dinámica del mercado, se decidió complementar el primer análisis mediante el uso de regresión múltiple utilizando variables de la industria y macroeconómicas para proyectar el precio del producto.

Se propuso el modelo compuesto por los siguientes regresores:

Variable	Descripción	Unidad	Fuente	Relación esperada
Y	Precio FOB Perú Harina de Pescado	USD ctes. 1980/ton	Banco Central de Reserva del Perú	-
X1	Producción de fish meal Mundial	Millones de toneladas	OCDE	Inversa
X2	Precio harina de soja	USD ctes. 1980/ton	Banco Mundial	Directa
X3	Producción mundial de acuicultura	Millones de toneladas	OCDE	Directa

Tabla 1-9: Variables del modelo regresivo del precio de la harina de pescado (Elaboración propia)

El modelo busca explicar el precio de la harina de pescado en función de la producción mundial del producto, el precio de la harina de soja, el principal sustituto como fuente de proteína, y la producción mundial acuícola es decir el volumen del principal mercado consumidor.

La relación con la producción de harina de pescado se espera que sea inversa, es decir a mayor producción menores precios. Se trabajó con la base de datos de la OCDE y la

proyección de producción mundial que realizaron. Cabe mencionar que se espera que la oferta mundial se mantenga casi constante en la próxima década.

La relación con el precio de la harina de soja se espera que sea directa, ya que al aumentar el precio de un sustituto aumenta la demanda del producto y por ende su precio. Para la proyección se utilizó la base de datos del Banco Mundial y su pronóstico hacia 2030. En cuanto a la relación con el volumen del mercado acuícola también se espera una relación directa ya que una mayor producción requerirá mayor cantidad de proteínas de pescado, aumentando la demanda y a su vez el precio.

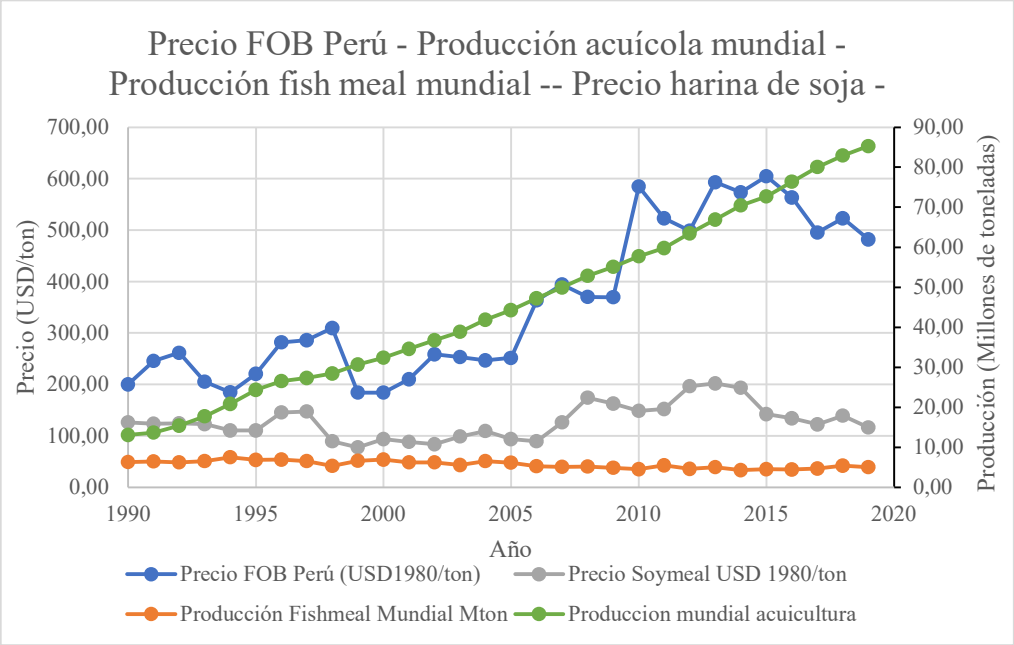


Gráfico 1-48: Variables explicativas y explicada del modelo propuesto (Elaboración propia)

En el Gráfico 1-48 se muestran las variables explicada y explicativas de manera conjunta para ilustrar el comportamiento de estas en el período 1990-2019. Se utilizó este período debido a que los datos utilizados para la regresión solo son de disponibilidad pública en este período. En la Tabla 1-10 se exponen los estadísticos principales del modelo. Se aprecia que todos los regresores resultaron significativos y que el signo de los coeficientes resulta coherente con las hipótesis planteadas a priori del modelo. En la Tabla 1-11 se muestra el resumen del análisis exploratorio realizado para el modelo. Se verifica que el modelo X1 X2 X3 posee la mejor capacidad predictiva y cumple los requisitos de determinante mayor a 0.1, Cp menor a 5p y posee el press más alto de los modelos analizados.

El modelo que utilizaremos para proyectar el precio resulta entonces:

$$Y = 407 \ - 58{,}80\, X_1 + 1.16\, X_2 + 3.06\, X_3$$

Ecuación 4:Ecuación del modelo de regresión de precio de la harina de pescado (Elaboración propia)

Variable	Coeficiente	Probabilidad	¿Significativo?
Intercepción	407,00	1,09%	Si
Producción fish meal mundial (X1)	-58,80	0,37%	Si
Precio harina de soja (X2)	1,16	0,12%	Si
Producción acuicultura (X3)	3,06	0,02%	Si

Tabla 1-10: Coeficientes del modelo de proyección de precio de la harina de pescado (Elaboración propia)

Modelo	R^2	S^2	DET	S $\|d_i\|$	PRESS	p	C_p
X1 X2 X3	0,898	2431,17	0.242	1.291,033	81.193,48	4	4
X2 X3	0,859	3255,72	0,808	1.436,940	104.783,3	3	12,157
X1 X3	0,847	3538,09	0,334	1.584,828	114733,9	3	15,293
X1 X2	0,827	3994,80	0,725	1.618,298	130.773,0	3	20,365
X1	0,773	5063,75	1	1.803,620	159.942,15	2	32,319
X3	0,765	5249,38	1	1.942,632	168.808,61	2	34,457
X2	0,434	12637,65	1	2.987,705	389.598,15	2	119,54

Tabla 1-11: Resultados del análisis exploratorio para el modelo

Con el modelo desarrollado se proyectó el precio de la harina de pescado en moneda constante hasta el año 2030. Luego se aplicó el coeficiente de inflación acumulada proyectada para obtener la proyección de precio a valores nominales. Los resultados se muestran en el Gráfico 1-49, junto con la tendencia esperada mediante mean reversion y los límites de $\pm 2\sigma$. Se ve que la proyección realizada por el modelo regresivo queda dentro del intervalo de confianza del 95% del modelo de regresión a la media.

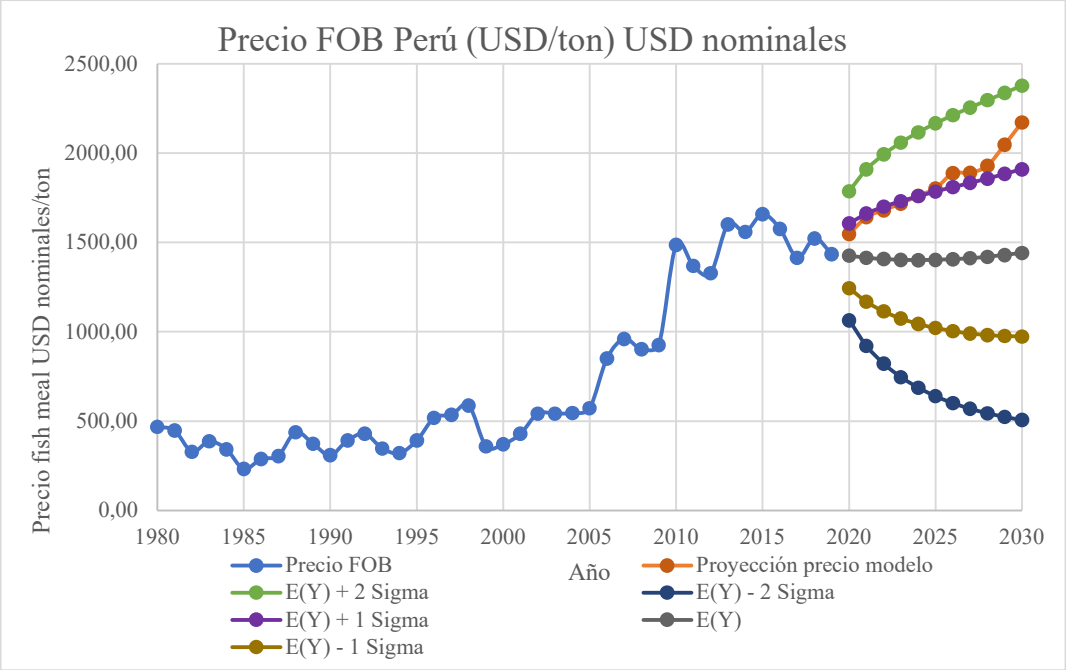


Gráfico 1-49: Precio FOB Harina de pescado y proyección mediante modelo y mean reversión (Elaboración propia)

Finalmente, para proyectar el precio que percibirá la empresa por las ventas de harina de pescado debemos trasladar el precio FOB Perú al precio FOB Mar Del Plata. La razón por la cual no se realizaron las proyecciones con los precios FOB de algún puerto argentino, es que no se disponen de datos públicos consistentes con antigüedad suficiente de los precios de exportación de harina de pescado, debido al bajo volumen y relevancia internacional que tiene Argentina en el mercado mundial de este producto. Sin embargo si se cuenta con los precios FOB del puerto de Mar Del Plata desde el año 2010, con los cuales se analizó si existe una correlación directa entre el precio de ambos puertos.

En el Gráfico 1-50 se graficaron a la par la evolución de ambos precios. Puede apreciarse que, en dólares nominales de cada período, los precios siguieron tendencias similares en la última década. La brecha entre ambos precios FOB se debe principalmente a las diferentes calidades de ambos productos, mientras que en Perú se produce mayoritariamente harina de pescado hecha a base de Anchoveta Peruana entera, en Argentina se produce únicamente a base de residuos de pescados demersales blancos como la merluza, por lo cual este último producto posee una calidad inferior al poseer un mayor porcentaje de ceniza.

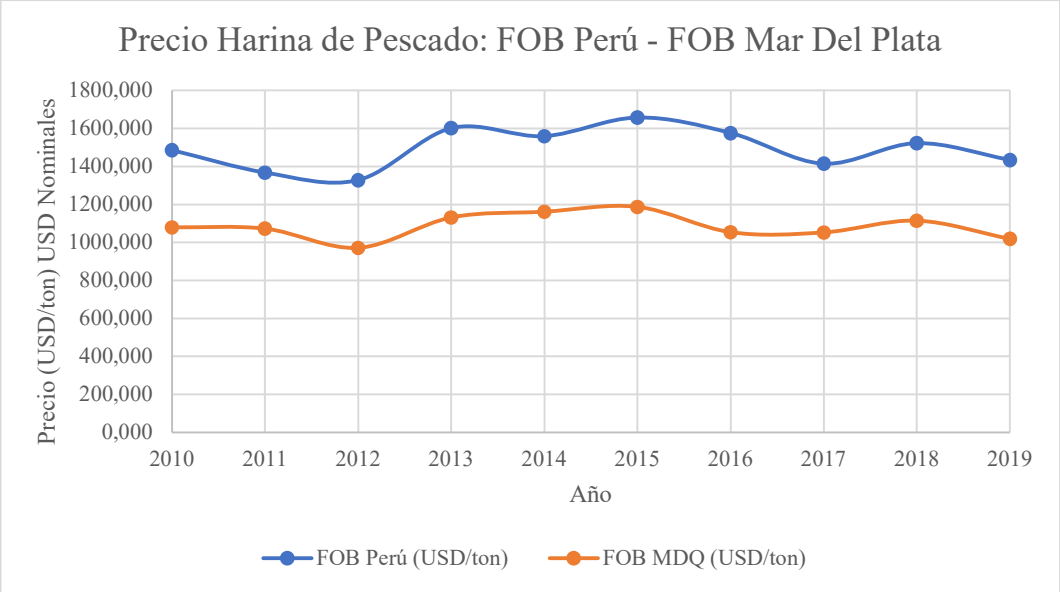


Gráfico 1-50: Precio de harina de pescado FOB en Perú y Mar Del Plata (Scavage, 2019)

El precio de venta en Argentina es negociado con los compradores locales e internacionales, tomando con referencia el precio internacional FOB Perú. Dado que los precios de venta históricos de las empresas entrevistadas para la realización de este trabajo son confidenciales, procedimos a realizar un análisis de correlación con la información expuesta en el Gráfico 1-50. El intercepto se fijó en 0 para encontrar coeficiente de proporción entre ambas variables. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Resumen de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,9984
Coeficiente Intercepción	0
Coeficiente: Precio FOB Perú	0,7244
Probabilidad del coeficiente	5,2073E-14
Inferior 95%	0,7031
Superior 95%	0,7456

Tabla 1-12: Resumen regresión precio harina de pescado FOB Perú y FOB Mar Del Plata

A partir de los coeficientes informados en la Tabla 1-12 podemos concluir que para los datos conseguidos hay una correlación prácticamente directa entre el precio FOB Perú y FOB Mar Del Plata. Esta correlación nos permitirá estimar el precio percibido por una

exportación desde Argentina sin necesidad de acceder a la información financiera de las empresas consultadas. El precio FOB Mar Del Plata se calcula entonces según:

$$Precio\ FOB\ Mar\ Del\ Plata = 0{,}7244 \times Precio\ FOB\ Perú$$

Ecuación 5:Precio FOB Mar del Plata

Como conclusión de esta sección se detalla el precio proyectado para la harina de pescado FOB Mar Del Plata por tonelada y el precio percibido por los productores luego de los aranceles de exportación del 5% (Decreto 230/2020 del Boletín Oficial, 2020), ambos en dólares norteamericanos nominales de cada período.

Año	Precio FOB (USD/Tn)	Precio percibido (USD/Tn)
2020	1121,33	1065,26
2021	1189,31	1129,85
2022	1217,90	1157,00
2023	1244,34	1182,12
2024	1276,15	1212,34
2025	1305,91	1240,61
2026	1367,71	1299,32
2027	1368,42	1300,00
2028	1398,48	1328,55
2029	1483,27	1409,10
2030	1573,41	1494,74

Tabla 1-13: Precios esperados periodo 2020-2030 (Elaboración propia)

1.9.3 Precio aceite de pescado

Una de las tendencias mundiales que han evolucionado con los años ha sido el incipiente crecimiento en la población y de los movimientos demográficos, que ha provocado cambios sobre las costumbres culturales y el desarrollo de dietas proteicas. Dentro de los mercados involucrados se encuentra la industria pesquera que ha presentado un importante aumento en el consumo de pescado. A medida que la demanda de pescado ha aumentado y el movimiento a favor de la preservación de las especies ha tomado impulso, las capturas no han evolucionado en aumento hacia el fomento de las industrias no

alimenticias. En gran parte de los años, las capturas decrecientes afectan por encima del 60% de los principales países productores y un 40% a los restantes países. La contribución de la acuicultura en la producción mundial de pescado de captura ha aumentado continuamente, llegando al 46,8% en 2016, frente al 25,7% en 2000.

Durante el 2014 la industria pesquera destinó casi 21 millones de toneladas de pescado hacia la industria manufacturera de productos no alimenticios, representando un 22% de las capturas totales, cuando en 1996 se destinaban cerca de 34 millones de toneladas. Las capturas han demostrado periodos con tendencia decreciente debido a un aumento en el consumo humano y un descenso en el porcentaje de la pesca destinada a producción alimenticia (impulsada por cuotas de pesca más estrictas y controles adicionales sobre las pescas no reguladas). En conjunto con los cambios en el consumo, el fenómeno de El Niño en la costa oeste del continente Sudamericano, y mediciones más estrictas de la pesca han tenido un gran efecto sobre las capturas destinadas a la industria de reducción.

Al igual que la industria de la harina de pescado, el aceite también se ha posicionado como un producto estratégico a lo largo del tiempo al no poseer una diferenciación clara respecto a su calidad. Sin embargo, no se prevén variaciones significativas en las dietas de la principal industria demandante del aceite, la acuicultura, en donde cerca del 70% anual de la producción de aceite tiene como destino estratégico la alimentación de peces de cultivo. Dentro de esta categoría, el 80% de las especies demandantes de aceite son los salmónidos y los crustáceos. Es por esto que uno de los principales consumidores de aceite es la Unión Europea, a través de su importante industria de cultivo de salmónidos.

Con una tasa de crecimiento anual de 5,8% durante el período 2001–2016, la acuicultura continúa creciendo más rápido que otros sectores importantes de producción de alimentos, pero ya no disfruta de las altas tasas de crecimiento anual experimentadas en los años ochenta y noventa. De esta manera, la acuicultura ha buscado sustitutos proteicos y en ácidos grasos durante los últimos años. En algunas dietas, como la del salmón, el porcentaje dietario cubierto por aceite de pescado ha caído en casi 10 p.p. durante el periodo 1990-2013 (19% durante el periodo 1990 y 11% durante el 2013) (SEAFISH, 2018).

Durante el fin del 2016 y comienzos del 2017 los precios del aceite y la harina de pescado siguieron una tendencia a la baja debido a la normalización de las condiciones climáticas

en Sudamérica derivados de El Niño, además de una buena temporada de capturas de pequeñas especies pelágicas en Europa que permite suministrar materia prima en el viejo continente. Debido a la demanda constante y creciente, se espera que el precio del aceite de pescado a largo plazo aumente, dado que en los últimos dos años Perú ha continuado siendo el principal productor mundial y exportador de harina y aceite de pescado, y Noruega ha sido consistentemente el principal mercado de consumo para aceite de pescado, principalmente para su impresionante industria acuícola (FAO, 2018).

En el largo plazo, se espera que los precios mundiales de la harina y aceite de pescado sigan acordes con el precio de los productos de semillas oleaginosas debido a sus fuertes posibilidades de sustitución. Para el aceite de pescado, la relación con las semillas oleaginosas se mantendrá alta, pues se supone que se mantendrá el cambio estructural en la relación ocurrido en 2012. El cambio se debe en gran medida al incremento de la demanda de ácidos grasos omega 3 (que el aceite de pescado contiene con particular abundancia) en la dieta humana (OCDE/FAO, 2019).

Cabe destacar que, en las últimas décadas, los mercados de harina y aceite de pescado han experimentado importantes choques de oferta y demanda que han cambiado fundamentalmente el mercado. Por el lado de la demanda, el primer choque fue el aumento de la demanda de los productores de alimentos acuícolas para la harina y el aceite de pescado. Como la acuicultura ha sido la tecnología de producción de alimentos de más rápido crecimiento en el mundo durante los últimos tres décadas, la demanda ha aumentado rápidamente. A fines de la década de 1990 se comenzó a observar que la relación entre la harina y el aceite de pescado con los mercados de harina y aceite vegetal era significativa y que se debilitaba en períodos con baja producción, como en los años que transcurrió El Niño. Esta fue la primera evidencia de que un número suficientemente grande de compradores compraron harina y aceite de pescado por sus características únicas en lugar de ser un sustituto barato de otras comidas y aceites. El hecho de que los productores de alimentos acuícolas puedan ganar fácilmente cuotas de mercado de otros productores de alimentos para animales es evidencia de que para estos productores la harina y el aceite de pescado eran solo ingredientes sustitutos baratos.

Dentro de las características del precio del aceite de pescado, se pueden identificar tres shocks en el mercado que modificaron de forma irreversible el precio. El primer impacto se sintió cuando en el mundo comenzó a predominar un movimiento a favor de la

preservación de las especies, de forma que una cuota de captura fija permitiese la regeneración de biomasa adecuada. Este movimiento tuvo una importante influencia sobre las capturas de especies pelágicas a comienzos de 1990 (FAO, 2005). En el territorio peruano, luego de una explotación extensiva de especies pelágicas durante la década del 80, recién en la década de los 90 se evidenció la recuperación de la actividad extractiva sobre el recurso anchoveta (FAO , 2010).

El segundo shock ocurrió durante el comienzo del nuevo milenio a través del fenómeno determinado como el boom de los commodities. Este fenómeno provocó un impulso al alza sobre los precios de las materias primas que benefició principalmente a Sudamérica y África. Se cree que el shock se evidencia a partir de finales del 2000, cuando el precio sufre un incremento mensual promedio del 7%.

Para el aceite de pescado, se produjo un tercer shock en el precio cuando los beneficios para la salud de los ingredientes marinos como Omega-3 se entendieron mejor y la demanda para consumo humano de cápsulas de alimentos que contienen Omega-3 se aceleró. Con una industria altamente exitosa de suplementos nutricionales, el aceite de pescado es un componente cada vez más valorados en varios alimentos funcionales, dietas saludables e incluso con fines médicos, tomando un rol estratégico en el consumo humano y en la producción acuícola. Esto se tradujo en un aumento adicional de demanda, y desde 2011 el precio del aceite de pescado parece desacoplarse del mercado sustituto del aceite vegetal, alcanzando en febrero de 2020 un diferencial sustancialmente más alto de precio que en el 2012 del 172% (precio CIF aceite de colza feb-20: USD 400 Tn vs precio CIF aceite de pescado feb-20: USD 1.090 Tn, ambos en USD ajustados) y afianzando su rol estratégico (Asche, 2016).

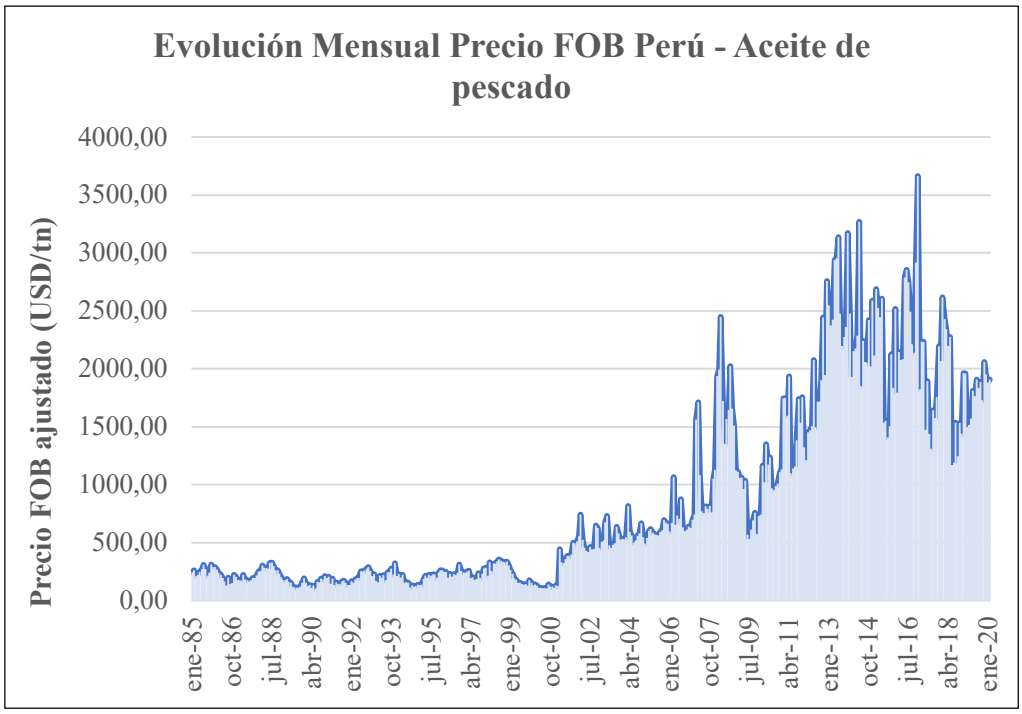


Gráfico 1-51: Evolución mensual FOB Perú (Banco Central de Reserva del Perú, 2019)

El mercado del aceite de pescado logró recuperarse de la fuerte corrección de precios observada en el primer semestre de 2018 luego de la excepcional temporada de pesca peruana, en donde en realidad el precio comenzó el año 2018 a un precio récord, un nivel en el que la relación de precio del aceite de pescado / aceite de colza había alcanzado un nivel récord de tres años cercano a 2,8.

La buena actividad pesquera del 2018 en Perú se asoció con rendimientos de aceite relativamente altos (en promedio por encima del 4%) durante la primera temporada de pesca, permitiendo una estabilización más o menos al nivel del año anterior. Durante la 2da temporada de pesca, los rendimientos promedio de aceite se mantuvieron bastante estables con un promedio de alrededor del 3%, pero a medida que los compradores comenzaron a cubrir sus requerimientos de 2019, los precios del aceite comenzaron a aumentar en torno a USD 1.800 / Tn FOB Perú (USD nominales).

Desde que más del 90% de la producción peruana se exporta, el incremento en el volumen operado del 2018 ha equilibrado el mercado mundial de la harina y el aceite de pescado, y ayudó a estabilizar los precios. Los precios del aceite de pescado bajaron del nivel alto visto a principios de 2018, cuando el precio FOB Perú estaba por encima de USD 3.000

/ Tn (USD 2.616 / Tn, USD corrientes año base 1985). Los precios del aceite alcanzaron un inferior en junio del 2018 de USD 1.398 / Tn (USD 1.170 / Tn, USD corrientes año base 1985) y desde entonces ha aumentado a una tasa promedio del 4% mensual.

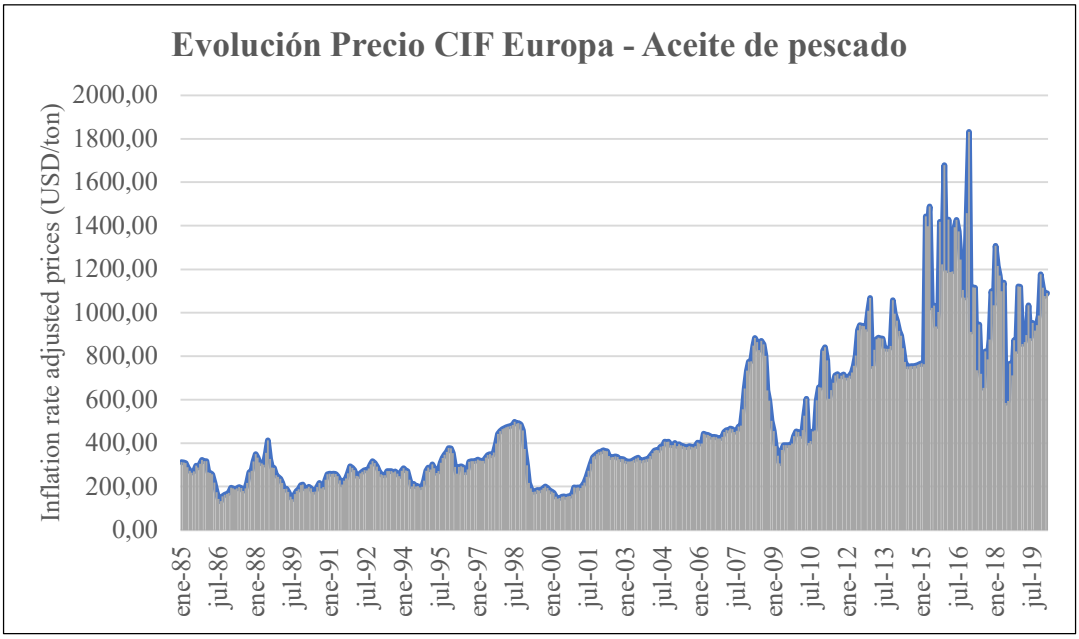


Gráfico 1-52: Evolución mensual precio ajustado CIF Europa (IFFO, 2016)

Con algunas variaciones locales, los precios de la harina y el aceite de pescado en Europa corresponden significativamente a los precios globales, que están vinculados con la situación de la oferta en América del Sur, en particular Perú.

Se puede notar, a partir de los datos históricos, una alta correlación entre los precios CIF Europa y FOB Perú. Esto se debe al rol que posee Perú en la comercialización mundial del aceite de pescado. La correlación entre los precios CIF y FOB históricos resulta ser 0,93, dado que las exportaciones peruanas tienen como principal destino países dentro del territorio europeo.

Mediante los gráficos se puede identificar que efectivamente gran parte de las exportaciones del 2015 y 2017 tuvieron como destino a países de la Unión Europea. En este caso, las exportaciones a Europa tuvieron participaciones durante 2015 y 2017 del 74% y 50%, respectivamente.

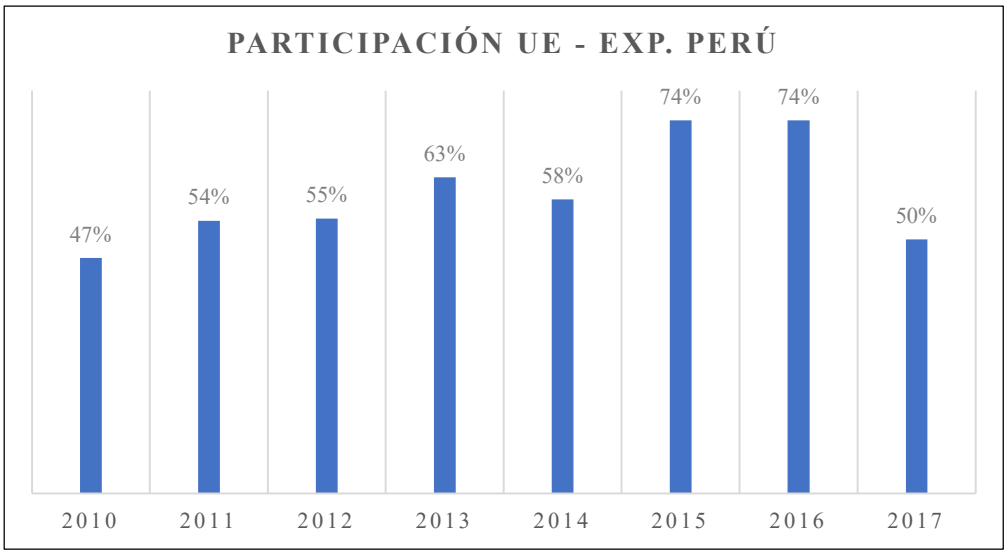


Gráfico 1-53: Participación Unión Europea en exportaciones de Perú (Banco Central de Reserva del Perú, 2019)

Mediante el Gráfico 1-53 se puede identificar que efectivamente gran parte de las exportaciones del 2015 y 2017 tuvieron como destino a países de la Unión Europea. En este caso, las exportaciones a Europa tuvieron participaciones durante 2015 y 2017 del 74% y 50%, respectivamente.

1.9.4 Correlación precios aceite-harina

Dado que en las principales industrias donde se utilizan ambos productos se suelen utilizar de forma complementaria, de manera de comprender la relación entre los precios se calculó el coeficiente de correlación. En el caso de que ambos precios estuvieran relacionados linealmente (coeficiente cercano en módulo a 1), la proyección del precio de la harina de pescado hubiera determinado el precio de aceite de pescado.

Sin embargo, el valor del coeficiente de correlación obtenido resultó ser de 0,9 que, si bien es un valor que podría considerarse bueno por su cercanía al valor 1, se considera que la evolución del precio del aceite no estará vinculada de forma directa con el precio de la harina.

Los mercados involucrados en cada precio modifican la relación de tal manera que puede pensarse que el aceite de pescado se ha vuelto un producto estratégico de alto precio en el consumo humano, cuando antes era considerada simplemente un commodity.

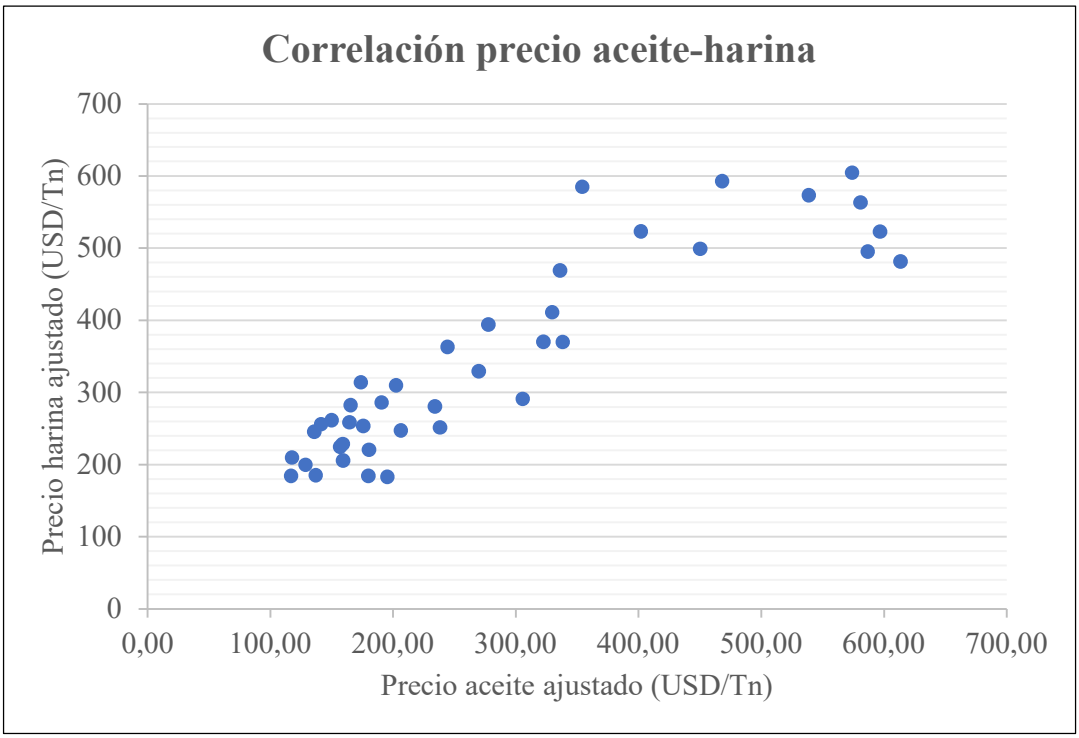


Gráfico 1-54: Correlación precio aceite y harina de pescado (Banco Central de Reserva del Perú, 2019)

No obstante, en el siguiente apartado se continuó con la proyección del precio del aceite mediante otro método.

1.9.5 Proyección precio del aceite de pescado

Se puede pensar que el aceite de pescado ha tenido un comportamiento similar al de un commodity durante los últimos años. Antes del super ciclo de los commodities, el aceite presentaba un mercado altamente desarrollado a través de las capturas de especies pelágicas, en donde los choques de oferta y demanda derivaban en un cambio continuo en el precio, siempre influenciado en gran medida por el Fenómeno de El Niño. Luego, derivado de la implementación de las cuotas de capturas durante la década de los 90, el precio se vio impulsado por un procesamiento de la industria de reducción menor, y consecuentemente una oferta menor para la demanda creciente de los últimos años.

Sin embargo, a partir del 2000/2001 el aceite ha tomado un rol estratégico en el consumo humano y en la industria acuícola, por lo que es razonable pensar que el precio se ha incrementado a expensas de una demanda creciente y orientada hacia la búsqueda de Omega-3. El rol se afianza en 2011/2012 cuando el precio del aceite de pescado bifurca

hacia al alza respecto de su principal sustituto en la industria acuícola, que presenta una corrección en su precio hacia la baja.

Por consiguiente, se estudia el cumplimiento de las hipótesis de Mean Reversion para la proyección del precio del aceite de pescado durante la década 2020-2030.

1.9.5.1 Random Walk

A partir del estudio de los datos muestrales sobre el precio, se obtuvo una remarcada relación entre el precio y el precio rezagado en un periodo anual, obteniendo un coeficiente de correlación entre P_t vs P_{t-1} que corresponde a 0,97. Además, se cumple que el coeficiente de autocorrelación de los residuos E_{t-1} vs E_{t-2} resulta de 0,15, comprendido dentro de los valores permisibles.

Por último, a partir del Gráfico 1-55 se puede evidenciar un próximo centrado en el cero, que corresponde con una media muestral de 9. Dado que no se disponen de los suficientes datos, de acuerdo con el histograma no se puede afirmar que efectivamente la media poblacional de los residuos es cero. Sin embargo, el intervalo dentro del rango de mayor moda comprende al cero y la forma del histograma que se representa es similar al de una distribución normal, validando el último de los supuestos.

Finalmente, una vez habiendo validado teórica y numéricamente el precio del aceite de pescado mediante Random Walk, comienza entonces la proyección en sí mediante Mean Reversion.

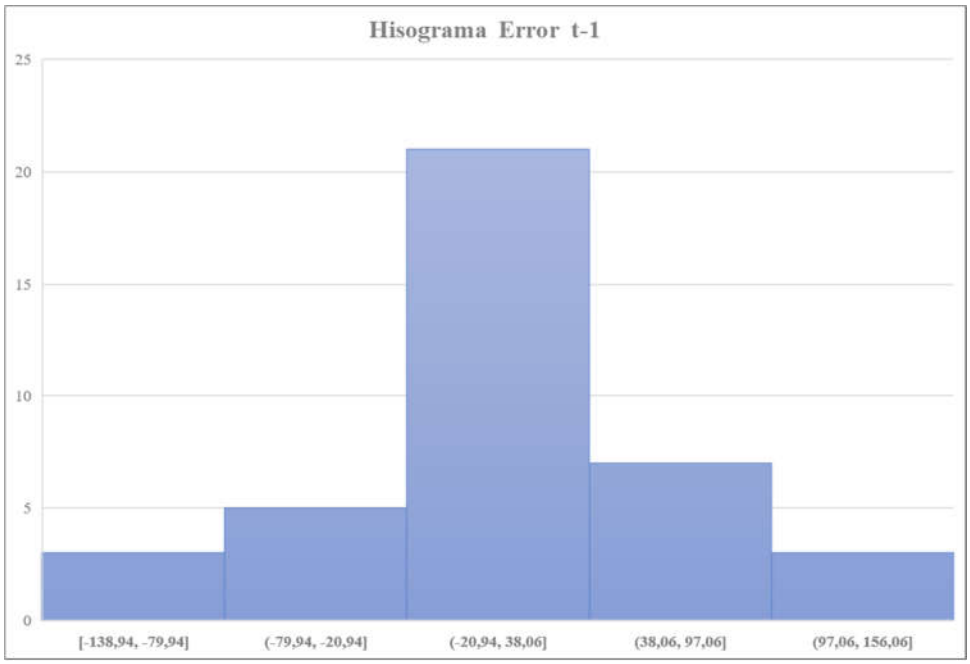


Gráfico 1-55: Histograma del error t-1 (Elaboración propia)

1.9.5.2 Mean Reversion

En este sentido, el mercado del aceite ha atravesado periodos en donde podría pensarse que el precio hubiera tendido a largo plazo al costo marginal de producción de este commodity. Luego de la conversión hacia producto estratégico durante el comienzo del milenio y el afianzamiento continuo como producto clave por parte del consumo humano durante la primera década, se supone un comportamiento ascendente en durante los próximos diez años. Se puede respaldar esta hipótesis gracias al crecimiento del consumo humano y acuícola ocurrido durante los últimos años, por lo que puede inferirse que la demanda continuará.

De esta manera, se modeliza este comportamiento esperado durante los años proyectados mediante una reversión a la tendencia. Tal tendencia ha comenzado a partir del año 2000 gracias al empuje dado por la demanda y se espera que continúe durante los próximos años de forma creciente. No se esperan cambios significativos en los principales jugadores de este mercado, en tanto que Perú y Chile continuarán siendo los principales representantes del continente americano, y Europa continuará con su incipiente industria acuícola.

Los parámetros resultantes de Mean Reversion con tendencia son:

Parámetros	B_{MR}	η_{MR}	B_T A_T	P (0)	σ (E_{t-1})
Valor	-0,13	0,14	44,2 74	786,7	55,6

Tabla 1-14: Parámetros Mean Reversion aceite (Elaboración propia)

La forma que toma el precio esperado compuesto dentro de Mean Reversion está dado por la tendencia en la siguiente fórmula que explica el R^2 = 88% de la variabilidad en el precio:

$$\boldsymbol{P\,(t) = 44,2 + 74 \times t\,,} \quad \boldsymbol{t = 20, \ldots, 30}\ (\textit{Año base}\ 2000\ \textit{con}\ t = 0)$$

Ecuación 6: Serie de tiempo precio del aceite (Elaboración propia)

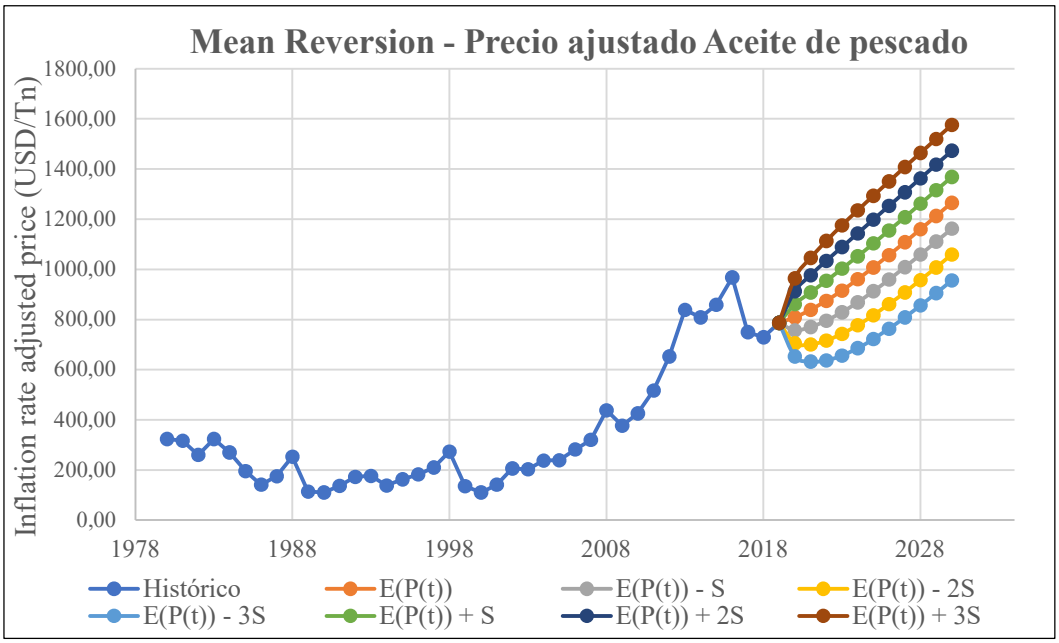


Gráfico 1-56: Proyección precio MR (Elaboración propia)

De acuerdo con el Gráfico 1-56 se calculó el valor esperado del precio del aceite de pescado, junto con las variaciones dadas por 1, 2 y 3 desvíos estándares. Se espera que hacia el 2030 el valor esperado y ajustado del precio del aceite se ubique entre USD 1.059 / Tn y USD 1472 / Tn, con una probabilidad de equivocarse del 4,5%. Afectando el precio proyectado mediante la inflación estimada norteamericana se obtendría un precio

nuevamente inflacionado esperado de USD 2.957 / Tn y USD 4.111 / Tn, con una certeza del 95,5%.

Por otro lado, se utilizó en este análisis el precio del principal player, Perú, debido a que es formador de precio y reduce la inestabilidad que generaría utilizar el precio de países secundarios. Dado que Argentina es un jugador pequeño en este mercado y con baja influencia sobre la oferta, y que este producto no posee una diferenciación clara sobre su calidad, sino que se produce según las exigencias de los demandantes, es de esperar que los precios de exportación no presenten variaciones atribuibles a los requerimientos de los compradores y el costo logístico asociado.

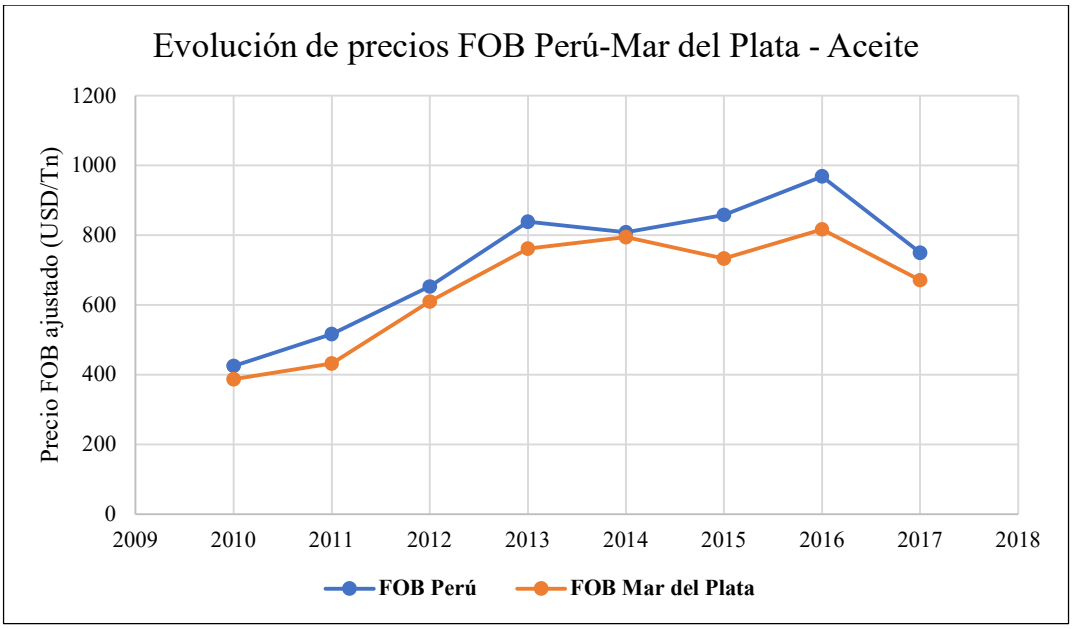


Gráfico 1-57: Evolución FOB Perú-MDQ (Scavage, 2019)

En el Gráfico 1-57 se graficó a la par la evolución de ambos precios. Puede apreciarse que, en dólares corrientes de 1980, los precios tuvieron un comportamiento similar durante la última década.

De la misma manera que con la harina, el precio de venta en Argentina es negociado con los compradores locales e internacionales, tomando con referencia el precio internacional FOB Perú. Además, los precios de venta históricos de las empresas entrevistadas para la realización de este trabajo son confidenciales, procedimos a realizar un análisis de correlación con la información expuesta en el Gráfico 1-57. Para calcular la relación entre

ambos precios se fijó el intercepto en cero para encontrar un coeficiente de proporción entre ambos precios. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Resumen de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,9968
Coeficiente Intercepción	0
Coeficiente: Precio FOB Perú	0,897
Probabilidad del coeficiente	1,11E-22
IC Inferior 95%	0,872
IC Superior 95%	0,923

Tabla 1-15: Estadísticos descriptivos (Elaboración propia).

A partir de los coeficientes y resultados de la regresión informados en la Tabla 1-15 se puede concluir que para los datos conseguidos hay una correlación significativa entre el precio FOB Perú y FOB Mar Del Plata. Esta correlación nos permitirá estimar el precio percibido por una exportación desde Argentina sin necesidad de acceder a la información financiera de las empresas consultadas. El precio FOB Mar Del Plata se calcula entonces según:

$$\boldsymbol{Precio\ FOB\ Mar\ Del\ Plata = 0,897 \times Precio\ FOB\ Per}\text{ú}$$

Ecuación 7: Precio FOB Mar del Plata

A modo de conclusión, en la Tabla 1-16 se detallan los precios de exportación FOB en el puerto de Mar del Plata para el aceite de pescado en dólares americanos nominales, junto con los precios percibidos luego de los aranceles de exportación del 5% (Decreto 230/2020 del Boletín Oficial, 2020).

1.9.6 Estimación de la demanda de harina de pescado

Para realizar la proyección de la demanda mundial, se establecieron hipótesis para definir las variables que podrían afectar la proyección.

Por un lado, se tuvo en cuenta el hecho de que la industria acuícola es la principal consumidora del fish meal que se produce a nivel mundial, ya que, en el año 2015 representaba el 70% del consumo, valor que se mantiene hasta la actualidad. Dentro de

esta industria, las especies cuyos piensos contienen más fish meal son los salmónidos, langostinos y crustáceos, mientras que, los piensos de carpas y tilapias no contienen grandes cantidades. Los piensos destinados a carpas y tilapias representaban en 2014 el 62% de la producción mundial, mientras que los piensos destinados a salmónidos y langostinos el 24%. Además, los principales países productores son China, Noruega, Indonesia e India. Los productos que pueden sustituir al fish meal en la alimentación de peces de cultivo son la harina de soja, harina de trigo y harina de colza.

Año	Precio FOB esperado (USD/Tn)	Precio percibido (USD/Tn)
2020	1.494	1.420
2021	1.602	1.522
2022	1.726	1.639
2023	1.865	1.772
2024	2.019	1.918
2025	2.185	2.076
2026	2.362	2.244
2027	2.549	2.421
2028	2.746	2.609
2029	2.954	2.806
2030	3.172	3.013

Tabla 1-16: Precios esperados 2020-2030 (Elaboración propia).

Por otro lado, se tuvo en cuenta a la industria porcina como segunda industria consumidora de fish meal mundial, luego de la industria acuícola. Esta industria representa el 22% del consumo mundial y los principales países que la llevan a cabo son China, Estados Unidos, la Unión Europea y Brasil. También se consideró a los sustitutos del fish meal en la dieta de los cerdos, que se corresponden principalmente con la harina de soja, harina de hueso, harina de alfalfa y harina de trigo.

Además, se consideró a la industria avícola por ser la tercera industria consumidora de fish meal, ya que representa el 6% del consumo mundial.

También se tuvo en cuenta que, en el caso de la acuicultura, el fish meal se utiliza en conjunto con el fish oil, por lo que, la demanda de fish meal podría estar relacionada a la

demanda de fish oil. Ambos productos constituyen la fuente de proteína necesaria para el crecimiento de los peces de cultivo y se complementan con este objetivo.

El consumo del fish meal y fish oil se encuentra acotado tanto inferior como superiormente. Por un lado, la cota superior se relaciona con la sobreexplotación de los recursos pesqueros. La pesca se encuentra limitada en la mayoría de los países del mundo, por lo que, la producción de fish meal y fish oil también lo está. Por otro lado, el límite inferior se relaciona con la incapacidad actual de suplantar por completo el fish meal en piensos acuícolas para todas las especies y con la producción de fish meal a partir de residuos, ya que, resuelve una gran problemática ambiental.

En el Gráfico 1-58 se puede observar la evolución del consumo de fish meal a nivel mundial. Se puede observar que el consumo ha ido disminuyendo con el correr de los años, una de las razones es el estancamiento de la oferta, con una demanda creciente, que generó un aumento del precio, como se observa en el Gráfico 1-59. Esto llevó a que parte del mercado consumidor se vuelque al mercado de bienes sustitutos como el de la harina de soja, cuyo precio ha sido siempre significativamente menor.

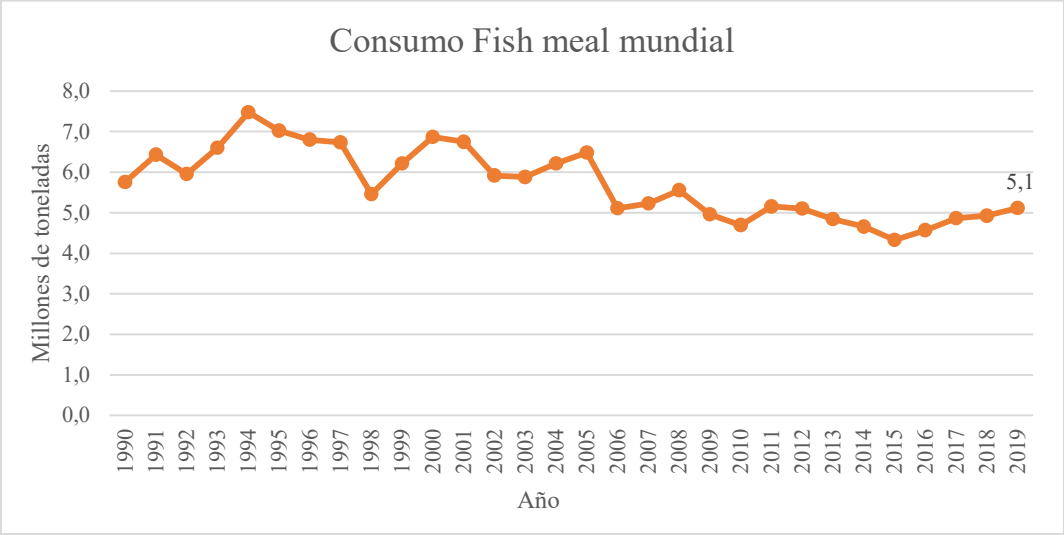


Gráfico 1-58 Evolución del consumo mundial de Fish Meal

Además, los piensos acuícolas cada vez utilizan una proporción menor de fish meal y fish oil como se comentó anteriormente. Si bien este consumo se encuentra a la baja desde hace ya varios años, se estima llegará a un límite de reemplazo, es decir que cierto porcentaje de fish meal en el pienso será insustituible. En el Gráfico 1-60 se puede

observar la participación del fish meal en la producción acuícola, que se calcula como la relación entre las toneladas de fish meal consumidas por la industria acuícola y las toneladas de peces de cultivo producidos.

Si bien la participación del fish meal en la industria acuícola está disminuyendo, la producción acuícola continúa aumentando, y mientras la oferta se encuentre estancada como se estima, habrá demanda de proteínas para peces de cultivo insatisfecha.

Se puede observar en el Gráfico 1-59, que se deberá aumentar la producción de fish meal en una tonelada métrica para 2030 para poder suplir la demanda en el caso más pesimista. En los próximos 30 años, se necesitarán 15 millones de toneladas métricas de proteína nueva para que la acuicultura cumpla con el déficit entre oferta y demanda, según estimaciones de FAO.

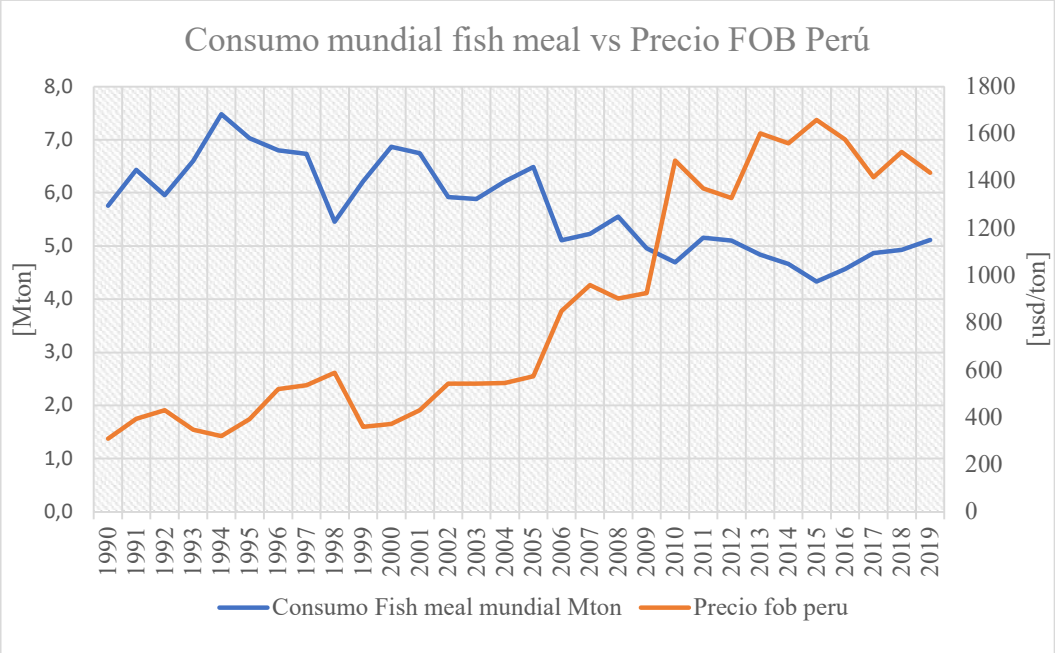


Gráfico 1-59 Evolución del precio FOB Perú del fish meal (dólares por tonelada) y evolución del consumo mundial de fish meal en millones de toneladas

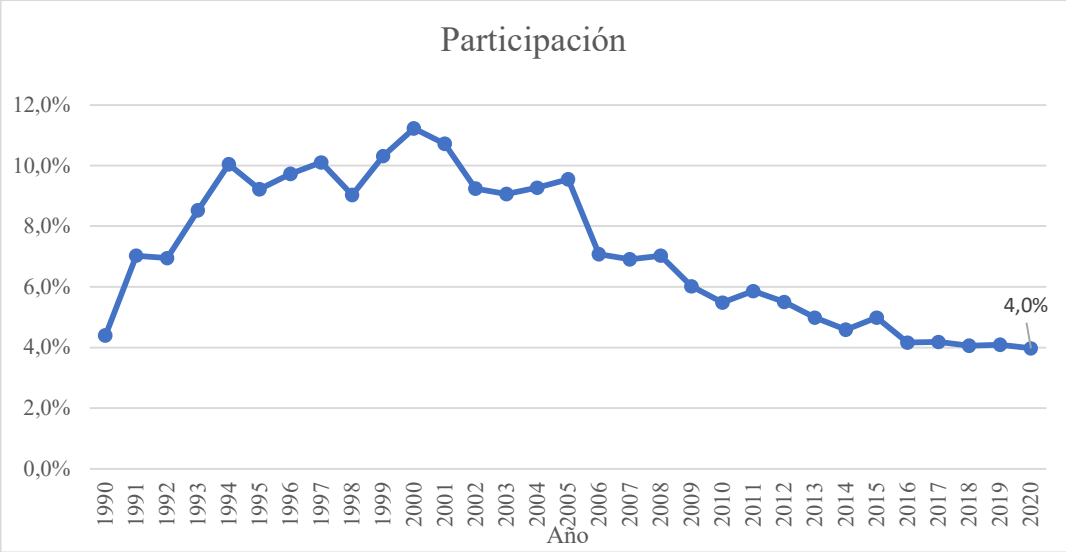


Gráfico 1-60 : Evolución de la participación del consumo de la industria acuícola en el fish meal. La participación se calculó como la relación entre las toneladas de fish meal consumidas por la industria acuícola por año y las toneladas de producción acuícola. (Elaboración propia)

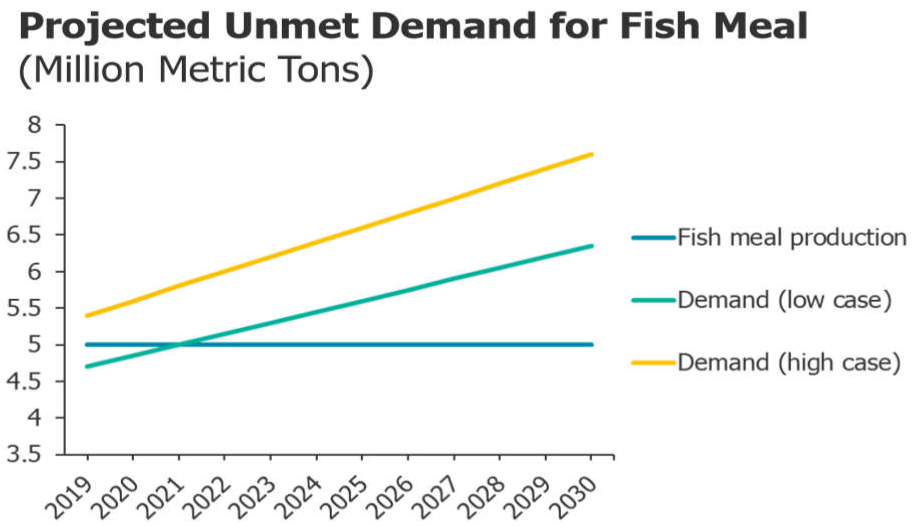


Gráfico 1-61: Proyección de la demanda de proteínas para la industria acuícola hasta el año 2030.Fuente: Krishfield, L. (2019) "Future Fish Feed: Forecasting Alternative Aqua Feed Ingredients". Lux Research

En el Gráfico 1-61 se muestra la proyección de consumo mundial realizada por OCDE y FAO.

La proyección realizada por OCDE y FAO toma como supuestos que el consumo de fish meal está estrechamente relacionada a su producción. Es decir que, bajo esta hipótesis, la demanda sólo podrá aumentar si la oferta también lo hace, por lo que el consumo se

encuentra limitado. De esta forma, la demanda de fish meal podría diferir de este valor, sin embargo, esa demanda quedaría insatisfecha como se muestra en el Gráfico 1-61.

Se estima que el consumo potencial de fish meal está más bien relacionado a la necesidad de proteínas de los animales que la ingieren. Con la producción acuícola en crecimiento, esta necesidad de consumo de proteína también será creciente, a diferencia de lo estimado por OCDE y FAO. Es por ello por lo que, se cree que el consumo de fish meal sería mayor si su oferta lo permitiese y, por lo tanto, cualquier incremento en la oferta podrá ser insertado en este mercado.

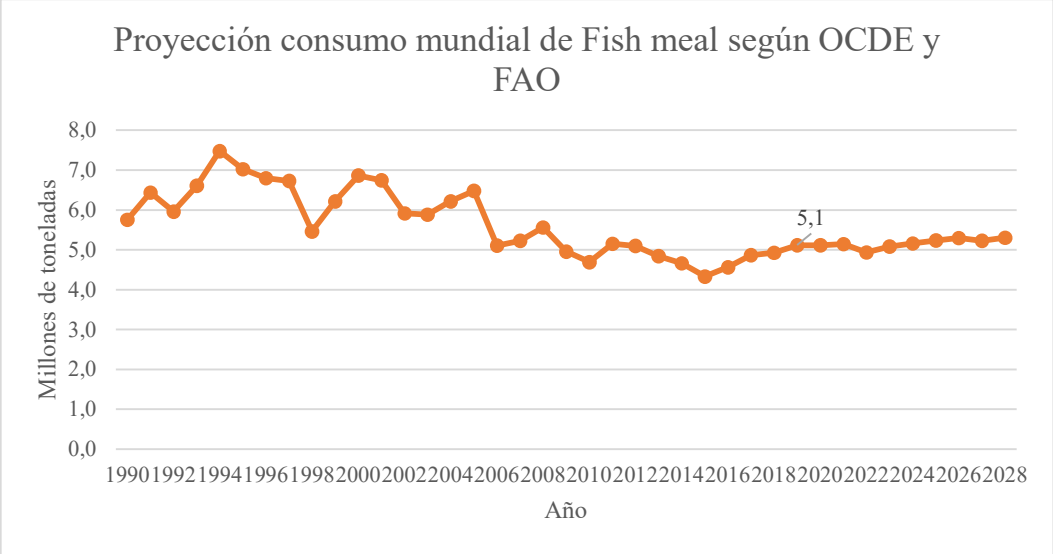


Gráfico 1-62. Proyección del consumo de Fish meal mundial hasta el año 2030. (Elaboración propia)

Partiendo de la hipótesis de que el consumo potencial de fish meal depende de la necesidad de proteínas de los peces de cultivo, se buscó estimar el consumo para la próxima década a partir de las toneladas de peces de cultivo producidas, la cantidad de alimento que se consume para producir esos peces y qué porcentaje de ese alimento es suplido por fish meal. Para determinar la cantidad de alimento que consumen los peces de cultivo se utilizó el índice eFCR que relaciona las toneladas de alimento que se suministra con las toneladas de peces que se obtienen. De esta forma, se obtuvieron los siguientes resultados:

Año	Consumo potencial de fish meal en millones de toneladas
2020	6.14
2021	6.30
2022	6.51
2023	6.63
2024	6.75
2025	6.85
2026	6.95
2027	7.05
2028	7.15
2029	7.21
2030	7.25

Tabla 1-17: Estimación consumo potencial de fish meal para el 2030

Los valores obtenidos para el consumo potencial de fish meal se estimaron principalmente para el consumo acuícola, ya que, es el principal consumidor de este tipo de proteínas y quien representará un crecimiento representativo en comparación con las demás industrias consumidoras.

1.9.7 Estimación de la demanda de aceite de pescado

Para realizar la proyección del consumo esperado de aceite de pescado, se consideró como hipótesis que la demanda de ambos productos sigue las mismas tendencias y se encuentran vinculadas por una relación técnica inherente al proceso.

Es decir que, al considerar que la harina de pescado es el principal producto y el aceite un subproducto, y que la producción de ambos productos es un output esencial del proceso, siempre existe un mercado consumidor donde colocar el aceite de pescado.

Las secciones anteriores han confirmado el rol estratégico que ha tomado el aceite a partir del boom de los commodities y el impulso del consumo humano, con una demanda creciente y una oferta estable. De esta forma, se cumple que el aceite colocado por los productores siempre es proporcional al consumo de harina de pescado gracias a su relación técnica.

A partir de un recurso disponible, el mercado productor posee un rendimiento promedio del 20 al 21% correspondiente a la harina de pescado y un 4 al 4,5% que corresponde al aceite de pescado. El cociente de los rendimientos promedio devuelve la relación técnica que existe entre ambos productos que se encuentra cerca de 5:1.

Un análisis estadístico de los últimos 30 años, en donde no se han presenciado cambios en el proceso (el proceso se encuentra estandarizado hace varios años), confirma la relación que existe entre ambos consumos.

Estadísticos descriptivos	
Media	5,19
Desvío estándar	0,68
Varianza muestral	0,46
Mínimo	4,17
Máximo	6,94
Coeficiente de variación	0,13
LCI Media (95%)	4,94
LCS Media (95%)	5,45

Tabla 1-18: Estadísticos descriptivos (Elaboración propia)

El solapamiento de los intervalos de confianza para la media y para el coeficiente de la regresión respecto a la relación teórica de 5:1 validan la hipótesis planteada para el consumo de harina y aceite de pescado.

Teniendo en cuenta la relación técnica, el consumo esperado de harina de pescado para los próximos 10 años y suponiendo que no existirán cambios tecnológicos en el proceso de producción de las principales plantas, se puede calcular el consumo esperado de aceite de pescado.

Resumen de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,9856
Coeficiente Intercepción	0
Coeficiente: Relación técnica	5,13
Probabilidad del coeficiente	2,45E-28
IC Inferior 95%	4,90
IC Superior 95%	5,37

Tabla 1-19: Estadística de la regresión de la relación técnica (Elaboración propia)

Año	**Consumo fish oil mundial (MTn)**
2020	1.197
2021	1.228
2022	1.269
2023	1.292
2024	1.315
2025	1.335
2026	1.354
2027	1.374
2028	1.393
2029	1.405
2030	1.413

Tabla 1-20: Proyección del consumo mundial de aceite de pescado (Elaboración propia)

1.10 Ingresos esperados

A partir de la disponibilidad de recursos en el puerto marplatense y la producción estimada de harina y aceite de pescado a partir de los rendimientos promedio del mercado productor (20% y 4%, respectivamente), se detallan a continuación los ingresos futuros

del proyecto propuesto obtenidos al multiplicar la producción estimada de aceite y harina de pescado por el precio proyectado de ambos productos. La producción de ambos productos se supone constante durante la década analizada, según se estableció en el análisis de mercado proveedor. Produciéndose 7.350 y 1.838 toneladas de harina y aceite de pescado al año respectivamente.

Año	Ingresos esperados H.P. (M USD)	Ingresos esperados A.P. (M USD)
2020	7.830	2.087
2021	8.304	2.237
2022	8.504	2.410
2023	8.689	2.604
2024	8.911	2.819
2025	9.119	3.051
2026	9.550	3.298
2027	9.555	3.559
2028	9.765	3.835
2029	10.357	4.125
2030	10.986	4.429

Tabla 1-21: Ingresos esperados por producto (Elaboración propia).

De esta manera, se estiman las siguientes participaciones del producto principal y su subproducto en los ingresos futuros que permitirán solventar las operaciones del proyecto.

El afianzamiento del aceite de pescado en el mercado europeo ocasiona un incremento cercano al 1% (8% en los diez años) en su participación en los ingresos del proyecto, aunque el reconocimiento de la harina de pescado en el mercado chino lleva a que el mismo genere la mayor fuente de ingresos que percibirá el proyecto.

Año	Participación H.P. (%)	Participación A.P. (%)	Ingresos totales (M USD)
2020	79	21	9.917
2021	79	21	10.541
2022	78	22	10.914
2023	77	23	11.293
2024	76	24	11.730
2025	75	25	12.170
2026	74	26	12.848
2027	73	27	13.114
2028	72	28	13.600
2029	72	28	14.482
2030	71	29	15.415

Tabla 1-22: Ingresos totales (Elaboración propia).

Se espera que el impulso en los ingresos provenga de forma equitativa desde ambos productos, atribuyendo un 57% del crecimiento gracias a la comercialización de harina de pescado y un 43% gracias al aceite de pescado.

1.11 Legislación vigente

La industria pesquera se encuentra alcanzada por una variedad de legislaciones.

En primer lugar, es importante destacar que la actividad se encuentra regulada por el Régimen Federal de Pesca (Ley N.º 24.922/1998). Dicha Ley establece que los recursos vivos existentes en las aguas de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Argentina y en la plataforma continental argentina (que se extiende desde la línea de base hasta las 200 millas náuticas) a partir de las 12 millas marítimas, son de dominio y jurisdicción exclusivos del Estado Nacional. Por otro lado, son de dominio provincial con litoral

marítimo los recursos vivos existentes en las aguas interiores y el mar territorial argentino adyacente a sus costas, hasta las 12 millas marítimas desde las líneas de base.

A través de la Ley N.º 24.922, se creó el Consejo Federal Pesquero (CFP), para la regulación de la captura y la conservación de los recursos. Se encuentra integrado por un representante por cada una de las provincias con litoral marítimo, el Secretario de Pesca, un representante por la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, un representante por el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, y dos representantes designados por el Poder Ejecutivo Nacional. La Ley le otorga al CFP la potestad de determinar la Captura Máxima Permisible, por año y especie, en articulación con la información y asesoría proporcionada por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Cada buque debe poseer un permiso de pesca. El permiso de pesca sólo habilita al buque el acceso al caladero. Adicionalmente, para ejercer la pesca, cada buque debe disponer de una cuota de captura o una autorización de captura en caso de que la especie no esté cuotificada. Las cuotas son parcial o totalmente transferibles, salvo la transferencia de cuotas entre buques fresqueros a congeladores o factorías.

El Consejo Federal Pesquero estableció, a través de la Resolución Nº 23/09, la Captura Máxima Permisible para el año 2020 de la especie Merluza Común (Merluccius Hubbsi) en 290.000 toneladas para el efectivo Sur del Paralelo 41º de Latitud Sur y 42.000 toneladas para el efectivo Norte al Norte del Paralelo 41º de Latitud Sur (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Disposición 3/2020). Esta disposición pone un límite máximo a la pesca de captura en la costa argentina. En la Tabla 1-23, que se encuentra a continuación, se detallan las Capturas Máximas Permisibles y las capturas registradas, desde el 1 de enero de 2020 hasta el 29 de abril del 2020, por especie.

En la Tabla 1-24, que se encuentra a continuación, se pueden observar las Capturas Máximas permisibles y las capturas que se realizaron durante el año 2019, detallado por especie.

Período: 01/01/2020 - 29/04/2020					
Especie	**Area**	**Normativa**	**CMP**	**Capturas**	**%**
ABADEJO	--	Res 15/2019 CFP	2,500.0	1,025.4	41.0
MERLUZA DE COLA	--	Res 13/2019 CFP	80,000.0	7,447.9	9.3
MERLUZA *HUBBSI*	Norte 41° S ZEEA	Res 13/2019 CFP	42,000.0	986.5	2.3
MERLUZA *HUBBSI*	Sur 41° S	Res 13/2019 CFP	290,000.0	67,410.0	23.2
MERLUZA NEGRA	--	Res 13/2019 CFP	3,700.0	1,588.2	42.9
POLACA	--	Res 13/2019 CFP	23,000.0	3,424.6	14.9

Tabla 1-23:Captura Máxima Permisible en el año 2020. (MAGyP, 2020)

Con la información obtenida de las Tabla 1-23 y Tabla 1-24, se puede concluir que, gracias a un aumento en las Capturas Máximas Permisibles de Merluza Común de 20.000 toneladas del año 2019 al año 2020, se podría aumentar la pesca de captura de esta especie. Eventualmente, esto permitiría obtener mayor materia prima para la producción de harina.

Además, la Ley establece que la explotación de los recursos vivos de los espacios marítimos bajo jurisdicción argentina sólo podrá ser realizada por personas físicas domiciliadas en el país o personas jurídicas de derecho privado que estén constituidas. La explotación comercial de los recursos vivos marítimos solo puede realizarse mediante buques de bandera argentina, con la excepción de permisos temporarios otorgados en el marco de tratados internacionales. La reserva de bandera a los fines de la pesca comercial será irrenunciable en las aguas interiores y el mar territorial. También es obligatorio desembarcar la producción en los muelles argentinos.

Por otro lado, las normativas del Gobierno Nacional definen a la harina de pescado como *"Se entiende por harina de pescado al subproducto de la pesca obtenido por la cocción de pescado o sus residuos mediante el empleo de vapor, prensado, desecado y triturado.*

Período: 01/01/2019 - 31/12/2019					
Especie	**Área**	**Normativa**	**CMP**	**Capturas**	**%**
ABADEJO	--	Res 15/2019 CFP	2,500.0	2,004.6	80.2
ANCHOITA	Norte 41° S	Res 11/2019 CFP	120,000.0	1,955.6	1.6
ANCHOITA	Sur 41° S	Res 11/2019 CFP	100,000.0	4,142.7	4.1
CABALLA	Norte 39° S	Res 11/2019 CFP	14,200.0	2,627.0	18.5
CABALLA	Sur 39° S	Res 11/2019 CFP	31,000.0	5,497.8	17.7
MERLUZA AUSTRAL	--	Res 01/2019 CFP	3,400.0	197.5	5.8
MERLUZA DE COLA	--	Res 17/2018 CFP	80,000.0	36,038.2	45.0
MERLUZA HUBBSI	Norte 41° S	Res 17/2018 CFP	33,000.0	20,916.2	63.4
MERLUZA HUBBSI	Sur 41° S	Res 17/2018 CFP	280,000.0	272,279.1	97.2
MERLUZA NEGRA	--	Res 05/2019 CFP	4,000.0	3,918.7	98.0
POLACA	--	Res 17/2018 CFP	30,000.0	8,639.3	28.8

Tabla 1-24: Captura Máxima Permisible en el año 2019. (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca, 2019)

Queda permitido el empleo de cualquier otro procedimiento previamente aprobado por la Dirección General de Sanidad Animal" (Boletín Oficial de la República Argentina, 2017). Además, también establece la existencia de dos tipos de calidades de harina de pescado. Como el estudio de prefactibilidad en curso se focaliza en harina de primera calidad, a continuación, se detallan las características que ésta debe tener:

- Debe contener no menos del 60% de proteína
- Debe contener no más del 10% de humedad
- Debe contener no más del 8% de grasa
- Debe contener no más del 5% de cloruros expresados en cloruro de sodio
- El tenor máximo de arena deberá ser del 2%.

Además, las normativas del Gobierno de la Nación definen al aceite de pescado como "Se entiende por aceite de pescado, el subproducto de la pesca constituido por el glicérido líquido, obtenido por el tratamiento de materias primas por la cocción a vapor u otro método aprobado, separado por decantación o centrifugación y luego filtrado". Se establecen exigencias que el producto debe cumplir para poder ser comercializado. Las exigencias son las siguientes:

- Debe ser color amarillo claro o ambarino, tolerándose la presencia de ligera turbidez
- Debe contener no más de 1% de impurezas.
- Debe contener no más del 10% de humedad
- Debe contener no más de 3% de acidez expresada en ácido oleico
- No debe contener sustancias extrañas ni estar mezclados con otros aceites animales o vegetales.

En Argentina sólo se realiza harina de pescado a partir de los residuos de las fileteadoras. Si bien no se encuentra disponible una ley que prohíba la producción de harina de pescado a partir del pescado entero, las normativas vigentes indican que los productos pesqueros se podrán utilizar si su destino es la alimentación humana. La norma lo indica de la siguiente manera:

> "Productos de la pesca
>
> 23.1 Los productos de la pesca que quedarán sujetos a lo dispuesto en el presente reglamento: son los pescados, crustáceos, moluscos, batracios, reptiles y mamíferos de especies comestibles, de agua dulce o agua salada, destinados a la alimentación humana.
>
> Flora acuática
>
> 23.1.1 Asimismo quedarán sujetas a lo dispuesto en presente Capítulo las algas marinas y las distintas especies que constituyen la flora acuática, destinadas a la alimentación humana.
>
> Subproductos de la pesca
>
> 23.1.2 Se entiende por subproductos de la pesca, los obtenidos a partir de los productos consignados en los apartados anteriores." (Boletín Oficial de la República Argentina, 2017).

De esta forma, se entiende que sólo se podrá obtener subproductos cuando el fin de la pesca sea la alimentación humana, y no la producción del subproducto en sí.

En el año 1999 se dictaminó la Ley 25.109, de emergencia pesquera que aclaraba lo siguiente en el artículo Nº8: "A los efectos del aprovechamiento integral del recurso pesquero y la conservación del ambiente, al 31 de diciembre de 1999, todo puerto de desembarque de productos pesqueros que posea plantas industriales y los buques arrastrero-congeladores y factorías deberán contar con plantas para la elaboración de harina." Esta ley promovió el establecimiento de fábricas de harina de pescado (Ministerio de Justicia de la Nación, 1999).

1.12 Impuestos para exportación

Dado que China es el principal país receptor de las exportaciones de fish meal y fish oil de Argentina, se consideraron los aranceles de importación que se deben pagar para poder exportar a este país en la Tabla 1-25.

1.12.1 Principales entidades reguladoras

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGYP) Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) es la autoridad de aplicación del Régimen Federal de Pesca. Entre sus funciones se encuentra preservar el recurso pesquero y promover la expansión del sector. Realiza actividades de control de la pesca ilegal, conservación de los ecosistemas marinos y fomento de la actividad pesquera. A su vez recolecta y difunde información de capturas marítimas y de comercio internacional de productos pesqueros.

Posición	Descripción	Derecho Importación	I.V.A.
1504.10.10	Aceite de hígado de pescado y sus fracciones.	12 %	13 %
1504.20.11	Aceite de pescado (excepto de hígado) y sus fracciones.	6 %	13 %
2301.20.10	Harina de pescado. Del tipo utilizado para la alimentación animal.	2 %	0 %

Tabla 1-25: Aranceles de exportación a China por producto (Consejería Agroindustrial de Argentina en la R.P. China, 2020)

Por otro lado, el Consejo Federal Pesquero (CFP) es un organismo rector de la política pesquera nacional y principal regulador de la actividad, cuenta con una composición colegiada de cinco representantes provinciales y cinco provenientes del Estado Nacional. Entre sus funciones se encuentran aprobar los permisos de pesca comercial y experimental, establecer derechos de extracción y fijar cánones por el ejercicio de la pesca, establecer la Captura Máxima Permisible (CMP) por especie, teniendo en cuenta el rendimiento máximo sustentable de cada una de ellas, y establecer las cuotas de captura anual por buque, por especie, por zona de pesca y por tipo de flota.

El Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) es un organismo descentralizado del MAGYP que asesora al SSPyA y CFP en el uso racional sostenible de los recursos pesqueros a partir estudios sobre la dinámica de poblaciones de peces, crustáceos y moluscos. Desarrolla proyectos de investigación sobre acuicultura y pesquerías, determina anualmente el rendimiento máximo sostenible de las especies y recomienda las Capturas Biológicamente Aceptables (CBA) al CFP.

El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) es un organismo descentralizado del MAGyP que dirige, planifica y controla las actividades de fiscalización que, en el orden higiénico y sanitario, se efectúan en los establecimientos destinados a la captura, el cultivo y la transformación de productos de la pesca y acuicultura.

La Secretaría y Subsecretarias de Pesca de las provincias con litoral marítimo para Buenos Aires, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego, cuenta con su propia

administración y su legislación pesquera aplicable en el área de ejercicio de su dominio sobre recursos Ícticos.

Respecto a las entidades privadas se deben mencionar la Cámara de la Industria Pesquera (CAIPA) que nuclea a todas las empresas que realizan actividades relacionadas con la industria pesquera (armadores o procesadores); el Consejo de Empresas Pesqueras Argentinas (CEPA) constituido por empresas de capital nacional e integradas que procesan en tierra y a bordo; la Cámara de Argentina Patagónica de Industrias Pesqueras (CAPIP) que reúne al sector pesquero de la Patagonia; la Cooperativa Marplatense de Pesca e Industria (COOMARPES) que asocia a más de 140 barcos pesqueros y posee tres plantas productivas, una para procesado y conserva del pescado, otra de conserva de anchoítas y filetes, y una planta de harina y aceite de pescado; la Cámara de Frigoríficos Exportadores de la Pesca (CAFREXPORT) que agrupa a diecisiete pymes procesadoras marplatenses; la Cámara de Armadores de Pesqueros y Congeladores de la Argentina (CAPeCA), reúne a grupos empresarios argentinos dedicados a la pesca y la elaboración de productos pesqueros; Cámara Argentina de Armadores de Buques Pesqueros de Altura (CAABPA), constituida por las empresas pesqueras integradas, que cuentan con su propia flota pesquera de altura y elaboran en sus plantas en tierra.

Por último, las organizaciones sindicales como el Sindicato de Obreros Marítimos Unidos (SOMU) que nuclea a los trabajadores marítimos de marinería y maestranza embarcados en todo tipo de buques. Su ámbito geográfico es nacional; el Sindicato Marítimo de Pescadores (Si.Ma.Pe), nuclea a trabajadores que prestan servicios en toda clase de buques pesqueros, principalmente, de Mar del Plata; el Sindicato de obreros de la industria del pescado (SOIP) que representa a los trabajadores de la industria del pescado, en su mayoría fileteros (Mar del Plata); la Asociación Argentina de Capitanes, Pilotos y Patrones de Pesca, ámbito geográfico de aplicación Mar del Plata; el Centro de Capitanes de Ultramar y Oficiales de la marina mercante y la Federación Argentina de Capitanes y Oficiales de Pesca (Facop).

2 Análisis de Ingeniería

2.1 Introducción al apartado de Ingeniería

Luego de realizar un análisis del mercado de la industria de la harina y el aceite de pescado se procedió a realizar un análisis de ingeniería.

Como principal requerimiento la industria necesita materia prima. A la hora de dimensionar una planta, es necesario saber qué especie y en qué cantidades estarán disponibles, la duración de la temporada de pesca y la ubicación de la materia prima, entre otras variables. Para este caso en particular, no será necesario considerar métodos de preservación de la materia prima, dado que ésta se encontrará cercana a la planta. Solamente se considera necesario analizar métodos de preservación cuando el tiempo desde la captura, fileteo, transporte y almacenaje excede las 30 horas.

Otro de los factores a considerar es la cantidad de días al año que la planta estará en funcionamiento. En este caso, la planta tendrá un funcionamiento continuo, por lo tanto, a la hora de elegir la maquinaria se consideró la cantidad de energía requerida para cada etapa.

Adicionalmente, el contenido de grasa de la merluza fue un punto a analizar, dado que posee un nivel de grasa que permite obtener aceite como subproducto. Esto hizo que se consideren equipos para la obtención de aceite. Por otro lado, la locación de la planta y la cercanía al puerto de la ciudad de Mar del Plata fueron factores clave para facilitar la logística de la materia prima. También se tuvieron en cuenta regulaciones medioambientales para la selección de las maquinas, con el objetivo de evitar la polución al medio ambiente.

Para entender el proceso, hay que considerar que los principales componentes de la materia prima son sólidos, aceite y agua o vapor. El objetivo del proceso es poder separar esos componentes.

2.2 Descripción del Proceso

Existen distintas alternativas de métodos de elaboración de harina de pescado en el mundo. El método que se implementará en este caso es conocido como “prensado

húmedo", ya que permite obtener un producto estable, concentrado en proteínas y con niveles de agua que no permitan el desarrollo microbiano. Este método consiste en la coagulación por calor combinado con separación mecánica de grasa y pasos de deshidratación térmica (Schmidtsdorff, 1995). El enfoque de esta sección está basado en la producción tradicional de harina de pescado junto con las alternativas tecnológicas para cada etapa, que se detallan a continuación. En la

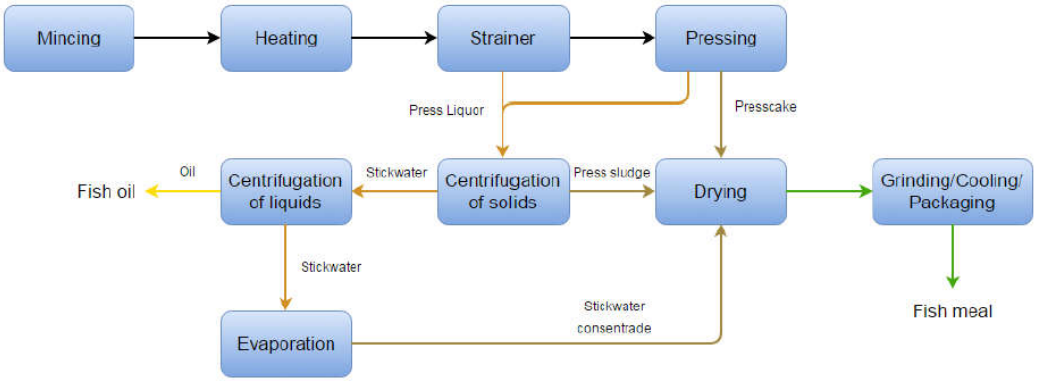


Ilustración *2.1* se puede observar un diagrama de bloques, el cual puede ayudar a facilitar la compresión del proceso completo. Adicionalmente, se pueden observar la Ilustración 2.2 y la Ilustración 2.3, que complementan la explicación.

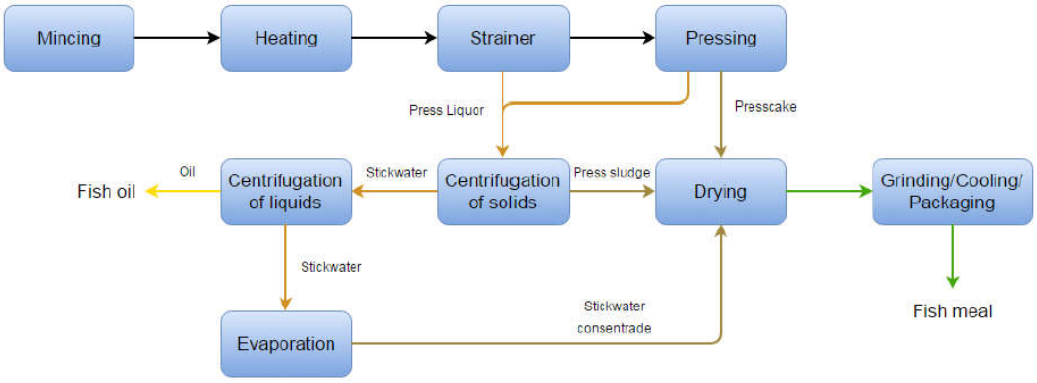


Ilustración 2.1: Proceso de producción HP y AP estandarizado (Einarsson, 2019)

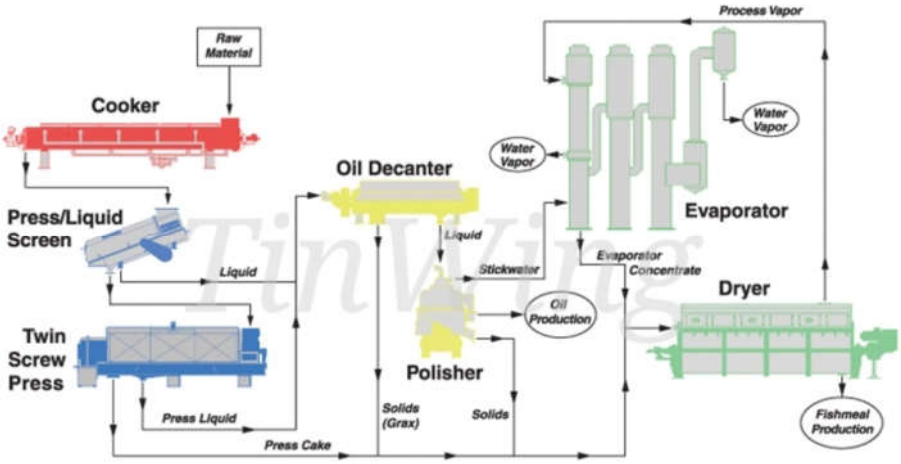


Ilustración 2.2: Proceso de obtención de harina y aceite de pescado

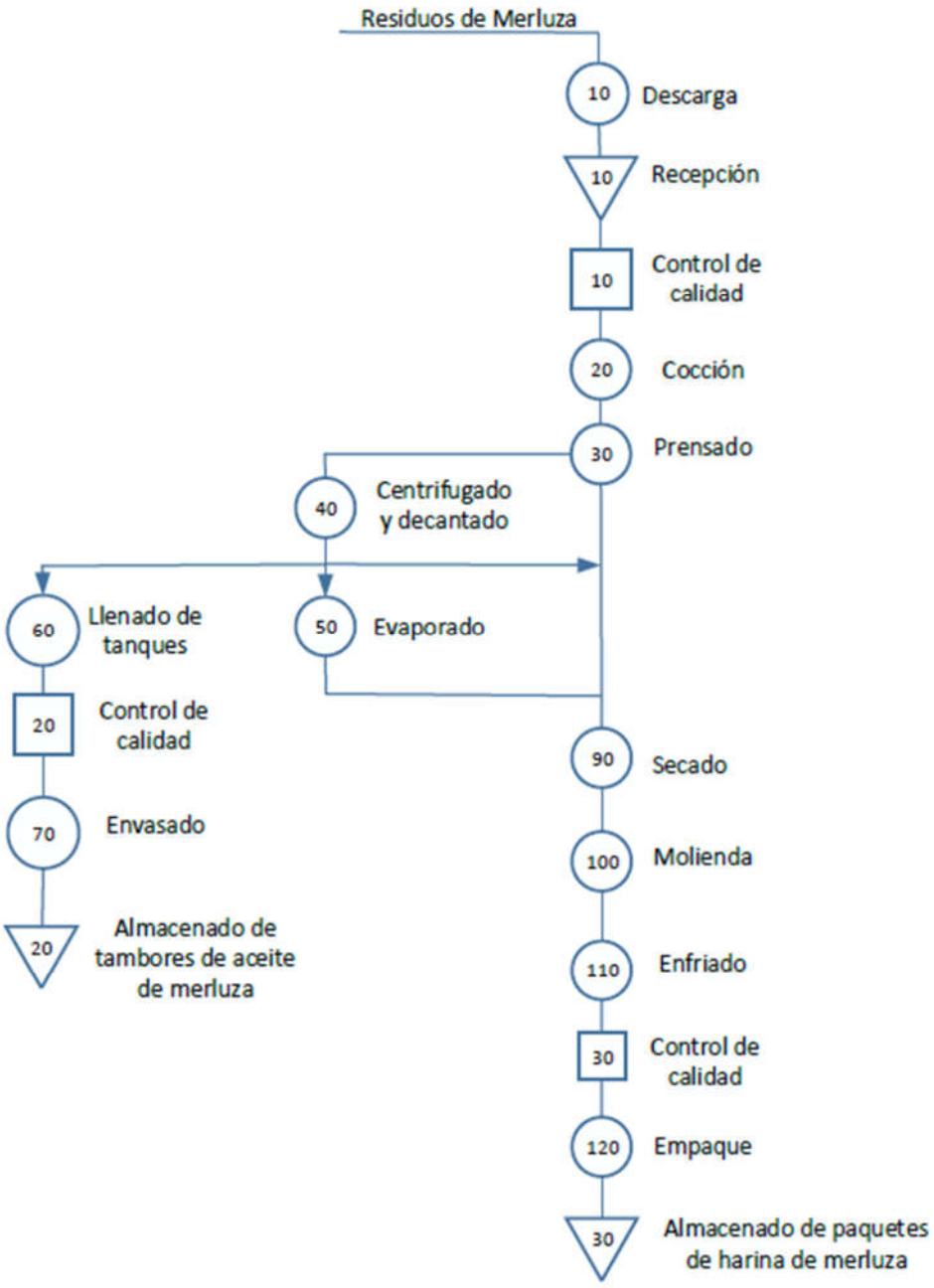


Ilustración 2.3: Cursograma Sinóptico

2.2.1 Transporte de la materia prima a la planta harinera

Los residuos de pescado son obtenidos de las plantas fileteadoras de pescado. Por lo general, las harineras se encargan de generar un circuito logístico de cajones que involucra tanto a harineras como a fileteadoras y pesqueras. Los cajones son llevados al puerto donde se cargan en los barcos. Durante el período de pesca, los pescados son depositados en los cajones que luego se desembarcan y son llevados a las plantas fileteadoras. Allí, se filetean los pescados y los residuos son deposados nuevamente en los cajones que serán llevados a las plantas harineras. Los cajones se llevan en camiones a la planta harinera para ser procesados.

2.2.2 Recepción de la materia prima

La materia prima contenida en los cajones no puede ser stockeada por más de 30h, por lo que debe ser descargada de los camiones manualmente y depositada en la pileta o tolva de recepción inmediatamente al llegar a la planta. Cada lote de materia prima que arriba a la planta es examinado por el laboratorio donde se mide el porcentaje de contenido de proteínas, grasa, cenizas y nitrógeno volátil básico. Este último indicador permite estimar la concentración de compuestos relacionados con la calidad y la descomposición de la materia prima, tales como trimetilamina, dimetilamina o amoníaco.

2.2.3 Molienda ingreso

El primer paso, luego de depositar la materia prima en las tolvas, es picarla. Cuando el pescado u otras materias primas en reposo ingresan a la planta de procesamiento, generalmente se reúnen en la gran tolva con un tornillo de alimentación en el parte inferior que conduce a una picadora. La picadora rasga uniformemente el material en el tamaño de partícula correcto.

Sin embargo, esto depende de la materia prima, ya que el pescado entero requiere picada mientras otros materiales, como los despojos y residuos, preferiblemente no se deben picar (Einarsson, 2019). Por este motivo, la molienda de ingreso no será parte del proceso de obtención de harina de merluza en este caso.

Un tipo de picadoras comúnmente utilizadas es la cortadora de cuchillas. Consiste en un rotor con escalonados cuchillos y un marco con una hilera de cuchillos estacionarios. Existe una gran variedad de picadoras disponible, pero lo más importante es el tamaño de partícula recibido.

Ilustración 2.4: Preparación materia prima para la molienda (Finnbogason, 2016)

2.2.4 Calentamiento

El proceso de calentamiento se lleva a cabo para extraer los aceites y la humedad del material para un mejor tamizado, así como para inactivar bacterias, virus y parásitos que pueden arruinar el material. Esto se llama proceso de coagulación.

En algunos procesos de obtención se incluye una etapa de precalentamiento. Los precalentadores se usan comúnmente para reducir el costo de energía en las plantas de harina de pescado. A menudo son accionados por exceso de vapor o condensado de los evaporadores u otro equipo para contribuir para mejorar la eficiencia energética. Además, reduce el vapor necesario en el horno principal, ya que el material suele estar alrededor de 40-50° C después del precalentamiento (Einarsson, 2019).

El riesgo con los precalentadores es que aumentan la actividad enzimática en el material y aumentan la viscosidad en el material prensa pastel y el agua de cola. La razón de esto es que la fuente de exceso de calor no contiene suficiente energía para contribuir al calentamiento rápido (Einarsson, 2019). Por lo tanto, los precalentadores se deben usar para calentar el agua de la sangre y mezclarla en el horno de tornillo para promover el

calentamiento más rápido de la materia prima. Esto también reduce el tiempo que el material está a temperatura crítica entre 40-50 ° C, lo que es ideal para que las enzimas comiencen a degradar la materia prima.

Si bien esta etapa es opcional en todos los métodos de elaboración, se implementa generalmente en plantas europeas que obtienen harina a partir del pescado entero. Dado que los recursos naturales de la pesca son escasos, esta etapa de precalentamiento permite mejorar la eficiencia del proceso en general. En el caso de la obtención de harina a partir de residuos esta etapa de precalentamiento no es necesaria.

En el proceso de coagulación, la temperatura ha generado discusiones en la última década, ya que investigaciones han demostrado que las células grasas se descomponen antes de que la temperatura alcance los 50°C (Einarsson, 2019). Otra investigación ha demostrado que la coagulación de las proteínas se produce alrededor de los 75°C con bastante rapidez. La inactivación de virus, bacterias y parásitos es otro factor que debe ser considerado en relación con la temperatura y el tiempo de residencia.

Según (Einarsson, 2019), el tiempo mínimo de duración requerido en los hornos es al menos 20 minutos a temperaturas superiores a 70°C para peces salvajes picados. Esto asegura que los virus, bacterias y parásitos se desactivarán con éxito después de ese tiempo. Esto indica que el procedimiento de calentamiento se debe realizar alrededor de 75°C durante 20 minutos para obtener resultados óptimos.

Sin embargo, se debe mencionar que la temperatura también depende de los componentes dentro de la planta como algunos separadores que requieren más calentamiento del material. El calentamiento por encima de 75°C puede, por lo tanto, ser aceptado en algunos casos.

Existen distintos tipos de hornos que se pueden utilizar en la industria según el tipo de calentamiento que implementan y son los siguientes:

- Cocedor con calentamiento directo
- Cocedor con calentamiento indirecto
- Cocedor con calentamiento mixto

Dado que en el cocedor con calentamiento indirecto no se agrega agua al proceso, se optó por esta alternativa que resulta ser más eficiente. Estos hornos son calentados con vapor,

que luego puede ser recuperado a través de calderas de vapor eléctricas o de combustible, exceso de vapor condensado o vapor de material de secadores o evaporadores.

Los hornos de tornillos convencionales son los hornos más comunes utilizadas en la industria de la harina de pescado, también conocidos como cocedor sinfín. El horno está equipado con una camisa calentadora de vapor y un tornillo calentador en el medio para alimentar el material y aumentar la transferencia de calor. Estos son hornos sencillos y resistentes en las que el rotor de tornillo calentado por vapor y las paletas montadas en él distribuyen el calor de manera uniforme mientras el rotor mueve suavemente el material a través de la olla.

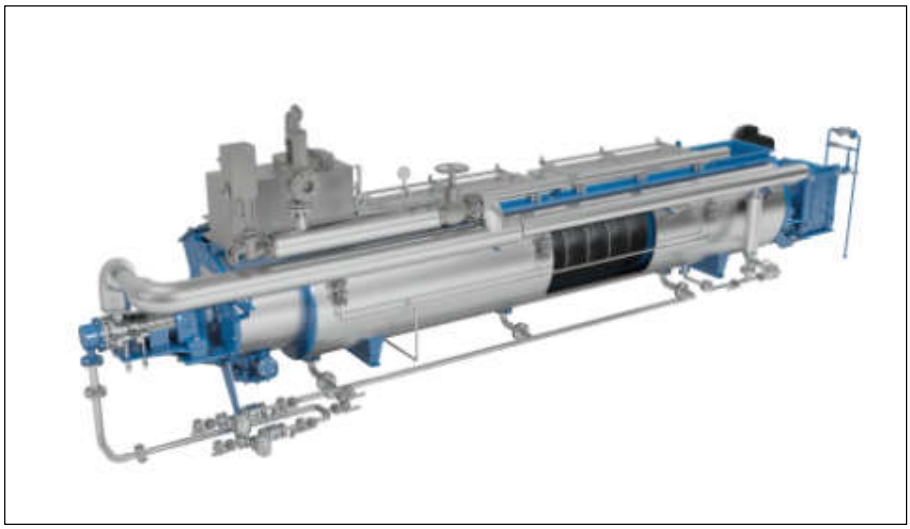


Ilustración 2.5: Horno de tornillo *(Finnbogason, 2016)*

2.2.5 Colado

Después del calentamiento, el aceite y la mayor parte del agua de cola se liberan y pueden ser eliminados en gran medida por coladores. El objetivo es hacer que el material sea más poroso para aumentar la capacidad de procesamiento en la prensa.

2.2.6 Prensado

Después del proceso de colado, se alimenta a una prensa que exprime el resto de los líquidos del material. Por un lado, se obtiene la torta de prensa que está lista para secarse y por otro lado, el licor de prensa entra en un procesamiento posterior.

El propósito del prensado es obtener la mayor cantidad de líquido posible de la fase sólida. Esto es necesario para aumentar el rendimiento del aceite y para reducir la humedad de la torta lo máximo posible. De esta forma, se puede reducir el uso de energía en la etapa de secado y aumentar la capacidad de esa etapa.

Las prensas de tornillo son un componente estándar en la industria de la harina de pescado. La prensa de doble tornillo es la que permite mayor rendimiento, aunque las prensas con un tornillo también están disponibles. La relación de compresión de estas prensas depende del material y los métodos de procesamiento.

De la prensa se obtiene un 70% licor de prensa y un 30% torta de prensa. El licor de prensa consiste en aceite, compuestos de nitrógeno solubles en agua (proteínas, péptidos, aminoácidos, productos de putrefacción, etc.), vitaminas y minerales, y partículas finas suspendidas. (Einarsson, 2019).

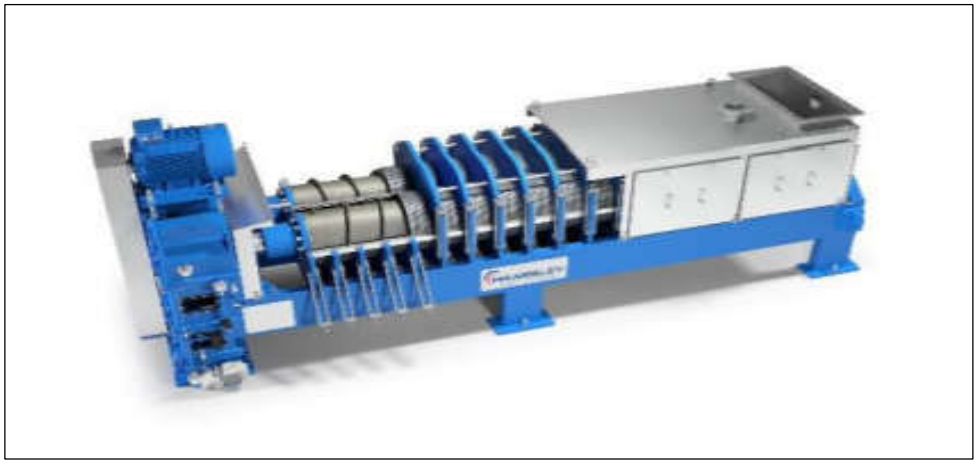


Ilustración 2.6: Prensa de doble tornillo *(Finnbogason, 2016)*

2.2.7 Decantador de centrifugación de sólidos

Las centrifugadoras decantadoras se utilizan para eliminar partículas sólidas del licor de prensa. El uso de estas centrifugadoras permite una separación controlada, rápida, reducen la carga de calor en el material, promueven una mejor higiene y una limpieza más fácil de los componentes. Se utiliza este tipo de maquinaria por su capacidad de procesar material blando y muy fluido.

En la práctica, hay dos tipos de centrífugas decantadoras. Una es la centrífuga de dos fases que separa fase líquida y sólida. La segunda es la centrífuga trifásica que separa la fase líquida, sólida y oleosa.

Sin embargo, las centrífugas o los llamados decantadores horizontales se consideran más eficaces, y por ello serán seleccionados para ser utilizados en este caso (Einarsson, 2019). Las centrifugadoras decantadoras horizontales de dos fases utilizan fuerzas de rotación que pueden ser más de 3000 veces mayores que la fuerza de la gravedad. Se construyen como un cilindro horizontal con un tazón en un extremo donde se recoge y descarga la fase sólida y con un tornillo giratorio / transportador de desplazamiento en el medio para alimentar la fase sólida más adentro del tazón. El lodo se introduce en el extremo opuesto a través de la tubería y entra al cilindro en el medio.

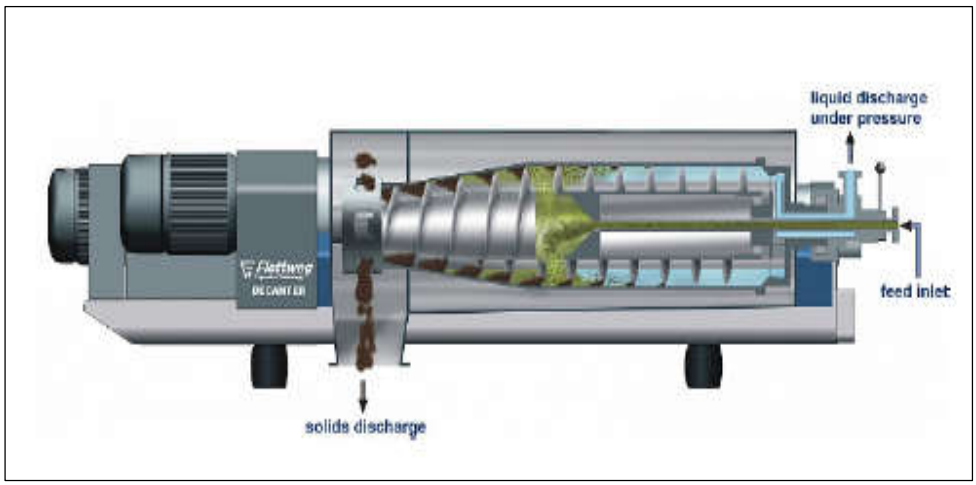


Ilustración 2.7: Decantador bifásico (Einarsson, 2019)

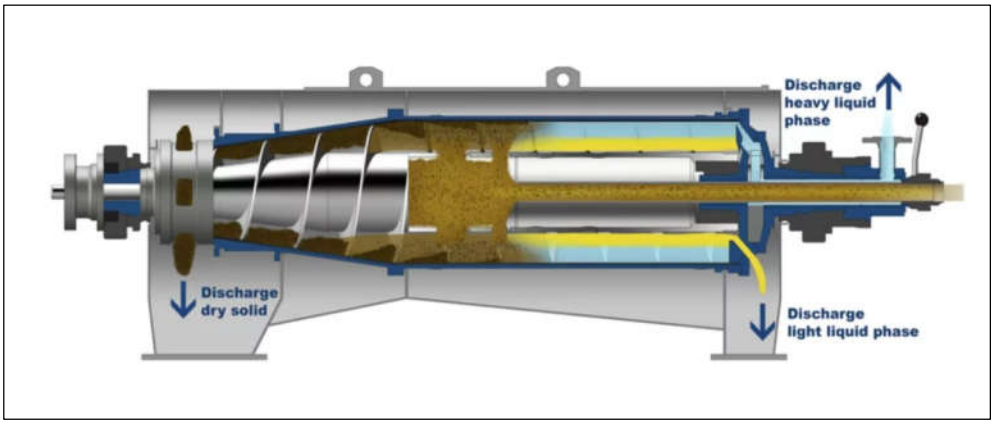


Ilustración 2.8: Decantador trifásico (Einarsson, 2019)

Las centrifugadoras tricanter horizontales trifásicas tienen una estructura y función similares a las de los decantadores. Su alternativa es que pueden separar el material en tres flujos de material. El que tiene la densidad más alta, la torta de prensa, el agua en el medio y el aceite con la densidad más baja.

2.2.8 Centrifugación de líquido

La centrifugación de líquidos incluye el proceso de separación del agua de cola y el aceite. Esto se realiza con mayor frecuencia en centrifugadoras verticales, ya sea un tipo de boquilla que opera continuamente o uno auto limpiante. El lodo de licor se alimenta al sistema del evaporador mientras el aceite se lleva a un mayor pulido. El aceite puede pasar por varias etapas de centrifugación antes de ingresar al pulido de aceite. Hasta dónde quiere llegar el productor, es una cuestión del grado de refinación.

Las pulidoras de aceite, otras centrifugadoras y decantadores requieren que los tanques de amortiguación y el agua de cola se calienten a 95-90°C para una mayor separación y pureza del producto final.

2.2.9 Evaporación

Después de la separación de sólidos en decantadores u otras centrifugadoras, una gran parte del aceite y los sólidos ya se ha eliminado del licor de prensa. El siguiente paso es procesar el exceso de agua de cola, que se evapora para espesarse y recuperar el rendimiento adicional. A pesar de que el agua de cola contiene una baja porción de sólidos (6-9%), se estima que puede contener hasta el 20% del peso final de la harina de pescado. El agua de cola contiene compuestos tales como disueltos y proteínas suspendidas, minerales, aceites residuales, vitaminas y aminas / amoníaco (Einarsson, 2019).

La evaporación del agua requiere mucha energía y, como un esfuerzo para reducir el costo de la energía, los evaporadores se pueden construir en serie, llamados evaporadores de efecto múltiple. El principio principal es que el vapor se usa en la primera etapa para evaporarse y el vapor que sale es utilizado como fuente de calor para el próximo evaporador. Por lo tanto, permite reutilizar la fuente de calor en diferentes etapas con diferentes temperaturas de evaporación.

El exceso de vapor que sale de la última etapa puede usarse además para otros fines en la planta, como el precalentamiento de material.

Los evaporadores multi-efectos que se utilizan en la industria pueden ser de dos, tres o de cuatro etapas, ya que tener más etapas no es preferido porque requerirá temperaturas demasiado altas en las primeras etapas (Einarsson, 2019). En este caso se implementará un evaporador de tres etapas, debido a que se lograría obtener la concentración de producto necesaria para que sea reingresado junto a la torta de prensa en la etapa de secado. El evaporador de 4 etapas podría ser utilizado en caso de comercializar soluble de pescado.

El factor que afecta en gran medida el grado de evaporación es la viscosidad. Determina cómo mucha agua que se puede eliminar antes de fallar el bombeo o antes de que se forme material no deseado en la superficie de calentamiento. El agua de cola, por lo tanto, generalmente se concentra a 30-50% de materia seca para prevenir esto (Einarsson, 2019).

Sin embargo, la viscosidad disminuye con temperaturas más altas y la última etapa de evaporación a menudo se realiza en la primera etapa del evaporador con la temperatura más alta. Se debe tener especial cuidado para evitar el sobrecalentamiento del material, ya que las temperaturas demasiado altas pueden dañar los componentes sensibles al calor, como las vitaminas, las proteínas, los aminoácidos, en particular la cistina, la lisina, y triptófano. Por lo tanto, no se recomienda calentar el material hasta 130°C (Einarsson, 2019).

Hay muchos tipos de evaporadores. Los evaporadores de película descendente son los más utilizados debido a la eficiencia requerida en el proceso. El agua de cola líquida se alimenta por la parte superior y cae por las tuberías mientras se produce la evaporación. Los líquidos se drenan parcialmente en la parte inferior del evaporador mientras se expulsa el vapor a través de una tubería hacia una unidad de separación donde se condensan las gotas de líquido no deseadas, dentro del vapor.

Los evaporadores de película descendente se usan ampliamente para líquidos sensibles al calor que requieren un tiempo de residencia corto (5 a 10 segundos o más) y alto coeficiente de transferencia de calor.

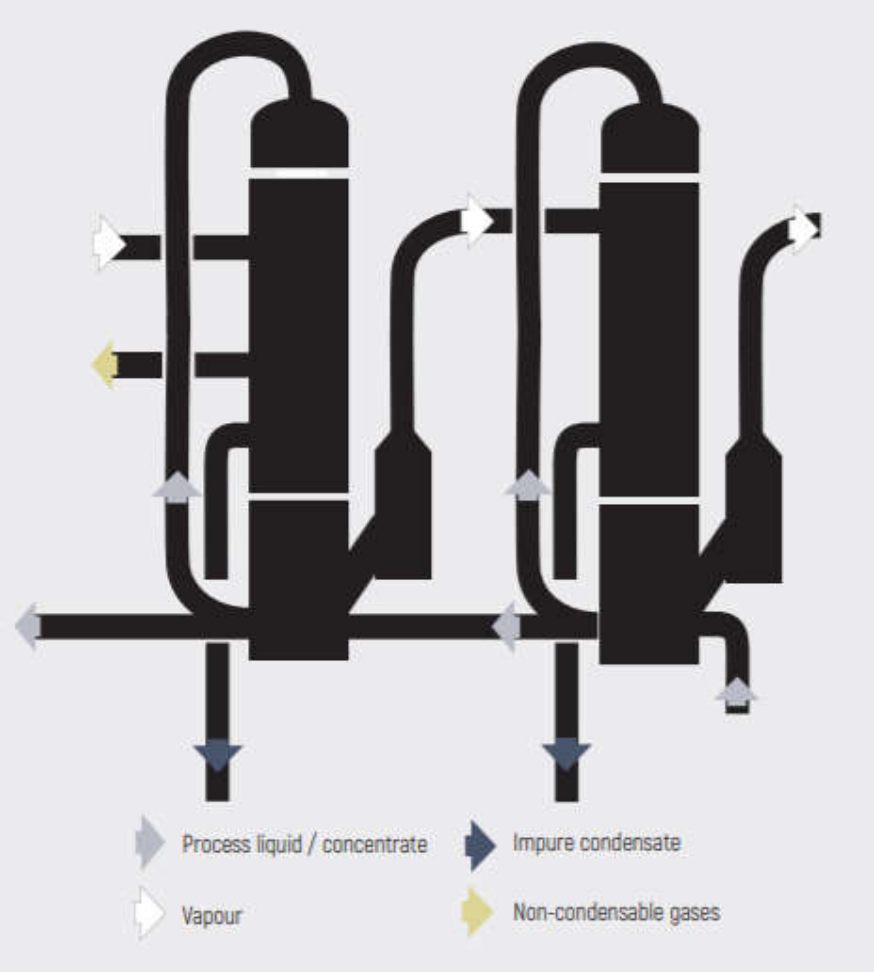


Ilustración 2.9: Evaporadores en etapas de película descendente *(Haarslev, 2017)*

2.2.10 Secado

En una planta de harina de pescado convencional el secador recibe torta de prensa desde la prensa de tornillo con un contenido de humedad de alrededor del 50%. Esta torta de prensa consiste en lodo de los pasos de centrifugación, agua de cola concentrada de evaporadores (alrededor del 60% humedad) y torta prensada de la prensa.

Es necesario mezclar estas corrientes de material y, en algunos casos, se utiliza un molino de martillos para reducir el tamaño de partícula para facilitar la evaporación de humedad del material. La reducción del tamaño de partícula aumenta el área de superficie total, que contribuirá a un secado más efectivo, así como a un producto final más estable y uniforme.

El contenido de humedad objetivo del secador es inferior al 12%. Los secadores utilizados en la industria de la harina de pescado pueden ser de dos tipos: secadores de vapor

indirectos o secadores rotativos de aire directo. La selección depende de varios factores, incluidas las propiedades químicas del material, el suministro de combustible, espacio disponible y capacidad de producción.

La principal diferencia entre los dos tipos de secador es la convección utilizada. El secador de vapor indirecto utiliza vapor caliente para calentar la superficie de contacto. Puede calentar tubos, discos, bobinas, etc. El material se calienta en contacto con la superficie calentada, lo que lleva a la evaporación de la humedad interna, mientras que el aire se sopla a través del secador en dirección opuesta al material para capturar el vapor. El secador de vapor está construido con un tornillo calentado en el medio, que sirve como transportador, fuente de calor y asegura la mezcla del material.

El secador de aire directo utiliza aire caliente para la convección, que se puede extraer a través del intercambiador de calor o directamente del fuego. La convección a través del aire contribuye a una transferencia de masa más eficiente, lo que resulta en un tiempo de retención más corto. La desventaja es que cuando el calor se extrae directamente del fuego, los químicos peligrosos del combustible pueden contaminar el material.

Las ventajas de los secadores de vapor indirectos son su capacidad para procesar grandes cantidades con equipos relativamente simples y un menor costo de instalación. No requieren una limpieza exhaustiva del aire, y la harina de pescado se vuelve menos polvorienta que las directas. Los secadores de vapor indirectos también permiten la renovación de gas de agua y vapor, que pueden usarse para precalentar u otros fines en la planta. Ellos no necesariamente requieren la mezcla del concentrado de agua de cola y la torta de prensado, debido a la circulación constante del material en el secador.

Las ventajas de los secadores rotativos de aire directo son un tiempo de retención corto (entre 10 y 20 minutos en comparación con 30 minutos en un secador indirecto) y flexibilidad a la hora de elegir el suministro de combustible, ya que pueden alimentarse con combustibles convencionales. También requieren menos mantenimiento y sus procesos son más controlables y permiten la producción de harina de pescado con alta digestibilidad de proteínas biológicas.

En este caso en particular se utilizarán secadores de vapor indirecto.

2.2.11 Enfriamiento

Cuando la harina sale de la secadora, tiene una temperatura aproximada de 80°C. El aire dentro retiene mucha humedad, que debe eliminarse lo más rápido posible, de lo contrario, el material puede absorber esa humedad. Esto dará como resultado una mayor actividad del agua que puede tener un efecto negativo en la calidad del material.

Enfriar el material antes del procedimiento de molienda también es beneficioso. El enfriamiento también reducirá el contenido de humedad en un 1-2%, dando una harina de pescado dentro de rango de humedad aconsejable de 9-11% (Einarsson, 2019). El objetivo del paso de enfriamiento es reducir la temperatura del material de alrededor de 80°C a temperatura ambiente.

La forma más común de enfriar la harina de pescado es usar sopladores de aire. Varias versiones están disponibles. En algunos enfriadores, el aire se sopla en la misma dirección que el flujo de material y en otros en dirección opuesta.

2.2.12 Molienda

Después del procedimiento de enfriamiento, el material seco se somete a molienda para recuperar un tamaño de partícula homogéneo. Sin embargo, las propiedades físicas del material pueden ser una preocupación, ya que una gran parte del material ya está en el tamaño de partícula correcto o incluso más pequeño de lo deseado. Por lo tanto, a menudo se requiere establecer tamices vibratorios para separar las partículas más pequeñas de las más grandes que necesitan ser molidas.

Esto además garantiza la eliminación de partículas no deseadas, como piezas de madera, tela, anzuelos y clavos que podrían haber entrado en el proceso.

El riesgo que sigue a la molienda continua de todo el material es la creación de polvo. El material se vuelve polvoriento, lo que puede causar contaminación o pérdida, ya que el polvo tiene acceso a través del empaque. Además, las partículas demasiado pequeñas pueden causar oxidación, ya que el oxígeno parece tener un mejor acceso con más superficie.

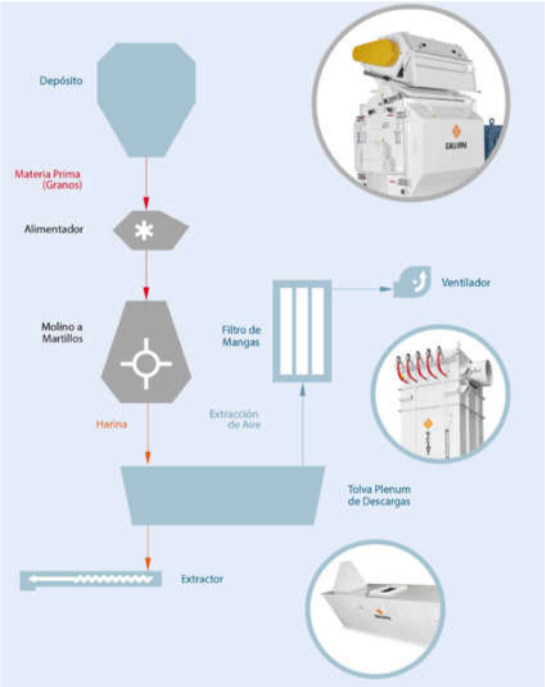


Ilustración 2.10: Partes de la etapa de molienda

2.2.13 Harina como producto final

Luego de la molienda, el producto final puede ser almacenado en silos hasta ser empaquetado. Esta es la única etapa del proceso en la que puede existir un pulmón de producción.

2.2.14 Empaquetado de la Harina

La harina puede ser vendida en bolsas de 50 kilogramos o en Bigbags de 1200 kilogramos, dependiendo de los requerimientos del cliente. El proceso de empaquetado puede ser automático, semiautomático o manual.

Teniendo en cuenta el desagregado de demanda por tamaño de industria consumidora de harina de pescado, se dimensiona el empaquetado para abastecer en un 80% a la demanda exterior de harina de pescado a través de BigBags y en un 20% para demanda externa a través de bolsas.

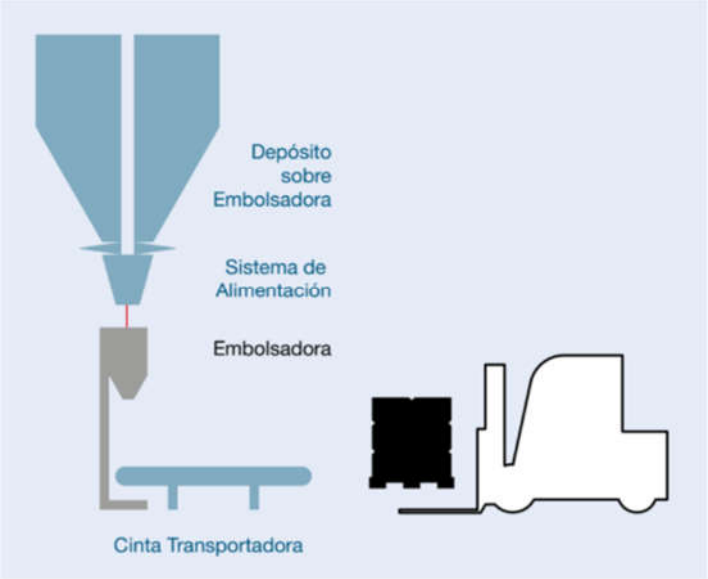


Ilustración 2.11: equipamiento para la etapa de empaque

2.2.15 Aceite como producto final

Luego del centrifugado y de la decantación el aceite de pescado está listo para ser envasado. Por lo general, previo al envasado, el aceite es almacenado en tanques.

2.2.16 Envasado del Aceite

El aceite es envasado en tambores de 200 litros. Esta etapa es realizada automáticamente por máquinas dosificadoras. El aceite se extrae de los tanques y se inyecta en los tambores, mientras estos circulan por una cinta transportadora.

2.3 Opción alternativa del proceso

Dentro de la industria del procesamiento de pescado, existe actualmente un producto secundario conocido como soluble de pescado. Este producto se podría obtener añadiendo una etapa de evaporado al vacío luego de la etapa de evaporado. Es decir que, si en lugar de tratar el agua residual del evaporado, ésta fuera evaporada al vacío y tratada de manera tal que se cumplan con las especificaciones necesarias, se podría comercializar como soluble de pescado. De todas formas, se debería tratar el agua de residual de esta última etapa.

Este producto secundario del proceso no fue considerado para la etapa inicial de este proyecto de inversión, que comprende 10 años, ya que, reingresar el producto luego de la etapa de evaporación, al secado de la torta de prensa permite obtener harina de pescado con mayor porcentaje de proteínas. En principio, se decidió hacer foco en la obtención de harina, como producto principal, y aceite, como producto secundario.

2.4 Métodos aplicados tradicionalmente en materia prima, harina de pescado y aceite

Las dos especificaciones principales de harina de pescado utilizadas actualmente en la producción de alimentos para acuicultura en Noruega son NorSeaMink y el Norse-LT 94 de alta calidad. En el mercado mundial de productos básicos se utilizan especificaciones similares (Einarsson, 2019). Las especificaciones se basan en un conjunto de análisis químicos y biológicos.

	NorSeaMink	Norse-LT 94
Crude protein (%)	Min. -, Typical 71	Min. 68, Typical 71
Water-soluble protein (% of crude protein)	-	Max. 32, min. 18
Moisture (%)	Max.10, min. 5	Max.10, min. 6
Fat (Soxhlet) (%)	Max. 13	Max. 13
Ash, without salt (%)	Max. 14	Max. 14
Salt (sodium chloride) (%)	Max. 4	Max. 4
Total volatile nitrogen (%)	Max. 0.20	Max. 0.18
Cadaverine (g kg^{-1})	Max. 1.8	Max. 1.0
Histamine (g kg^{-1})	Max. 0.7	Max. 0.5

Tabla 2-1: Requerimientos estándares FM *(Einarsson, 2019)*

- Proteínas:

El contenido de proteínas en el pescado y la harina de pescado se determina analizando el contenido total de nitrógeno en la muestra, que luego se multiplica por un factor de conversión (f = 6,25) para convertir este valor al contenido de proteínas.

El contenido total de proteínas generalmente se analiza mediante el método Dumas o el método Kjeldahl. El método Kjeldahl sigue siendo el método estándar, que se compara

con la mayoría de los otros métodos, pero dado que Dumas es más rápido para realizar su uso en la industria, aumenta a expensas del método Kjeldahl. Otra ventaja del método Dumas es que no requiere el uso de catalizadores tóxicos o ácido sulfúrico concentrado como es el caso del método Kjeldahl.

- Proteína soluble en agua:

Las proteínas solubles en agua se pueden medir utilizando la destilación Kjeldahl o la combustión Dumas y son una estimación de cuánta proteína de la harina de pescado es soluble en agua.

La mayoría de los métodos actuales dependen de agitar una cantidad conocida de harina de pescado en agua y luego medir la cantidad de proteínas solubilizadas en el agua.

- Humedad:

El contenido de humedad se evalúa identificando el porcentaje de materia seca en una muestra. Se coloca una muestra en un recipiente de cerámica y en un horno durante 4 horas a 104°C y en un desecador durante 30 minutos. La muestra se pesa nuevamente y la cantidad de peso perdido se usa para calcular la cantidad de agua en la muestra original.

- Ácidos grasos libres:

Los ácidos grasos libres (FFA) se forman debido a la hidrólisis de los triglicéridos (lipólisis). El contenido de FFA en el aceite crudo dependerá de factores como las especies de peces y la temporada de cosecha, aunque este último aún genera controversias en las últimas investigaciones. FFA puede constituir hasta el 12% de los lípidos totales, pero los valores típicos son más bajos.

Los FFA son más susceptibles a la oxidación de lípidos que los triglicéridos y también darán lugar a sabores desagradables en el producto final. Por esta razón, FFA debe eliminarse durante el refinado de aceite de pescado.

FFA son generalmente cuantificado por titulación con NaOH con fenolftaleína como indicador. Este método es válido para materia prima y aceite de pescado.

- Ceniza:

La cantidad de material inorgánico en la harina de pescado se determina utilizando el método ISO 5984-2002 (E) en el que la muestra se carboniza antes de ser incinerada a

550°C. La cantidad encontrada de material inorgánico en la harina de pescado difiere según la especie (Einarsson, 2019).

- Sal:

El contenido de sal se determina por el método Volhard. La solución se acidifica con ácido nítrico y los cloruros se precipitan en forma de cloruro de plata mediante nitrato de plata. El exceso de nitrato de plata se titula con una solución de tiocianato de amonio.

La oxidación del aceite, en pescados grasos como el arenque, da lugar a olores y sabores rancios. Estos pueden limitar la vida de almacenamiento de tales especies más rápidamente que los cambios de proteína que gobiernan el valor de proteína extraíble. Una etapa importante en la oxidación es la adición de oxígeno a las moléculas de ácido graso para formar hidroperóxidos; la cantidad de estos se puede usar como medida del grado de oxidación en las primeras etapas.

El término correcto de hidroperóxido lipídico acorta el valor frecuentemente del peróxido. Para medir el valor del peróxido en la materia prima del pescado, primero se debe extraer el aceite del pescado mediante un método que no fomente la oxidación adicional. El aceite que contiene peróxidos se trata con yoduro de potasio, después de que se libera el yodo y la medición de la cantidad de yodo permite calcular el índice de peróxido.

También existen otros métodos para determinar los valores de peróxido, pero el método basado en la reacción entre peróxidos y yoduro es el método estándar. El aumento en el valor del peróxido es más útil como índice de las primeras etapas de oxidación. A medida que avanza la oxidación, el índice de peróxido puede comenzar a caer.

Por lo tanto, una sola medición de PV solo puede usarse como un índice del estado de oxidación actual si los peróxidos formados son lo suficientemente estables como para que no se descompongan después de la formación. Este método es válido para materia prima y aceite de pescado.

El PV en crudos dependerá de la calidad del pescado utilizado para la extracción de aceite, el proceso de extracción y las condiciones de almacenamiento del aceite crudo.

Por lo tanto, si el pescado ha sido exprimido y magullado a bordo del barco pesquero y / o si el pescado ha sido almacenado varios días a bordo del barco quizás incluso a una

temperatura demasiado alta antes de ser procesada, puede oxidarse severamente cuando llega a la planta procesadora. Esto conducirá a aceites crudos con alto PV (por ejemplo, por encima de 10 meq / kg).

La principal desventaja del método estándar AOCS es que requiere grandes cantidades de muestra. Sin embargo, este método se recomienda como un método estándar para la determinación de PV en aceites crudos en la industria.

2.5 Métodos de preservación en toda la cadena de valor

La preservación a través de la cadena de valor es esencial para mantener la calidad de los productos. Ya sea materia prima en camino al procesamiento o harina y aceite de pescado a través del transporte.

El pescado crudo es muy sensible y comienza a degradarse rápidamente si no se enfría. La harina y el aceite de pescado también son muy reactivo y se oxidará si no se usan antioxidantes.

- Materia prima

Mantener la calidad de la materia prima es fundamental para garantizar una harina y aceite de pescado de buena calidad. La vida útil de los peces se puede extender mediante varios métodos de conservación.

- Enfriamiento

El pescado es un producto altamente perecedero y el deterioro comienza tan pronto como el pez muere. Por lo tanto, el pescado debe procesarse lo antes posible después de la muerte. Inicialmente, la pérdida de calidad es debido a reacciones bioquímicas causadas por enzimas endógenas. Los microorganismos causan deterioro al descomponer dichos compuestos mientras se liberan compuestos volátiles y / o venenosos. El nitrógeno volátil total (TVN), que consiste principalmente en trimetilano (TMA) y amoníaco (NH_3), se utiliza como criterio de calidad para la materia prima de harina de pescado. La manera más fácil de preservar el pescado y reducir el riesgo de deterioro es enfriarlo adecuadamente a temperaturas de alrededor de cero grados o menos para disminuir la actividad enzimática. Es importante congelar el agua en las vísceras porque la mayoría de las enzimas une la fase acuosa en las vísceras y al congelar el agua, la actividad enzimática puede ser reducido dramáticamente.

Los resultados no publicados de los experimentos que se realizaron en cooperación entre Matís y Síldarvinnslan en Islandia indicaron la importancia de un enfriamiento adecuado. Compararon diferentes temperaturas de almacenamiento y analizaron el desarrollo de TVN durante 9 días en almacenamiento. Los resultados concluyeron que la vida útil de la pescadilla azul podría extenderse a casi cinco días enfriando a 0 ° C en comparación con 5 ° C, considerando el nivel máximo de 60 TVN en la materia prima.

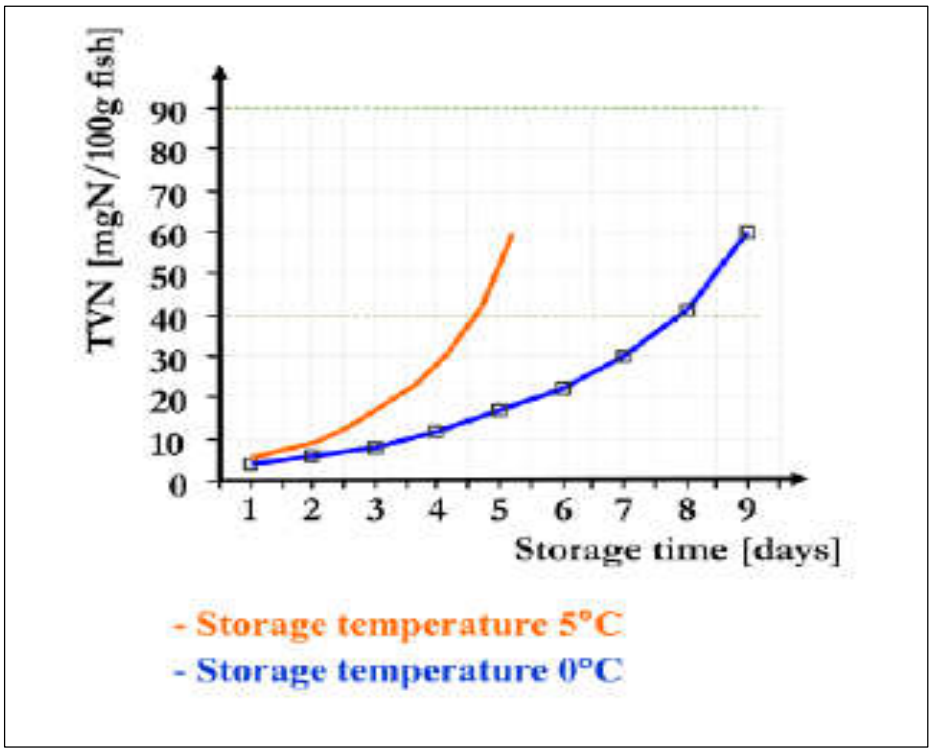


Ilustración **2.12**: Evolución TVN en función del tiempo de almacenamiento *(Einarsson, 2019)*

Además, también se realizaron ensayos con merluza azul enfriada a 0 ° C con diferente concentración de agua de mar frente a agua dulce y se midió la absorción de sal en los peces. Los resultados mostraron que la absorción de sal casi se duplicó cuando el pescado se almacenó en agua de mar pura en comparación con una mezcla de agua de mar y agua dulce. La pescadilla azul tenía un contenido de sal del 1,5% después de 6 días en agua de mar a 0 ° C, lo que se traduciría a harina de pescado blanco con aproximadamente 8,5% de sal, que está en el extremo superior y la comida no encajaría en las especificaciones de alta calidad.

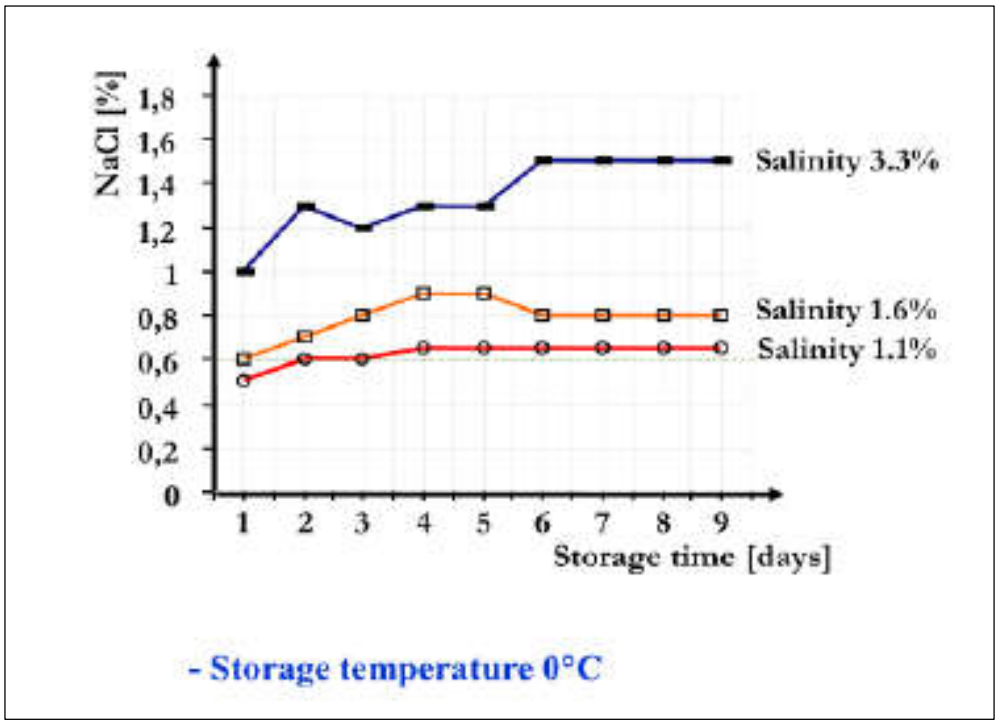


Ilustración 2.13: Contenido de sodio durante el almacenamiento *(Einarsson, 2019)*

- Preservación química

La preservación química se puede usar en combinación con enfriamiento. Anteriormente, agentes como formaldehído y nitrito fueron ampliamente utilizados. Hoy en día, solo se usan ácidos orgánicos en alguna medida. Son ácidos débiles que no se disocian completamente en el agua.

El estado disociado y no disociado coexiste en un equilibrio dependiente del pH. El modo de acción de los ácidos orgánicos es que el estado no disociado (neutro) del ácido puede penetrar en la membrana celular bacteriana e interrumpir las funciones vitales dentro de la célula.

En Noruega, bajas concentraciones de ácido acético (aproximadamente 0.2%) en combinación con RFW proporciona una valiosa extensión de vida útil para especies como merluza azul, que se captura lejos de la tierra. El ácido acético no se puede combinar con RSW porque algunas bacterias marinas pueden para convertir el sulfato de agua de mar en gas tóxico H2S en presencia de acetato (Einarsson, 2019).

Mediante el transporte y el almacenamiento en las cadenas de suministro, la harina y el aceite de pescado pueden quedar expuestos a muchos obstáculos externos. El aire húmedo, la luz solar y otros factores son un ejemplo de estos obstáculos, que pueden afectar drásticamente la calidad del producto.

La harina de pescado es muy sensible a la oxidación de la grasa y el aire húmedo y el aceite de pescado también es muy sensible a la oxidación de la luz solar y el oxígeno presente en la fase acuosa del aceite.

Los productos químicos antioxidantes como la etoxiquina se han utilizado en el pasado para estabilizar la harina y el aceite de pescado y para prevenir la oxidación.

- Actividad del agua y oxidación

Cuando la harina de pescado se seca, el agua se evapora y el contenido de humedad disminuye paralelamente a la actividad del agua. La actividad del agua se define como la presión de vapor parcial del agua en una sustancia dividida por el estado estándar de presión parcial de vapor de agua. Indica cuando la humedad relativa alcanza el equilibrio con agua pura.

El objetivo de la producción de harina de pescado es reducir la actividad del agua a aproximadamente 0.2 para reducir el riesgo de degradación. Esto crea peores condiciones para enzimas para descomponer la materia prima y también reduce la actividad bacteriana y de levadura como el riesgo de crecimiento de moho.

Sin embargo, cuando la harina de pescado se seca en exceso, por otro lado, conducen a una disminución del contenido de agua por debajo de 0.2 causando la oxidación de los lípidos.

Además, esto puede ser un problema de seguridad ya que la harina de pescado demasiado seca es inflamable debido a la oxidación. Hay más de un caso en el que la harina de pescado se incendió durante transporte en el mar debido al calentamiento del material. Sin embargo, los antioxidantes no afectan la actividad del agua, pero se utilizan para estabilizar el material al reducir el riesgo de oxidación.

El aceite de pescado es muy rico en ácidos grasos poliinsaturados omega-3 que se consideran más saludables para consumo humano que los saturados. Sin embargo, es mucho más difícil almacenar los ácidos grasos insaturados ya que son más sensibles a la oxidación.

La oxidación a menudo ocurre debido a la llamada autooxidación de grasa cuando se expone al oxígeno. Una alternativa para reducir el riesgo de oxidación es agregar antioxidantes para preservar el aceite. La inyección de nitrógeno también puede ayudar a reducir la oxidación.

Matís Ltd. realizó un estudio en cooperación con el productor de plantas de harina de pescado Héðinn Ltd. en 2014, que concluyó que la inyección de nitrógeno en el proceso de calentamiento resultó en una oxidación reducida. Esto limita consumo de oxígeno que conduce a un producto final más estable (Einarsson, 2019).

Los aceites de pescado también pueden protegerse contra la oxidación mediante la adición de antioxidantes. Tradicionalmente, se han utilizado antioxidantes sintéticos como BHT, galato de propilo y ácido cítrico.

Además, para el aceite de pescado hay un enfoque creciente en reemplazar los antioxidantes sintéticos con antioxidantes naturales como extractos de tocoferol y romero.

- Embalaje y almacenamiento

El principal principio detrás del empaque de la harina de pescado es que la harina de pescado tiene que poder ventilar. El calor y la humedad deben tener acceso fuera del embalaje para evitar la condensación en el interior.

Se requiere un control de temperatura y humedad estricto y estable durante el almacenamiento para evitar que el material absorba la humedad del medio ambiente.

La práctica más común es empacar harina de pescado en bolsas. Pueden ser de varios tamaños y de diferentes materiales. Las bolsas más utilizadas son las bolsas de arpillera, bolsas papel multicapa (sin y con revestimiento de plástico), bolsas de láminas o bolsas de plástico tejidas (baja densidad polietileno).

Estos tipos tienen sus propias ventajas y desventajas, pero el principio más importante es que pueden dejar salir la humedad y el calor sin ser demasiado porosos para que el oxígeno tenga acceso ilimitado.

Cuando se trata de apilar las bolsas, se deben tener en cuenta los mismos principios; ventilación de humedad y calor, y prevención del acceso al oxígeno. Por lo tanto, no es necesario apilar bolsas de hasta más de 5 m de ancho de superficie. Un apilamiento

demasiado apretado puede conducir a calentamiento indebido en el material que causa migración de humedad, condensación, crecimiento de moho y bultos.

El almacenamiento masivo es otra alternativa. La harina de pescado a menudo se almacena en silos o incluso cobertizos. El almacenamiento a granel reduce el trabajo que necesitan los empleados y facilita el transporte y la manipulación del material.

En general, el almacenamiento a granel se puede distinguir por dos principios; el tipo abierto o el tipo sellado. En el tipo abierto, el aire tiene acceso a través de la densidad aparente por puertas u otras válvulas y aberturas. En el tipo sellado, el espacio está sellado de los alrededores, pero esto requiere aireación del material y especialmente en las primeras etapas cuando el material es más reactivo. Los silos se pueden utilizar para este tipo de almacenamiento, implica el transporte constante de material desde el fondo que asegura el enfriamiento del material y promueve la uniformidad del material (proteína, grasa y agua), tamaño de partícula y color.

El método más preferible para almacenar aceites de pescado es en tanques de acero dulce. Esto evita la oxidación debido a la luz solar y la conducción de oxígeno a través del material construido. Los tanques deben construirse con un cono en el fondo para tener la opción de drenar el agua existente.

Esto es especialmente importante en los primeros días y se recomienda drenar el agua existente diariamente. También se prefiere no almacenar el aceite en condiciones demasiado frías, ya que puede causar transformación de aceites en sólidos. Se recomienda tener algún tipo de calentamiento de los tanques para evitar la formación de sólidos y facilitar el transporte.

Finalmente, también se recomienda eliminar el aire en los tanques para evitar el oxígeno o usar nitrógeno para eliminar el oxígeno existente en el tanque (Einarsson, 2019).

2.6 Balanceo de línea

2.6.1 Balance de necesidades

Con el objetivo de realizar el balanceo de línea, se analizó en primer lugar la capacidad de cada máquina que se necesitará según las toneladas de residuos que se procesarán por día. A partir del análisis de los desembarques en el Puerto de Mar del Plata y de los

residuos disponibles para procesar, se determinó que, en una primera instancia, existe una necesidad de procesamiento de residuos promedio de 150 toneladas diarias. Además, se consideró la estacionalidad de la merluza y se determinó que la planta operará durante 11 meses, poniendo un freno en las operaciones durante la última quincena de diciembre y la primera quincena de enero.

Teniendo en cuenta que existe variabilidad en los desembarcos y, consecuentemente, en la disponibilidad de residuos, se realizó un análisis por eventos discretos y por dinámica de sistemas, con el objetivo de iniciar un análisis estadístico que garantice las llegadas de residuos a la planta en cuestión.

Es por lo que se utilizaron tres escenarios en donde evaluar la respuesta de la línea de producción ante la estocasticidad de las llegadas de residuos, dependiendo de la varianza en la llegada de camiones. Cada una de ellas con misma probabilidad (33%), que es similar a afirmar que son sucesos equiprobables, es decir, se obtiene N observaciones y un tercio de aquellas observaciones presentan dichas características. En el Gráfico 2-1, Gráfico 2-2, Gráfico 2-3 se pueden observar los histogramas para los diferentes escenarios planteados.

La herramienta utilizada para modelar la actividad de fileteado de las plantas procesadoras y la disponibilidad de materia prima fue el AnyLogic. Luego, mediante exportación de resultados a Microsoft Excel, el cálculo de estadísticos (media, percentil, moda, etc.).

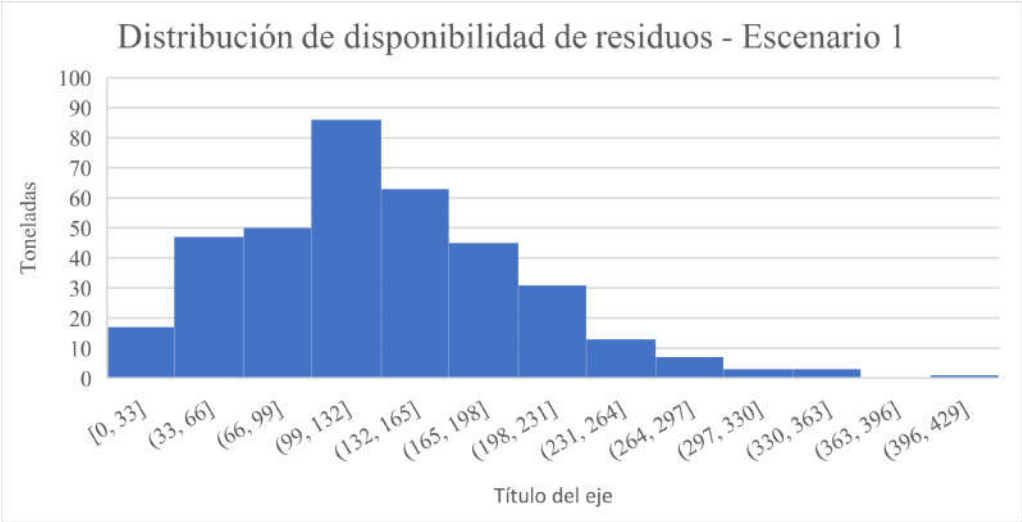


Gráfico 2-1: Histograma de disponibilidad de residuos en Tn para Esc.1

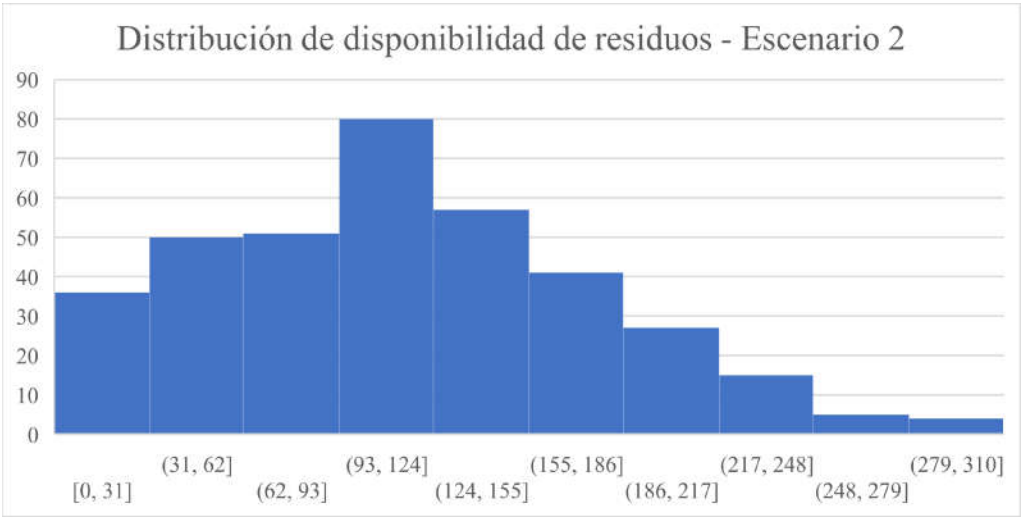


Gráfico 2-2: Histograma de disponibilidad de residuos en toneladas para el escenario

El estadístico de interés sobre este análisis radica en la confianza que se necesita para balancear las necesidades. De esta manera, se trabaja sobre el percentil 85 de la carga que arriba en planta, teniendo en cuenta las ponderaciones de los N escenarios posibles.

$$\boldsymbol{Percentil\ general} = \sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{N}} \boldsymbol{\omega_i} \times \boldsymbol{Percentil_i}$$

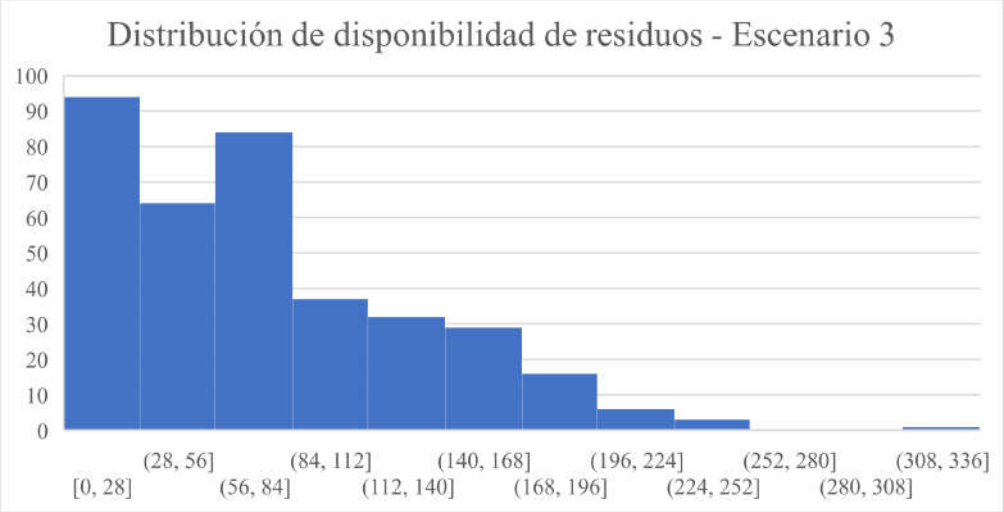


Gráfico 2-3: Histograma de disponibilidad de residuos en toneladas para escenario

$$\boldsymbol{Percentil\ general = \omega_1 \times Percentil_1 + \omega_2 * Percentil_2 + \omega_3 * Percentil_3}$$

Ecuación 2.1: Percentil general

Considerando que la planta trabajará de lunes a sábados, durante 3 turnos de 8 horas cada turno, se recibirán 3.600 toneladas mensuales de residuos en promedio, abarcando el 85% de la variabilidad con una estimación de 4.124 Tn/mes. Con esta información se procedió a realizar el balance de necesidades considerando las pérdidas en cada etapa del proceso. Los resultados se encuentran en la Tabla 2-2. Con los resultados obtenidos se procedió a seleccionar los equipos necesarios para suplir las necesidades presentadas.

Cabe destacar que el empaquetado de harina se dimensionó de forma tal que el 80% del producto final se pueda empaquetar tanto en big bags y el 20% en paquetes de 50kg.

2.7 Selección de equipos

Luego de realizar un balance de necesidades se seleccionaron las siguientes maquinarias según el material necesario, tanto para el ingreso como para la salida de cada etapa del proceso. Para ello, se evaluaron diferentes alternativas teniendo en cuenta la conveniencia de cada una según su costo, cercanía de los proveedores y accesibilidad a repuestos.

Etapa	Necesidad	Unidad
Cocción	4.124	Tn/mes
Prensado	3.299	Tn/mes
Secado	1.794	Tn/mes
Decantado y centrifugado	2.309	Tn/mes
Molienda	807	Tn/mes
Evaporado o Concentrado	1.617	Tn/mes
Empaquetado Harina (Bolsas)	3.229	Bolsas/mes
Empaquetado Harina (Big Bags)	538	Big Bags/mes
Envasado Aceite (Tambores)	931	Tambores/mes

Tabla 2-2: Necesidades por etapa. Fuente: elaboración propia

- Recepción y molienda de ingreso

En esta primera etapa del proceso, la materia prima se deposita en una tolva que posee un tornillo sinfín en la parte inferior. Según la cantidad de material que ingresa a diario, el tornillo sinfín deberá tener un diámetro aproximado de 250 mm y una capacidad de transporte de 10 toneladas por hora. Por otro lado, la tolva deberá ser de acero inoxidable.

- Cocción

En la selección de equipos para la etapa de cocción se consideraron tres alternativas distintas que corresponden a tres proveedores distintos. Por un lado, los fabricantes chinos SIFANG (Alternativa A) y Twining (Alternativa C), y por otro lado la marca danesa Haarslev (Alternativa B). Los modelos considerados para la comparación fueron SZ-200T, XFC0806, y SFC 0808 respectivamente. Estos tres equipos implementan la misma tecnología en la que el rotor de tornillo es calentado al vapor y los filetes montados sobre él distribuyen el calor mientras que el rotor mueve el material a través del digestor.

Mediante la matriz de selección que se muestra en la Tabla se eligió el equipo a utilizar.

Necesidades			Alternativas Cocción					
			A		B		C	
Obligatorias	Capacidad > necesidad		si		si		si	
Deseables	Costo del equipo	35	8	280	4	140	7	245
	Accesibilidad a repuestos	15	4	60	9	135	4	60
	Consumo energético	20	6	120	8	160	5	100
	Consumo de agua (si aplica)	5	5	25	7	35	5	25
	Posibilidades de financiación	5	4	20	7	35	4	20
	Cantidad de operarios requeridos para la operación	5	5	25	5	25	5	25
	Tamaño	5	5	25	6	30	7	35
	Facilidad limpieza y mantenimiento	10	5	50	8	80	5	50
Total		**100**		**605**		**640**		**560**

Tabla 2-3: Matriz de selección para la etapa de cocción. Fuente: elaboración propia

Los factores que se consideraron más importantes son el costo del equipo, el consumo energético y la accesibilidad a repuestos. El equipo seleccionado es el producido por Haarslev (Alternativa B) debido a que es la alternativa con menor consumo energético y mejor accesibilidad a repuestos, ya que hay representantes de la marca en nuestro país. Además, la limpieza de este equipo es fácil de realizar y sólo requiere de equipos estándar de alta presión. Los tres equipos comparados requieren la misma cantidad de operarios para su operación y poseen tamaños similares.

- Prensado

Para la alternativa que comprende el prensado de la materia prima ingresante, se busca una separación óptima de la fase sólida (torta de prensa) y líquida (licor de prensa) que favorecen las etapas posteriores.

Las prensas de doble tornillo tienen dos tornillos contra-rotatorios que evitan la rotación de la materia prima. Inventado por Stord Bartz en Noruega hace 50 años, esta es la prensa definitivamente más utilizada mundialmente para la producción de harina de pescado, y con un diseño muy resistente que dura 30 años o más. El lado negativo de la prensa es que tiene un diseño complejo (pero muy confiable) que ofrece un precio relativamente alto.

El otro tipo es la prensa de tornillo único que tiene un diseño mucho más simple y, por lo tanto, un precio más bajo. El problema con solo un tornillo es una mayor posibilidad de que el material gire sobre su propio eje y no avance, bloqueando la prensa. También ofrece menores rendimientos globales del proceso, orientando nuestra elección hacia una de doble tornillo al disponer de recurso escaso y dependiente del proceso aguas abajo (la separación de fases es fundamental para el proceso de decantación y centrifugación, y

secado) (ASTW, 2012). Un contenido de agua demasiado alto resulta de un material insuficientemente prensado, por lo que los secadores necesitan usar más energía para eliminar el agua (Gíslason, 2013).

La mayor parte de las prensas del mercado deben operar a una capacidad operativa que debe rondar aproximadamente el 50-75% del máximo capacidad (ASTW, 2012).

Es por lo que la matriz de decisión de la Tabla 2-4 comprende sólo prensas de doble tornillo.

Necesidades			Alternativas Prensado					
			A		B		C	
Obligatorias	Capacidad > Necesidad		Sí		Sí		Sí	
Deseables	Costo del equipo	30	4	120	7	210	8	240
	Accesibilidad a repuestos	15	9	135	6	90	4	60
	Consumo energético	15	6	90	8	120	6	90
	Posibilidades de financiación	10	4	40	1	10	1	10
	Cantidad de operarios requeridos para la operación	10	5	50	5	50	5	50
	Tamaño	10	8	80	5	50	3	30
	Facilidad limpieza y mantenimiento	10	8	80	3	30	5	50
Total		**100**		**595**		**560**		**530**

Tabla 2-4: Matriz de selección para la etapa de prensado. Fuente: elaboración propia

Aquellos factores que mayor peso toman sobre esta matriz es el costo del equipo, la accesibilidad a repuestos y el consumo energético. La alternativa A corresponde a maquinaria de origen europea (danesa), y B y C de origen chino. Sobre el primer factor de costo, la compañía danesa queda por detrás de las compañías chinas, pero compensa su puntaje con rápido acceso a repuestos (representación en Argentina y otros países de la región). La prensa de doble tornillo elegida resulta ser la Haarslev MS41.

- Secado

Para la selección de equipos de secado se procedió a evaluar la oferta de dos proveedores. Por un lado, el fabricante de equipos SIFANG de origen chino y por el otro la marca danesa Haarslev. Los modelos comparados son el ZSY355 y el 2864 respectivamente. Estos dos equipos utilizan la misma tecnología de secado por aire a contraflujo del movimiento de material.

Para la decisión se realizó una ponderación de factores según la importancia dada a cada elemento y posteriormente se comparó el desempeño de cada alternativa en las distintas alternativas.

La matriz de decisión utilizada en la Tabla 2-5, correspondiendo la alternativa A al producto ofrecido por Haarslev y la alternativa B al producto ofrecido por SIFANG.

Necesidades			Alternativas			
			A		B	
Obligatorias	Capacidad > necesidad		si		si	
Deseables	Costo del equipo	30,00	4	120	7	210
	Accesibilidad a repuestos	15,00	8	120	4	60
	Consumo energético	15,00	3	45	8	120
	Consumo de agua (si aplica)	0,00	-	0	-	0
	Posibilidades de financiación	10,00	5	50	5	50
	Cantidad de operarios requeridos	15,00	8	120	8	120
	Tamaño	5,00	4	20	8	40
	Durabilidad	10,00	9	90	6	60
Total				**565**		**660**

Tabla 2-5: Matriz de selección para la etapa de secado. Fuente: elaboración propia

Los factores a los que se dio mayor importancia fueron el costo del equipo, accesibilidad a mantenimiento y cantidad de operarios requeridos. El modelo elegido fue el de origen chino, principalmente dado a su menor costo, consumo energético y tamaño reducido. Ambas propuestas requieren la misma cantidad de operarios. Se consideró que la durabilidad y soporte superior de la maquinaria danesa no justificó su elevado costo para esta máquina.

- Molienda

Al elegir un equipo de molienda se deben tener en cuenta los requisitos de tamaño de partícula que exige el cliente. Usualmente, el tamaño de partícula ideal objetivo es de unos 500 micrones (FAO,1986). Una finura menor implica dificultades en el manejo debido a la facilidad de voladura y un grosor mayor implica dificultades en el mezclado al utilizar la harina como ingrediente y la digestibilidad si es usada como alimento directamente. Debido al caudal másico requerido se analizarán molinos de eje horizontal, ya que estos son usualmente más robustos y permiten un mayor control granulométrico.

Entre las alternativas estudiadas se encuentran equipos de molienda mediante martillos rotantes y de cuchillas. Las alternativas estudiadas son: Giuliani MR-180, molino de martillos de origen nacional (alternativa A), SIFANG FSWP65*45C, molino de cuchillas de eje horizontal de origen chino (alternativa B) y por último el modelo 650 de la empresa alemana Ottevanger, el cual funciona mediante martillos (alternativa C).

La matriz de decisión utilizada se puede ver en la Tabla 2-6.

Necesidades			Alternativas					
			A		B		C	
Obligatorias	Capacidad > necesidad		si		si		si	
Deseables	Costo del equipo	30	6	180	8	240	3	90
	Accesibilidad a repuestos	20	10	200	5	100	7	140
	Posibilidades de financiación	15	9	135	5	75	7	105
	Finura de salida	15	9	135	6	90	9	135
	Cantidad de operarios requeridos	5	6	30	6	30	6	30
	Tamaño	5	7	35	5	25	9	45
	Consumo energético	5	6	30	8	40	7	35
	Facilidad limpieza y mantenimiento	5	7	35	7	35	7	35
	Total	100		**780**		**635**		**615**

Tabla 2-6: Matriz de selección para la etapa de molienda. Fuente: elaboración propia

Luego de revisar bibliografía técnica referida al proceso (FAO,1986), se encontró que los molinos de martillos ofrecen la mejor eficiencia y estabilidad granulométrica para el procesado de materiales blandos como la harina de pescado. Esto posiciona a las dos alternativas que utilizan esta tecnología en ventaja frente a su contraparte china. Luego, se tuvieron en cuenta las ventajas de contar con un fabricante local como en el caso de Giuliani. Entre ellas se encuentra el mejor nivel de servicio post venta, la trayectoria comprobada de los equipos en otras industrias alimenticias a lo largo del país y finalmente la posibilidad de realizar la compra en pesos argentinos con financiación en moneda local. Estos atributos compensan el costo ligeramente mayor de la alternativa A frente a la alternativa B. Finalmente, varios atributos no ofrecen puntos de diferencia significativos como el consumo energético o la cantidad de operarios requeridos, la cual es la misma para los tres equipos. Como conclusión se eligió la alternativa A.

- Enfriado

Para este componente se compararon las siguientes alternativas: CAC2912 (B) fabricado por Harslev (A) que utiliza la tecnología de enfriado por aire en contraflujo y el modelo SIFANG FSLJ-1500*8700 enfriado mediante agua y ventilación forzada. Como se analizó en otras comparativas entre fabricantes europeos y chinos, se vio que el costo de los equipos europeos es superior, pero estos cuentan con un mejor servicio post venta y representación local. La matriz de decisión utilizada se detalla en la Tabla 2-7.

Necesidades			Alternativas			
			A		B	
Obligatorias	Capacidad > necesidad		si		si	
Deseables	Costo del equipo	25,00	5	125	8	200
	Accesibilidad a repuestos	15,00	9	135	5	75
	Consumo energético	15,00	5	75	8	120
	Facilidad limpieza y mantenimiento	10,00	8	80	6	60
	Consumo de agua (si aplica)	10,00	10	100	5	50
	Posibilidades de financiación	10,00	5	50	5	50
	Cantidad de operarios requeridos	10,00	7	70	7	70
	Tamaño	5,00	8	40	5	25
	Total			**675**		**650**

Tabla 2-7: Matriz de selección para la etapa de enfriado. Fuente: elaboración propia

En la selección de este equipo en particular se encontraron propuestas tecnológicas distintas para cada oferente. El equipo enfriado únicamente por aire cuenta con la ventaja de ser más compacto, no requerir uso de agua y ser más sencilla de limpiar y mantener. La comparación de ambos equipos resultó en valores muy similares, una revisación cualitativa de las características principales nos llevó a optar por la alternativa A.

- Decantación y centrifugación

Análisis de tecnología

Existen dos alternativas a la hora de seleccionar la tecnología para este proceso combinado. La primera comprende la selección de un decantador de dos fases (líquidos y sólidos) y una centrifuga para la separación de aceite y agua de cola. La segunda, ampliamente utilizada en la industria de residuos, comprende la selección de un Tricanter para la separación de tres fases: sólidos, líquidos más densos y líquidos menos densos.

Las razones por las que se prefiere maquinaria de separación de tres fases en lugar de una de dos fases se encuentran en el costo de inversión del proyecto y los requerimientos del mercado consumidor (de consumo animal o humano). Es decir, la adquisición de un decantador, un tanque de almacenamiento de líquido mixto y un centrifugador, elevan el costo de inversión en equipos dado por los requerimientos del mercado consumidor en cuanto a la calidad del aceite (clarificación y purificación).

Según el informe de (Schwarz, 2003) sobre la utilización de un Tricanter Flottweg en la extracción de solventes, reconoce que se han ahorrado más de USD 50 M por mes, se ha logrado una operación más eficiente de las plantas y el tratamiento más rápido del crudo permite la agilidad en los procesos posteriores.

Y en el informe de (Rackerseder, 2013) sobre el aceite de palma se reconoce que la adopción del decantador de tres fases brinda alto grado de automatización y en consecuencia menores costos laborales, se necesita menos espacio para su instalación, no es necesaria tanta parafernalia para su instalación (se requiere menos tubería, bombas, tanques, etcétera), demandan poca energía (en electricidad y vapor), su generación de aguas residuales es mucho menor y se reduce de manera dramática la carga de COD.

Durante más de 40 años, Flottweg ha estado fabricando el Tricanter para separación trifásica. Incluso otros fabricantes de tecnología de separación utilizan el término "Tricanter" cuando se trata de separación trifásica.

De esta manera, se realiza una elección de decantadores de tres fases que cumplen con la necesidad proyectada del proyecto. Se puede observar la matriz de selección en la Tabla 2-8.

Necesidades			Alternativas					
			A		B		C	
Obligatorias	Capacidad mín. > Necesidad		Sí		Sí		Sí	
Deseables	Costo del equipo	35	7	245	7	245	5	175
	Accesibilidad a repuestos	20	3	60	2	40	9	180
	Consumo energético	15	7	105	6	90	5	75
	Posibilidades de financiación	10	4	40	4	40	8	80
	Cantidad de operarios requeridos	10	5	50	5	50	5	50
	Tamaño	5	7	35	7	35	6	30
	Facilidad limpieza y mantenimiento	5	4	20	6	30	8	40
	Total	**100**		**555**		**530**		**630**

Tabla 2-8: Matriz de selección para el tricanter. Fuente: elaboración propia

La tercera alternativa (C) es el decantador de tres fases patentado por Flottweg, es decir, el Tricanter. El modelo elegido es el Z6E. El factor de mayor ponderación es el costo del equipo y el acceso a repuestos (representante en Argentina conocido como Eco Interbion), dada por la criticidad de este proceso y por la durabilidad que se pretende en esta inversión.

- Evaporado y concentrado

El equipo seleccionado para esta etapa es un evaporador de película descendente calentado al vapor que utiliza como fuente de calor el vapor vivo. Se evaluaron dos alternativas, la primera corresponde al proveedor danés Haarslev (Alternativa A) y la segunda al proveedor chino Sifang (Alternativa B). En la Tabla 2-9 se puede ver la matriz

de selección realizada para la selección.

Necesidades			Alternativas evaporado			
			A		B	
Obligatorias	Capacidad > Necesidad		si		si	
Deseables	Costo del equipo	30	4	120	9	270
	Accesibilidad a repuestos	15	9	135	6	90
	Consumo de vapor	30	8	240	6	180
	Posibilidades de financiación	5	6	30	4	20
	Cantidad de operarios requeridos para la operación	5	5	25	5	25
	Tamaño	10	5	50	6	60
	Facilidad limpieza y mantenimiento	5	8	40	6	30
Total		**100**		**640**		**675**

Tabla 2-9: Matriz de selección para la etapa de evaporado. Fuente: elaboración propia

Para la selección se priorizó el consumo de vapor y el costo del equipo. Dado que el equipo de Sifang tiene menor costo y consumo de vapor no significativamente superior al de la alternativa A, se optó por esta alternativa. La cantidad de operarios necesaria es igual para las dos alternativas y el tamaño también es similar. Si bien la alternativa A posee un mejor puntaje en accesibilidad a repuestos, el hecho de que el evaporador sea un equipo utilizado en otras industrias permite un mayor acceso a repuestos.

- Caldera

La caldera de vapor a elegir debe cumplir los requerimientos de temperatura, presión, potencia útil y caudal másico de vapor. Por cuestiones económicas, se prefiere una caldera de origen chino de EPCB Boiler, modelo WNS6, al no ser un componente crítico en la producción.

Además, se dimensiona el consumo esperado de combustible (gas natural) de alimentación, en base al cuadro tarifario de Camuzzi Gas dentro de grandes usuarios (GU). En la Tabla 2-10 se puede visualizar el consumo esperado para la caldera de vapor.

Meses	**Consumo (m^3/mes)**
Febrero a noviembre	292.090
Enero y diciembre	146.045

Tabla 2-10: Consumo esperado para caldera de vapor (Elaboración propia)

- Envasado del aceite

Para esta etapa se implementará un equipo semiautomático debido a las cantidades a producir. Se seleccionó una llenadora automática que requiere de un operario para colocar

el tambor vacío, presionar el botón para el llenado, y luego retirarlo una vez lleno. Dado que se requiere de un operario para el funcionamiento del equipo, se considera que es semiautomático.

El proveedor seleccionado es de AiCROV, de origen español y cuenta con revendedores en Buenos Aires.

- Empaquetado de la harina

En primer lugar, se seleccionaron los equipos para el empaquetado de harina en bolsas de 50 kg y un 20% de la producción envasada en bolsas. Para esta etapa del proceso se consideró un conjunto de equipos que consiste en una balanza embolsadora, una cinta transportadora y una cosedora. El equipamiento deberá ser semiautomático, ya que, por la cantidad a procesar no se requiere equipamiento 100% automatizado. De esta forma, para la selección del proveedor se consideraron los siguientes aspectos:

  - Proveer los tres equipos juntos: cosedora, cinta transportadora y balanza embolsadora.
  - Accesibilidad a repuestos.
  - Costo del equipamiento.

Si bien se analizaron proveedores chinos y nacionales para esta etapa, se priorizó al proveedor nacional Giuliani SA por la accesibilidad a repuestos y el costo de los equipos.

En la Ilustración 2.14 y la Ilustración 2.15 se puede ver la distribución del equipamiento seleccionado para esta etapa.

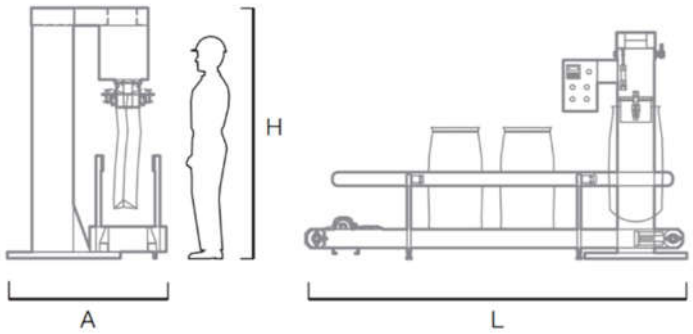


Ilustración 2.14: distribución del equipamiento para la etapa de empaque

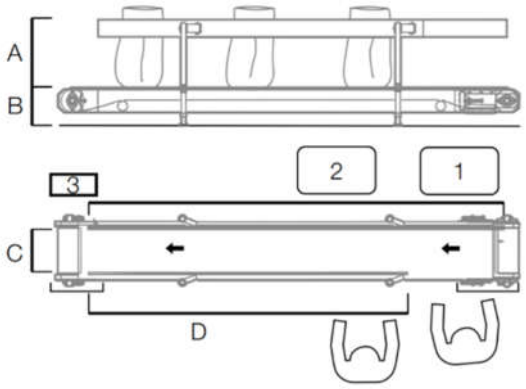


Ilustración 2.15: distribución del equipamiento para la etapa de empaque

En segundo lugar, se seleccionaron los equipos para el empaquetado de harina en Big Bags de 1200kg. Se consideró que, por la cantidad de toneladas a procesar, el equipo mejor aprovechado es el manual. Para esta etapa se requiere un alimentador y una balanza. Dado que el proveedor elegido para el empaquetado de bolsas de 50kg también provee estos equipos, con facilidades para conseguir repuestos y costos accesibles, se decidió optar por esta alternativa.

El equipamiento elegido es de acero al carbono e incluye un alimentador helicoidal doble con tampón neumático y una balanza electrónica de pesaje previo. Dado que se opera de forma manual, se requiere de un operario que realice esta operación.

- Lavadora de cajones

Luego de ser descargados los cajones deben ser lavados y sanitizados, por lo que, se consideró implementar una lavadora y sanitizadora tipo túnel. En este equipo los cajones serán lavados 3 veces con el objetivo de eliminar por completo residuos de grasa impregnados. Los cajones ingresan al equipo sucios y egresan limpios y secos, por ello, se consume energía eléctrica y agua en esta etapa. El funcionamiento es continuo, por lo que, los cajones se irán colocando a medida que se depositan los residuos de pescado en la tolva.

- Equipo de tratamiento de gases

En la etapa de selección se maquinarias se tuvo en cuenta el tratamiento de efluentes gaseosos. Los efluentes gaseosos de las etapas de cocción y secado deben ser lavados para reducir el mal olor. Para ello, se seleccionó un lavador químico que permite generar la oxidación química de partículas orgánicas mediante la utilización de agua y reactivos.

El proveedor de este equipo será Haarslev, ya que es líder en la industria y posee los mejores equipamientos para el tratado de gases.

El sistema para instalar tendrá configuración doble, es decir, en dos etapas y poseerá un control y monitoreo de químicos automático. Una de las ventajas de este equipo es que puede ser colocado en exteriores y es de fácil mantenimiento.

- Consumo eléctrico de equipos

Teniendo en cuenta la potencia instalada de cada equipo y los horarios de operación, se realiza una estimación del consumo eléctrico requerido para la planta, el cual puede visualizarse en la Tabla 2-11.

Meses	Consumo (kWh)
Febrero a noviembre	236.966
Enero y diciembre	118.483

Tabla 2-11: Consumo esperado de energía de equipos (Elaboración propia)

2.8 Grado de aprovechamiento de los recursos

En función de los horarios de planta, cantidad de recursos utilizados y rendimientos, se calcula la utilización de cada elemento del proceso.

El cuello de botella se encuentra en aguas media del proceso, en la sección de decantación y centrifugación. Esta parte comprende la adquisición de un Tricanter para la separación trifásica, debido al elevado nivel de inversión de USD 250.278 (cercana al 27% de la inversión total en activos fijos) y un grado de utilización por encima del 74%.

Sin embargo, con el objetivo de aumentar el grado de aprovechamiento de este recurso, se escoge una versión con menor capacidad y con las mismas características que el modelo Z6E. Este modelo es el Z5E y posee una inversión 23.7% menor a la inicial para este equipo, registrando un costo de activación de USD 190.890 y un ahorro en la inversión en activos fijos del 6.5%.

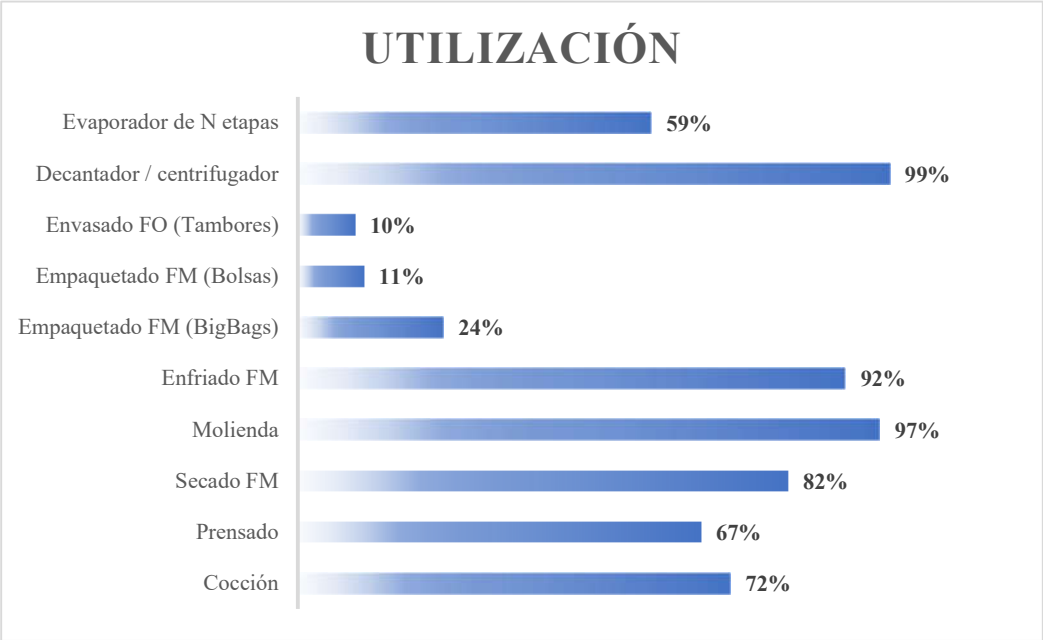


Gráfico 2-4: Utilización de recursos producto del balanceo. Fuente: elaboración propia.

2.9 Inversión

Proceso	Proveedor	Precio FOB Puerto origen (USD)	Precio CIF Puerto Buenos Aires (USD)	Inversión (USD)
Caldera	EPCB Boiler	13.500	20.705	21.740
Cocción	Haarslev Industries Ltd.	62.000	69.690	73.175
Prensado	Haarslev Industries Ltd.	55.000	62.620	65.751

Secado	Sifang Machinery Manufacture Co., Ltd.	160.000	168.670	177.104
Enfriado	Haarslev Industries Ltd.	75.000	82.820	86.961
Molienda	Giuliani SA	10.000	10.000	10.500
Decantación / Centrifugación	Flottweg SE	173.000	181.800	190.890
Empaquetado en Bolsa	Giuliani SA	15.000	15.000	15.750
Empaquetado en BigBag	Giuliani SA	10.000	10.000	10.500
Envasado en Tambor	AiCROV	15.000	22.220	23..331
Evaporador	Sifang Machinery Manufacture Co., Ltd.	120.800	129.078	135.532
Tratamiento de gases	Haarslev Industries Ltd.	40.000	47.470	49.844
CAPEX		749.300	820.073	**861.077**

Tabla 2-12: Inversión en equipos. Fuente: Elaboración propia

La inversión necesaria para realizar la compra de estos equipos se presenta en la Tabla 2-12 en precio FOB (presupuestado por empresa proveedora), CIF (a partir del flete que provee Alibaba.com o Sealand SA, con seguro provisto por MAPFRE Argentina SA) e inversión necesaria (en costo de activar los activos fijos).

2.10 Plan de renovación y mantenimiento de equipos

A partir de la vida útil detallada en las especificaciones de cada equipo y los periodos de mantenimiento programados, se realiza un cuadro resumen con las siguientes indicaciones de los proveedores.

Equipo	**Vida útil técnica (años)**	**Plan de mantenimiento preventivo**
Caldera de generación de vapor homotubular	15	Mensual, anual y mitad de vida útil
Horno de discos	15	Mensual, anual y mitad de vida útil
Prensa de doble tornillo	30	Mensual, anual y mitad de vida útil
Secador de discos	15	Mensual, anual y mitad de vida útil
Enfriador por aire	15	Bimensual, anual y mitad de vida útil
Molino de martillos	10	Mensual, anual y mitad de vida útil
Tricanter	25	Bimensual, anual y mitad de vida útil
Balanza embolsadora semi automática	10	Bimensual, anual y mitad de vida útil
Balanza embolsadora manual	10	Bimensual, anual y mitad de vida útil

Llenadora automática de envases	10	Mensual, anual y mitad de vida útil
Evaporador de dos etapas	10	Mensual, anual y mitad de vida útil
Lavador químico	10	Mensual, anual y mitad de vida útil

Tabla 2-13: Costo anual de mantenimiento y mejoras de equipos. Fuente: Elaboración propia

En general, los equipos más robustos requieren un programa de mantenimiento anual que coincide con la jornada no laboral que se programa para mediados de diciembre y enero. Además, la mayoría de los equipos requieren durante la mitad de su vida útil cambios de elementos clave (e.g. el eje del rotor que regula el proceso de secado o el tornillo guía que regula el proceso de prensado) que demanda una suma de caja significativa respecto al valor original.

Además, junto con el tipo de plan de mantenimiento, se considera el Maintenance CAPEX asociada a cada instancia de control, el cual puede verse en la Tabla 2-14. En la sección Anexo figura el calendario completo utilizado para cada año del proyecto que será una guía clave para el Estado de Flujo de Efectivo respecto a las actividades de inversión.

Cabe destacar que estas erogaciones de efectivo en mantenimiento y mejoras de equipos a la mitad de su vida útil no suceden en el mismo año, ya que cada unidad cuenta con su propia vida útil.

La renovación de equipos proyectada se muestra en el diagrama de Gantt de la vida útil del proyecto, en la Ilustración 2.16.

Equipo	Maintenance CAPEX (% Precio FOB)		
	Mensual	**Anual**	**Mitad vida útil**
Caldera de generación de vapor homotubular	3% anualizado	8%	30%
Horno de discos	6% anualizado	5%	30%
Prensa de doble tornillo	6% anualizado	7%	40%
Secador de discos	6% anualizado	12%	45%
Enfriador por aire	6% anualizado	6%	25%
Molino de martillos	3% anualizado	10%	40%
Tricanter	3% anualizado	6%	35%
Balanza embolsadora semi automática	3% anualizado	7%	30%
Balanza embolsadora manual	3% anualizado	5%	25%
Llenadora automática de envases	3% anualizado	10%	35%
Evaporador de dos etapas	3% anualizado	15%	50%
Lavador químico	3% anualizado	11%	35%
Maintenance CAPEX	**USD 101.719**		**USD 286.600**

Tabla 2-14: Maintenance CAPEX. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Diagrama de Gantt - Vida útil técnica

	Equipo	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Duración (años)
1	**VIDA ÚTIL TÉCNICA**			
1.1	Caldera de generación de vapor homotubular	01/06/20	31/12/34	15
1.2	Horno de Discos	01/06/20	31/12/34	15
1.3	Prensa Doble Tornillo	01/06/20	31/12/49	30
1.4	Secador de Discos	01/06/20	31/12/34	15
1.5	Enfriador por Aire	01/06/20	31/12/27	15
1.6	Molino de Martillos	01/06/20	31/12/29	10
1.7	Separador de 3 Fases	01/06/20	31/12/44	25
1.8	Balanza embolsadora semi automática	01/06/20	31/12/29	10
1.9	Balanza embolsadora manual	01/06/20	31/12/29	10
1.10	Llenadora automática de envases	01/06/20	31/12/25	10
1.11	Evaporador de 2 etapas	01/06/20	31/12/29	10
1.12	Lavador Automático	01/06/20	31/12/29	10

Ilustración 2.16: Diagrama de Gantt de la vida útil técnica de los equipos

2.11 Puesta en marcha y funcionamiento de la planta

Considerando la compra de los equipos simultánea al inicio de las operaciones de la empresa el primer día hábil de enero de 2020 y el tiempo estimado de entrega de los equipos incorporados se llega al diagrama de Gantt de la Ilustración 2.17.

Diagrama de Gantt - Estimated time of arrival

NÚMERO EDT	EQUIPO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN	DURACIÓN
1	**Tiempo de arribo estimado**			
1.1	Caldera de generación de vapor homotubular	01/01/20	31/03/20	90
1.2	Horno de Discos	01/01/20	30/04/20	119
1.3	Prensa Doble Tornillo	01/01/20	30/04/20	119
1.4	Secador de Discos	01/01/20	28/02/20	57
1.5	Enfriador por Aire	01/01/20	30/04/20	119
1.6	Molino de Martillos	01/01/20	31/01/20	30
1.7	Separador de 3 Fases	01/01/20	31/05/20	150
1.8	Balanza embolsadora semi automática	01/01/20	31/01/20	30
1.9	Balanza embolsadora manual	01/01/20	31/01/20	30
1.10	Llenadora automática de envases	01/01/20	28/02/20	57
1.11	Evaporador de 2 etapas	01/01/20	28/02/20	57
1.12	Lavador Automático	01/01/20	30/04/20	119

Ilustración 2.17: Tiempo estimado de llegada de los equipos

El equipo con mayor plazo de entrega es el Tricanter o separador de tres fases. Este es un equipo crítico y central para la configuración del proceso, por lo cual no se podrá realizar la puesta a punto del proceso productivo hasta la llegada al país y posterior nacionalización en aduana de este equipo. Una vez arribada la totalidad de los equipos, estimada para fines de mayo, se realizarán las tareas de instalación, ensamble, conexión a suministro, regulación y puesta en marcha de los equipos. El plazo estimado para estas tareas es de un mes calendario, coincidente con el mes de junio.

Finalizado este período inicial de seis meses, se espera contar con una línea ensamblada capaz de generar producto terminado, una logística de aprovisionamiento de materia

prima establecida y una red de ventas y relaciones con los clientes establecida. Durante el segundo semestre del primer año de operaciones se prevé contratar a la mano de obra operativa y llegar a la capacidad productiva de diseño. En este análisis se considera una menor productividad de la mano de obra y los equipos en los primeros meses de este período, debido a la curva de aprendizaje de la organización sobre el proceso y la maquinaria. En la Tabla 2-15 se pueden observar las productividades de julio a diciembre.

Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Productividad (%)	60	75	85	90	95	97,5

Tabla 2-15: Productividad mensual del año 1. Fuente: elaboración propia.

En base al plan de puesta en marcha propuesto se desprende la matriz de ocurrencia de la Ilustración 2.18 para las erogaciones del año 0 de funcionamiento de la empresa.

	Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	**EROGACIONES Año 0**												
1.1	Salario de mano de obra directa												
1.2	Salario de administrativos												
1.3	Enegía eléctrica (proceso productivo)												
1.4	Suministro de gas												
1.5	Gastos de instalación de equipos												
1.6	Logística de abastecimiento												
1.7	Logística de ventas												

Ilustración 2.18: Matriz de erogaciones del año 0. Fuente: elaboración propia.

2.12 Organización del Personal

2.12.1 Estructura de la Organización

La estructura de la empresa será centralizada, es decir que las decisiones estarán concentradas en el cargo más alto, el directorio. Todas las decisiones y responsabilidades

estarán bajo el directorio de la empresa. Esta sección estará compuesta por los 5 socios fundadores de la empresa. A su vez, la empresa tendrá cuatro unidades de trabajo independientes entre sí. Esas unidades de trabajo serán el área de Finanzas, Producción, Comercialización y Recursos Humanos. En la Ilustración 2.19 se puede ver el organigrama de la empresa.

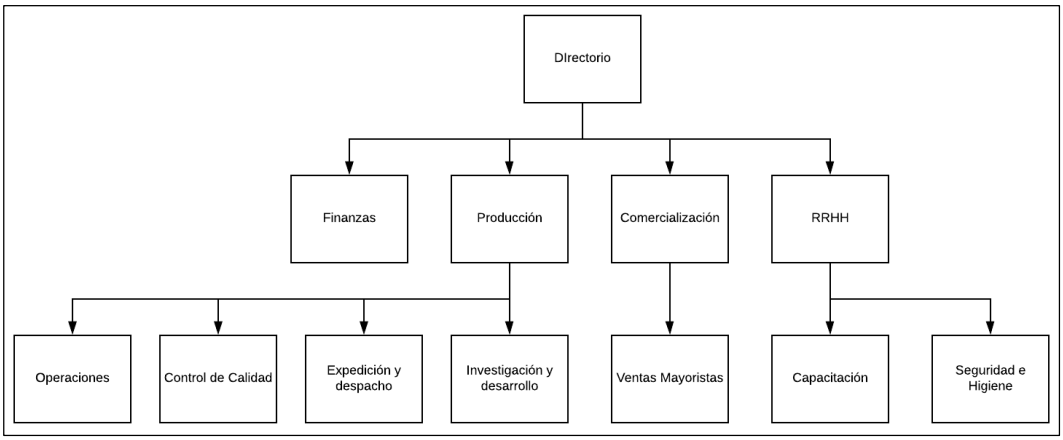


Ilustración 2.19: Organigrama de la empresa. Fuente: elaboración propia

El área de Finanzas estará compuesta por un equipo de trabajo de 6 personas. Tendrán que responder al directorio de la empresa, ya que las decisiones dependerán de ellos. Las tareas que tendrá a cargo esta unidad de trabajo serán las siguientes:

- Contaduría
- Tesorería
- Inversiones o manejo de liquidez
- Financiamiento
- Impuestos

Por otro lado, el área de comercialización será la encargada de la distribución y promoción del producto a los clientes mayoristas, ya que es el único tipo de ventas que realizará la empresa. Esta sección estará compuesta por 3 empleados. Ellos serán los encargados de colocar el producto en el mercado externo. También deberán encargarse de comercializar el producto en el país en el caso de que haya demanda insatisfecha en el mercado interno.

El área de Recursos Humanos tendrá a cargo la capacitación, organización y desarrollo del resto de los empleados. Esta sección estará compuesta por 2 personas, pero a su vez contará con el apoyo de un ingeniero externo a la empresa. Esto se considera necesario,

ya que Recursos Humanos estará a cargo del área de Seguridad e Higiene. El área de Seguridad e Higiene estará compuesta por 3 personas.

Por último, el área de Producción tiene a su vez 4 unidades de trabajo, las cuales son:

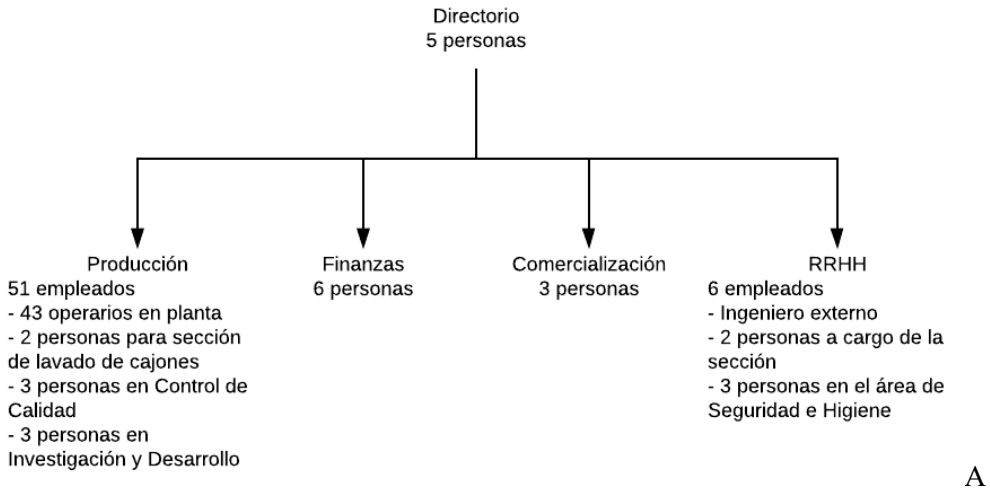
- Operaciones
- Control de Calidad
- Expedición y Despacho
- Investigación y Desarrollo

En la sección de Dimensionamiento de mano de obra para la planta se especificará la cantidad de operarios necesarios para trabajar en Operaciones y Expedición y Despacho. En esta área también se incluye la sección de levado de cajones, que estará a cargo de 2 personas. Estos empleados serán los encargados de recibir los cajones con pescado, despachar la materia prima, lavar los cajones y finalmente volver a entregarlos para que los barcos puedan utilizarlos. En el área de Control de Calidad trabajarán un total de 3 Ingenieros, los cuales serán los encargados de asegurarse que el producto final sea de la calidad deseada. Por último, para el área de Investigación y Desarrollo se involucrarán un adicional de 3 ingenieros, dedicados a tiempo completo a encontrar mejoras y a mantener actualizados los procesos operativos.

A modo de resumen, en la Ilustración 2.20, pueden observarse la cantidad de empleados esperados para cada sección. En total, serán necesarios 66 empleados.

2.12.2 Dimensionamiento de la mano de obra en planta

A partir de la selección de equipos se determinó la cantidad de operarios necesaria para operar la planta. Se estableció que la planta funcionará en 3 turnos de 8 horas de lunes a viernes, y en caso de ser necesario operará los sábados. Se estableció que la planta funcionará en 3 turnos de 8 horas de lunes a sábado. El desempeño productivo logrado será acorde a la necesidad.



A

Ilustración 2.20: Cantidad de empleados por sección. fuente: elaboración propia

Por un lado, se contará con personal de supervisión y mantenimiento. En la Ilustración 2.21 puede observarse la estructura organizacional.

El Gerente de Planta será el responsable del resto de los empleados de la planta y de todas las operaciones que se realicen. Tendrá la autoridad de tomar decisiones como la aprobación de compras, la recepción de la materia prima o el despacho del producto terminado. El Jefe de Funcionamiento y de Mantenimiento será responsable del funcionamiento de todos los equipos. A su vez, será el encargado de controlar la humedad de salida del producto y tendrá a su cargo los supervisores mecánicos y eléctrico y los mecánicos de turno.

Los supervisores serán los encargados de controlar y dirigir los trabajos realizados por los mecánicos de turno. A su vez, tendrán la tarea de hacer un análisis de las fallas para poder lograr un mantenimiento preventivo. Los supervisores estarán a cargo de los mecánicos, quienes tienen la tarea de reparar las fallas y solucionar los problemas relacionados con la mecánica y la electricidad.

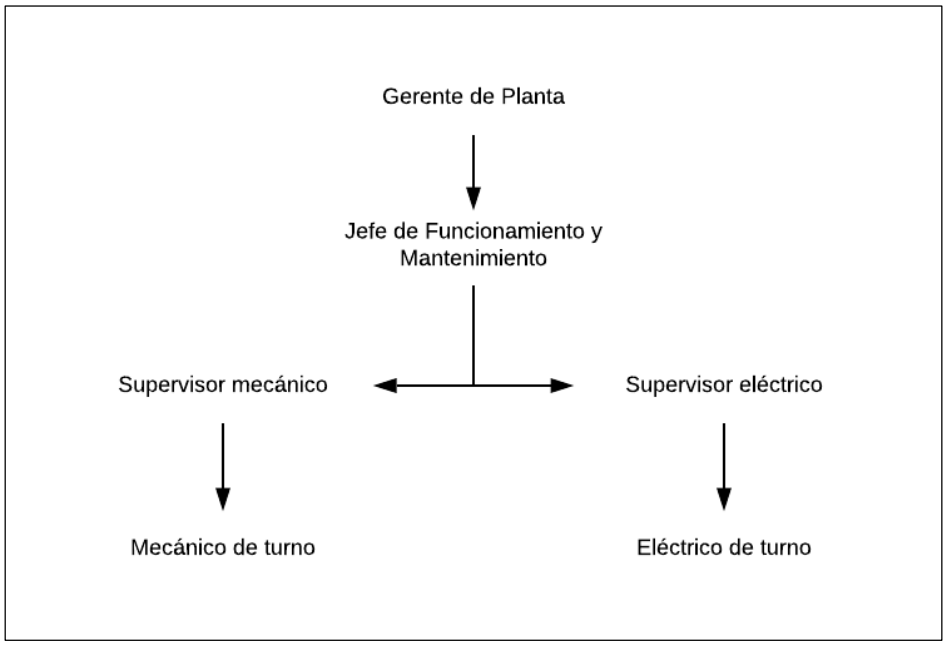


Ilustración 2.21: Estructura organizacional. Fuente: elaboración propia

Por otro lado, hay que tener en cuenta la cantidad de operarios requeridos para la supervisión de las máquinas o para llevar a cabo las diferentes etapas del proceso. Se necesitará un operario responsable de cada una de las siguientes etapas del proceso o supervisión de máquinas:

- Encargado de Recepción y pesado de materia prima
- Encargado de manejo del pescado y su inyección a la producción
- Encargado de alimentación del cocinador y separador de materiales extraños
- Encargado del funcionamiento del tricanter
- Encargado del funcionamiento del evaporador
- Encargado del envasado y despacho de la materia prima
- Encargado del funcionamiento de la caldera
- Mecánico de turno
- Eléctrico de turno
- Encargado de extracción de aceite
- Encargado de transporte de materia prima

Entre ellos suman un total de 13 operarios por turnos encargados de las máquinas. Sumado a esto, también hay que tener en cuenta a el supervisor mecánico, supervisor eléctrico, Jefe de Mantenimiento y Gerente de Planta. Entre ellos suman 4 empleados

más, pero no habrá uno por cada turno, si no que serán los responsables de las acciones de todos los turnos.

Teniendo en cuenta los 3 turnos, en la planta se requerirán un total de 39 operarios. Sumando a los supervisores y jefes, se llega a un total de 43 empleados requeridos en la planta.

En Tabla 2-16 se muestra la escala salarial para los distintos empleados de la planta.

Escala de Sueldos		
Gerente de Planta	$ 161.271	$/mes
Jefe de Mantenimiento	$ 113.472	$/mes
Supervisor	$ 68.979	$/mes
Operarios	$ 57.296	$/mes
Finanzas	$ 77.500	$/mes
Comercialización	$ 43.494	$/mes
Recursos Humanos	$ 65.241	$/mes
Seguridad e Higiene	$ 50.687	$/mes

Tabla 2-16: Escala salarial de los empleados. Fuente: elaboración propia

Asimismo, para el cálculo del salario de los operarios se utilizó como base el último convenio colectivo de trabajo entre el Sindicato Obrero de la Industria del Pescado (SOIP) y la Cámara de la Industria Pesquera Argentina (CAIPA) celebrado en junio de 2018. A partir de esos datos se le aplicó una actualización debido a la inflación (teniendo en cuenta que en los últimos períodos las paritarias negociadas rondaron ese porcentaje) para el período 2019 y 2020 obteniendo el desglose de la Tabla 2-16 (teniendo en cuenta que en los últimos períodos las paritarias negociadas rondaron ese porcentaje).

	Jornal		Mensual	
Básico	$ 738,10	$/día	$ 20.666,80	$/mes
Presentismo	$ 58,73	$/día	$ 1.644,44	$/mes
Base Producc.	$ 128,58	$/día	$ 3.516,24	$/mes
Básico Conformado	$ 922,41	$/día	$ 25.827,48	$/mes
Asign. Especial Rem. *Mensual*	-	-	$ 10.952,73	$/mes
Bono Asistencia *Mensual*	-	-	$ 5.019,45	$/mes
Total:			$ 67.627,14	$/mes

Tabla 2-17:Jornales de mano de obra de los operarios diurnos. Fuente: elaboración propia

Sumando el sueldo básico, presentismo, asignaciones y bono es sueldo total por mes de un operario diurno resulta es $ 57.296,14 considerando que se trabaja de lunes a sábados en turnos de 8 horas y que las horas extras se abonan al 100 %. En tanto que para los operarios que trabajan en el turno noche (de 22 a 06 hs), además de estas condiciones se deberá tener en cuenta un incremento del 25 % sobre el sueldo básico y presentismo, motivo por el cual se obtuvo que el sueldo de un operario nocturno incluyendo sueldo básico, presentismo, asignaciones y bonos resulta en $ 67.627,14.

2.12.3 Tercerización de funciones: estructura de distribución

Para poder decidir si la logística de distribución de materia prima será tercerizada o no, será necesario analizar los costos asociados a las diferentes opciones. Por un lado, se tendrán en cuenta los costos de contratación de un camión particular que pueda proveer un servicio de tiempo completo a un costo menor. Se busca alguien de tiempo completo dado que se requiere una alta demanda de camiones y con variabilidad en los horarios de trabajo. No se consideró contratar a una empresa de logística, ya que sería más costoso. La empresa de logística también cobraría el tiempo que el camión está ocioso, además

del costo por viaje. Por otro lado, se analizarán los costos que implicarían tener camiones propios y realizar la logística de cajones internamente dentro de la empresa.

La distribución de la materia prima se encuentra atada al movimiento de los cajones. Existe variabilidad en la llegada de materia prima, pero en promedio podría estimarse que el transporte llegaría con residuos cada dos horas. Se recibirían cambiones de residuo desde las 6:00 hs hasta las 16:00 hs. Pueden existir outliers, es decir, podrían llegar camiones antes o después de esa hora. La cantidad de camiones diaria depende de la época del año y de la proximidad de las zonas de captura.

El transporte debe recoger los residuos de las fileteadoras de pescado y llevarlos a la fábrica. Estos son vaciados en un camión interno que traslada los residuos a la planta de harina, donde es volcado en una pileta de recepción. Luego de dejar los cajones vacíos, el transporte recoge cajones que ya están limpios para ser llevados a la empresa pesquera. Los cajones sucios son lavados en una máquina.

Se considera que la opción óptima para transportar la materia prima es un balancín, ya que deberá circular dentro del puerto de la ciudad. Como puede verse en la Tabla 2-18, el peso máximo permitido por balancín es de 18 toneladas. Teniendo en cuenta que aproximadamente se transportan 150 toneladas diarias de residuo, para no exceder la capacidad máxima de transporte deberán realizarse 8 viajes por día. Estos resultados pueden verse en la Tabla 2-18.

Toneladas/día	150
Peso máximo (ton)/balancín	18
Viajes/día	8

Tabla 2-18: Datos del transporte de materia prima

Como mencionado anteriormente, los cajones deben ser devueltos a la empresa pesquera. Por lo tanto, también hay que tener en cuenta el transporte de los cajones vacíos y limpios. Para optimizar la logística, se considera que esos cajones deben ser devueltos en el momento que el camión trae la materia prima. De esta forma no tendrá que realizar otro viaje para buscar los cajones. Esto implica una inversión extra en cajones, pero así se ahorra el costo fijo de un viaje adicional por cada viaje realizado. Como dicho anteriormente, deberán realizarse 8 trayectos por día con cajones llenos de residuo. Sin

embargo, la cantidad de viajes con cajones vacíos desde la planta hacia el puerto será menor, ya que ser cajones vacíos, estos pueden apilarse y ocupar menos espacio.

En el caso de que se contratara a un tercero para realizar el transporte, se estima que un fletero costaría alrededor de $ 10.000,00 por día. Para poder realizar los trayectos, será necesaria la contratación de 3 fleteros por día. La suma del tiempo de carga de un camión con cajones de residuo, el transporte de la fileteadora a la planta y la descarga de los residuos, supera el tiempo entre llegada de materia prima. Es por esto que se considera que serán necesarios 2 camiones para realizar este recorrido. Se tuvo en cuenta un camión adicional para realizar el transporte de cajones vacíos desde la planta hasta el puerto. Esto resultaría en un total de $ 30.000,00 por día, es decir, $ 720.000,00 por mes, considerando que se trabajan 6 días a la semana.

Teniendo en cuenta la segunda opción, se consideró la compra de 3 balancines. Cada balancín cuesta alrededor de U$D 50.000,00. Esta opción requeriría de una inversión inicial de U$D 150.000,00. Según el sindicato de choferes de camiones, el sueldo básico para un chofer que transporte hasta 20 toneladas es de $ 40.000,00. Con lo cual, esta opción implicaría un costo fijo de $ 120.000,00 por mes.

Si se comparan las dos alternativas, la primera opción no requiere de una inversión inicial. Sin embargo, los costos fijos son excesivamente más grandes, siendo estos 6 veces mayores que la segunda opción. Si se optara por la opción de tercerizar, en 2 años se terminaría gastando lo mismo que si se compraran camiones propios. Por este motivo, se considera que la opción óptima sería comprar camiones y realizar la logística de cajones dentro de la empresa.

Por otro lado, hay que tener en cuenta el transporte de producto terminado hacia el Puerto de Buenos Aires. Dado que para este caso no es necesario tener disponibilidad de transporte de tiempo completo, y además puede estipularse un horario de recolección de producto terminado, podrá contratarse una empresa de transporte. Se considera óptimo el uso de un camión con semirremolque. Aquellos tienen una capacidad máxima entre 36 y 44 toneladas, dependiendo de la cantidad de ejes y la suspensión neumática.

Materia prima (ton)/día	150
Producto terminado harina (ton)	30
Producto terminado aceite(ton)	6
Total de producto terminado (ton)	36
Cap. máx. por semirremolque (ton)	36
Viajes/día	1

Tabla 2-19: Datos de transporte de producto terminado

Como puede verse en la *Tabla* 2-19, en base a la cantidad de producto terminado y a la capacidad máxima permitida por semirremolque, deberá realizarse 1 viaje por día hacia Buenos Aires.

El transporte a Buenos Aires será llevado a cabo por la empresa de transporte y logística Rabbione. Acorde al presupuesto de la empresa, el costo asociado a un trayecto de Mar del Plata a Buenos Aires es de $ 28.000. Teniendo en cuenta los datos de la segunda opción planteada, los sueldos de los camioneros serán de $ 120.000,00 por mes. Además, hay que considerar la inversión inicial en los camiones de U$D 150.000,00. Los datos pueden observarse en la Tabla 2-20.

Costo de un viaje a Buenos Aires	$28.000,00
Viajes a Buenos Aires/día	1
Sueldos de fleteros/mes	$120.000,00
Días laborales/mes	24
Costos fijos en transporte/mes	**$792.000,00**
Inversión inicial	**U$D 150.000,00**

Tabla 2-20: Costo de transporte

2.13 Logística y costos de Cajones

Anteriormente se explicó como es el circuito de cajones. A modo de resumen, se explica este recorrido en la Ilustración 2.22.

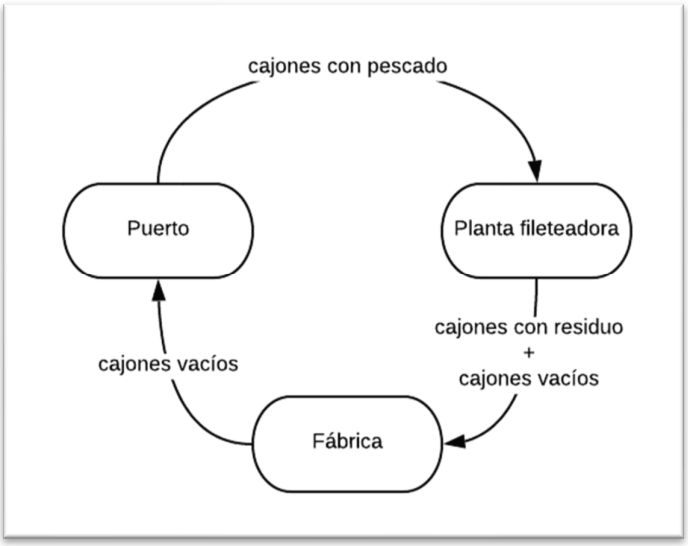


Ilustración 2.22: Recorrido de los cajones (Fuente: elaboración propia)

Cada cajón tiene una capacidad máxima de 30 kg. Dado que se trabajará con 150 toneladas diarias, se necesitarían 5.000 cajones para poder transportar el residuo. Sin embargo, a la empresa pesquera habría que brindarle el doble de esa cantidad, ya que por cada kilo de pescado se obtiene medio de residuo. Por lo tanto, de la fábrica al puerto deben salir 10.000 cajones por día. Luego, del puerto serán transportados a la planta fileteadora esos 10.000 cajones llenos de pescado. Finalmente, la empresa recogerá 5.000 cajones con residuos y 5.000 cajones vacíos de la planta fileteadora y los llevará a la fábrica.

Se calcula que en promedio un buque de pesca se encuentra dos semanas en altamar, dependiendo de la zona de pesca. Por este motivo, será necesario disponer de cajones para un período de dos semanas. Finalmente se requerirían 120.000 cajones, considerando 6 días laborables a la semana.

Cada cajón cuesta alrededor de $ 350. También hay que tener en cuenta que alrededor del 2% de los cajones no son devueltos por la empresa pesquera, por lo tanto, hay que considerar 4800 cajones adicionales por cada ciclo. En base a estos datos, se necesitará hacer una inversión inicial de 240.000 cajones. Por otro lado, habrá un costo fijo por cada

ciclo de 4800 cajones, es decir 9.600 cajones por mes. Los gastos pueden visualizarse en la *Tabla 2-21*.

Inversión inicial	$120.000\ cajones * 350 \frac{\$}{cajón} = \$\ 42\ millones$
Costo fijo mensual	$4800\ \frac{cajones}{ciclos} * 2\ \frac{ciclos}{mes} * 350 \frac{\$}{cajón} = \$\ 3{,}36\ millones$

Tabla 2-21: Costos en cajones. Fuente: elaboración propia.

2.14 Distribución en planta: Lay-Out

Luego de determinar la maquinaria a instalar en la planta y definidos los flujos de materia prima y producto terminado es posible avanzar con el diseño de la distribución del equipamiento en planta. Los objetivos de esta etapa de diseño son encontrar una configuración de equipos que permita una operación eficiente, segura y que haga un uso racional del espacio.

El proceso de producción de harina y aceite de pescado es una sucesión de transformaciones fisicoquímicas realizadas en equipos de operaciones unitarias. Durante la producción, la materia prima es conducida de una estación a otra mediante equipos de movimiento de materiales y canalizaciones de manera automática, manejado por bombas o tornillos sin fin. Esto ya nos indica la primera condición de diseño, las maquinarias deberán estar ubicadas lo más cercanas posible a sus antecesoras y sucesoras en el proceso productivo, de esta manera se reduce el costo de los equipos de transporte de materiales.

Luego, procedimos a listar los requerimientos de espacio para cada operación en particular en función de la información recopilada de la bibliografía y las mejores prácticas llevadas a cabo actualmente en la industria. La superficie calculada contempla el espacio ocupado por la maquinaria propiamente dicha y el espacio circundante necesario para la correcta operación.

Para la recepción se calculó el stock máximo esperado a recibir durante la operación. Como se analizó en apartados anteriores, se esperan recepciones de materia prima en una media de 150 toneladas por día. Como condición de diseño se considera un stock de 30 horas de producción, dado el período máximo de conservación de los residuos de pescado.

Adicionalmente se supone un margen del 20% para futuras ampliaciones o variabilidades en el suministro de materia prima. A continuación, se puede visualizar la Ecuación , la Ecuación y la Ecuación , donde se explicitan los cálculos realizados.

$$Capacidad\ stock\ recepción\ MP = 150\ \frac{tons}{dia} \times \frac{30hs}{24hs} \times (100\% + 20\%) = 225\ tn$$

Ecuación 9: Capacidad stock recepción MP

El volumen necesario para la recepción estará dado por la densidad promedio de la materia prima. El valor utilizado fue de 110 0 kg/m^3.

$$Volumen\ recepción\ MP = 225\ tn\ \div 1.1\ \frac{tn}{m^3} \cong 205\ m^3$$

Ecuación 10: Volumen recepción MP

Finalmente, se determina la superficie en planta necesaria al determinar la altura del espacio de recepción. Para este diseño se tomaron 3 metros de altura.

$$Superficie\ recepción\ MP = \frac{205\ m^3}{3\ m} \cong 68\ m^2$$

Ecuación 11: Superficie recepción MP

2.14.1 Determinación de las superficies necesarias de maquinaria

Para determinar la superficie de maquinaria se utilizó el método de Guerchet (Cuatrecasas Arbós, 2012). Este procedimiento consiste en determinar la superficie final de una máquina mediante la suma de tres superficies. A continuación muestra la ecuación Ecuación , donde se explica el cálculo de la superficie total requerida por la maquinaria.

$$S_T = S_S + S_g + S_e$$

Ecuación 12: Cálculo de la superficie total requerida por la maquinaria

Siendo:

- S_T: Superficie total requerida por la maquinaria
- S_S: Superficie estática. Superficie "neta" que ocupa el equipo, calculado como largo por ancho.
- S_G: Superficie de gravitación. Depende del requerimiento del área de trabajo y la cantidad de lados por los que se controla o utiliza el equipo.

- S_e: Superficie de evolución. Contempla la superficie adicional requerida en función de los espacios necesarios para libre movimiento de los equipos de trabajo, operarios, material y producto terminado.

Las superficies parciales se calculan según:

- $S_S = largo \times ancho$
- $S_g = S_S \times cantidad\ de\ lados\ de\ trabajo$
- $S_e = (S_s + S_G) \times k$

El coeficiente k se estima en función del tipo de industria. Para industrias de proceso se recomienda tomar un valor entre 0,1 y 0,25, dado que el material es transportado por conductos, tornillos y canalizaciones principalmente. Para este análisis consideramos un valor de 0,25.

2.14.2 Determinación de áreas auxiliares: Almacenamiento de producto terminado

Previo a realizar el dimensionamiento de las instalaciones de almacenamiento es necesario determinar la política de gestión de stocks que aplicará la empresa. El objetivo de esta política será cumplir los siguientes requerimientos:

- Asegurar el stock de producto terminado ante aumentos imprevistos en la demanda.
- Asegurar el stock de producto terminado ante interrupciones en la producción debido a interrupciones en la línea o en el abastecimiento de la materia prima.
- Permitir la continuidad productiva en caso de contracciones en las cantidades demandadas, permitiendo ajustar el plan de producción de manera más flexible.

La situación más crítica para la continuidad productiva reside en el faltante de materia prima, debido a la imposibilidad de almacenar los residuos de pescado por un período mayor a las 30 horas. Por ende, se recurrirá a mitigar los efectos de las variabilidades desde el lado del producto terminado, estrategia que a su vez minimiza el espacio necesario, aunque incremente el impacto financiero.

El caso más habitual de escasez de materia prima se debe al cierre de las operaciones portuarias o pesqueras debido a factores climáticos como tormentas o sudestadas. Existen

registros de períodos en los que la Prefectura Naval Argentina dispone la cesación de toda actividad portuaria por cuestiones meteorológicas para asegurar la seguridad de los buques, las instalaciones y las personas. También puede ocurrir que los barcos decidan resguardarse en las inmediaciones del puerto de Mar del Plata debido a condiciones climáticas desfavorables en alta mar.

Una situación de condiciones meteorológicas desfavorables que durase 5 días resultaría en aproximadamente 7 días de faltante de producto terminado si se considera un día para entrada en régimen de las plantas fileteadoras y un día para la entrada en régimen de la planta de harina. Esta situación se puede presentar hasta 3 veces en un año.

En los meses de diciembre y enero está previsto recibir un menor volumen de materia prima debido a que la mayor parte de los armadores pesqueros deciden realizar mantenimiento sobre sus flotas y dar vacaciones a sus operarios. La estrategia de nuestro proyecto será acompañar esa tendencia y reducir la intensidad laboral durante este período, combinando el período de vacaciones de los operarios con tareas de mantenimiento preventivo y programado. La menor producción de este período deberá ser compensada con producto terminado en stock para mantener el nivel de servicio requerido a los clientes habituales.

Del análisis de la serie de tiempo de desembarques en el puerto de Mar Del Plata se desprende que durante este período se desembarca aproximadamente un 50% menos de merluza respecto al promedio anual, por lo que se espera que el output de producto terminado decrezca en la misma proporción. Para cubrir el total de este faltante se requerirían 15 días de producto terminado manteniendo el mismo nivel de ventas. Realizando un balance entre el riesgo de faltante de materia prima por cuestiones climáticas y estacionales se decide diseñar una política de stocks de 10 días de producto terminado, siendo este un compromiso entre el tamaño de las instalaciones, el capital inmovilizado y el riesgo asumido.

2.14.3 Determinación de áreas auxiliares: Diseño del almacén

El almacén de producto terminado se diseñó según la premisa de poder almacenar hasta diez días de producción. En función de la capacidad de diseño proyectada de 150 toneladas diarias, resulta en un volumen de producto terminado equivalente a:

$$Stock\ harina\ PT = 10\ días\ \times 150\ \frac{tn\ MP}{día} \times 0{,}196\ \frac{tm\ harina}{tn\ MP} = 294\ tn\ harina$$

Ecuación 13: Stock harina PT

$$Stock\ harina\ PT = 294\ big\ bags$$

Ecuación 14: Stock harina PT big bags

$$Stock\ aceite\ PT = 10\ días\ \times 150\ \frac{tn\ MP}{día} \times 0{,}042\ \frac{tm\ aceite}{tn\ MP} = 63\ tn\ aceite$$

Ecuación 15: Stock aceite PT

$$Stock\ aceite\ PT \cong 340\ tambores$$

Ecuación 16: Stock aceite PT tambores

Considerando alternativas de stock, se decidió que el almacenamiento en racks en altura de hasta 4 pallets es la alternativa más conveniente. Por cada espacio de almacenamiento se puede guardar un big bag (o su equivalente en bolsas de 50 kg) o 4 tambores de aceite. A partir de la Ecuación calculó la cantidad de espacios guardados.

$$Espacios\ de\ guardado = 294\ \frac{big\ bags}{1\ \frac{big\ bag}{espacio}} + 340\ \frac{tambores}{4\frac{tambores}{espacio}} = 379\ espacios$$

Ecuación 17: Espacios guardados

Si a esta cantidad de espacios de guardado le agregamos un 5% debido al vacío operativo contabilizamos un total de 400 posiciones.

Dado que la empresa comercializará únicamente 3 tipos de productos, la selectividad necesaria para el almacén de producto terminado es mínima, lo que permite utilizar configuraciones que optimizan la superficie en planta, como las estanterías fijas de doble profundidad. Estas son adecuadas para una cantidad de referencias media, con períodos de residencia cortos y son fácilmente operadas con un único auto elevador.

La superficie requerida por el almacén de producto terminado se calculó en la Ecuación , la cual se puede ver a continuación.

$$Superficie = 400\ espacios\ \times \frac{1}{4}\frac{area}{posiciones} \times 1.2\ \frac{m^2}{area} = 120\ m^2$$

Ecuación 18: Superficie requerida por el almacén

Este almacenamiento se dividirá en dos espacios de 60 m^2 conectados a un mismo pasillo central, que ocupará 75 m^2 adicionales, totalizando 195 m^2 necesarios para el almacenamiento.

2.14.4 Determinación de áreas auxiliares: Vestuarios y oficinas

Los espacios de aseo personal para la fuerza de trabajo se dimensionaron según el Capítulo 5 del Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo establecido en el decreto 351/79. Para una empresa de 80 empleados la normativa exige la instalación de al menos 4 inodoros, 8 lavabos y 2 duchas integrados con vestuario para cada sexo. En los vestuarios se deberá contar con un armario individual para cada operario y el mismo deberá estar constituido por dos compartimientos, uno para la ropa de trabajo y otro para la ropa de calle, dada la agresividad odorífera del material trabajado.

En cuanto a la superficie requerida para las oficinas se estimó la superficie necesaria comparando con la superficie asignada en empresas con una cantidad de empleados administrativos similar a la planteada en este proyecto, asignado 100 metros cuadrados a esta función. En la Tabla 2-22 se puede observar la superficie necesaria para cada operación.

Operación	**Superficie necesaria (m^2)**	**Planta**
Recepción	70	Baja
Cocción	94	Baja
Prensado	43	Baja
Secado	150	Baja
Enfriado	94	Baja
Tricanter	58	Baja
Molienda	18	Baja
Evaporado	17	Baja

Empaquetado de harina (bolsas)	11	Baja
Empaquetado harina (big bags)	30	Baja
Envasado aceite (tambores)	8	Baja
Almacén de producto terminado	195	Baja
Sala de calderas	70	Baja
Sala de control de calidad	16	Baja
Tratamiento de efluentes	28	Baja
Baños-Vestuarios	60	Alta
Oficinas	100	Alta
Total Planta baja	874	-
Total Planta alta	160	-

Tabla 2-22: Superficie requerida por operación

Con estos estimativos de superficie se determina que será necesario al menos una superficie para la planta productiva de 874 m^2 y 160 m^2 para servicios auxiliares, los cuales estarán ubicados en la segunda planta. En total se contabilizan 1034 metros cuadrados techados, los cuales se distribuirán dentro de un recinto de 35m X 25m. Cabe aclarar que esta distribución debe ser modificada en función del terreno o edificio final en el que se decida instalar la planta productiva.

2.14.5 Lineamientos de la distribución en planta:

Luego de realizar un estimativo inicial de la superficie requerida para cada maquinaria y las demás áreas de la planta se procedió a ubicar espacialmente todos los equipos y áreas

de la empresa en el predio estimado en el punto anterior. Se decidió como esquema básico una distribución en "U" donde la materia prima entra por el mismo frente donde posteriormente saldrá el producto terminado. Este esquema de línea es apropiado para industrias de proceso donde el material se transporta canalizado y no existen múltiples movimientos de los operarios entre estaciones (Muther, 1970). Al mismo tiempo este diseño brinda una gran versatilidad ya que es aplicable en edificios o terrenos que cuenten con un único frente de acceso a la calle.

La metodología seguida fue analizar en una matriz qué sectores debían estar cercanos y con esa información ubicar en un plano a escala los distintos equipos mediante un programa de diseño asistido por computadora (CAD). En la Tabla 2-23 se pueden observar los requerimientos de cercanía para las distintas áreas de la planta. Luego se revisaba que los requerimientos habían sido cumplidos y en caso contrario se realizaba una nueva iteración. Destacamos que la superficie estimada por el método de Guerchet fue apropiada, ya que fue posible distribuir adecuadamente todos los equipos en la superficie proyectada.

En los casos en que se tenían múltiples requerimientos de cercanía se priorizó por volumen de materia prima transportada, dado que esas canalizaciones conllevan una mayor inversión y un mayor coste de energía asociada al transporte. Por ejemplo, el tricanter se colocó en cercanías de la prensa en detrimento de los secadores, debido al mayor caudal másico presenta en la entrada de este. Por otro lado, otra condición de diseño tomada en cuenta fue dejar despejada el área entre el almacén de producto terminado y los equipos empaquetadores y envasadores, de modo de no interferir con el flujo de equipos de transporte con movimiento de operarios.

Equipo	Cercanía primaria	Cercanía deseable
Recepción	Calle/Cocción	Control de calidad
Cocción	Materia prima/Prensado	Caldera
Prensado	Cocción /Secado	Tricanter
Secado	Prensado/Enfriador	Tricanter/Caldera
Enfriado	Secado	Molienda
Tricanter	Prensado/Secado	Envasado aceite
Molienda	Enfriador/Empaquetado	Almacén
Evaporado	Tricanter/Secador	Tratamiento de gases/caldera
Empaquetado de harina (bolsas)	Almacén	Molienda
Empaquetado harina (big bags)	Almacén	Molienda
Envasado aceite (tambores)	Almacén	Almacén
Almacén de producto terminado	Envsado y empaquetado	Calle
Sala de calderas	Cooker/Secador	Evaporador
Sala de control de calidad	Envasado	Recepción MP

Tabla 2-23: Requerimientos de cercanía para las distintas áreas de la planta

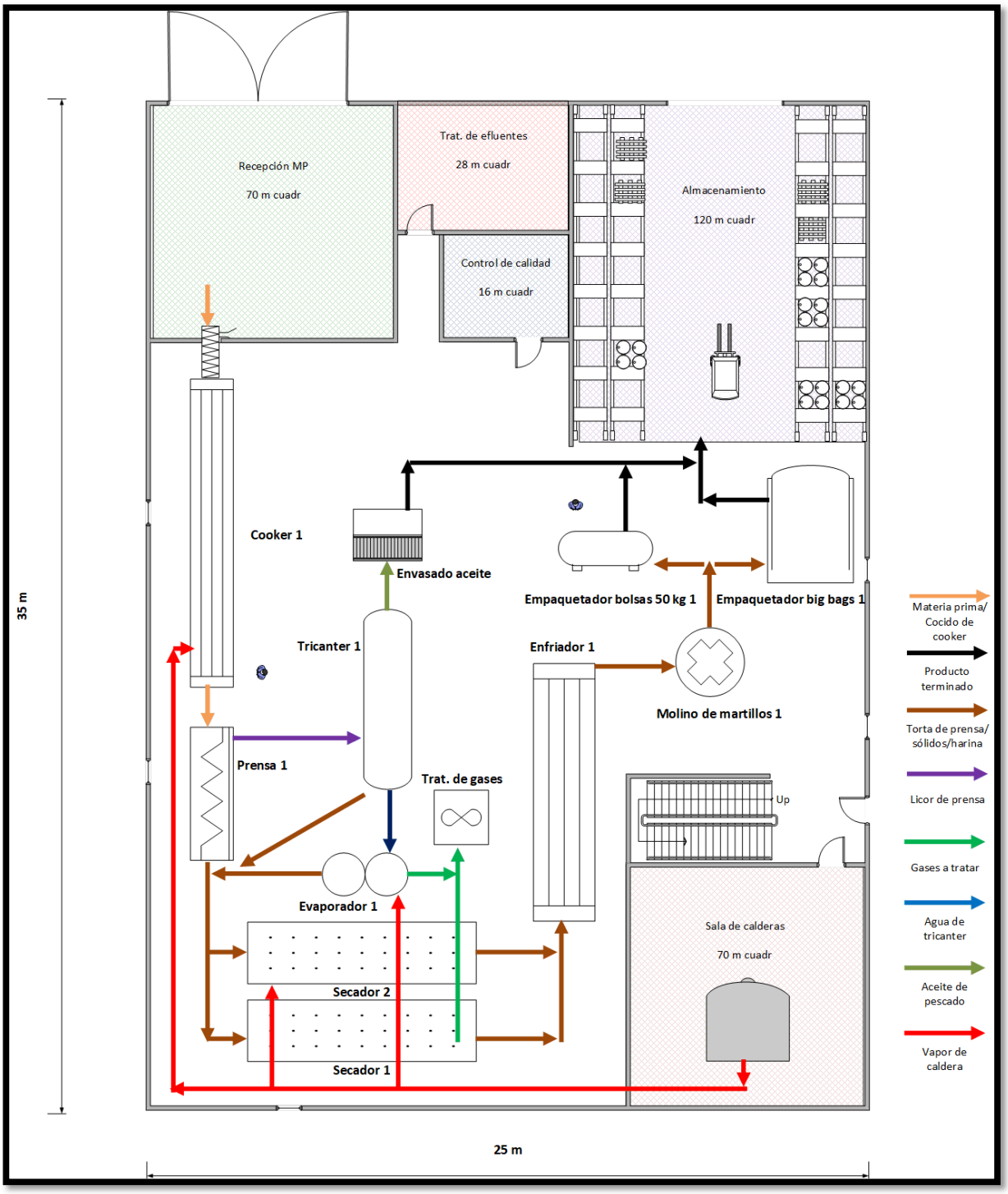


Ilustración 2.23: Layout de la planta. Planta baja

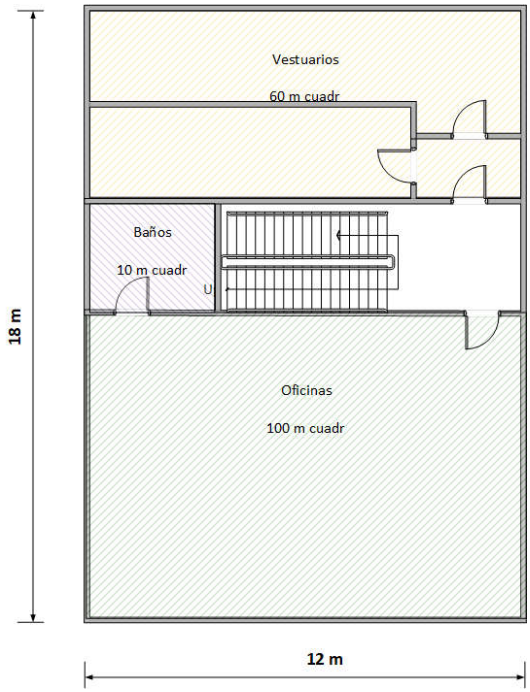


Ilustración 2.24: Layout de la planta. Planta alta

Finalmente, en la Ilustración 2.23 y la Ilustración 2.24 se puede observar el layout de planta alta y planta baja.

2.15 Impacto ambiental

Las industrias pesqueras generan problemas de contaminación al aire y al agua, ya que generan desechos sólidos, líquidos y gaseosos. Por eso, es necesario contemplar el tratamiento de los residuos, principalmente para no verter los residuos líquidos al mar y poder disminuir las emisiones gaseosas que se generan. A continuación, se explicarán en que secciones del proceso se generan efluentes y como se tratarán los gases para cada uno de los casos.

2.15.1 Polución debido al olor

En general, las fábricas de harina de pescado son conocidas por el mal olor que causan. Si bien no se considera dañino para la salud, es un olor que genera molestias en sus alrededores. En la mayoría de los casos, se requiere de medidas extras que puedan controlar y disminuir los olores. En la zona de Mar del Plata, se reciben reclamos por

parte de los vecinos de las fábricas a causa del mal olor de la zona. Para este estudio, analizará la posibilidad de implementar medidas para el olor, como se determinó en la selección de equipos.

El olor del pescado fresco es aceptable, pero al ser almacenado la descomposición de las bacterias y enzimas resultan en la formación de sustancias que generan el mal olor. Esas sustancias son trimetilamina, etilmercaptano e incluso sustancias tóxicas como sulfuro de hidrógeno. Por eso es muy importante que el pescado esté lo más fresco posible para el proceso. En caso de ser necesario hay que refrigerar la materia prima con hielos.

Durante el proceso, también se generan olores, principalmente por la oxidación y pirólisis que ocurre en los secadores. En menor volumen, se generan gases con mal olor provenientes de la prensa o el proceso de cocción.

A la hora de considerar las posibilidades de desodorización es necesario tener en cuenta:

1) Frescura del material
2) Volumen y carga de olor de los gases manejados: durante el proceso de calentamiento, prensado y secado se debe mantener al mínimo la concentración de gases con sustancias olorosas para facilitar su tratamiento y para aumentar el calor recuperado en el proceso.
3) Método de secado.
4) Ubicación de la planta: hay lugares en los que el tratamiento de olores está regularizado y otros en los que no lo está.
5) Condiciones meteorológicas: el viento puede causar la transmisión de los olores hacia otros sectores de los alrededores.

Hay diferentes métodos para desodorizar los gases, a continuación, se explican los que se tuvieron en consideración.

- Termonebulización de gases:

A los vapores extraídos, se los mezcla con una solución desinfectante aprobada por SENASA. Las gotas de esa solución permanecen durante varios minutos en contacto con los gases. Se provoca la coalescencia de la solución y los gases efluentes que poseen mal olor, provocando la neutralización del mal olor.

- Combustión a alta temperatura:

Se calientan los gases a 750ºc durante un segundo, provocando que se destruyan las sustancian olorosas. Este es uno de los métodos más utilizados actualmente. Los gases provenientes de los diferentes procesos son encapsulados y mantenidos a baja presión.

- Inactivación química:

Los gases efluentes son puestos en contacto con fuertes agentes oxidantes, como por ejemplo Cloro, liberando compuestos o permanganato. Dado los agentes que se utilizan, el material del equipo debe ser de acero inoxidable para evitar corrosión. Es necesario realizar un lavado final para eliminar los agentes oxidantes que pueden ser contaminantes para la atmósfera.

En base a lo anterior, los gases serán conducidos hacia una torre de lavado, donde estarán en contacto por circulación en contracorriente con un líquido en el cual sean solubles. Esto permitirá eliminar las sustancias solubles eliminando el olor con una eficiencia del 70%. Los gases no condensables tendrán un olor residual, que deberá ser tratado posteriormente.

Como segunda etapa del proceso, se recurrirá a la inactivación química. Para esta parte, se realizará la adsorción utilizando agua clorada, con una eficiencia del 80%.

2.15.2 Emisiones a la atmósfera

Parte de las emisiones gaseosas son consecuencia de la combustión interna de los motores para la generación de energía necesaria para el proceso. Algunos de los compuestos contaminantes provenientes de los combustibles utilizados son Dióxido de Azufre (SO2), Monóxido de Carbono (CO), trimetilaminas, etc. (FAO, 1986).

Por otro lado, las emisiones resultantes del proceso provienen principalmente del secado y de la evaporación. Los secadores cuentan con equipos de lavado de gases. Por otro lado, los evaporadores tienen un sistema de condensación de vapores. Además, en el proceso de molienda se producen efluentes gaseosos pero que también poseen material particulado. En este caso los efluentes son tratados con un ciclón con dos descargas para embolsado. A continuación, se explicará cada caso.

- Tratamiento de gases del secador:

El secador que procede a la prensa es el que más emisión de gases presenta, ya que trata la torta resultante del prensado, que posee alta concentración de humedad. Los gases son extraídos a través de un extractor que conduce a una torre de lavado de gases. La torre de lavado tiene la función de eliminar los vahos no condensados.

- Tratamiento de gases de molienda:

Para este caso se utilizarán ciclones. Las partículas ingresan en los ciclones chocan contra las paredes, provocando que las partículas caigan por la parte inferior de los ciclones, mientras que el gas se evacúa por la parte superior.

- Tratamiento de emisiones del evaporador:

Luego del evaporador de efecto múltiple, pueden generarse vapores que portan mal olor. Para este caso se utiliza un lavador de tipo Venturi de acero inoxidable. Allí los efluentes a su vez son tratados con otra corriente gaseosa provocando la condensación. Esto permite la retención de los gases odoríferos.

2.15.3 Polución de efluentes líquidos

El principal efluente líquido generado es el agua de sangre que se genera en la pileta de almacenamiento de la materia prima por digestión enzimática. Cuando el proveedor trae los cajones con los residuos, estos son depositados en la sección de almacenamiento, la cual esta refrigerada para mantener la materia prima en condiciones. En este sector la sangre resultante se acumula en la parte inferior, es decir, en el suelo.

Además del agua de sangre, se producen otros efluentes líquidos provenientes del agua de bombeo, agua de lavado de suelos y máquinas, agua proveniente de las centrifugadoras y del agua de cola que no es reingresada en el proceso.

Los parámetros que caracterizan la contaminación de los efluentes son la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO). Particularmente el agua de sangre posee un gran contenido de materia orgánica con una DBO muy alta. Esto es considerado como un problema, ya que genera un medio de cultivo para el desarrollo bacteriano provocando la degradación de los componentes. Es por eso que estos valores deben ser tratados hasta que los parámetros sean aceptables.

En muchos casos, estos residuos desembocan al mar, lo cual va en contra de las reglamentaciones. Para este estudio se pensó utilizar una bomba para elevar estos residuos hacia otra zona donde los efluentes puedan ser tratados. Finalmente, esos residuos deberán ser transportador y desechados en sitios autorizados por la municipalidad. Lo mismo ocurrirá con los sólidos separados. A continuación, se explicarán los métodos que serán utilizados para tratar los efluentes líquidos.

Por un lado, es necesario separar las partículas sólidas del efluente líquido. Una de las formas de hacerlo es mediante la decantación. Mediante la acción de la gravedad, las partículas sólidas suspendidas en la fase líquida decantan. En algunos casos, podría llegar a necesitarse tratamiento químico para flocular aceites y grasas (ANDRADE, 1995), solo así podrán sedimentar las partículas no discretas. Solo una porción del líquido podrá ser separado mediante la sedimentación, por lo tanto, será necesario incorporar la coagulación o floculación, posteriormente complementando con un sistema de recuperación de proteínas DAF, es decir, flotación por aire disuelto.

Posteriormente, se procederá al sistema de recuperación de proteínas DAF. Este método permite la filtración y recuperación de sólidos a través de un tambor rotatorio. Finalmente, lo que se obtiene del tanque rotatorio es llevado a un estanque donde se produce la coagulación. En ese tanque se agrega aire desde el fondo, provocando que las proteínas se separen por flotación. De este tanque se eliminan los lodos, mientras que el agua tratada es descargada a través de la red cloacal.

Se recurre a la coagulación cuando las partículas no pueden separarse mediante sedimentación debido a que su tamaño es muy pequeño. Mediante esta floculación se puede recuperar proteínas y aceite. Estos flóculos serán coagulados a través de calor, elevando su temperatura a 100ºC durante 30 minutos, generando también combinación de pH. De los diferentes sistemas que podrían aplicarse, se encontró que este es el que permite la máxima recuperación de proteínas y ajuste del valor de DBO.

2.15.4 Marco Legal

Para llevar a cabo el análisis del marco legal se distingue entre nacional y provincial. La reglamentación nacional para productos derivados de la pesca se encuentra en el capítulo 23 del Reglamento de Inspección de productos, subproductos y derivados de origen animal Decreto Nro. 4.238 siendo la autoridad sanitaria el Servicio Nacional de Sanidad

y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Dentro del apartado 23.21 se detallan las especificaciones para la harina y aceite de pescado.

Asimismo, a nivel provincial se establecen los límites de descarga de efluentes gaseosos enmarcados en la Ley 5.965 en el Decreto Nro. 3395/96 siendo la autoridad ambiental de aplicación la Secretaría de Política Ambiental en jurisdicción del territorio provincial siendo los siguientes artículos los más destacables:

- Art. 1: *" Todo generador de emisiones gaseosas que vierta las mismas a la atmósfera, y se encuentre ubicado en el territorio de la Provincia de Buenos Aires, en especial los establecimientos industriales según la definición de la Ley Nº 11.459 y su decreto reglamentario, queda comprendido dentro de los alcances del presente, de sus anexos I, II, III, IV, V y Apéndice 1 que son parte integrante del mismo, según corresponda a establecimientos existentes o a instalarse."*
- Art. 4: *"Todos los generadores comprendidos en el artículo 1º del presente, ubicados en el territorio de la Provincia que viertan a la atmósfera efluentes gaseosos, deberán solicitar ante la Autoridad de Aplicación un Permiso de Descarga de efluentes gaseosos a la atmósfera, según los requisitos establecidos en esta reglamentación y las resoluciones complementarias que se dicten en el futuro."*

La Secretaría de Política Ambiental establece en la Resolución SPA 242/97 complementaria al Decreto Nro. 3395/96:

- Art. 4: "*Para el cumplimiento del Decreto N.º 3395/96, cuando se realicen determinaciones de calidad de aire y/o de emisiones de efluentes gaseosos, podrán utilizarse las técnicas de muestreo y análisis recomendadas por la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (US-EPA).*

  Los métodos aprobados por la Agencia de Protección Ambiental (US-EPA) se hallan descriptos en el Título 40 Parte 60 Apéndice A del Código Federal de Regulaciones (US-EPA), Title 40 Code of Federal Regulation. Los métodos analíticos recomendados para la captación y cuantificación de los contaminantes mencionados en la Tabla A del Anexo III son:"

ANEXO III - Norma de Calidad de Aire Ambiente
TABLA A - Contaminantes Básicos

Contaminante	Símbolo	mg/m3	ppm	Período de
Dióxido de azufre	SO2	1,300(7) 0,365(7) 0,080	0,50(7) 0,14(7) 0,03	3 horas (7) 4 horas (1)(3) 1 año (1) (4)
Material particulado en suspensión (PM-10)	PM-10	0,050 0,150(7)		1 año (1) (2) 24 horas(1)(2)(3)
Monóxido de carbón	CO	10,000(7) 40,082	9 (7) 35(7)	8 horas (1) 1 hora (1)
Ozono (Oxidantes fotoquímicos)	O3	0,235(7)	0,12(7)	1 hora (1)
Oxidos de nitrógeno (expresado como diózido de nitrógeno)	NO2	0,367 0,100	0,2(7) 0,053	1 hora (1)(2) 1 año (1)(2)(4)
Plomo(5)	Pb	0,0015 (media aritmética)		3 meses (1)(2)(4)

(1) Norma primaria
(2) Norma secundaria
(3) 24 horas medidas entre las 10.00 horas del día 1 y las 10.00 horas del día 2
(4) Media aritmética en el período considerado.
(5) Determinado a partir de material particulado total (MPT).
(6) Partículas con diámetro menor o igual que 10 micrones.
(7) No puede ser superado más de una vez al año.

Observaciones: Los valores de la presente tabla están referidos a condiciones estándares (Temperatura: 25ºC y Presión de 1 atmósfera)

Ilustración 2.25: Tabla que contiene los contaminantes básicos del Anexo III

La Provincia de Buenos Aires establece que la autoridad para el control de los límites de descarga de efluentes líquidos es la Dirección General Hidráulica y la Administración General de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires (AGOSBA). En la resolución de AGOSBA nro. 389/98 de la ley 8.965 se fijan diversos parámetros, los cuales se pueden observar la *Ilustración **2.26***.

Finalmente, la ley de Emergencia Pesquera (Ley N°25.109), establece en su Art. 8° que a los efectos del aprovechamiento integral del recurso pesquero y la conservación del ambiente, todo puerto de desembarco que posea plantas industriales deberá contar con plantas de elaboración de harina de pescado.

Parámetro	Unidad	Colectora Cloacal	Cond. pluvial o cuerpo de agua superficial
Temperatura	°C	< 45	< 45
pH	UpH	7-10	6.5-10
Sólidos Sed. 10'	ml/l	Ausente	Ausente
Sólidos Sed.2hs	ml/l	< 5.0	< 1.0
Sulfuros	mg/l	< 2.0	< 1.0
Solubles en éter etílico (aceites y grasas)	mg/l	< 100	< 50
Nitrógeno amoniacal	mg/l	< 7 5	< 25
Cianuros	mg/l	< 0.1	< 0.1
Hidroc. Totales	mg/l	< 30	< 5.0
Cloro Libre	mg/l	No especificado	< 0.5
D.B.O.5	mg/l	< 200	< 50
D.Q.O.	mg/l	< 700	< 250
S.A.A.M.	mg/l	< 10	< 2.0
S.Fenólicas	mg/l	< 2.0	< 0.5
Sulfatos	mg/l	< 1000	No especificado
Fosfatos	mg/L	< 10	< 10

Ilustración 2.26: Tabla que contiene los Parámetros de calidad de las descargas de los límites admisibles

2.16 Localización

2.16.1 Macro localización

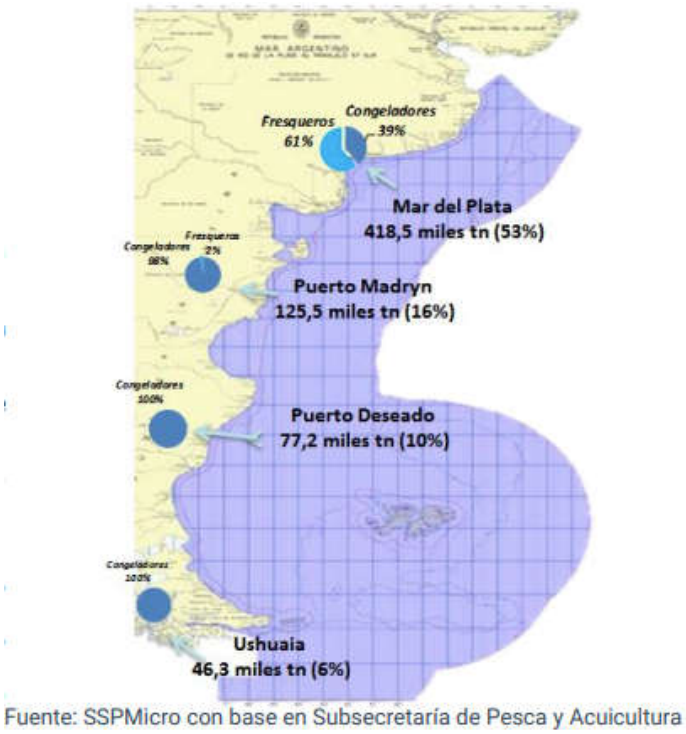


Ilustración 2.27: Participación de los puertos en Argentina

A nivel país, el proyecto se situará en Argentina. Al tener una región costera de casi 5 mil kilómetros con una gran diversidad de puertos, se considera que es un país óptimo para la actividad pesquera y sus derivados. En 2018 se llegó a 800 mil toneladas de capturas y

acuicultura (FAO, 2018). Lo cual implica que hay un amplio mercado para la producción de harina de pescado a partir de residuos.

Para la macro localización del proyecto se tuvieron en cuenta los principales puertos del país. El foco del análisis se centró en poder asegurar que haya suficiente materia prima para la producción. En la Ilustración 2.27 se puede ver como Mar del Plata representa el 53% de los desembarcos del país. A su vez, el porcentaje de barcos fresqueros es del 61%, mientras que el de congeladores es de 39%. Puerto Madryn representa el 16%, seguido de Puerto Deseado con una participación del 10%. Por último, se encuentra Ushuaia con una participación del 6%. Estos últimos puertos trabajan casi en su totalidad con barcos fresqueros. Son preferidas aquellas zonas que trabajen con barcos fresqueros, ya que son los que procesan en tierra, como es el caso de Mar del Plata. Caso contrario, no habrá suficiente materia disponible.

En cuanto a las especies disponibles en la plataforma argentina, la Merluza Hubbsi es representa el 50% de los desembarques del país. Dado que es una especie apta para la obtención de harina, se hará un foco importante en el lugar de pesca de esta especie. Como se puede ver en la Ilustración 2.28 en Mar del Plata se pesca el 74% de la Merluza Hubbsi.

En base a esto, para la macro localización se tuvieron en cuenta las zonas de Mar del Plata y Puerto Madryn. Esta preselección fue pensada a partir de los desembarcos, es decir, de la materia prima disponible. Sin embargo, también hay que tener en cuenta otros factores como costos de transporte, disponibilidad de mano de obra y recursos. Por lo tanto, se realizó una matriz de ponderación donde se tienen en consideración estos factores. En la *Tabla 2-24* pueden visualizarse los resultados.

A continuación, se explicarán los factores que se tuvieron en cuenta para la matriz de ponderación y la explicación de cada puntuación.

- Costo de transporte de materia prima:

Como se tuvo en cuenta que la cercanía con la materia prima era un valor obligatorio para la localización del proyecto, el costo del transporte de la materia prima no se consideró relevante. Dado que ambas opciones están situadas en regiones costeras la puntuación otorgada a cada opción fue de 9 puntos. El costo de transporte de materia prima no estará dentro de las mayores preocupaciones. Sin embargo, no deja de ser despreciable. Por eso se le otorgó una ponderación de 5/100.

- Costo de la mano de obra:

Se le asignó una ponderación de 5/100. No se considera un factor que pueda llegar a limitar la implementación del proyecto. Por un lado, los trabajadores dedicados a la producción ganan un 60% más que los que se dedican al área de servicios. Por otro lado, teniendo en cuenta los salarios por provincias, en Chubut el salario medio es mayor que la media en el país. Los sueldos en Buenos Aires representan la media de los sueldos del país. Por este motivo, a la opción A se le asignó una puntuación de 6 puntos, mientras que a la opción B 7 puntos

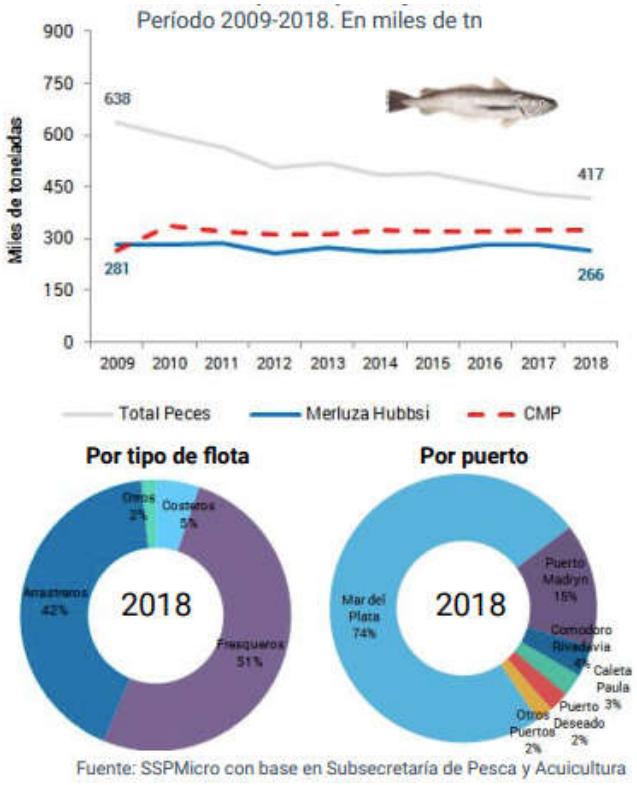


Ilustración 2.28: Desembarques de peces y Merluza Hubbsi

Necesidades			**Alternativas**					
			A (Mar del Plata)			**B (Puerto Madryn)**		
Obligatorias	Cercanía con la materia prima		si			si		
Deseables	Costo de transporte de materia prima	5	muy bueno	9	45	muy bueno	9	45
	Costo de transporte de producto terminado	25	bueno	8	200	malo	4	100
	Disponibilidad de mano de obra	9	bueno	8	72	bueno	7	63
	Costo de mano de obra	5	medio	6	30	bueno	7	35
	Disponibilidad de materias primas	40	muy bueno	9	360	no muy bueno	5	200
	Disponibilidad, acceso y costo de servicios	5	medio	6	30	bueno	8	40
	Factores ambientales	3	bueno	7	21	bueno	7	21
	Costo y disponibilidad de terrenos	3	medio	6	18	bueno	8	24
	Beneficios fiscales	5	bueno	7	35	muy bueno	9	45
					811			**573**

Tabla 2-24: Matriz de ponderación para la macro localización.

- Costo de transporte de producto terminado:

La harina de pescado será exportada a través de la aduana de Buenos Aires, ya que resulta más económico que hacerlo desde otros puertos. Por eso, se consideró la distancia a recorrer hasta el Puerto de Buenos Aires para cada alternativa. Mar del Plata se encuentra a una distancia de 400 km de Buenos Aires, mientras que Puerto Madryn se encuentra a 1300 km. El transporte de producto terminado conlleva un costo fijo considerable a tener en cuenta, por lo tanto, se le asignó una ponderación de 25/100. A Mar del Plata se le asignó una puntuación de 8, ya que, considerando las dimensiones del país, se encuentra relativamente cerca de Buenos Aires. En cambio, a Puerto Madryn se le asignó un puntaje de 4, ya se encuentra a una distancia 3 veces mayor que la opción A.

- Disponibilidad de mano de obra:

Al factor de disponibilidad de mano de obra se le asignó un porcentaje de 9/100, ya que no se considera un factor que pueda llegar a limitar la implementación del proyecto.

En marzo de 2020 se conocieron los últimos relevamientos del INDEC sobre el estado del mercado de trabajo en la ciudad de Mar del Plata del 2019. Resulta que Mar del Plata posee la mayor tasa de desocupación del país, alcanzando una tasa del 11,1% a Dic-19. En segundo lugar, se encuentra el conglomerado Rawson-Trelew con un 10,9% (Manzano & Duciós, 2020). Esto nos indica que no habrá problemas para conseguir operarios en la planta. Por eso se les asignaron puntuaciones de 8 para la opción A y 7 para la opción B. A Madryn se le asignó un punto menos dado que posee un décimo de la población que hay en Mar del Plata, lo cual reduce las posibilidades de obtención de mano de obra.

- Disponibilidad de materia prima:

Un factor de gran importancia a la hora de escoger la localización es la disponibilidad de materia prima que abunda en la región dado que, al tratarse de material con alta carga biológica, el tiempo de transporte y la refrigeración determinan la calidad del producto final. Es por lo que la planta deberá ubicarse en cercanías a un puerto de gran porte. A ese factor se le asignó una ponderación de 40/100.

La disponibilidad de residuos está dada por la gran cantidad de plantas procesadoras en tierra que posee la ciudad de Mar del Plata. Hacia el año 2015, el puerto marplatense concentraba más del 60% de las plantas procesadoras del país y más del 92% del área bonaerense (Bevilacqua, 2019).

Se considera que Mar del Plata es la mejor opción si se tiene en cuenta la disponibilidad de materia prima. Allí se concentra el 70% de los desembarcos de merluza. Además, el 50% de los barcos son fresqueros, mientras que en la opción B son congeladores casi en su totalidad. Es decir, la mayoría de los peces en Madryn son procesados a bordo, con lo cual se dispondría de una menor cantidad de materia prima. Por este motivo se le asignó una puntuación de 8 a Mar del Plata. También se tuvo en cuenta que en la zona hay competencia. A Puerto Madryn se le asignaron 5 puntos.

A la hora de asignar los puntajes, también se tuvo en cuenta la variación de la disponibilidad de la materia prima. Por un lado, Mar del Plata es el puerto más estable en cuanto a sus desembarcos mensuales, presentando una variación máxima durante el

último periodo anual del 50% respecto a la media anual en el 2019. Por otro lado, Puerto Madryn llegó a tener una variación máxima del 100%.

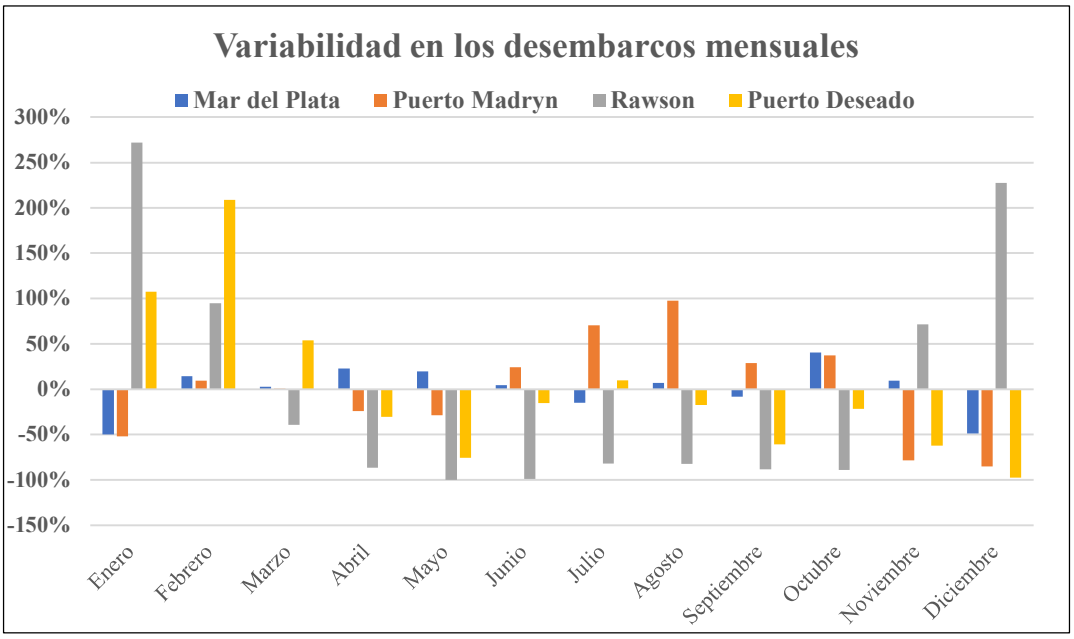


Gráfico 2-5: Variabilidad en los desembarcos del 2019 respecto a la media anual (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca, 2019)

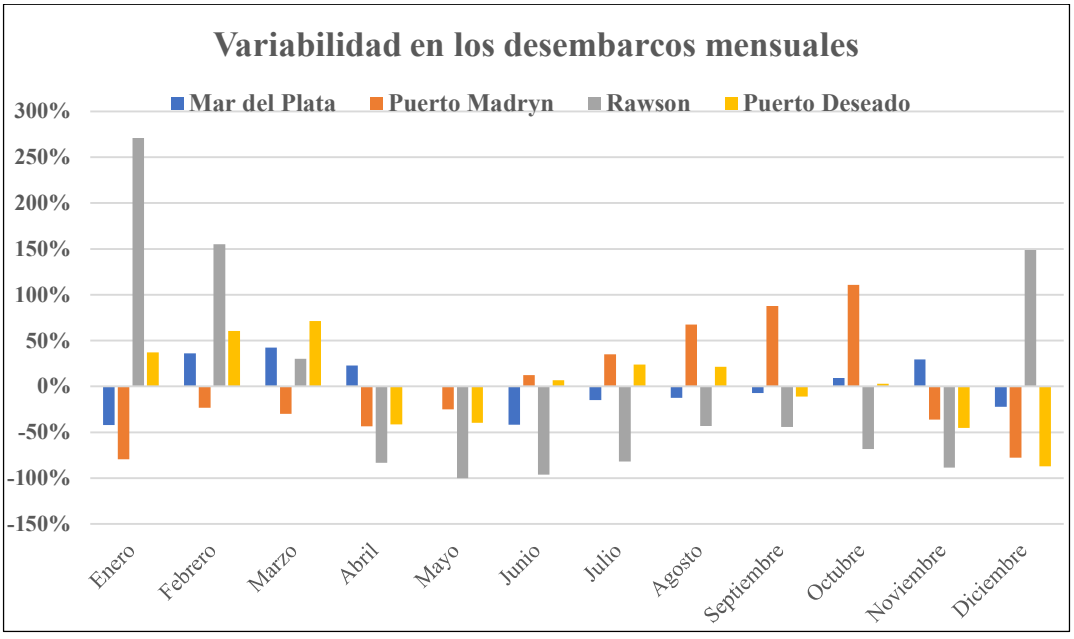


Gráfico 2-6: Variabilidad en los desembarcos del 2018 respecto a la media anual (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca, 2019)

En general, las variaciones están justificadas por los periodos turísticos de cada región, en donde las embarcaciones disminuyen las capturas para no intervenir con la promoción turística.

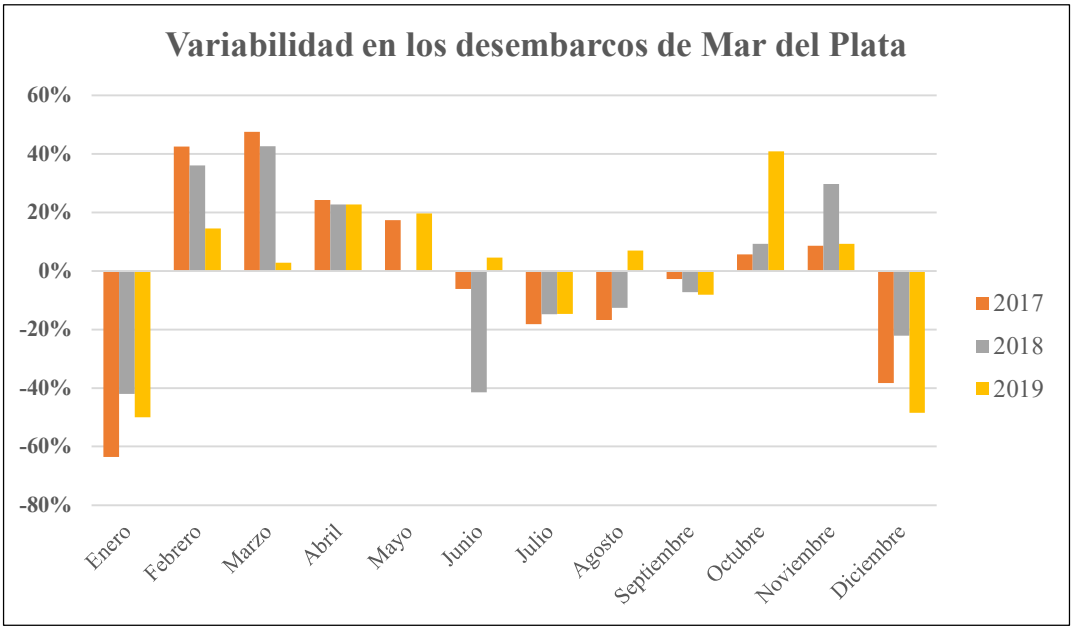


Gráfico 2-7: Variabilidad en los desembarcos de los últimos tres períodos anuales (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca, 2019)

- Disponibilidad, acceso y costo de los servicios:

Es importante destacar que se dispone del acceso a los servicios necesarios como luz, agua y gas. Sin embargo, hay que hacer una diferencia entre los costos de estos servicios teniendo en cuenta las dos opciones.

En cuanto al gas, la empresa proveedora en Puerto Madryn es Camuzzi, mientras que en Mar del Plata es Metrogas. Para hacer un análisis de los costos, se consideró que la empresa sería un "Gran Usuario ID". Se tratan de servicio para un cliente que no utiliza el gas para usos domésticos, que realiza un contrato por una cantidad mínima de 3.000.000 m^3 al año. En estos casos, el plazo contractual es de un año. A su vez, el servicio prestado es interrumpible.

El gas es costeado a partir de un monto fijo, sumado de costos variables que dependen de la cantidad consumida y el transporte. Sumado a esto, también hay un costo por reservas de capacidad. En el caso de grandes clientes, el costo de transporte variable y el de reserva de capacidad no se considera. Los demás costos varían de una empresa a otra. En la Tabla

2-25 pueden observarse las tarifas para cada región, junto con un cálculo del costo anual aproximado. Para el cálculo, se consideró un consumo de 3.000.000 m3 anuales.

	Subcategoría	**Cargo fijo ($/factura)**	**Cargo Variable DIS ($/m³)**	**Total ($)**
Puerto Madryn	ID	17.150	0,183109	566.477
Mar del Plata		25.429	0,444803	1.359.838

Tabla 2-25: Tarifario de gas para cada región

A partir de los cálculos, se llegó a que el costo del gas en la región de Mar del Plata es más del doble que en Puerto Madryn.

En cuanto a la energía eléctrica, también se cuenta con disponibilidad y acceso para ambas opciones. Sin embargo, al igual que con el gas, existen diferencias significativas entre los precios. Al tratarse de un usuario industrial, se analizaron los diferentes tarifarios considerando que la empresa será un usuario de tipo T3.

La cooperativa que brinda servicio eléctrico en Puerto Madryn es Servicoop, mientras que en Mar del Plata es EDEA. En Puerto Madryn no se cobra un cargo fijo por mes, a diferencia de Mar del Plata, que cobra $ 1219 por mes. Se encontraron diferencias en los tarifarios, ya que en Mar del Plata el cargo por potencia fijo y el cargo variable por energía se hacen teniendo en cuenta el pico y fuera de pico. Para hacer una comparación con Servicoop se hizo un promedio de estos. Como puede verse en la Tabla 2-26 el cargo por potencia en Mar delPlata es apenas más grande que en Puerto Madryn. Sin embargo, el cargo variable es más de 5 veces mayor.

Subcategoría	**Cargo fijo ($/mes)**	**Cargo por potencia ($/Kw mes)**		**Cargo variable por energía ($/KWh)**
Puerto Madryn	> 300 KW de demanda	-	182,46	0,6
Mar del Plata		1219,99	233,845	3,21
		Relación	1,28	5,35

Tabla 2-26: Tarifario de energía eléctrica para ambas opciones

En conclusión, si se tiene en cuenta el costo de servicios, tanto de gas como no energía eléctrica, resulta más favorable la instalación del proyecto en Puerto Madryn.

- Factores ambientales:

Se le asignó una ponderación de 3/100. No se considera un factor que pueda llegar a limitar la implementación del proyecto. En la sección de marco legal se profundizó sobre las emisiones máximas permitidas y la descarga máxima permitida de efluentes líquidos. Por lo que se pudo observar no hay diferencias significativas en las regulaciones por lo que a ambas opciones se le asignó un puntaje de 7 puntos.

Se le asignó una ponderación de 3/100. No se considera un factor que pueda llegar a limitar la implementación del proyecto. En la sección de marco legal se profundizó sobre las emisiones máximas permitidas y la descarga máxima permitida de efluentes líquidos.

- Costo y disponibilidad de terrenos:

Al factor de disponibilidad de mano de obra se le asignó un porcentaje de 3/100, ya que no se considera un factor que pueda llegar a limitar la implementación del proyecto. Al factor de costo y disponibilidad de terrenos se le asignó un porcentaje de 3/100, ya que no se considera un factor que pueda llegar a limitar la implementación del proyecto. Sin embargo, por varios de los factores que se expusieron anteriormente, Mar del Plata es considerada la mejor para el desarrollo de la industria en la Argentina, motivo por el cual el costo de la tierra será superior en comparación a Puerto Madryn. Por este motivo, a la opción A se le asignó una puntuación de 6 puntos, mientras que a la opción B 7 puntos.

- Beneficios fiscales:

Se explicarán por separado los beneficios fiscales de las dos zonas tenidas en cuenta en el análisis. A este factor se le asignó una importancia de 5/100.

- Opción A: Mar del Plata

Tasa por inspección de seguridad e higiene: 0,6%

Ingresos Brutos:

A continuación, se numerarán los impuestos más relevantes para el sector.

- Ingresos Brutos:

Para la fabricación de aceites, grasas, harinas y productos a base de pescados se establece una alícuota del uno con cinco por ciento (1,5%).

- Impuestos inmobiliarios:

El importe básico por cada inmueble será de $ 7846,00. Dado la categoría de valuación fiscal, se deberá pagar el 100% del importe básico. Al importe básico se le deberá sumar una alícuota de 0,011626. Para el mantenimiento de higiene y servicio de barrido de cobrará una alícuota de 0,1503. Para el servicio de recolección de basura se cobrará una alícuota de 0,2888. Por último, para la conservación de la vía pública se cobrará una alícuota de 0,1839, por tratarse de calles pavimentadas.

- Tasa por limpieza, alumbrado y conservación de la vía pública:

El alumbrado será cobrado en base a la cantidad de lámparas que haya en la cuadra. Suponiendo que hay una lámpara en cruce de calles se cobrara una alícuota de 0,0427.

- Tasa por habilitación, inspección, seguridad e higiene:

Se establece una alícuota general de 0,9% para el rubro. Se considera esta tasa, ya que se considera que durante un ejercicio fiscal los ingresos gravados serán superiores a los ARS 120.000.000.

Por otro lado, por ser un establecimiento dedicado al procesamiento de productos de mar deberán pagar 15 mil pesos por mes, por tener establecimiento entre 300 m2 y hasta 400 m2.

Teniendo en cuenta beneficios fiscales y la promoción industrial provincial, la Ley 13.656 promueve la instalación de industrias en las zonas industriales aprobadas por el Poder Ejecutivo Provincial. Algunos de los beneficios que presenta esta ley son los siguientes:

- Exención de impuestos provinciales
- Acceso preferencial a financiamiento
- Acceso a inmuebles del estado con condiciones y restricciones
- Exención total de hasta 10 años de los siguientes impuestos: inmobiliario, IIBB, sellos, automotores, sobre consumos energéticos, y otros servicios públicos. En este caso, por tratarse de una fábrica nueva, las exenciones son del 100%.

Para ser beneficiario de esta ley las actividades realizadas deben ser consideradas como prioritarias por el Plan de Desarrollo Industrial Vigente. Acorde a la Ley 23.614, el

proyecto de harina de pescado puede ser considerado como actividad prioritaria. Esto es así ya que sería una industria intensiva en tecnología, basada en investigación científica. Además, al tratarse de una empresa exportadora, podría impactar directamente en el balance de divisas del país.

- Opción B: Puerto Madryn

Es importante mencionar que la Municipalidad de Puerto Madryn otorga descuentos de hasta un 40% a aquellos contribuyentes que abonen la totalidad del período fiscal hasta el 30 de marzo. A aquellos que cancelen el 30 de junio se les hará un descuento de hasta el 20%. El descuento se aplica a todos los impuestos incluidos en la ordenanza impositiva del 2020, salvo a la Tasa de Habilitación, Seguridad e Higiene y Control Ambiental. En puerto Madryn se tributa por módulos. En la Tabla 2-27 puede observarse el valor de los módulos.

ARTÍCULO 49º: Fijase a los efectos que correspondan los siguientes valores Módulos:

a) Denominase al módulo impositivo "MÓDULO A" el que será aplicado a todos los tributos, tasas, derechos y contribuciones que se establezcan en esta ordenanza y en ordenanzas especiales, los valores serán:

Meses	MÓDULO A
De Enero a Abril:	$ 10,98
De Mayo a Agosto:	$ 12,63
De Septiembre a Diciembre:	$ 13,89

Tabla 2-27: Valor del módulo A en Puerto Madryn para el 2020. Fuente: Ordenanza impositiva N° 11.251

A continuación, se enlistarán los impuestos más relevantes para el sector.

- Ingresos Brutos:

Para la fabricación de aceites, grasas, harinas y productos a base de pescados se establece una alícuota del uno con cinco por ciento (1,5%).

- Impuesto inmobiliario:

En Puerto Madryn se debe abonar una alícuota del cero con trescientos veinticinco por ciento (0.325%), Con un mínimo de 300 módulos A anuales, sobre el valor de cada inmueble o unidad funcional

- Tasa por limpieza

En este caso los módulos tienen un valor de ARS 6,94 (seis pesos con noventa y cuatro centavos).

Para el Sector Industrial, la recolección de residuos se presta de forma directa. Deben abonarse 1326 módulos anuales. Adicionalmente, se cobra una tasa por ser una actividad ejercido por industrias, de un total de 3000 módulos de recolección de residuos anuales. En cuanto a la limpieza y la conservación de la vía pública, se abonarán 676 Módulos Recolección de Residuos y Limpieza anuales. Para el tratamiento y disposición de los residuos del sector industrial se cobran 1900 módulos.

En total, se cuentan un total de 6902 módulos, resultando en un valor de $ 47900 por año.

- Tasa por habilitación, inspección de seguridad e higiene.

Por el ejercicio de las actividades industriales, de empresas cuya facturación anual supere los $77000000 (setenta y siete millones de pesos) anuales se considera una alícuota de 1,48% (uno coma cuarenta y ocho por ciento), siendo el mínimo de 1800 Módulos A mensuales.

En cuanto a los beneficios fiscales y leyes de promoción industrial provincial, según la Ley IX – Nº4, los beneficios que se prestan son los siguientes:

- Las nuevas industrias podrán solicitar en venta tierras fiscales con destino a la actividad a desarrollar.
- El Poder Ejecutivo Propiciará créditos especiales para la introducción y compra de máquinas.

Además, según la Ley XXIV- Nº41, aquellas personas físicas que realicen nuevas inversiones quedarán exentos de Ingresos Brutos por la compra o adquisición de esos bienes y puesta en funcionamiento del nuevo proyecto de inversión. También estarán exentos del Impuesto de Sellos por los actos relacionados con el nuevo emprendimiento. Los beneficios serán aplicados durante el tiempo que dure la construcción por un plazo de hasta 24 meses. Esta ley no aplica para las capturas marítimas, pero no excluye el procesamiento de derivados de la pesca.

Es de mayor interés la ley IX N.º 129. Es sector de la harina de pescado es considerado como uno de los promovidos por la ley, ya que su objeto es la producción y el tratamiento de residuos sólidos. Los beneficios que provee esta ley son los siguientes:

- Exención del Impuesto sobre Ingresos Brutos, con carácter decreciente hasta 10 años. La exención del impuesto empieza en el año 1 con un valor del 100%, el

sexto año decrece a un 85%, el séptimo a 70%, el octavo a un 50%, el noveno a 30% y finalmente el año 10 a un 10%.

- Exención de Impuesto al Sello durante 5 años.
- Financiamiento del proyecto con un subsidio de hasta un 40% sobre la tasa de interés vigente para las líneas de instituciones bancarias que tengan acuerdo con la provincia.
- Subsidio de un 25% de gas y energía eléctrica durante los primeros 5 años.

A modo de resumen, hay tres aspectos en los cuales Mar del Plata es una mejor opción en comparación con Puerto Madryn. Estos aspectos son el costo de transporte de producto terminado, disponibilidad de materia prima y disponibilidad de mano de obra. Por otro lado, Puerto Madryn presenta resultados positivos frente a Mar del Plata si se tiene en cuenta el costo de la mano de obra, el costo de los servicios, el costo y la disponibilidad de terrenos y los beneficios fiscales.

La opción A, Mar del Plata, resultó superadora frente a la opción B, Puerto Madryn, ya que los factores que resultan positivos suman en total 74% de la ponderación en la matriz. Los principales factores son la disponibilidad de mano de obra y el costo de transporte de producto terminado. Como conclusión, para la macro localización se eligió la región de Mar del Plata, por cumplir de manera positiva con los principales requisitos a tener en cuenta a la hora de elegir la localización.

2.16.2 Micro localización

Como se ha podido concluir en la sección Macro localización, la planta estará ubicada en el Puerto de Mar del Plata debido a la ponderación de los factores expuestos previamente. A continuación, se detallará la micro localización de la planta, describiendo exactamente donde se ubicará.

Como se mencionó en el apartado de Macro localización, uno de los factores más importantes para tomar la decisión de dónde emplazar la planta es la disponibilidad de materia prima y tener en cuenta que al ser un material de alta carga biológica, el tiempo de transporte y refrigeración inciden en la calidad del producto final. Por esta razón se decide que la planta deberá estar ubicada en el Puerto de Mar del Plata, asociando la

disponibilidad de la materia prima con la cercanía a la misma puesto que la mayoría de las plantas procesadoras de pescado del país se encuentran en el puerto marplatense.

Definida la zona en que se va a emplazar la planta, se procedió a verificar el Código de Ordenamiento Territorial de Mar del Plata el cuál en su Capítulo 5 que especifica el Uso y Ocupación del Suelo detalla que la industria harinera es de clase 4a que comprende aquellas actividades específicas de la industria pesquera con procesos tecnológicos especializados cuya escala de producción, ocupación laboral e insumos transformados producen molestias de importancia al entorno inmediato que la convierten incompatible con usos habitacionales y además requieren dimensión parcelaria adecuada con playa de maniobras para carga y descarga de productos e insumos.

Asimismo, el Código de Ordenamiento Territorial de Mar del Plata establece que las industrias manufactureras de clase 4a sólo pueden ubicarse en la zona industrial pesquera incompatible con el uso residencial, esto es, I1P1 (Industrial 1 Pesquero 1).

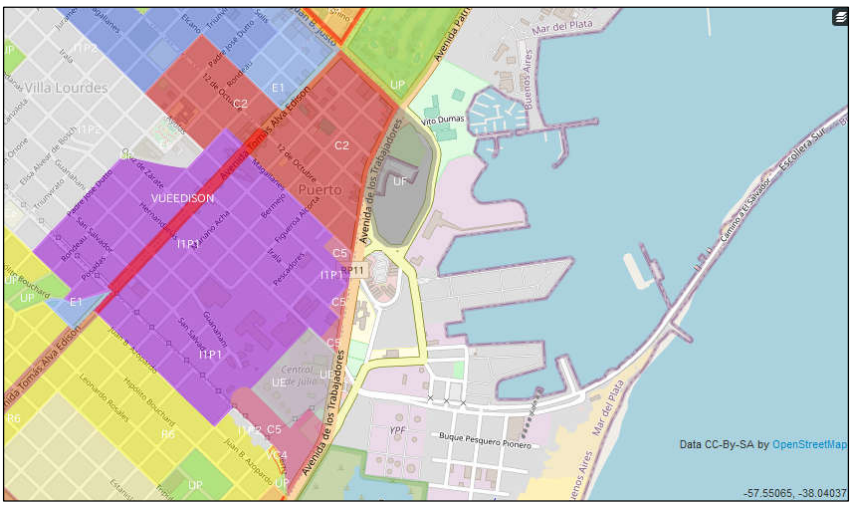


Ilustración 2.29: Organización territorial. Distrito I1P1 en violeta

Una ventaja inherente a esta ordenación territorial es que todas las empresas relacionadas con la industria pesquera se hayan concentradas en un radio de 1.5 km, lo cual disminuye enormemente los costos de transporte de materia prima. Otra ventaja es la presencia de proveedores especializados en el rubro, principalmente de servicios de reparación, mantenimiento y venta de repuestos. También esta zona cuenta con acceso a líneas de media tensión trifásica y a la red de gas natural de la ciudad de Mar Del Plata, por lo cual no se requieren inversiones de infraestructura adicionales.

Dado que las condiciones anteriormente expuestas son compartidas por todos los terrenos ubicados en el distrito I1P1, no consideramos necesario realizar una matriz de selección para la micro localización de la planta. Únicamente es necesario tener en cuenta los requisitos de superficie que fueron detallados en el apartado de Lay Out.

Se muestran como ejemplo publicaciones de venta de terrenos o edificios apropiados para el emplazamiento de la empresa:

Dirección	**Tipo**	**Superficie cubierta**	**Superficie del terreno (m^2)**	**Precio estimado (USD)**
Bermejo 1100	Terreno	0	756	130.000
Magallanes 3000	Galpón	700	450	310.000
Vertiz 2800	Terreno	0	7500	1.000.000

Tabla 2-28: terrenos publicados apropiados para el emplazamiento de la planta

2.17 Costos mensuales de servicios

Luego de definir la localización en el partido de General Pueyrredón, es posible determinar qué precios se pagarán por los servicios energéticos, para poder realizar el cálculo de erogaciones mensuales que será necesario para la siguiente etapa del proyecto. El gas será comprado a la empresa Camuzzi en el esquema de grandes clientes y la energía eléctrica a EDEA bajo el esquema de grandes demandas en media tensión, potencia superior a 300 kW.

Meses	**Consumo (m^3/mes)**	**Costo del gas natural (ARS)**
Febrero a noviembre	292.090	247.676
Enero y diciembre	146.045	135.377

Tabla 2-29: Costo Mensual del gas natural. Fuente: elaboración propia.

Meses	Consumo (kWh/mes)	Potencia contratada (kW)	Cargo fijo (ARS)	Cargo variable (ARS)	Costo total (ARS)
Febrero a noviembre	236.966	400	188.296	763.030,52	951.326,52
Enero y diciembre	118.483	400	188.296	381.515,26	569.811,26

Tabla 2-30: Costo mensual de la energía eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

3 Análisis Económico-Financiero

3.1 Introducción al apartado Económico-Financiero

Luego del análisis de ingeniería, se realizó una investigación para evaluar la viabilidad económica y financiera del proyecto. De esta forma, se determinará la factibilidad económica del proyecto.

3.2 Análisis de variables Macroeconómicas

Considerando que el análisis del proyectó se realizó en dólares, se incluye a continuación una proyección del tipo de cambio de Peso Argentino a Dólar que comprende desde el año 2020 hasta el año 2030. También se consideró el contexto inflacionario de la Argentina, por lo que se incluye una proyección de la inflación interanual del país. Finalmente, con estos datos se proyectó el tipo de cambio real que se asumirá en el escenario base del proyecto.

Para realizar las proyecciones se consideraron como base las medianas para 2020, 2021 y 2022 del Relevamiento de Expectativas del Mercado realizado y publicado por el BCRA (Banco Central de la República Argentina, 2020). Luego se proyectó una inflación interanual decreciente a una tasa del -10% anual y un tipo de cambio nominal creciente pero cuya tasa de crecimiento decrece hasta estabilizarse en el año 2026 en un 26% anual.

El tipo de cambio real resultante muestra una leve depreciación total del 0,9% a lo largo de los 10 años. Se considera que este escenario base resulta coherente dadas las condiciones macroeconómicas de Argentina de los últimos años. Cabe resaltar que no existen en la actualidad proyecciones confiables del panorama macroeconómico para la próxima década y se evidencia una gran varianza entre las opiniones de distintos organismos y consultores privados. En la sección de riesgos se retomará este punto evaluando distintas hipótesis y escenarios sobre la evolución de estas variables.

Proyección	Año	IPC Variación interanual	Tipo de cambio nominal	Variación interanual tipo de cambio	Tipo de cambio real
Proyección REM	2020	37,81%	84,24	45,24%	84,24
	2021	47,05%	121,23	43,92%	84,32
	2022	35,50%	160,83	32,66%	84,39
Proyección propia	2023	31,95%	207,78	29,19%	84,47
	2024	28,76%	261,90	26,05%	84,54
	2025	25,88%	322,87	23,28%	84,62
	2026	23,29%	390,04	20,80%	84,70
	2027	20,96%	462,52	18,58%	84,77
	2028	18,87%	538,95	16,53%	84,85
	2029	16,98%	618,05	14,68%	84,92
	2030	15,28%	698,47	13,01%	85,00

Tabla 3-1: Proyección de IPC-TCN-TCR período 2020-2030

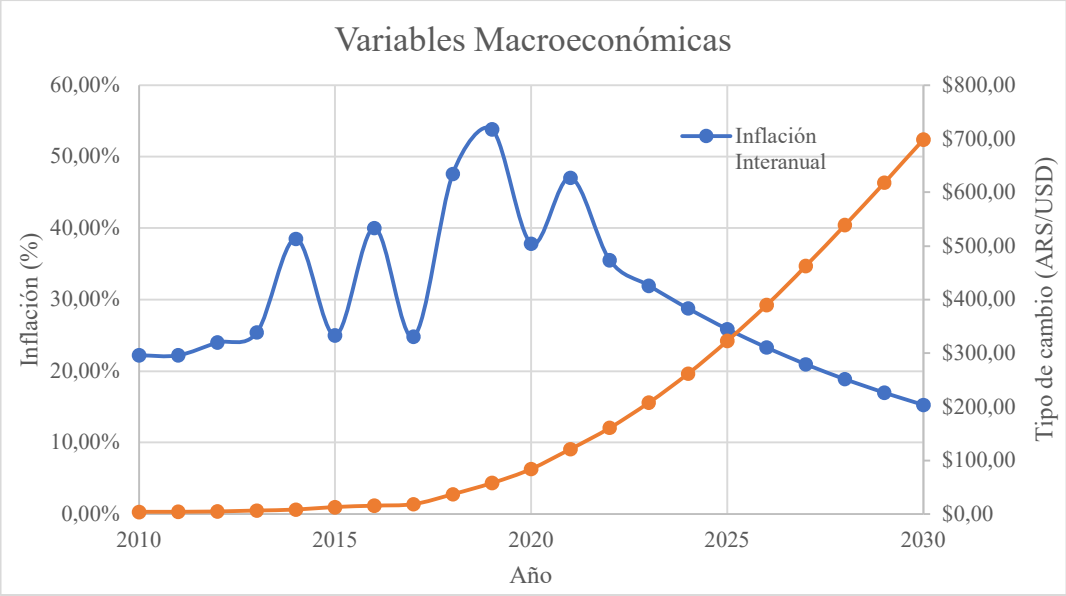


Gráfico 3-1: Proyección de las principales variables macroeconómicas

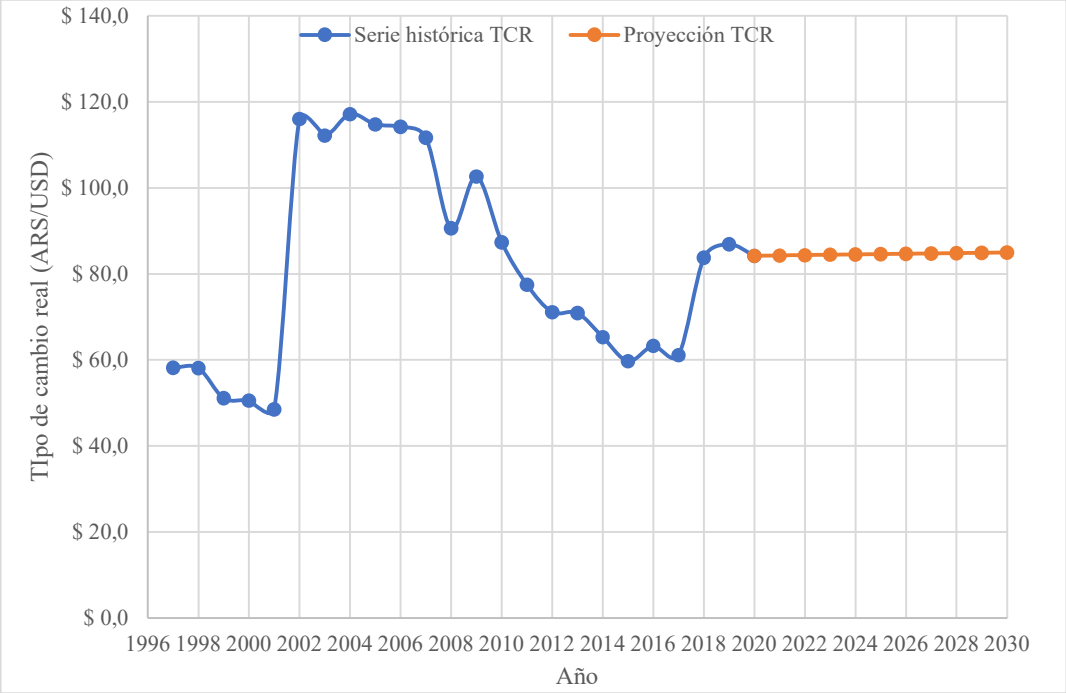


Gráfico 3-2: Evolución histórica y proyectada del Tipo de Cambio Real

Dado que el objetivo de esta etapa de análisis es analizar la rentabilidad del proyecto, se estudió el impacto de los diferentes ingresos y egresos, teniendo en cuenta costos de insumos, logística y mano de obra, entre otros.

3.3 Inversión en activo fijo

3.3.1 Bienes de uso

A continuación, se detalla la inversión en los bienes de uso necesarios para la realización del proyecto. Las inversiones comprenden la compra de terrenos, maquinarias y equipos y rodados principalmente.

3.3.1.1 Terreno y adecuaciones

Para la realización del proyecto se consideró la compra de un terreno cuyas especificaciones fueron detalladas en el análisis de ingeniería, junto con las adecuaciones necesarias para que el proyecto pueda ser llevado a cabo.

3.3.1.2 Máquinas y equipos

Como se detalló en el análisis de ingeniería del proyecto, necesario realizar una importante inversión en maquinarias y equipos. A continuación, se listan los equipos involucrados en el análisis económico y financiero del proyecto.

- Caldera de generación de vapor homotubular
- Horno de discos
- Prensa de doble tornillo
- Secador de discos
- Enfriador por aire
- Molino de martillos
- Tricanter o separador de tres fases
- Balanza embolsadora semi automática
- Balanza embolsadora manual
- Llenadora automática de envases
- Evaporador de dos etapas
- Lavador químico

3.3.1.3 Rodados

Los rodados necesarios para el proyecto son tres camiones del tipo balancín que serán utilizados para el transporte de materia prima desde las fileteadoras hasta la planta y de cajones hasta el puerto.

3.3.2 IVA sobre inversiones en activo fijo

Teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto planteado y la ley de la Argentina, se consideró un 10,5% de alícuota de IVA para los activos fijos correspondientes a maquinaria nacional y rodados.

3.4 Cargos diferidos o rubros asimilables

Por otro lado, los Cargos Diferidos que se tuvieron en cuenta para el proyecto son los correspondientes a la constitución de la empresa y los gastos de instalación de maquinarias.

3.4.1 Constitución de la empresa

Para poder conformar la sociedad, se deberá constituir la sociedad y registrar la marca.

3.4.2 Gastos de instalación

Estos gastos hacen referencia a los sueldos y las capacitaciones de los empleados durante la puesta en marcha del proyecto. Se consideró que la puesta en marcha de la planta industrial tiene una duración de 6 meses. En la Tabla 3-2 a continuación se muestran los valores de cada sueldo para el período indicado.

Personal	**Cantidad**	**Sueldo unitario**	
Gerente de Planta	1	ARS/Mes	161.271
Jefe de Mantenimiento	1	ARS/Mes	113.472
Supervisor	1	ARS/Mes	68.979
Operarios diurnos	29	ARS/Mes	57.296
Operarios nocturnos	19	ARS/Mes	67.627
Finanzas	6	ARS/Mes	77.500
Comercialización	3	ARS/Mes	43.494
Recursos Humanos	3	ARS/Mes	65.241
Seguridad e Higiene	3	ARS/Mes	50.687
Total	**66**	**ARS/Mes**	**705.567**

Tabla 3-2: Sueldos por categoría para los primeros 6 meses de operación

3.5 Costos

3.5.1 Costo de venta

Los costos de producción que se incluyeron en el estudio corresponden a los siguientes factores:

- Packaging
- Transporte
- Cajones
- Abastecimiento de energía eléctrica
- Abastecimiento de gas natural
- Combustible para viajes internos
- Hielo
- Comercialización

El costo de la materia prima en este caso es nulo, ya que, se realiza un acuerdo comercial con las empresas fileteadoras de pescado, mediante el cual se pacta el intercambio de materia prima. Con este acuerdo, las fileteadores se comprometen a entregar los residuos del pescado a cambio del servicio logístico de cajones.

El packaging o embalaje comprende a las bolsas de polipropileno de 50kg, los bigbags de polipropileno y tambores de hojalata de 20 litros. En los tres casos se consideró que el precio de compra aumenta año a año según la inflación.

El costo de transporte incluido en el flujo del proyecto corresponde al trasporte desde la planta hasta el puerto de Buenos Aires. Se consideró que el precio de los viajes aumenta año a año según la inflación.

Los cajones son utilizados para el acarreo de los residuos de pescado como se explicó anteriormente. Se tuvo en cuenta para el costo de los cajones que alrededor del 2% de los cajones no son devueltos por la empresa pesquera y que el ciclo de vida de los cajones es de un año. Además, el precio de los cajones se ajustó año a año según la inflación proyectada.

Cada cajón lleva en su interior 10kg de hielo para mantener la temperatura de los pescados y de los residuos. El precio del kg de hielo es mayorista y se consideró que aumenta según la inflación.

Tanto el costo de la energía eléctrica como del gas natural fueron considerados dentro del costo de venta ya que el consumo varía de acuerdo con el nivel de producción de la planta.

Por último, se consideraron costos de comercialización referidos a costo de alquileres de contenedores del tipo TEU, gastos aduaneros como el servicio del despachante de aduana, y un 5% de retenciones, entre otros.

3.5.2 Gastos generales

Los Gastos Generales de Fabricación del proyecto comprenden los costos fijos asociados a la producción de harina y aceite de merluza. Estos costos son los siguientes:

- Personal de planta
- Servicio de transporte
- Cargas sociales
- Aportes patronales
- Gastos administrativos por recupero IVA
- Gastos de cierre
- Depreciación de PP&E
- Gastos de cierre
- Seguros
- Seguridad
- Tasa por habilitación e inspección

En cuanto al personal de planta, se consideraron los sueldos del personal de planta. Se consideró que los sueldos se actualizan según las paritarias acordadas con el sindicato. Se tuvo en cuenta que el porcentaje de aumento de sueldo año a año corresponde generalmente al 100% de la inflación interanual, es decir, los sueldos acompañan el aumento generalizado de precios.

Para el costo del servicio de transporte se tuvieron en cuenta los sueldos de los tres choferes encargados de llevar los cajones de la planta al puerto de Mar del Plata, y de transportar los residuos desde las plantas fileteadoras hasta la planta de producción de harina.

Tanto las cargas sociales como los aportes patronales se cuantificaron según lo establecido en las leyes nacionales, para todos los empleados del proyecto. El monto asignado a cargas sociales es del 30% y el asignado a aportes patronales es del 17% del sueldo.

Para la depreciación de las maquinarias se tuvo en cuenta una vida útil contable de 10 años y un valor residual del 10% respecto al valor original. En el caso de los rodados, la vida útil contable también corresponde a 10 años, pero su valor residual es el 0%. Para las adecuaciones del terreno el valor residual es nulo como en los rodados, aunque su vida útil contable es de 20 años. Por último, no se consideraron depreciaciones para el terreno, por lo que su valor residual es del 100% respecto al original.

3.6 Calendario de inversiones

En esta sección se adjunta la información acerca de las inversiones de capital erogadas en los principales activos fijos que permiten la producción de la planta de los primeros once años. Se incluyeron tanto las maquinarias industriales como los rodados, terrenos y adecuaciones del terreno.

En la Tabla 3-3, el calendario de CAPEX, se muestran las inversiones a realizar en cada factor.

Dentro de las inversiones se incluyeron tanto la compra de cada uno de los factores como el mantenimiento de cada uno de ellos.

CAPEX (USD)											
Factor	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Caldera	21.740	1.485	1.485	1.485	1.485	1.485	1.485	5.535	1.485	1.485	1.485
Horno	73.174	6.820	6.820	6.820	6.820	6.820	6.820	25.420	6.820	6.820	6.820
Prensa	65.751	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150
Secador de discos	177.103	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	100.800	28.800	28.800	28.800
Enfriador	86.961	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	27.750	9.000	9.000	9.000
Molino	10.500	1.300	1.300	1.300	1.300	5.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300
Separador de 3 fases	190.890	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570
Embolsadora semiautomática.	15.750	1.500	1.500	1.500	1.500	6.000	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Embolsadora manual	10.500	800	800	800	800	3.300	800	800	800	800	800
Llenadora automática	23.331	1.950	1.950	1.950	1.950	7.200	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950
Evaporador	135.531	21.744	21.744	21.744	21.744	82.144	21.744	21.744	21.744	21.744	21.744
Lavador químico	49.843	5.600	5.600	5.600	5.600	19.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600
Rodado	150.000	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500
Adecuaciones terreno	1.000.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terreno	500.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	**2.511.077**	**109.219**	**109.219**	**109.219**	**109.219**	**199.869**	**109.219**	**222.619**	**109.219**	**109.219**	**109.219**

Tabla 3-3: Calendario de CAPEX

3.7 Estructura de la deuda

Para llevar a cabo el proyecto, será necesario financiarse para poder adquirir la maquinaria y poder cubrir el crecimiento en el activo de trabajo, siempre y cuando éste último no pueda ser solventado por los fondos operativos.

A la hora de evaluar qué tipo de préstamos a elegir, primero se tuvieron en cuenta distintas opciones que proveen los bancos locales actualmente y si resultan convenientes o no, de acuerdo con la tasa de descuento que anula los flujos de fondos.

3.7.1 Créditos renovables

Sobre los préstamos renovables para financiar el capital de trabajo se poseen dos alternativas: obligaciones renovables con el Banco Nación bajo el sistema alemán con distintos tipos de capitalización y obligaciones renovables con el Banco Provincia bajo el mismo sistema, pero sometido a la tasa variable BADLAR. Finalmente se optó por la segunda opción. La tasa de esta opción consiste en un porcentaje fijo de 6,5% sumado a la tasa BADLAR.

Este tipo de préstamo es exclusivamente para capital de trabajo. El monto total por financiar es de ARS 336.900 M, en donde ARS 129.371 M se requieren durante el 2021 y ARS 207.529 M durante el 2022. Luego de realizar el flujo de fondos de la deuda se llegó a que la TIR en pesos resultó ser del 38%, a partir de una tasa variable. Por otro lado, si el flujo de fondos se convierte a moneda extranjera, el flujo de fondos de la deuda resulta de un 5%. Los resultados pueden observarse en la Tabla 3-4.

Indicador	**Valor**
TIR en ARS	38%
TIR en USD	5%

Tabla 3-4: Indicadores préstamo renovable

En la Tabla 3-5 y el Gráfico 3-3 que se ve a continuación se muestra con un cálculo aproximado para los servicios de deuda requeridos para activo de trabajo. Es por lo que

finalmente se recurre a una deuda renovable. El último periodo anual presenta un pico pronunciado por la venta de PP&E asociada al cierre del proyecto, además de contar con el hecho de que se liquida el activo de trabajo y se cancela el pasivo de trabajo.

Δ Activo de trabajo	**2021**	**2022**
Δ Efectivo y sus equivalentes mínimos	ARS 44.840 M	ARS 99.411 M
Δ Créditos comerciales concedidos a clientes	ARS 164.637 M	ARS 368.705 M
Δ Inventarios sobre producto terminado	ARS 3.708 M	ARS 8.135 M
Total	**ARS 212.734 M**	**ARS 476.250 M**

Tabla 3-5: Financiación requerida para activo de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

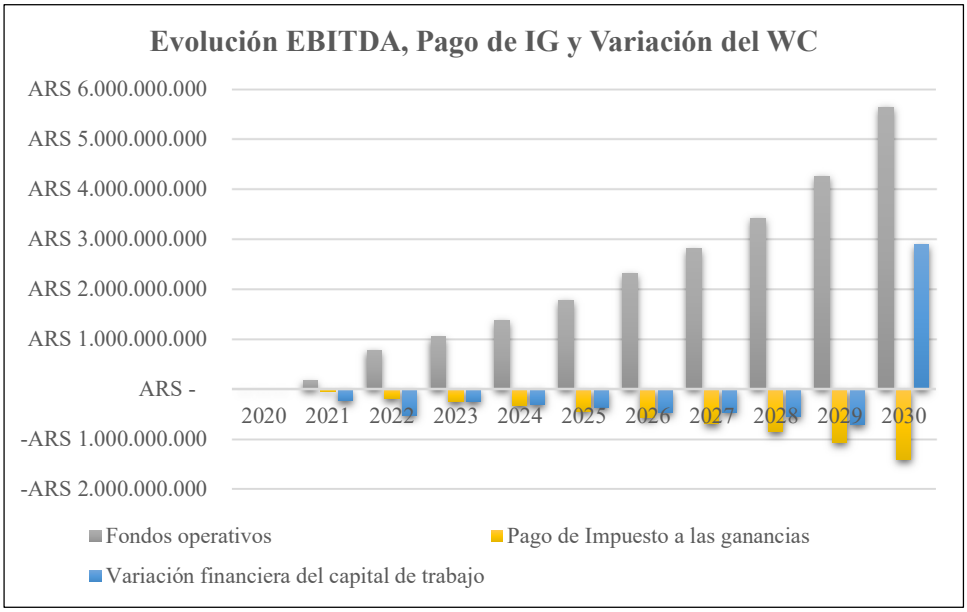


Gráfico 3-3: Servicio de deuda renovable requerida. Fuente: Elaboración propia.

3.7.2 Créditos no renovables

Diferente es la situación para las inversiones en PP&E y su IVA asociado. En este caso, se poseen dos alternativas que fueron comparadas por tasa de descuento de sus respectivos flujos de fondos en dólares.

Comparando por TIR en moneda extranjera, resulta más conveniente optar por un préstamo en moneda local, bajo los supuestos macroeconómicos optados de un TCR cuasi estable e inflación decreciente. Esta comparación se puede ver en la Tabla 3-6.

Préstamo	Moneda	Sistema	TNA	Plazo	TIR en USD
Banco Provincia	ARS	Alemán	45% en ARS	5 años	13,3%
Banco Provincia	USD	Alemán	14% en USD	4 años	14,9%

Tabla 3-6: Comparación de préstamos para inversiones. Fuente: Elaboración propia.

Para obtener la estructura optima de endeudamiento financiero, se utilizó el complemento de Excel para resolución de problemas lineales y no lineales, el Solver. Como premisa se estableció una financiación mínima por parte del capital propio del 40% (o máxima de endeudamiento del 60%), con el objetivo de maximizar el VAN en dólares del proyecto a partir de una estructura de endeudamiento óptima.

De esta manera, se posee una estructura de deuda y capital que solventa distintas inversiones de la siguiente manera. En la Tabla 3-7 se puede ver la estructura de endeudamiento.

Inversión	Capital propio	Créditos	Total
CAPEX	ARS 84.613 M	ARS 126.920 M	ARS 211.533 M
Capital de trabajo	ARS 138.353 M	ARS 336.900 M	ARS 475.252 M
IVA	ARS 2.579 M	ARS 3.868 M	ARS 6.447 M
Total	**ARS 225.555 M**	**ARS 467.688 M**	**ARS 693.233 M**

Tabla 3-7: Estructura de endeudamiento. Fuente: Elaboración propia.

Luego de elegir el préstamo más adecuado para el proyecto, se calculó el Flujo de Fondos de la Deuda para obtener la TIR asociada que finalmente fue utilizado como K_d (costo de la deuda) en el cálculo del WACC.

Indicador	Valor

TIR en ARS	48%
TIR en USD	10%

Tabla 3-8: Costo de la deuda. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3-8 se pueden ver los resultados obtenidos de la TIR en ARS y en USD.

3.8 Cuadro de resultados

Para desarrollar el cuadro de resultados fue necesario hacer supuestos. Aquellos que se mantuvieron fijos a lo largo del proyecto pueden visualizarse en la Tabla 3-9.

Supuestos	
% IIBB	1,5%
% IG	30% para 2020-2021 y 25% para 2022-2030
% Retenciones a la exportación	5%
% Ventas a crédito	95%
Plazo promedio de cobranza a clientes	150
Plazo promedio de pago a proveedores	60
Plazo promedio de tenencia de inventarios	10
% Cobranza dudosa	5%
% Descuentos en volumen	15%
% Devoluciones	10%
Costo residuos de merluza	ARS 0
% Cargas sociales	30%
% Aportes patronales	17%
% Reserva legal/Capital social	20%
% Reserva legal/Utilidad real del periodo	5%
% Indemnizaciones	50%

Días trabajados en el año	264
% Gastos de comercialización	5%
% Gastos administrativos por recupero IVA	10%
% Reintegros exportaciones	2%

Tabla 3-9: Supuestos. Fuente: Elaboración propia.

También fue necesario hacer supuestos para la tasa de cambio real y nominal, la inflación anual y acumulada para Argentina y para Estados Unidos. La evolución de aquellos valores fue explicada anteriormente en la introducción. Se asumió que, en caso de haber inversiones corrientes y de largo plazo, se ajusta a la inflación anual en Argentina. Por otro lado, el ajuste de sueldos por paritarias también se ajustó porcentualmente con el valor de la inflación.

Para comenzar, primero se calcularon las ventas brutas. Para eso se utilizaron los datos de las toneladas de aceite y harina a producir junto con las proyecciones de precio para cada año, ambos datos extraídos del apartado de análisis de mercado. Para calcular las ventas netas se tuvieron en cuenta los descuentos por volumen (15%) para incentivar la comercialización, el porcentaje de devoluciones (10%) por inestabilidad química en el producto, el impuesto por ingresos brutos (1,5%) y el arancel de exportación (5%) sobre harina y aceite de pescado.

Luego, se calculó el costo de venta. Inicialmente se considerará que el costo de los residuos será nulo, como ya fue explicado anteriormente. Uno de los costos que si se tuvo en cuenta fue el de las big bags. Para calcular el costo total de las bolsas se calculó previamente la cantidad de bolsas necesarias y el costo unitario de cada big bag. De la misma forma se calculó el costo total de los tambores a utilizar. Otro factor para analizar fue el costo anual de los cajones. La cantidad de cajones que deben ser repuestos cada año se mantiene constante, sin embargo, se tuvo en cuenta la inflación para calcular el precio en los años entrantes.

Los costos de transporte se encuentran dentro del costo de venta. Para saber un estimado del costo anual en transporte, se calculó la cantidad de viajes que se realizarían anualmente en función de las toneladas producidas. Con ese valor y el costo de viaje desde la planta hacia Buenos Aires, finalmente se obtuvo el costo anual en transporte.

Sumado a esto, también se tuvo en cuenta el costo en energía eléctrica y el costo en abastecimiento de gas. Ambos valores fueron estimados en la sección de ingeniería.

Por último, se consideró el costo de comercialización sobre el producto terminado directamente relacionado con el volumen de exportación, originado mayormente por impuestos aduaneros y trámites de despacho.

A partir de las ventas netas y el costo de venta se calculó la utilidad bruta. Para poder calcular la utilidad operativa (EBIT) se sumaron los gastos totales de operación, compuestos de gastos generales administrativos y otros ingresos/gastos operativos. Los gastos generales y administrativos incluyen gastos de personal de planta, servicio de transporte, cargas sociales, aportes patronales, gastos administrativos tercerizados por recupero de IVA, gastos de cierre, depreciación del PP&E, amortizaciones de intangibles, seguros, seguridad y tasa por habilitación, inspección e higiene. Por otro lado, también se consideró una provisión por incobrables y una ganancia por venta del PP&E al cierre del proyecto. Una vez obtenido el EBIT, se evalúan los intereses por deuda financiera llevando al EBT, y luego el impuesto a las ganancias (corriente y diferido), obteniendo el resultado neto de cada período. En la Ilustración 3.1: Cuadro de resultadosIlustración 3.1 puede observarse el desglose explicado anteriormente.

3.9 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio se calcula según la Ecuación .

$$Punto\ de\ equilibrio\ (tns.eq.) = \frac{Gastos\ fijos}{1 - Gastos\ variables\ por\ unidad\ equivalente}$$

Ecuación 19: Punto equilibrio. Fuente: Elaboración propia.

El análisis del punto de equilibrio sirve para calcular el nivel de actividad donde las ventas equiparan los costos del proyecto. Este volumen se considera el mínimo para que la operación del proyecto se considere rentable. Para su cálculo se debe trabajar con una única unidad de volumen, por lo cual para este proyecto donde se comercializarán dos productos se utilizaron toneladas equivalentes.

Las toneladas equivalentes se calcularon ponderando la relación técnica existente entre el *output* de harina y aceite de pescado y la contribución en base al precio de cada producto en cada año.

En el Gráfico 3-4 verse cómo el punto de equilibrio decrece sostenidamente. Esto se debe a una reducción relativa en el costo de producción debido al aumento del tipo de cambio proyectado, generando que se necesiten cada vez menos unidades para alcanzar el punto de *break even.* En el año 10 del proyecto el punto de equilibrio sube ligeramente debido a los costos de cierre asociados. Si bien los costos de producción a valores nominales suben producto de la inflación y el tipo de cambio nominal evoluciona también producto de la inflación y además del tipo de cambio real, en términos relativos los precios se encuentran por encima del costo unitario, impulsando a la baja el punto de equilibrio.

Otra conclusión que se obtuvo de este análisis es que el punto de equilibrio siempre se encuentra a la izquierda de la producción proyectada para ese año. Esto indica que se opera en la zona de rentabilidad. En el Gráfico 3-4, se puede observar cómo evoluciona el punto de equilibrio hasta el 2030.

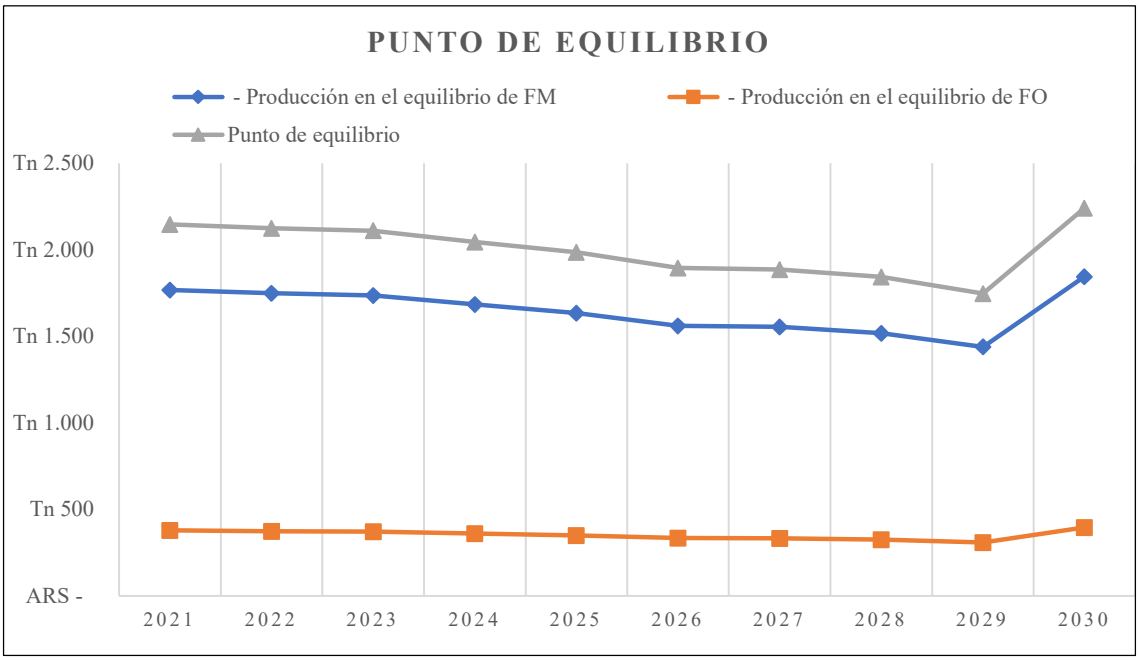


Gráfico 3-4: Evolución del PE. Fuente: Elaboración propia.

Comienzo proyecto viernes, 31 de julio de 2020 FM&FO Merlucita SA	dos de FM&FO Merlucita SA al 31 de Julio RS corrientes al cierre de cada ejercicio) 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ventas netas	**ARS - ARS**	**504.897.575 ARS**	**1.795.614.402 ARS**	**2.565.821.718 ARS**	**3.573.760.567 ARS**	**4.823.678.669 ARS**	**6.419.513.173 ARS**	**8.264.581.693 ARS**	**10.807.195.246 ARS**	**14.503.311.157 ARS**	**19.455.395.655**
- Ventas brutas	ARS - ARS	686.935.477 ARS	2.443.012.792 ARS	3.490.913.902 ARS	4.862.259.274 ARS	6.562.828.121 ARS	8.734.031.528 ARS	11.244.328.834 ARS	14.703.667.001 ARS	19.732.396.132 ARS	26.469.926.062
- Descuentos en volumen	ARS - -ARS	68.693.548 -ARS	244.301.279 -ARS	349.091.390 -ARS	486.225.927 -ARS	656.282.812 -ARS	873.403.153 -ARS	1.124.432.883 -ARS	1.470.366.700 -ARS	1.973.239.613 -ARS	2.646.992.606
- Devoluciones	ARS - -ARS	68.693.548 -ARS	244.301.279 -ARS	349.091.390 -ARS	486.225.927 -ARS	656.282.812 -ARS	873.403.153 -ARS	1.124.432.883 -ARS	1.470.366.700 -ARS	1.973.239.613 -ARS	2.646.992.606
- Impuesto IIBB	ARS - -ARS	10.304.032 -ARS	36.645.192 -ARS	52.363.709 -ARS	72.933.889 -ARS	98.442.422 -ARS	131.010.473 -ARS	168.664.933 -ARS	220.555.005 -ARS	295.985.942 -ARS	397.048.891
- Aranceles de exportación	ARS - -ARS	34.346.774 -ARS	122.150.640 -ARS	174.545.695 -ARS	243.112.964 -ARS	328.141.406 -ARS	436.701.576 -ARS	562.216.442 -ARS	735.183.350 -ARS	986.619.807 -ARS	1.323.496.303
Costo de venta	**ARS - -ARS**	**34.079.475 -ARS**	**111.638.369 -ARS**	**149.288.409 -ARS**	**197.118.549 -ARS**	**257.115.152 -ARS**	**331.459.926 -ARS**	**422.509.393 -ARS**	**532.766.440 -ARS**	**664.844.429 -ARS**	**821.424.768**
- Residuos de merluza	ARS - ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	-
- BigBags	ARS - -ARS	1.800.326 -ARS	5.897.551 -ARS	7.886.499 -ARS	10.413.235 -ARS	13.582.692 -ARS	17.510.124 -ARS	22.320.019 -ARS	28.144.598 -ARS	35.121.918 -ARS	43.393.630
- Tambores	ARS - -ARS	3.738.231 -ARS	12.245.788 -ARS	16.375.680 -ARS	21.622.243 -ARS	28.203.365 -ARS	36.358.360 -ARS	46.345.719 -ARS	58.439.988 -ARS	72.927.830 -ARS	90.103.373
- Cajones	ARS - -ARS	15.288.000 -ARS	50.080.800 -ARS	66.970.550 -ARS	88.427.077 -ARS	115.341.460 -ARS	148.692.411 -ARS	189.537.062 -ARS	238.998.202 -ARS	298.248.185 -ARS	368.489.883
- Transporte a Puerto Bs. As.	ARS - -ARS	5.102.089 -ARS	16.713.547 -ARS	22.350.190 -ARS	29.510.912 -ARS	38.493.093 -ARS	49.623.360 -ARS	63.254.512 -ARS	79.761.259 -ARS	99.534.852 -ARS	122.976.728
- Energía eléctrica	ARS - -ARS	6.479.643 -ARS	21.226.172 -ARS	28.384.698 -ARS	37.478.801 -ARS	48.886.153 -ARS	63.021.570 -ARS	80.333.106 -ARS	101.296.642 -ARS	126.409.067 -ARS	156.180.204
- Abastecimiento de gas	ARS - -ARS	1.671.186 -ARS	5.474.512 -ARS	7.320.791 -ARS	9.666.281 -ARS	12.608.389 -ARS	16.254.101 -ARS	20.718.976 -ARS	26.125.751 -ARS	32.602.579 -ARS	40.280.951
Utilidad bruta	**ARS - ARS**	**470.818.100 ARS**	**1.683.976.033 ARS**	**2.416.533.309 ARS**	**3.376.642.018 ARS**	**4.566.563.516 ARS**	**6.088.053.247 ARS**	**7.842.072.299 ARS**	**10.274.428.806 ARS**	**13.838.466.728 ARS**	**18.633.970.887**
Total gastos de operación	**ARS - -ARS**	**147.850.706 -ARS**	**236.920.151 -ARS**	**313.911.275 -ARS**	**411.320.169 -ARS**	**531.162.993 -ARS**	**679.374.387 -ARS**	**854.316.308 -ARS**	**1.075.204.406 -ARS**	**1.361.559.967 -ARS**	**210.427.345**
Gastos generales y administrativos	**ARS - -ARS**	**128.578.872 -ARS**	**168.381.929 -ARS**	**215.974.403 -ARS**	**274.910.484 -ARS**	**347.044.199 -ARS**	**434.342.927 -ARS**	**538.858.973 -ARS**	**662.696.050 -ARS**	**807.971.648 -ARS**	**1.294.928.283**
- Gastos personal de planta	ARS - -ARS	78.340.129 -ARS	103.369.801 -ARS	134.745.119 -ARS	173.598.706 -ARS	221.152.827 -ARS	278.704.477 -ARS	347.606.637 -ARS	429.246.178 -ARS	525.019.056 -ARS	636.303.579
- Servicio de transporte	ARS - -ARS	1.249.077 -ARS	3.296.315 -ARS	4.296.829 -ARS	5.535.815 -ARS	7.052.248 -ARS	8.887.487 -ARS	11.084.679 -ARS	13.688.047 -ARS	16.742.107 -ARS	20.290.812
- Cargas sociales personal de planta	ARS - -ARS	23.876.762 -ARS	31.999.835 -ARS	41.712.585 -ARS	53.740.356 -ARS	68.461.522 -ARS	86.277.589 -ARS	107.607.395 -ARS	132.880.268 -ARS	162.528.349 -ARS	196.978.317
- Aportes patronales personal de planta	ARS - -ARS	13.530.165 -ARS	18.133.240 -ARS	23.637.131 -ARS	30.452.868 -ARS	38.794.863 -ARS	48.890.634 -ARS	60.977.524 -ARS	75.298.818 -ARS	92.099.398 -ARS	111.621.046
- Gastos de cierre	ARS - ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- -ARS	318.151.790
- Depreciación PP&E	ARS - -ARS	11.582.739 -ARS	11.582.739 -ARS	11.582.739 -ARS	11.582.739 -ARS	11.582.739 -ARS	11.582.739 -ARS	11.582.739 -ARS	11.582.739 -ARS	11.582.739 -ARS	11.582.739
- Amortización intangibles											
Otros ingresos/gastos operativos	**ARS - -ARS**	**19.271.834 -ARS**	**68.538.222 -ARS**	**97.936.872 -ARS**	**136.409.685 -ARS**	**184.118.794 -ARS**	**245.031.460 -ARS**	**315.457.335 -ARS**	**412.508.356 -ARS**	**553.588.319 ARS**	**1.084.500.938**
- Provisión por incobrables	ARS - -ARS	19.271.834 -ARS	68.538.222 -ARS	97.936.872 -ARS	136.409.685 -ARS	184.118.794 -ARS	245.031.460 -ARS	315.457.335 -ARS	412.508.356 -ARS	553.588.319 -ARS	847.037.634
- Ganancia/ pérdida por venta de PP&E	ARS - ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	1.931.538.572
Utilidad operativa (EBIT)	**ARS - ARS**	**322.967.394 ARS**	**1.447.055.883 ARS**	**2.102.622.034 ARS**	**2.965.321.849 ARS**	**4.035.400.523 ARS**	**5.408.678.860 ARS**	**6.987.755.991 ARS**	**9.199.224.400 ARS**	**12.476.906.761 ARS**	**18.423.543.542**
Impuesto a las ganancias antes de intereses	ARS - -ARS	96.890.218 -ARS	361.763.971 -ARS	525.655.508 -ARS	741.330.462 -ARS	1.008.850.131 -ARS	1.352.169.715 -ARS	1.746.938.998 -ARS	2.299.806.100 -ARS	3.119.226.690 -ARS	4.605.885.885
Pago de IG antes de intereses	ARS - -ARS	96.890.218 -ARS	361.763.971 -ARS	525.655.508 -ARS	741.330.462 -ARS	1.008.850.131 -ARS	1.352.169.715 -ARS	1.746.938.998 -ARS	2.299.806.100 -ARS	3.119.226.690 -ARS	4.605.885.885
EBITDA	**ARS - ARS**	**334.550.133 ARS**	**1.458.638.621 ARS**	**2.114.204.772 ARS**	**2.976.904.587 ARS**	**4.046.983.262 ARS**	**5.420.261.598 ARS**	**6.999.338.730 ARS**	**9.210.807.139 ARS**	**12.488.489.500 ARS**	**18.435.126.281**
Gastos financieros	**ARS - -ARS**	**94.158.890 -ARS**	**75.327.112 -ARS**	**56.495.334 -ARS**	**37.663.556 -ARS**	**18.831.778 ARS**	**- ARS**	**- ARS**	**- ARS**	**- ARS**	**-**
- Intereses por deuda financiera	ARS - -ARS	94.158.890 -ARS	75.327.112 -ARS	56.495.334 -ARS	37.663.556 -ARS	18.831.778 ARS	- ARS	- ARS	- ARS	- ARS	-
Resultados antes de impuestos (EBT)	**ARS - ARS**	**228.808.504 ARS**	**1.371.728.771 ARS**	**2.046.126.700 ARS**	**2.927.658.293 ARS**	**4.016.568.745 ARS**	**5.408.678.860 ARS**	**6.987.755.991 ARS**	**9.199.224.400 ARS**	**12.476.906.761 ARS**	**18.423.543.542**
Impuesto a las ganancias	ARS - -ARS	68.642.551 -ARS	342.932.193 -ARS	511.531.675 -ARS	731.914.573 -ARS	1.004.142.186 -ARS	1.352.169.715 -ARS	1.746.938.998 -ARS	2.299.806.100 -ARS	3.119.226.690 -ARS	4.605.885.885
Resultado neto del periodo	**ARS - ARS**	**160.165.953 ARS**	**1.028.796.578 ARS**	**1.534.595.025 ARS**	**2.195.743.720 ARS**	**3.012.426.559 ARS**	**4.056.509.145 ARS**	**5.240.816.994 ARS**	**6.899.418.300 ARS**	**9.357.680.071 ARS**	**13.817.657.656**

Ilustración 3.1: Cuadro de resultados

3.10 Flujo de fondos

A continuación, se mencionará los cálculos realizados para poder obtener el Free Cash Flow. Otros valores como los fondos operativos, el CAPEX o Venta del PP&E fueron obtenidos a partir del Cuadro de Resultados.

Por un lado, el impuesto a las ganancias que paga el proyecto sin necesidad de financiación se calcula a partir del EBIT por la tasa de IG. Durante los primeros dos años del proyecto se consideró una tasa de impuesto a las ganancias del 30%, mientras que para los años restantes del 25%. Esto es así debido a una resolución existente que prevé que el impuesto a las ganancias baje hasta este último valor. Finalmente, se obtuvo el Free Cash Flow to the Firm y el Free Cash Flow to the Equity, ambos en pesos. En la Ilustración 3.2 puede verse como se calcularon ambos flujos de fondos.

Sin embargo, para poder obtener el VAN del proyecto se utilizó el Free Cash Flow to the Firm descontado en dólares al tipo de cambio nominal al cierre de cada periodo. Para eso fue necesario calcular el Factor de Descuento, utilizando a su vez el WACC en USD, creciente durante la vida útil del proyecto. El resultado obtenido fue un VAN de USD 4,7 MM, reflejando que el proyecto es viable. Por otro lado, la TIR en USD del proyecto resulta en 35%. El Free Cash Flow to the Equity fue calculado a partir del Free Cash Flow to the firm y el Flujo de Fondos de la Deuda.

Luego de realizar el Flujo de Fondos de FM&FO Merlucita S.A, se procedió con el análisis del Flujo de fondos del inversor, el cual puede visualizarse en la Ilustración 3.3. Para ello se consideraron los egresos e ingresos por parte del inversor. Los egresos hacen referencia al aporte de capital, que fue calculado como Total de Usos (proveniente del cuadro de Fuentes y Usos) multiplicado por el porcentaje de aporte de capital de los inversores. Finalmente, los ingresos menos los egresos representan el total del flujo de fondos del inversor. Finalmente, al igual que para el VAN del proyecto, se calculó el VAN del inversor, utilizando el Free Cash Flow to the Equity descontado en dólares.

Financiación del proyecto 60% 40%	Flujo de Fondos del Proyecto de FM&FO Merlucita SA al 31 de Julio (expresado en ARS corrientes al cierre de cada ejercicio)									
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Flujo de fondos de FM&FO Merlucita SA											
Fondos operativos	ARS -	ARS 334.550.133	ARS 1.458.638.621	ARS 2.114.204.772	ARS 2.976.904.587	ARS 4.046.983.262	ARS 5.420.261.598	ARS 6.999.338.730	ARS 9.210.807.139	ARS 12.488.489.500	ARS 17.585.107.999
Pago de Impuesto a las ganancias	ARS -	-ARS 97.648.378	-ARS 362.395.771	-ARS 526.287.308	-ARS 741.962.262	-ARS 1.009.481.931	-ARS 1.353.433.315	-ARS 1.748.202.598	-ARS 2.301.069.700	-ARS 3.120.490.290	-ARS 4.394.644.915
Variación financiera del capital de trabajo	ARS -	-ARS 99.957.239	-ARS 256.387.124	-ARS 153.767.188	-ARS 201.358.000	-ARS 249.637.402	-ARS 318.927.088	-ARS 368.279.844	-ARS 508.875.223	-ARS 742.263.363	ARS 914.208.016
CAPEX	-ARS 127.293.097	-ARS 9.200.609	-ARS 9.200.609	-ARS 9.200.609	-ARS 9.200.609	-ARS 16.836.965	-ARS 9.200.609	-ARS 18.753.425	-ARS 9.200.609	-ARS 9.200.609	-ARS 9.200.609
Venta de PP&E	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS 158.568.967
Flujo de fondos IVA	-ARS 1.651.841	-ARS 23.494.665	-ARS 26.479.736	-ARS 29.001.576	-ARS 32.802.495	-ARS 38.132.070	-ARS 45.264.422	-ARS 56.704.341	-ARS 70.557.597	-ARS 87.152.548	ARS -
Free Cash Flow to the Firm	**-ARS 128.944.938**	**ARS 104.249.241**	**ARS 804.175.382**	**ARS 1.395.948.092**	**ARS 1.991.581.222**	**ARS 2.732.894.895**	**ARS 3.693.436.165**	**ARS 4.807.398.522**	**ARS 6.321.104.010**	**ARS 8.529.382.690**	**ARS 14.254.039.458**
Flujo de fondos deuda	ARS 77.366.963	-ARS 52.285.114	-ARS 47.026.296	-ARS 39.138.070	-ARS 31.249.844	-ARS 23.361.619	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -
Free Cash Flow to the Equity	**-ARS 51.577.975**	**ARS 51.964.128**	**ARS 757.149.086**	**ARS 1.356.810.021**	**ARS 1.960.331.377**	**ARS 2.709.533.277**	**ARS 3.693.436.165**	**ARS 4.807.398.522**	**ARS 6.321.104.010**	**ARS 8.529.382.690**	**ARS 14.254.039.458**

Ilustración 3.2: Free Cash Flow to the Firm y Free Cash Flow to the Equity

Flujo de fondos del inversor											
Egresos											
Aportes de capital	-ARS 92.350.135	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -
Ingresos											
Recompra de capital	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -
Saldos de Fuentes y Usos del ejercicio	ARS -	ARS 22.769.747	ARS 705.704.585	ARS 1.322.102.393	ARS 1.929.995.597	ARS 2.683.154.116	ARS 3.683.387.383	ARS 4.794.242.317	ARS 6.304.184.847	ARS 8.507.955.843	ARS 14.807.906.411
Total	**-ARS 92.350.135**	**ARS 22.769.747**	**ARS 705.704.585**	**ARS 1.322.102.393**	**ARS 1.929.995.597**	**ARS 2.683.154.116**	**ARS 3.683.387.383**	**ARS 4.794.242.317**	**ARS 6.304.184.847**	**ARS 8.507.955.843**	**ARS 14.807.906.411**
	-USD 1.096.274	**USD 268.358**	**USD 7.763.409**	**USD 13.786.365**	**USD 19.396.205**	**USD 26.473.539**	**USD 36.400.573**	**USD 46.945.056**	**USD 60.506.638**	**USD 79.211.128**	**USD 132.405.524**
FCFE en USD											
Free Cash Flow to the Equity	-USD 1.096.274	USD 268.358	USD 7.763.409	USD 13.786.365	USD 19.396.205	USD 26.473.539	USD 36.400.573	USD 46.945.056	USD 60.506.638	USD 79.211.128	USD 132.405.524
Free Cash Flow to the Equity descontado	-USD 1.096.274	USD 215.344	USD 5.050.636	USD 7.339.254	USD 8.528.983	USD 9.706.868	USD 11.129.150	USD 11.968.240	USD 12.862.640	USD 14.041.061	USD 19.570.706
ke en USD	25,2%	24,6%	23,3%	22,2%	21,1%	19,9%	19,9%	19,9%	19,9%	19,9%	19,9%
Factor de descuento	1,00	0,80	0,65	0,53	0,44	0,37	0,31	0,25	0,21	0,18	0,15
VAN del inversor	**USD 99.316.609**										

Ilustración 3.3: Flujo de fondos del inversor. Fuente: Elaboración propia

3.11 Flujo de IVA

El Impuesto al Valor Agregado (AFIP, 2020) es una carga fiscal relacionada directamente con el consumo cuyo alícuota general es del 21%. Considerando que tanto la harina como el aceite de merluza serán exportados, se podrá realizar el trámite de recupero sobre el IVA costos e IVA ventas, con un plazo de cobranza de la entidad pública de aproximadamente 4 meses. De esta forma, se tendrá un crédito fiscal remanente de un 33% del crédito fiscal pagado sobre costos e inversiones (4 de los 12 meses) durante los diez años del proyecto.

Los cálculos para el flujo de IVA se realizaron considerando las alícuotas específicas para cada insumo necesario para el proyecto.

En primer lugar, se tuvo en cuenta la maquinaria nacional a comprar, gravada con una alícuota del 10,5%. Esta maquinaria corresponde al molino de martillos y las embolsadoras, tanto la semi automática como la manual. Esta misma alícuota se aplica a la compra de rodados nuevos, en este caso, los tres camiones necesarios para la logística dentro de Mar del Plata.

Luego, se computó la carga fiscal que se debe abonar por la compra de insumos como cajones, bolsas big bags y tambores, cuya alícuota es de 21%. También se consideró el IVA correspondiente al servicio de logística contratado para el transporte del producto terminado desde la planta de Mar del Plata hasta el Puerto de Buenos Aires.

A continuación, se incluyó el IVA correspondiente a los servicios de gas natural y energía eléctrica necesarios para el funcionamiento de la planta industrial, cuya alícuota es del 27%.

Adicionalmente, para el cierre del proyecto, se consideró la venta de las maquinarias y de los rodados usados, cuya alícuota de IVA es del 21%.

Finalmente, se incluyó el IVA correspondiente a los intereses de la deuda tomada, considerando una alícuota del 10,5%.

En la Tabla 3-10, se resumen las alícuotas para cada factor descripto anteriormente.

Factor	Alícuota
%IVA Ventas de PT	0,0%
%IVA Molino de martillos	10,5%
%IVA Embolsadora bolsas	10,5%
%IVA Embolsadora Big Bags	10,5%
%IVA Construcción civil	21,0%
%IVA Gas Natural	27,0%
%IVA Electricidad	27,0%
%IVA Rodados	10,5%
%IVA Transporte de MDQ a Puerto Bs.As.	21,0%
%IVA Cajones	21,0%
%IVA BigBags	21,0%
%IVA Tambores	21,0%
%IVA Hielo	21,0%
%IVA Comercialización	21,0%
% IVA Venta rodados	21,0%
% IVA Venta maquinaria	21,0%
%IVA Venta construcción civil	21,0%
% IVA Intereses	10,5%

Tabla 3-10: Alícuota de IVA para distintos rubros. Fuente: Elaboración propia

3.12 Cuadro de Fuentes y Usos

Utilizando la información reflejada en el balance, se elaboró el Cuadro de Fuentes y Usos. Para ello se calcularon las variaciones de activo, pasivo y de patrimonio frente a cada período anterior.

Las fuentes que se tuvieron en cuenta para el proyecto son:

- Aportes de capital: representan los egresos provenientes del flujo de fondos.
- Ventas netas: provenientes del estado de resultados.
- Créditos bancarios: calculados en la sección de financiación.
- PP&E: al final del proyecto, se generan fuentes por recupero de PP&E y ganancia por venta de PP&E.

Como las ventas son sin IVA siempre tenemos un crédito pendiente, con lo cual el recupero del crédito fiscal del IVA es nulo. En la Ilustración 3.4 puede verse el cuadro con el total de Fuentes.

Por otro lado, los usos que se tuvieron en cuenta son:

- Inversión en PP&E: provenientes del estado de flujo de efectivo.
- Pérdida por venta de PP&E: en este caso, no se presenta pérdida por la venta de PP&E.
- Variación de capital de trabajo: proveniente del flujo de fondos del proyecto.
- IVA inversión: extraído de la sección del flujo de IVA.
- Costos totales: representan la suma total de los costos de venta, sumado a los gastos generales y administrativos y la provisión por incobrables.
- Intereses: corresponden a los intereses de la deuda financiera.
- Aplicaciones de la utilidad: hacen referencia al impuesto a las ganancias y a la cancelación de deudas bancarias.

En la Ilustración 3.5 puede observarse el cuadro con el total de los usos.

Finalmente, como puede serse en la Ilustración 3.6, con el total de fuentes y usos, las depreciaciones y amortizaciones y el saldo acumulado se puede calcular el saldo propio del ejercicio. Esto nos permite evaluar si es necesario o financiarse. En este caso, dado que los saldos son siempre positivos, no se requerirá de ningún tipo de financiación.

Cuadro de Fuentes y Usos de FM&FO Merlucita SA al 31 de Julio
(expresado en ARS corrientes al cierre de cada ejercicio)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Saldo acumulado del ejericico anterior	ARS -	ARS -	ARS 71.100.962	ARS 844.357.813	ARS 2.212.057.298	ARS 4.177.712.401	ARS 6.886.588.437	ARS 10.568.450.906	ARS 15.361.168.224	ARS 21.663.827.988	ARS 30.170.258.663
Aportes de capital	ARS 35.352.439	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -
Ventas netas	ARS -	ARS 504.897.575	ARS 1.795.614.402	ARS 2.565.821.718	ARS 3.573.760.567	ARS 4.823.678.669	ARS 6.419.513.173	ARS 8.264.581.693	ARS 10.807.195.246	ARS 14.503.311.157	ARS 19.455.395.655
Créditos no renovables bancarios	ARS 53.028.658	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -
Créditos renovables bancarios	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -
Créditos renovables comerciales											
Recupero del crédito fiscal IVA	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -
Recupero de PP&E	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS 130.388.383
Ganancia por venta de PP&E	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS 653.109.280
Recupero de activo de trabajo											
Total fuentes	ARS 88.381.097	ARS 504.897.575	ARS 1.866.715.365	ARS 3.410.179.531	ARS 5.785.817.865	ARS 9.001.391.070	ARS 13.306.101.610	ARS 18.833.032.598	ARS 26.168.363.470	ARS 36.167.139.145	ARS 50.409.151.981

Ilustración 3.4: Total Fuentes

Cuadro de Fuentes y Usos de FM&FO Merlucita SA al 31 de Julio
(expresado en ARS corrientes al cierre de cada ejercicio)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Saldo acumulado del ejericico anterior	ARS -	ARS -	ARS 71.100.962	ARS 844.357.813	ARS 2.212.057.298	ARS 4.177.712.401	ARS 6.886.588.437	ARS 10.568.450.906	ARS 15.361.168.224	ARS 21.663.827.988	ARS 30.170.258.663
Aportes de capital	ARS 35.352.439	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -
Ventas netas	ARS -	ARS 504.897.575	ARS 1.795.614.402	ARS 2.565.821.718	ARS 3.573.760.567	ARS 4.823.678.669	ARS 6.419.513.173	ARS 8.264.581.693	ARS 10.807.195.246	ARS 14.503.311.157	ARS 19.455.395.655
Créditos no renovables bancarios	ARS 53.028.658	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -
Créditos renovables bancarios	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -
Créditos renovables comerciales											
Recupero del crédito fiscal IVA	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -
Recupero de PP&E	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS 130.388.383
Ganancia por venta de PP&E	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS 653.109.280
Recupero de activo de trabajo											
Total fuentes	ARS 88.381.097	ARS 504.897.575	ARS 1.866.715.365	ARS 3.410.179.531	ARS 5.785.817.865	ARS 9.001.391.070	ARS 13.306.101.610	ARS 18.833.032.598	ARS 26.168.363.470	ARS 36.167.139.145	ARS 50.409.151.981

Ilustración 3.5: Total de usos

Cuadro de Fuentes y Usos de FM&FO Merlucita SA al 31 de Julio
(expresado en ARS corrientes al cierre de cada ejercicio)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Fuentes - usos total	ARS -	ARS 64.095.439	ARS 837.352.290	ARS 2.205.051.775	ARS 4.170.706.878	ARS 6.879.582.914	ARS 10.562.285.145	ARS 15.355.002.464	ARS 21.657.662.228	ARS 30.164.092.903	ARS 43.937.139.509
Depreciación y amortización del ejercicio	ARS -	ARS 7.005.523	ARS 7.005.523	ARS 7.005.523	ARS 7.005.523	ARS 7.005.523	ARS 6.165.760	ARS 6.165.760	ARS 6.165.760	ARS 6.165.760	ARS 6.165.760
Saldo acumulado	ARS -	ARS 71.100.962	ARS 844.357.813	ARS 2.212.057.298	ARS 4.177.712.401	ARS 6.886.588.437	ARS 10.568.450.906	ARS 15.361.168.224	ARS 21.663.827.988	ARS 30.170.258.663	ARS 43.943.305.269
Saldo propio del ejercicio	ARS -	ARS 71.100.962	ARS 773.256.851	ARS 1.367.699.485	ARS 1.965.655.103	ARS 2.708.876.036	ARS 3.681.862.468	ARS 4.792.717.318	ARS 6.302.659.764	ARS 8.506.430.675	ARS 13.773.046.606
Financiación requerida	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -	ARS -

Ilustración 3.6: Saldo del cuadro de fuentes y usos

3.13 Balance

Se realizó el balance de la empresa para poder reflejar la situación económica y financiera para cada período. Para eso se tuvo en cuenta el activo, el pasivo y el patrimonio neto.

Para analizar en profundidad el **activo corriente** de la empresa se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- Efectivo en los bancos: Representa el efectivo y equivalentes al final de cada período obtenido del estado de flujo de efectivo multiplicado por el porcentaje de efectivo en cuentas corrientes, que en este caso es el 100% (ya que no consideran Marketable securities o inversiones temporales durante el desarrollo del proyecto).
- Créditos por venta:
  a) Créditos comerciales: Refiere a la suma de Ventas, descuentos en volumen y devoluciones multiplicado por porcentaje de ventas a crédito, que en este caso es del 95%, afectado por el plazo promedio de cobranza a los clientes
  b) Provisión por cobranza dudosa: se hace sobre un 5% del total de créditos comerciales.
- Inventarios.

Para calcular la sección de inventarios en el balance primero de estimó las toneladas de producto terminado para cada año. El cálculo puede verse en la Ecuación

$$Producto\ terminado\ (Tn) = \frac{Plazo\ promedio\ de\ tenencia\ de\ inventario}{Días\ trabajados\ al\ año} * (Tn\ de\ aceite + Tn\ de\ harina)$$

Ecuación 20: Toneladas de producto terminado anuales

Una vez obtenidas las toneladas de producto terminado anuales, se las multiplicó por el costo de venta unitario (por cada tonelada de producto terminado producida).

Para el **activo no corriente** se tuvo en cuenta la propiedad, planta y equipo, y el crédito fiscal sobre el IVA. Se calculó como PP&E del período anterior sumado al CAPEX menos ventas de PP&E del período actual. También se consideraron las depreciaciones acumuladas. En la Ilustración 3.7: Activo total puede visualizarse el Activo total.

Por otro lado, para analizar el **pasivo corriente** del proyecto se tuvieron en cuenta las cuentas por pagar comerciales, calculadas como costos de venta por el plazo promedio de

pago a proveedores. A su vez se consideraron los préstamos de corto plazo y la porción corriente de préstamos de largo plazo. En cuanto al **pasivo no corriente,** se compone a partir de la porción no corriente de préstamos de largo plazo. En la Ilustración 3.8: Pasivo Total pueden visualizarse el cuadro del pasivo.

Finalmente, para evaluar el **patrimonio neto** se analizó el capital social, calculado como el aporte de capital menos la recompra de capital. También se tuvieron en cuenta los resultados acumulados del período actual y del período anterior. Por último, se consideró también una reserva legal que figura en el Art. 70 de la Ley N°19.550, bajo el siguiente enunciado: "Las sociedades de responsabilidad limitada y las sociedades por acciones, deben efectuar una reserva no menor del cinco por ciento (5 %) de las ganancias realizadas y líquidas que arroje el estado de resultados del ejercicio, hasta alcanzar el veinte por ciento (20 %) del capital social." (Ministerio de Economía de la República Argentina, 2015)

Para obtener el límite se realizaron los cálculos correctos para llegar al límite impuesto.

En la Ilustración 3.9 puede verse el cálculo del pasivo total, sumado al patrimonio neto. Para comprobar que los cálculos se hicieron correctamente, se corroboró que el activo se iguale al pasivo sumado al patrimonio neto.

Estado de Balance General de FM&FO Merlucita SA al 31 de Julio (expresado en ARS corrientes al cierre de cada ejercicio)																						
	31 de julio de 2020		31 de julio de 2021		31 de julio de 2022		31 de julio de 2023		31 de julio de 2024		31 de julio de 2025		31 de julio de 2026		31 de julio de 2027		31 de julio de 2028		31 de julio de 2029		31 de julio de 2030	
Activo																						
Efectivo y equivalentes	-ARS	0	ARS	74.472.001	ARS	918.949.317	ARS	2.325.573.609	ARS	4.363.115.702	ARS	7.177.274.352	ARS	11.023.607.290	ARS	16.006.227.205	ARS	22.569.967.715	ARS	31.455.183.543	ARS	46.602.342.054
- Efectivo en bancos	-ARS	0	ARS	74.472.001	ARS	918.949.317	ARS	2.325.573.609	ARS	4.363.115.702	ARS	7.177.274.352	ARS	11.023.607.290	ARS	16.006.227.205	ARS	22.569.967.715	ARS	31.455.183.543	ARS	46.602.342.054
- Inversiones de corto plazo	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-
Créditos por venta, neto	ARS	-	ARS	51.491.931	ARS	183.125.562	ARS	261.675.080	ARS	364.469.627	ARS	491.942.404	ARS	654.693.432	ARS	842.862.567	ARS	1.102.170.765	ARS	1.479.118.790	ARS	-
- Créditos comerciales	ARS	-	ARS	54.202.032	ARS	192.763.749	ARS	275.447.453	ARS	383.652.239	ARS	517.834.109	ARS	689.150.981	ARS	887.223.755	ARS	1.160.179.752	ARS	1.556.967.147	ARS	-
- Provisión cobranza dudosa	ARS	-	-ARS	2.710.102	-ARS	9.638.187	-ARS	13.772.373	-ARS	19.182.612	-ARS	25.891.705	-ARS	34.457.549	-ARS	44.361.188	-ARS	58.008.988	-ARS	77.848.357	ARS	-
Inventarios	ARS	-	ARS	1.207.391	ARS	3.955.201	ARS	5.289.092	ARS	6.983.652	ARS	9.109.252	ARS	11.743.190	ARS	14.968.953	ARS	18.875.216	ARS	23.554.566	ARS	-
- Inventarios PT			ARS	1.207.391	ARS	3.955.201	ARS	5.289.092	ARS	6.983.652	ARS	9.109.252	ARS	11.743.190	ARS	14.968.953	ARS	18.875.216	ARS	23.554.566	ARS	-
- Inventarios PP																						
Crédito fiscal IVA	ARS	1.651.841	ARS	32.361.259	ARS	61.197.914	ARS	94.145.918	ARS	132.910.111	ARS	179.434.376	ARS	236.011.180	ARS	307.135.326	ARS	395.875.687	ARS	505.718.682	ARS	636.961.041
Crédito fiscal IG	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-
Otros activos corrientes operativos	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-
Otras activos corrientes no operativos	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-
Activo corriente	ARS	1.651.841	ARS	159.532.581	ARS	1.167.227.993	ARS	2.686.683.700	ARS	4.867.479.091	ARS	7.857.760.384	ARS	11.926.055.093	ARS	17.171.194.052	ARS	24.086.889.383	ARS	33.463.575.580	ARS	47.239.303.095
Propiedad, planta y equipo, neto	ARS	211.533.097	ARS	208.729.767	ARS	205.926.437	ARS	203.123.106	ARS	200.319.776	ARS	205.152.802	ARS	202.349.472	ARS	209.098.958	ARS	206.295.628	ARS	203.492.297	-ARS	3.296.518
- PP&E	ARS	211.533.097	ARS	220.733.706	ARS	229.934.314	ARS	239.134.923	ARS	248.335.531	ARS	265.172.496	ARS	274.373.104	ARS	293.126.529	ARS	302.327.137	ARS	311.527.746	ARS	116.742.870
- Depreciación acumulada	ARS	-	-ARS	12.003.939	-ARS	24.007.877	-ARS	36.011.816	-ARS	48.015.755	-ARS	60.019.694	-ARS	72.023.632	-ARS	84.027.571	-ARS	96.031.510	-ARS	108.035.449	-ARS	120.039.387
Intangibles																						
Otras activos no corrientes operativos																						
Otras activos no corrientes no operativos	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-
- Inversiones de largo plazo	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-
Activo no corriente	ARS	211.533.097	ARS	208.729.767	ARS	205.926.437	ARS	203.123.106	ARS	200.319.776	ARS	205.152.802	ARS	202.349.472	ARS	209.098.958	ARS	206.295.628	ARS	203.492.297	-ARS	3.296.518
Activo total	**ARS**	**213.184.938**	**ARS**	**368.262.348**	**ARS**	**1.373.154.430**	**ARS**	**2.889.806.807**	**ARS**	**5.067.798.867**	**ARS**	**8.062.913.186**	**ARS**	**12.128.404.564**	**ARS**	**17.380.293.010**	**ARS**	**24.293.185.010**	**ARS**	**33.667.067.877**	**ARS**	**47.236.006.577**

Ilustración 3.7: Activo total

Pasivo																						
Cuentas por pagar comerciales	ARS	-	ARS	4.262.243	ARS	13.962.359	ARS	18.671.165	ARS	24.653.173	ARS	32.156.813	ARS	41.454.946	ARS	52.842.298	ARS	66.631.898	ARS	83.150.595	ARS	-
Préstamos de corto plazo	ARS	-	ARS	11.475.920	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-
Porción corriente de préstamos de largo plazo	ARS	25.582.193	ARS	25.582.193	ARS	25.582.193	ARS	25.582.193	ARS	25.582.193	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-
Otras pasivos corrientes operativos																						
Pasivo corriente	ARS	25.582.193	ARS	41.320.356	ARS	39.544.552	ARS	44.253.357	ARS	50.235.365	ARS	32.156.813	ARS	41.454.946	ARS	52.842.298	ARS	66.631.898	ARS	83.150.595	ARS	-
Cuentas por pagar comerciales a largo plazo																						
Porción no corriente de préstamos de largo plazo	ARS	102.328.770	ARS	76.746.578	ARS	51.164.385	ARS	25.582.193	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-
Pasivo no corriente	ARS	102.328.770	ARS	76.746.578	ARS	51.164.385	ARS	25.582.193	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-	ARS	-
Pasivo total	**ARS**	**127.910.963**	**ARS**	**118.066.933**	**ARS**	**90.708.937**	**ARS**	**69.835.550**	**ARS**	**50.235.365**	**ARS**	**32.156.813**	**ARS**	**41.454.946**	**ARS**	**52.842.298**	**ARS**	**66.631.898**	**ARS**	**83.150.595**	**ARS**	**-**

Ilustración 3.8: Pasivo Total

Patrimonio																						
Capital social	ARS	85.273.975	ARS	85.273.975	ARS	85.273.975	ARS	85.273.975	ARS	85.273.975	ARS	85.273.975	ARS	85.273.975	ARS	85.273.975	ARS	85.273.975	ARS	85.273.975	ARS	85.273.975
Resultados acumulados	ARS	-	ARS	156.955.466	ARS	1.180.733.623	ARS	2.718.575.286	ARS	4.916.483.432	ARS	7.929.992.203	ARS	11.986.501.348	ARS	17.227.318.342	ARS	24.126.736.642	ARS	33.484.416.713	ARS	47.139.294.295
- Resultados acumulados de per. anteriores	ARS	-	ARS	-	ARS	156.955.466	ARS	1.180.733.623	ARS	2.718.575.286	ARS	4.916.483.432	ARS	7.929.992.203	ARS	11.986.501.348	ARS	17.227.318.342	ARS	24.126.736.642	ARS	33.484.416.713
- Resultado del periodo	ARS	-	ARS	156.955.466	ARS	1.023.778.157	ARS	1.537.841.663	ARS	2.197.908.145	ARS	3.013.508.772	ARS	4.056.509.145	ARS	5.240.816.994	ARS	6.899.418.300	ARS	9.357.680.071	ARS	13.654.877.583
Reserva legal			ARS	8.260.814	ARS	17.054.795	ARS	17.054.795	ARS	17.054.795	ARS	17.054.795	ARS	17.054.795	ARS	17.054.795	ARS	17.054.795	ARS	17.054.795	ARS	17.054.795
Patrimonio Neto	**ARS**	**85.273.975**	**ARS**	**250.490.255**	**ARS**	**1.283.062.393**	**ARS**	**2.820.904.057**	**ARS**	**5.018.812.202**	**ARS**	**8.032.320.974**	**ARS**	**12.088.830.118**	**ARS**	**17.329.647.112**	**ARS**	**24.229.065.412**	**ARS**	**33.586.745.483**	**ARS**	**47.241.623.066**
Pasivo + Patrimonio total	**ARS**	**213.184.938**	**ARS**	**368.430.828**	**ARS**	**1.373.771.330**	**ARS**	**2.890.739.607**	**ARS**	**5.069.047.567**	**ARS**	**8.064.477.786**	**ARS**	**12.130.285.065**	**ARS**	**17.382.489.410**	**ARS**	**24.295.697.310**	**ARS**	**33.669.896.077**	**ARS**	**47.241.623.066**

Ilustración 3.9: Pasivo + Patrimonio Neto

3.14 Tasa de descuento

A continuación, se procederá a explicar el cálculo del costo del capital o WACC. La fórmula utilizada para el cálculo se puede observar en la Ecuación 21: Cálculo del costo promedio ponderado del capital.

$$WACC = \frac{(K_{d,renov} * D_{renov} + K_{d,no\ renov} * D_{no\ renov}) * (1 - IG)}{(D_{renove} + D_{no\ renov} + E)} + \frac{K_e * E}{(D_{renov} + D_{no\ renov} + E)}$$

Ecuación 21: Cálculo del costo promedio ponderado del capital.

A partir de la fórmula se obtuvieron los parámetros correspondientes:

- $K_{d,\ renovable}$: Representa el costo de la deuda renovable. Para este valor se utiliza la TIR del flujo de fondos de la deuda renovable, sin considerar el ahorro impositivo.
- $K_{d,\ no\ renovable}$: Representa el costo de la deuda no renovable. Para este valor se utiliza la TIR del flujo de fondos de la deuda no renovable, sin considerar el ahorro impositivo.
- $D_{renovable}$: Representa el saldo del préstamo renovable en dólares al cierre de cada ejercicio.
- $D_{no\ renovable}$: Representa el saldo del préstamo no renovable en dólares al cierre de cada ejercicio.
- IG: Tasa de impuesto a las ganancias aplicable a cada ejercicio.
- E: Representa los aportes de capital de los socios en dólares.
- K_e: Representa el costo del equity por el CAPM.

Para calcular el K_e, primero fue necesario tener a disposición los parámetros que se encuentran en la Tabla 3-11 en su cálculo mediante el CAPM. La tasa libre de riesgo, R_f, es la tasa de referencia del bono del tesoro americano a 10 años. La FED comenta que quiere mantener la tasa cercana a cero, al menos hasta el 2023, apuntando tener una inflación del 2% y de esta manera que haya una mayor liquidez en la economía e inversiones en el mercado.

Por otro lado, R_m representa el retorno del mercado. La prima de mercado se calcula como R_m menos R_f, indicando cuánto se puede ganar por sobre la tasa libre de riesgo. Otro de los parámetros es el β_u, que representa el riesgo de la empresa con respecto al riesgo del mercado. En este caso, se tomó el β_u de la industria de procesamiento de comidas.

Por último, como riesgo país argentino se consideró el índice EMBI+ Argentina que calcula JP Morgan Chase que es una referencia que compara la tasa que pagan los bonos del Tesoro de la Argentina respecto de la que ofrecen títulos similares de los Estados Unidos, considerados como de riesgo cero. Este índice surge del nuevo "EMBI+ Argentina" que incorpora los nuevos bonos surgidos del canje de deuda, actualmente en torno a un valor de 12,58%.

Factor	Valor
R_f	2,28%
R_m	9,73%
Prima de mercado	7,45%
β_u	0,68
R_p	12,58%

Tabla 3-11: Parámetros para el cálculo de Ke

Con todos los datos anteriores, finalmente se puede obtener el K_e y así calcular el WACC. Los valores obtenidos del WACC en USD se pueden ver en la Tabla 3-12.

Año	WACC en USD
2020	15,7%
2021	14,1%
2022	14,1%
2023	18,8%
2024	19,3%
2025	19,9%
2026	19,9%
2027	19,9%
2028	19,9%
2029	19,9%
2030	19,9%

Tabla 3-12: WACC 2020-2030

3.15 Cierre del proyecto

Pasados los 10 años, es decir, para el año 2030 se considera que el proyecto concluye. De esta forma, se venden los activos remanentes que fueron comprados para la realización del proyecto.

La maquinaria comprada se venderá a su valor de mercado proyectado, lo que permite obtener una ganancia a partir de la diferencia entre el precio de mercado y su valor contable. Esto mismo ocurre con los tres rodados. Se contabiliza para estos casos el IVA correspondiente a cada una de las ventas.

Por otro lado, los empleados deberán ser despedidos por lo que se consideró la indemnización correspondiente a cada uno de ellos.

Para la venta de las instalaciones industriales, es decir, el terreno junto con las obras de adecuación realizadas, se proyectó su valor de mercado. De esta forma se puede obtener una ganancia a partir de la diferencia entre la venta al valor de mercado y su valor contable. Se consideró el IVA correspondiente a las adecuaciones del terreno.

Cabe destacar que para el último año del proyecto se tomó en cuenta una política de crédito concedido de 0 días, una política de pago a proveedores de 0 días y el stock de seguridad se tomó como nulo. Esto refleja el hecho que se cancelan los cuentas por pagar a proveedores, se liquidan los créditos comerciales y los inventarios.

3.16 Rentabilidad – Criterios de evaluación

Para poder tener un mejor entendimiento del proyecto se desarrollaron y evaluaron diferentes métricas. Para comenzar, se calculó el crecimiento porcentual de los ingresos de FM y FO en comparación con el año anterior para cada período. A excepción de primer año, se presenta un incremento porcentual de promedio 24% y 30% cada año, respectivamente, con un desvío estándar del 5% para harina y 6% para aceite. Dado que la cantidad producida se mantiene constante, este incremento se debe principalmente a que se espera que el precio de la harina y el aceite aumente

durante los próximos años y también el tipo de cambio de liquidación. En la Ilustración 3.10: Desagregación por producto, puede verse la evolución a lo largo del tiempo.

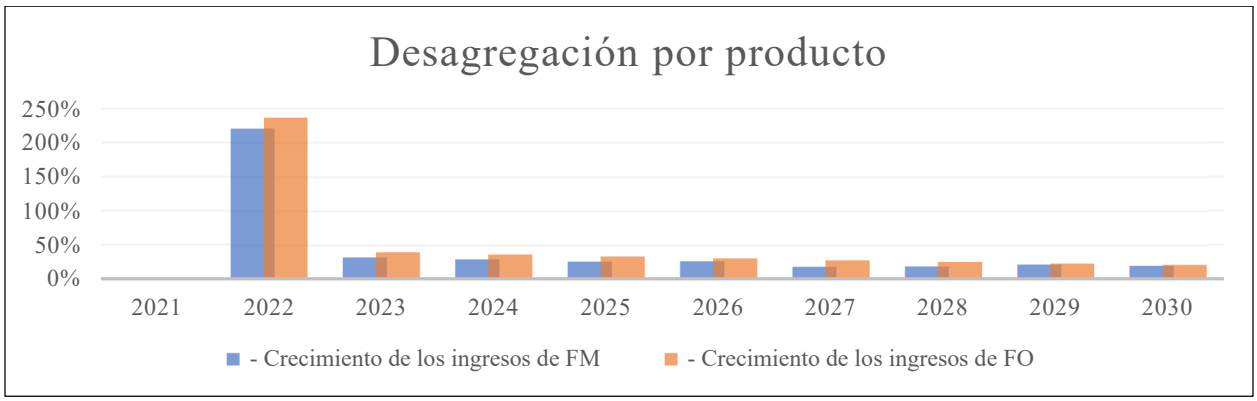


Ilustración 3.10: Desagregación por producto

Por otro lado, a partir de las utilidades del proyecto se pudo calcular el margen bruto, operativo, EBITDA y el neto. En la Tabla 3-13 pueden observarse los valores obtenidos para los años del proyecto.

Indicador	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Margen bruto	63%	63%	64%	64%	65%	66%	66%	66%	67%	68%
Margen operativo	27%	48%	49%	50%	50%	52%	52%	53%	54%	62%
Margen EBITDA	30%	49%	49%	50%	51%	52%	52%	53%	55%	62%
Margen neto	7%	30%	31%	36%	37%	39%	39%	40%	41%	46%

Tabla 3-13: Márgenes del proyecto

Además, se calcularon los índices de liquidez y de endeudamiento, los cuales pueden verse en la Tabla 3-14. Como puede observarse, el índice de endeudamiento el 0 durante los últimos años del proyecto, ya que se cancela la deuda.

Índice	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Índice de liquidez corriente	N/A	1,3	2,7	16,2	24,9	50,4	61,5	71,5	81,6	92,9	Inf.
Índice de endeudamiento	1,5	1,2	0,5	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-14: Índices de liquidez corriente y de endeudamiento

A su vez, se calcularon otro tipo de indicadores que pueden encontrarse en la Tabla 3-15. Entre ellos se encuentra el plazo promedio de cobro, calculado como la división entre créditos comerciales y las ventas netas por cada día de venta. Además, se calcularon el plazo promedio de tenencia de inventarios y el plazo promedio de pago. El primero se calcula como el importe en inventarios de cada período sobre las ventas netas diarias. El segundo se calculó como cuentas por pagar comerciales sobre el costo de venta. Por último, se calculó el ciclo de conversión de caja, que resulta de la suma del plazo promedio de cobro y de tenencia de inventarios, menos el plazo promedio de pago.

Adicionalmente se calculó la capacidad de repago de sus obligaciones financieras del proyecto, en donde se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores: Cobertura de intereses (Intereses/EBITDA) y Capacidad de cancelación de deuda (Porción corriente de deuda/EBITDA y Deuda total/EBITDA).

En el caso de la cobertura de intereses, el índice muestra que, durante todos los periodos anuales, la compañía posee la capacidad para cubrir los intereses devengados de sus obligaciones. Por ejemplo, al cierre del FY21, se observa que la compañía puede afrontar sus intereses financieros con cerca de un 60% de su EBITDA.

Indicador operativo	Valor
Plazo promedio de cobro	156 días
Plazo promedio de tenencia de inventarios	4 días
Plazo promedio de pago	17 días
Ciclo de conversión de caja	143 días

Tabla 3-15: Indicadores

Por otro lado, resulta importante destacar que, en el sistema de pago de sus obligaciones de largo plazo, el alemán, la acumulación de saldos financieros deriva en una importante carga de intereses.

Evaluando la capacidad de pago de la porción circulante de sus obligaciones al cierre del FY21, se encuentra que carece de capacidad para el primer año proyectado, dado que es obtiene un índice del 130% de su EBITDA y menor al 40% para los periodos siguientes.

En la Tabla 3-16 se presentan los resultados más relevantes de esta sección, a partir del FCFF y del FCFE.

En los Gráfico 3-5 y Gráfico 3-6 se presentan los valores descontados, a sus respectivas tasas, del flujo de fondos del proyecto e inversor. La tendencia decreciente de los flujos sobre los periodos en régimen se debe a un mayor peso sobre el denominador para descontarlo al valor actual. En sí, ambos flujos en valores nominales de cierre de cada ejercicio poseen tendencia positiva.

Proyecto - FCFF		Inversor - FCFE	
VAN	USD 4.361 M	VAN	USD 3.812 M
TIR en USD	35%	TOR en USD	46%
IR en USD	2,7	Leverage	1,3

Tabla 3-16: VAN, TIR, TOR

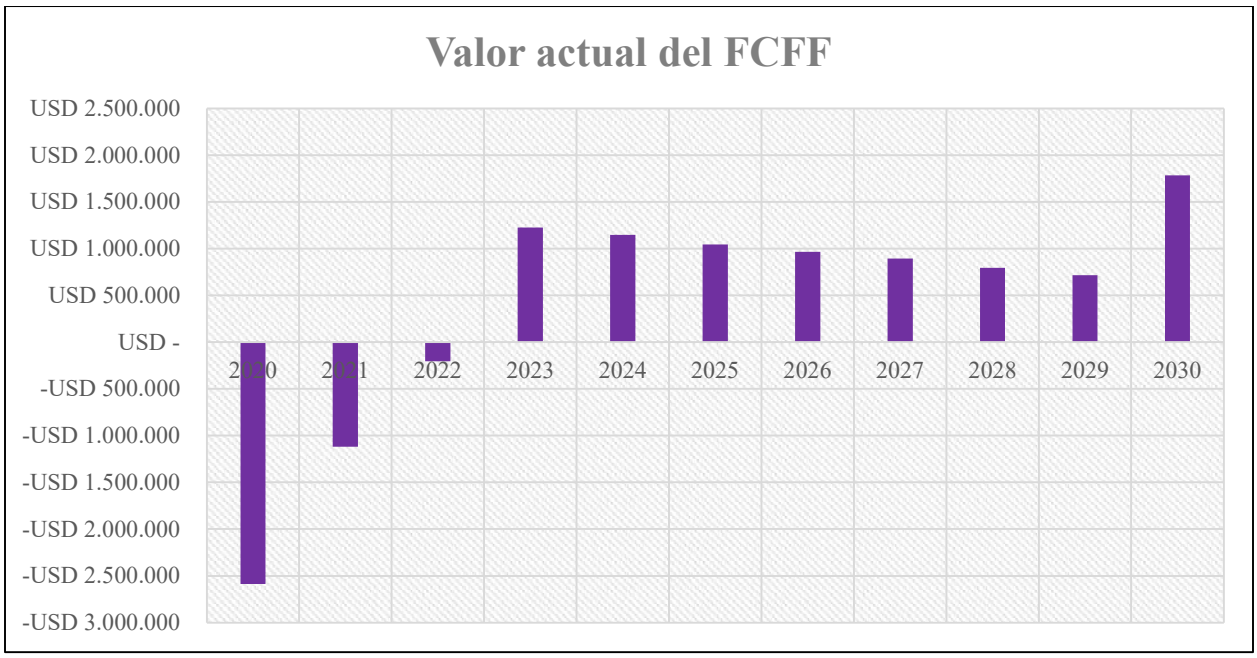


Gráfico 3-5: Evolución del FCFF descontado al WACC.

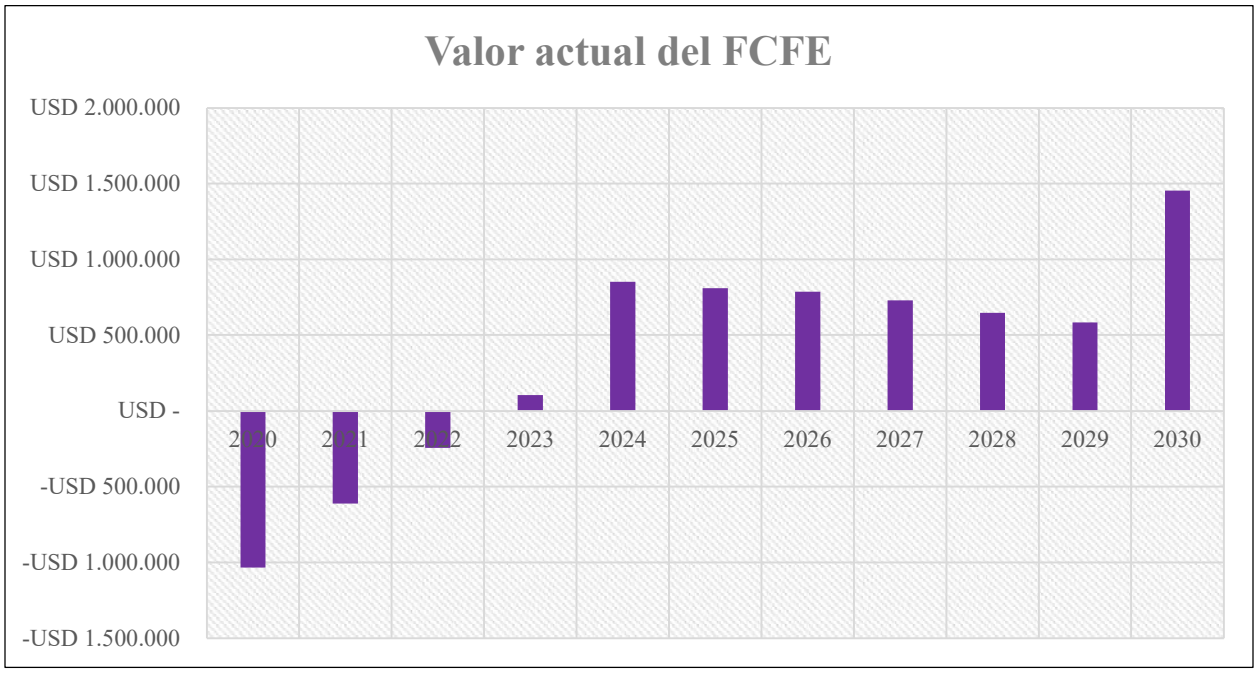


Gráfico 3-6: Evolución del FCFE descontado al Ke.

4 Análisis de Riesgos

4.1 Introducción

Se entiende como riesgo a cualquier evento o condición incierta que, en caso de ocurrir, tiene un efecto positivo o negativo sobre el proyecto.[2] Principalmente, el objetivo de un análisis de riesgo es entender como varía el VAN y la TIR de un proyecto en función de estas condiciones inciertas.

A la hora de desarrollar la parte económica-financiera, el análisis de mercado y la sección de ingeniería de este proyecto, se consideró un escenario base. Esto quiere decir que ciertas variables que podrían variar a lo largo del tiempo se mantuvieron constantes o variaron, pero en función de un escenario macroeconómico definido. Entre estas variables se encuentran la inflación, el tipo de cambio, el precio de producto terminado, entre otras. En esta sección se analizará como influye la variación de estos parámetros en el proyecto.

El primer paso para poder desarrollar un análisis de sensibilidad fue identificar todas las fuentes de riesgo del proyecto. Para eso se analizaron diferentes perspectivas o aspectos que podrían llegar a influir. También fue necesario establecer una relación entre esas variables. Mediante la utilización de la extensión Crystal Ball de Excel se realizó una simulación para entender cuál es el riesgo de que el proyecto no sea rentable.

Luego de la identificación y análisis de las variables de riesgo, se identificaron medidas que puedan mitigar el riesgo. Por último, se identificaron opciones reales, es decir, la posibilidad de introducir en algún futuro mejoras que resulten en un aumento de la productividad.

---

[2] (Asociación Española para la Calidad, s.f.) Riesgo en proyectos. Obtenido de: https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/riesgos-en-proyectos#:~:text=Los%20riesgos%20en%20proyectos%20son,los%20objetivos%20de%20un%20proyecto.

4.2 Fuentes de riesgos

Se busca analizar estudiar el impacto de las distintas variables sobre la variable objetivo del proyecto, que en este caso es el Valor Actual Neto.

Como primer paso, se procedió a identificar las variables de riesgo involucradas en el proyecto. Las variables identificadas fueron:

1) Tipo de cambio real e Inflación anual en Argentina
2) Inflación anual en EE.UU.
3) Aranceles a la exportación
4) Provisión de materia prima
5) Precio materia prima
6) Precio del aceite y la harina
7) Cortes de energía, gas y paros de trabajadores

4.3 Variables sistemáticas

Las variables sistemáticas son aquellas que existen por el simple hecho de entrar a un mercado. En este caso las variables de este tipo son:

- Inflación
- Tipo de cambio real
- Inflación anual de los Estados Unidos

4.3.1 Inflación y Tipo de cambio real

EL tipo de cambio real hace referencia al precio relativo de la divisa extranjera en términos de bienes domésticos no comercializados.[3] A este concepto se lo relaciona de manera directa con la inflación. En el caso de que se produzca una suba del tipo de cambio nominal proporcionalmente menor a la suba de la inflación o que haya un tipo de cambio artificialmente bajo, habría un "atraso cambiario" en el país.

El escenario de retraso de la moneda local frente al dólar y la suba de la inflación desfavorece al sector exportador. Esto lo que genera es que los ingresos crezcan en una menor proporción que el aumento de los costos.

Para evaluar el impacto de las variaciones de inflación y el tipo de cambio real se evaluaron diferentes escenarios macroeconómicos. Primero, se consideró un caso base, el cual respeta el tipo de cambio real estable presentado en la entrega financiera. El segundo escenario simboliza la existencia de una crisis. Por último, el tercer escenario representa un estado de atraso cambiario.

4.3.1.1 Escenario 1

El escenario 1 representa el caso base de las simulaciones de Montecarlo, donde la inflación baja gradualmente y el tipo de cambio real se mantiene aproximadamente constante. En la Ilustración 4.1, puede observarse como varían la inflación y el tipo de cambio real.

Para definir la distribución del tipo de cambio real, primero se consideró como caso base el valor del 2020, el cual se tomó como $ 84,24. Por otro lado, se acotaron los posibles valores del tipo de cambio en función de los valores históricos extremos. Como cota inferior, se tomó el valor histórico mínimo, el cual se encontraba apenas por encima de los $ 40 antes de 2001. Como cota

[3] Rodriguez, C. A y Sjaastad, L.A. (1979). El atraso cambiario en Argentina ¿Mito o realidad? Extraído de: https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/2.pdf

superior, se tomó el valor máximo alcanzado luego de la crisis del 2001, siendo este valor de aproximadamente $ 140.

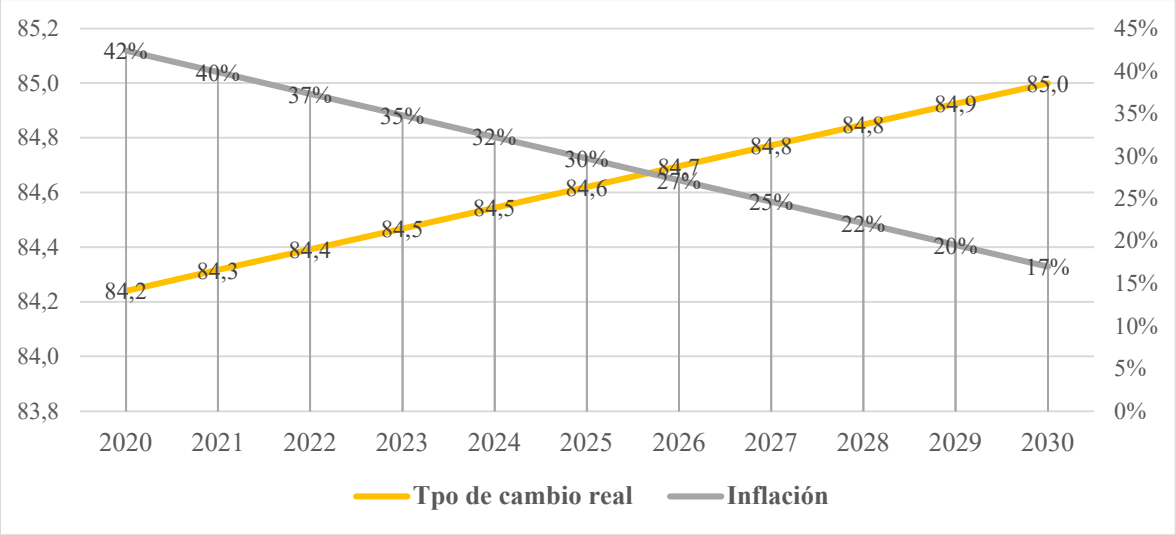


Ilustración 4.1: TCR e Inflación escenario base. Fuente: Elaboración propia.

El caso base de este proyecto, toma un tipo de cambio real que se asemeja al comportamiento que tuvo entre el 2002 y el 2012. En la Ilustración 4.2 puede observarse como fue el comportamiento durante los últimos años. Esta ilustración puede servir para entender la distribución asignada al tipo de cambio.

En base a lo definido anteriormente, y observando la evolución histórica del tipo de cambio real, se concluye que el tipo de cambio real no presentará variaciones extremas. En cambio, si varía lo hará de forma gradual. Para el análisis de los próximos 10 años se pensó que no ocurrirá un cambio drástico como el del 2001. Por estos motivos, se cree que el tipo de cambio evolucionará de manera lineal. El valor terminal tendrá un valor final de $ 85.

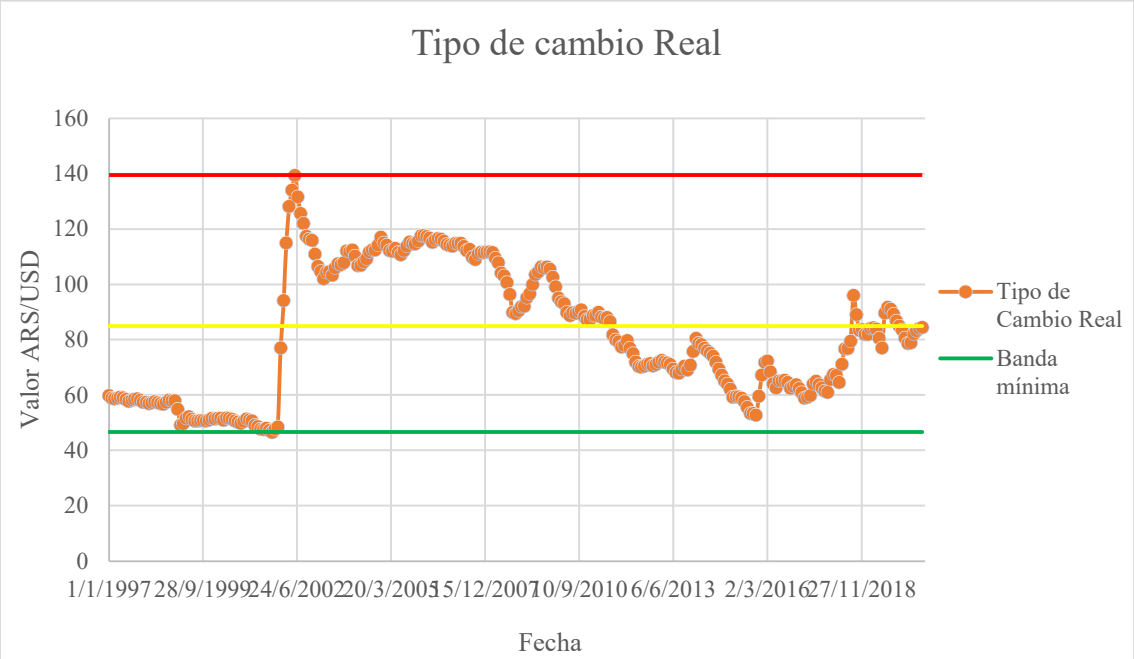


Ilustración 4.2: Evolución del tipo de cambio real - base 2020 = 85 $/U$D

Por otro lado, teniendo en cuenta que la proyección de la inflación del BCRA para los próximos años decrece, como caso base se tomó un escenario en el cual la inflación baja. Para la simplificación del modelo, se consideró que la inflación decrece de forma lineal a lo largo de los años, partiendo del valor de la inflación en el momento cero, siendo esta de 42,4% a Julio 2020, y finalizando en un valor terminal aleatorio, con una disminución porcentual año a año también aleatoria. Los parámetros de las distribuciones de valores terminales de la inflación y el TCR pueden observarse en la Tabla 4-1.

Valor	Mínimo	Máximo	Moda
Valor terminal Inflación	15%	22%	17%

Tabla 4-1: Parámetros de valores terminales. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2 Escenario 2

Para el escenario 2, se consideró la existencia de una crisis durante el FY21 que podría tener graves consecuencias en el tipo de cambio real y la inflación. En la Ilustración 4.3 puede observarse como fluctúan la inflación y el tipo de cambio real en presencia de crisis.

A la inflación se le asignó el valor del momento cero del proyecto, siendo este de 42,4%. De la misma manera, el valor inicial del TCR es de $ 84,2. De haber crisis, ambos valores sufren un salto en el año 2021. Se prevé un incremento de la inflación y del tipo de cambio real ante una devaluación, dada por las siguientes distribuciones aleatorias.

De la misma manera que en el caso anterior, ambos valores comienzan a decrecer linealmente de manera gradual hasta llegar a un valor terminal, aleatorio en el caso de la inflación, y previamente definido en el caso del TCR.

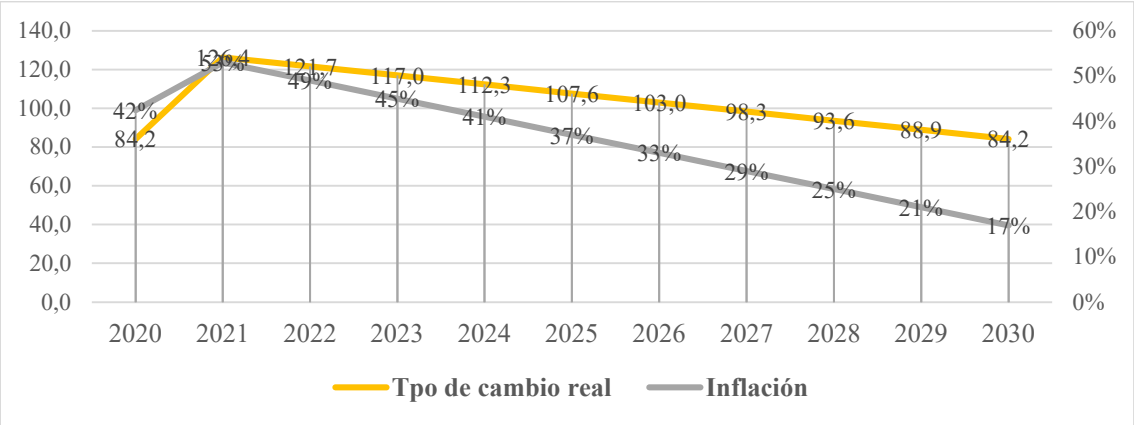


Ilustración 4.3: TCR e inflación en presencia de crisis. Fuente: Elaboración propia.

Valor	Mínimo	Máximo	Moda
Incremento Inflación	10%	40%	25%
Incremento TCR	25%	60%	50%
Valor terminal Inflación	15%	22%	17%
Valor terminal TCR	84,2 ARS/USD		

Tabla 4-2: Parámetros de escenario devaluatorio. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3 Escenario 3

Como se comentó anteriormente, el escenario 3 representa una situación de atraso cambiario. Este escenario se corresponde con una caída sostenida del tipo de cambio real en los años proyectados, hasta un valor terminal de 50 ARS/USD, tomando en cuenta la serie histórica del TCR. Además, se proyecta una inflación decreciente, a razón de -1,2% año a año. Esto se traduce en un valor

terminal definido del 30%. El comportamiento del tipo de cambio real y de la inflación para este caso pueden visualizarse en la Ilustración 4.4.

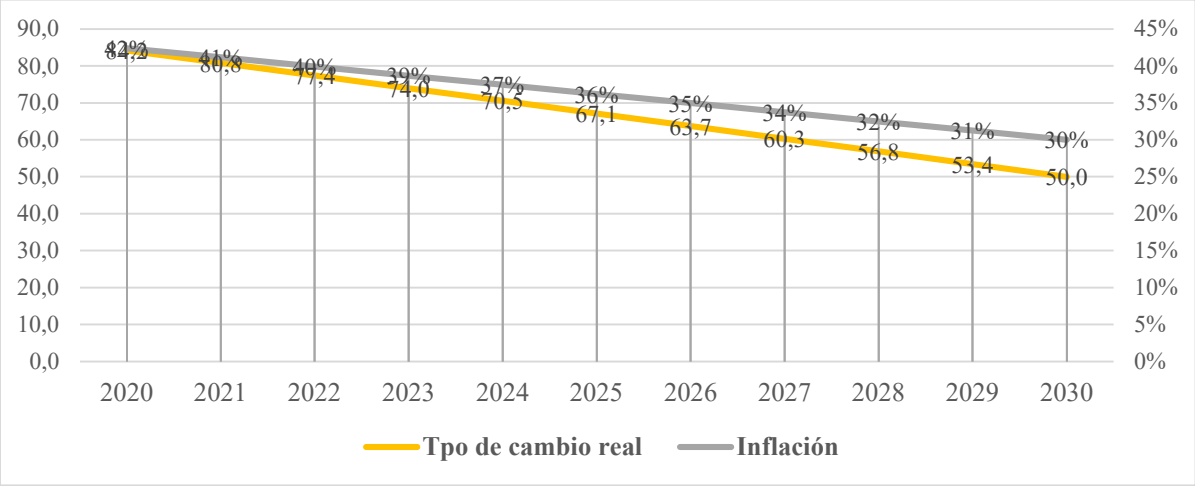


Ilustración 4.4: TCR e inflación en presencia de atraso cambiario. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.4 Conclusiones sobre el tipo de cambio nominal

Finalmente, se obtiene tres posibles evoluciones del tipo de cambio nominal para los periodos proyectados, tomando como valor esperado de cada escenario la moda de su distribución. En el caso de la inflación norteamericana, se considera para el cálculo del TCN, un valor promedio de los últimos diez años.

Como se detalló anteriormente, la proyección expuesta en la Ilustración 4.4Ilustración 4.5 corresponde con una de las infinitas evoluciones posibles del tipo de cambio nominal. Esto se encuentra dado por la aleatoriedad de las variables que se definen en cada escenario, determinante del tipo de cambio resultante para cada iteración.

A partir de los resultados del TCN, se extraen las siguientes deducciones:

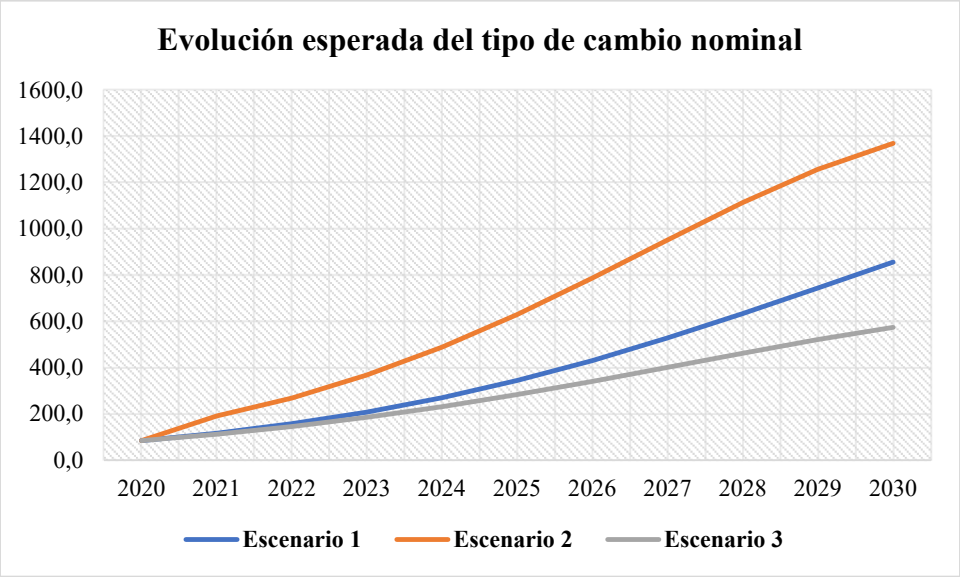


Ilustración 4.5: Proyección posible del TCN. Fuente: Elaboración propia.

Del escenario 1 se obtiene un TCN creciente en el tiempo, con una mayor pendiente durante los primeros cuatro años proyectados, consecuencia de un TCR relativamente estable y una inflación que tiende a un valor menor a la inicial. Este escenario se encuentra relacionado con el caso base que, en términos de resultados, presenta bajas probabilidades de VAN negativo.

Respecto al escenario 2, el TCN presenta un crecimiento mayor al de los otros escenarios, dado por una posible devaluación y un pico de inflación durante el 2021. En el sector exportador, esto se traduce en resultados extraordinarios en términos del VAN y probabilidades aún más bajas de VAN negativo.

Por último, el tercer escenario implica una caída sostenida del TCR en el tiempo y una inflación por encima del 30% para los próximos diez años, derivando en el crecimiento más bajo del TCN, entre los tres escenarios. En un proyecto como el presente, implica un tipo de cambio de liquidación que crece a un ritmo menor a la inflación, lo que deriva en mayores probabilidades de VAN negativo.

4.3.2 Inflación anual EE.UU.

La inflación anual en Estados Unidos es una variable que no fluctúa en demasía, excluyendo algunas crisis puntuales. A lo largo de los años su valor se mantiene en términos constantes. Incluso

llegó a ser negativa. Como puede verse en la Ilustración 4.5 esta variable fluctuó entre los valores de 0,12% hasta un 3,14%. A su vez, la media de los últimos 10 años fue de 1,76%. Con lo cual, a esta variable se le asignó una distribución triangular de la forma (0,12% ; 1,76% ; 3,14%). La distribución de esta variable se puede observar en la Ilustración 4.6. También se presentó un histograma a partir de datos obtenidos del Statista, el cual puede ver en la Ilustración 4.7.

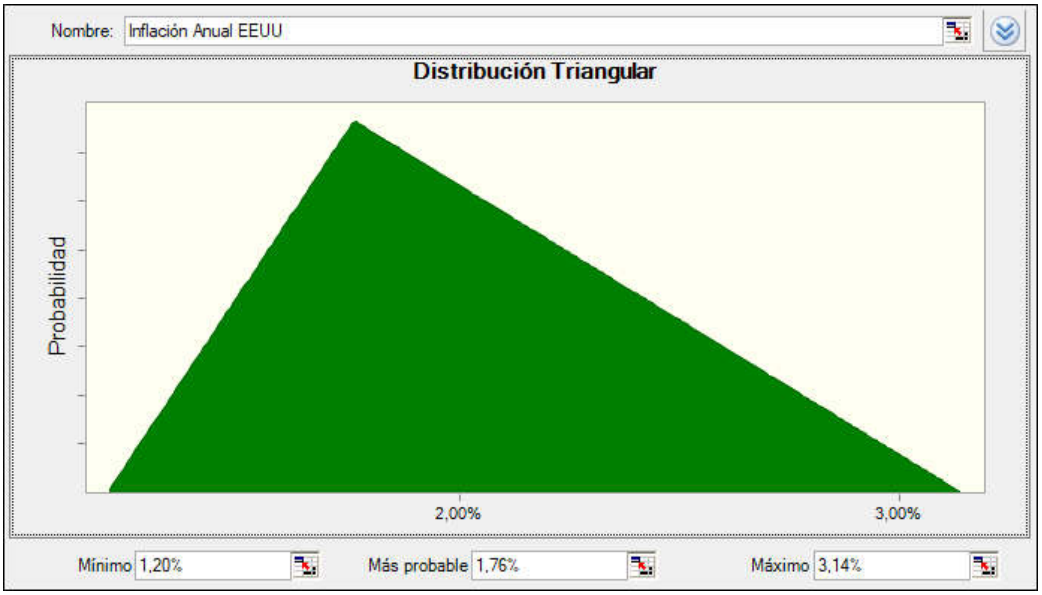


Ilustración 4.6: Distribución utilizada para la inflación anual de EE.UU.

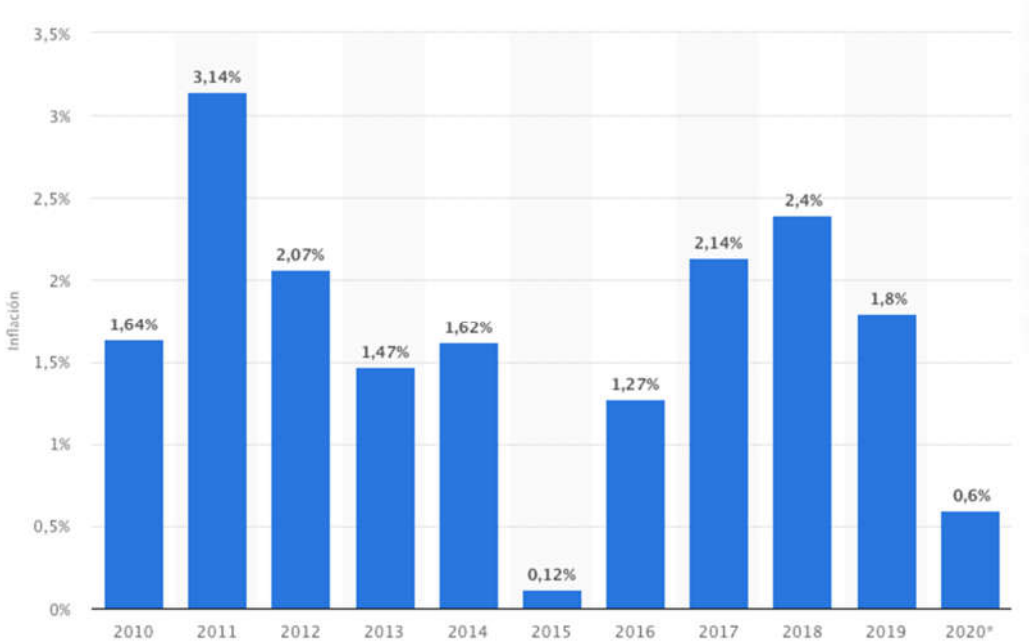


Ilustración 4.7: Inflación EEUU 2010-2020. Fuente: Statista, 2020.

4.4 Variables no sistemáticas

4.4.1 Aranceles a la exportación

Para el caso de los aranceles, también se consideró que sigue una distribución triangular. Actualmente el valor ronda el 5%[4]. Se tomaron los valores de 5%, 9% y 12% como mínima, moda y máximo. Se puede observar la distribución en la Ilustración 4.8.

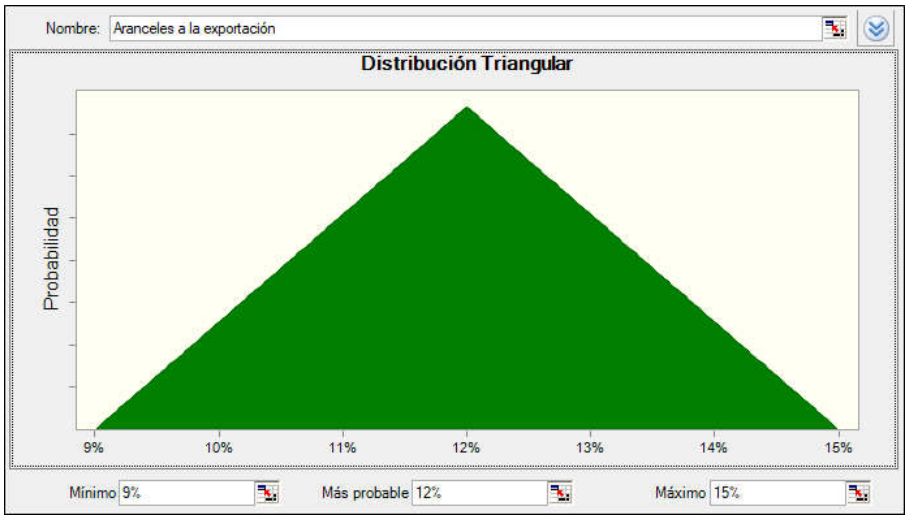


Ilustración 4.8: Distribución de probabilidad de los aranceles a la exportación

4.4.2 Provisión de materia prima

El aprovisionamiento de materia prima es una de las variables más influyentes en este proyecto. En gran medida, la viabilidad del estudio depende de manera significativa de la disponibilidad de materia prima, ya que es un recurso que no se encuentra en abundancia.

[4] El agrario, 2019. ¿Cómo quedan las retenciones para el campo? Extraído de : https://www.elagrario.com/actualidad-como-quedan-las-retenciones-para-el-campo-4189.html

Para esta sección, es importante aclarar que hay períodos en los que abunda la pesca y la disponibilidad de materia prima está asegurada, mientras que hay otros períodos donde se pesca en menor cantidad. Consecuentemente, podría afirmarse que la pesca tiene un comportamiento cíclico, reflejando períodos de alta disponibilidad de materia prima y otros de disponibilidad intermedia.

Dado que los análisis son anuales, se buscó una aproximación del nivel de ocupación de las máquinas durante el año, reflejando así la disponibilidad o falta de materia prima. Aproximadamente los meses que rondan noviembre y abril son considerados de temporada alta de pesca. En esas épocas se tendrá la planta en funcionamiento al 100% de la capacidad instalada. En cambio, en los meses de baja disponibilidad de materia prima, podría llegar a trabajarse a un 60% de la capacidad instalada. Para reflejar esta variabilidad se modelizó mediante una distribución normal de media 85% y desvío 5%. Se puede observar la distribución en la Ilustración 4.9.

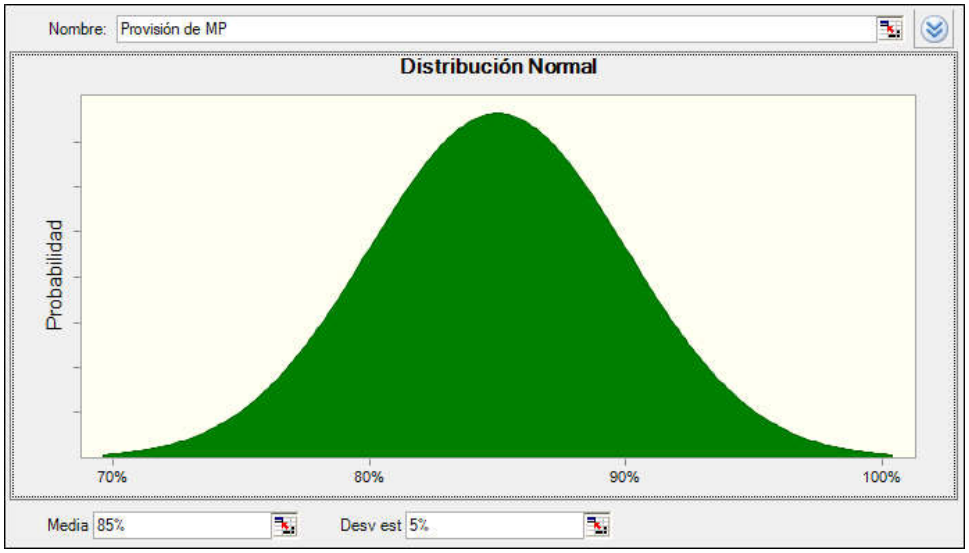


Ilustración 4.9: Distribución de la provisión de materia prima como porcentaje de la capacidad instalada

Por otro lado, también se asignó una probabilidad de un 5% de que haya veda de pesca. En otras ocasiones ha ocurrido que se sobrepasen los niveles de pesca, sin dar tiempo a los peces de que completen el ciclo de reproducción. En caso de que haya veda de merluza, se afectará la provisión de materia prima. Se consideró que el nivel de aprovisionamiento bajaría en un 50%, ya que también existe la posibilidad de procesar materia prima de otras especies.

4.4.3 Precio MP

En los casos de temporada baja de pesca o escasez de materia prima, puede llegar a ocurrir que además de pagar por la logística de los cajones haya que pagar por la materia prima. Ese precio tiene un tope del 5% sobre el valor del producto terminado. Con lo cual, se le asignó una distribución uniforme entre 0% y el 5% del precio máximo teórico de la harina. Este tope está pensado en base a diferentes supuestos. La distribución del precio de materia prima se puede ver en la Ilustración 4.10.

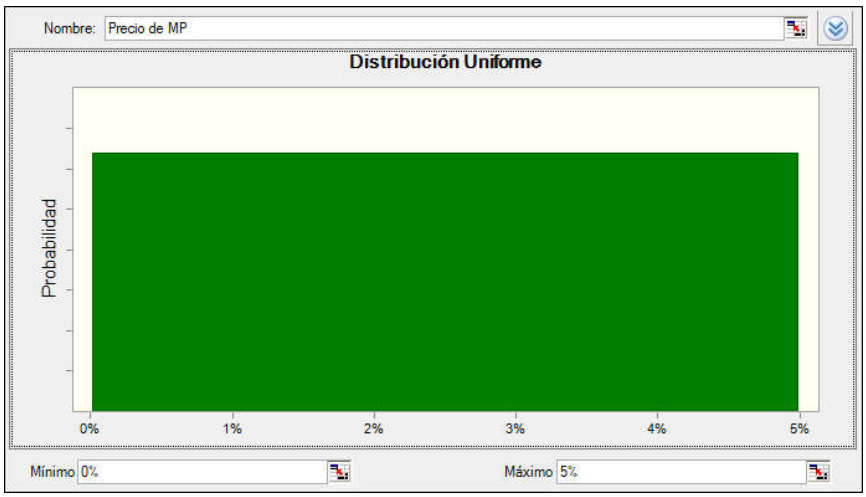


Ilustración 4.10: Distribución para el precio de la materia prima como porcentaje del precio máximo teórico

Por un lado, la proporción harina sobre residuos de pescado es aproximadamente 5, con lo cual, el residuo nunca podría valer más del 20% del precio de la harina. En caso de que valga más, sería más costosa la materia prima que el producto terminado, sin tener en cuenta los costos de producción. Por este motivo, si se tienen en cuenta los costos de producción, se llega a el valor de que la materia prima no podría valer más del 5%. No hay que dejar de lado el hecho de que los residuos de pescado son basura, y que el hecho de reprocesarlos es una manera de contribuir al medio ambiente.

4.4.4 Precio del aceite y la harina

En este caso, la Argentina es tomadora de precios. Con lo cual, las decisiones tomadas internamente en el país no afectan al precio de la harina y del aceite. Los precios se ven

determinados por los principales países productores, que son Perú y Chile. El precio de estos productos está regulado por la oferta de estos países frente a la demanda mundial. A su vez, la oferta se encuentra limitada principalmente por las capturas de anchoveta, las cuales pueden variar en función del fenómeno "El Niño".

Previamente, en la sección de mercado se calcularon las proyecciones de precios de la harina y el aceite. Para el caso del aceite, se procedió con la proyección mediante el uso de Mean Reversion. Para esta etapa de riesgo, se utilizará parte del análisis realizado, teniendo en cuenta el error de la proyección. Para estimar el riesgo de la proyección realizada, se consideró que el valor proyectado tiene una esperanza, con sus respectivos desvíos, tanto positivos como negativos. Para cada corrida de la simulación se elige de manera aleatoria cual es el nivel de ese desvío mediante una distribución uniforme entre 0 y 1. El intervalo de simulación del precio del aceite se puede en la Ilustración 4.11.

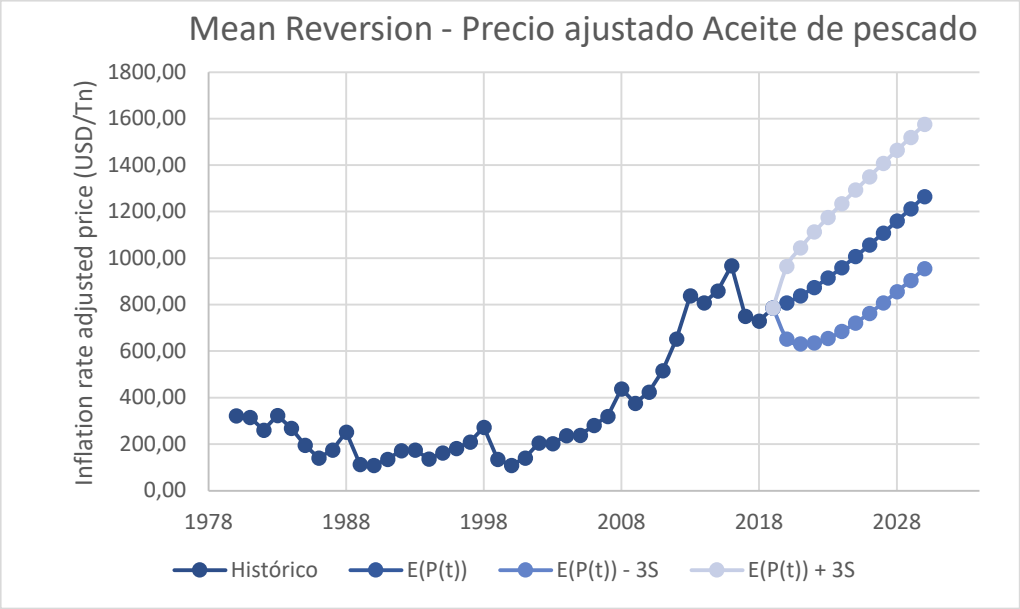


Ilustración 4.11:Intervalo de simulación del precio del aceite de pescado

Para estimar el riesgo del precio de la harina, también se utilizó la regresión estimada para la entrega de mercado. Se había llegado a conclusión de que la variabilidad del precio de la harina podía explicarse con el precio de la harina, el nivel de acuicultura y la producción de fishmeal a nivel mundial. El valor esperado, está representado por el valor medio de esa predicción. A partir de los datos de Minitab se obtuvieron el tanto el intervalo de confianza como el de predicción, el

cual se utilizó como cota inferior y superior con el 95% de confianza para los posibles valores del precio. El precio se define entonces como la cota inferior más un porcentaje (X) del intervalo de predicción. Los valores que puede llegar a tomar X se definieron con una distribución normal de media 50% y desvío 15%.

$$Precio\ fishmeal_{año\ i;experimento\ j} = Precio\ inferior_i + X_j \times Ancho\ del\ intervalo_i$$

Ecuación 22: Precio fishmeal

En la Ilustración 4.12 se puede ver el intervalo de variación de precios de fishmeal FOB Mar del Plata.

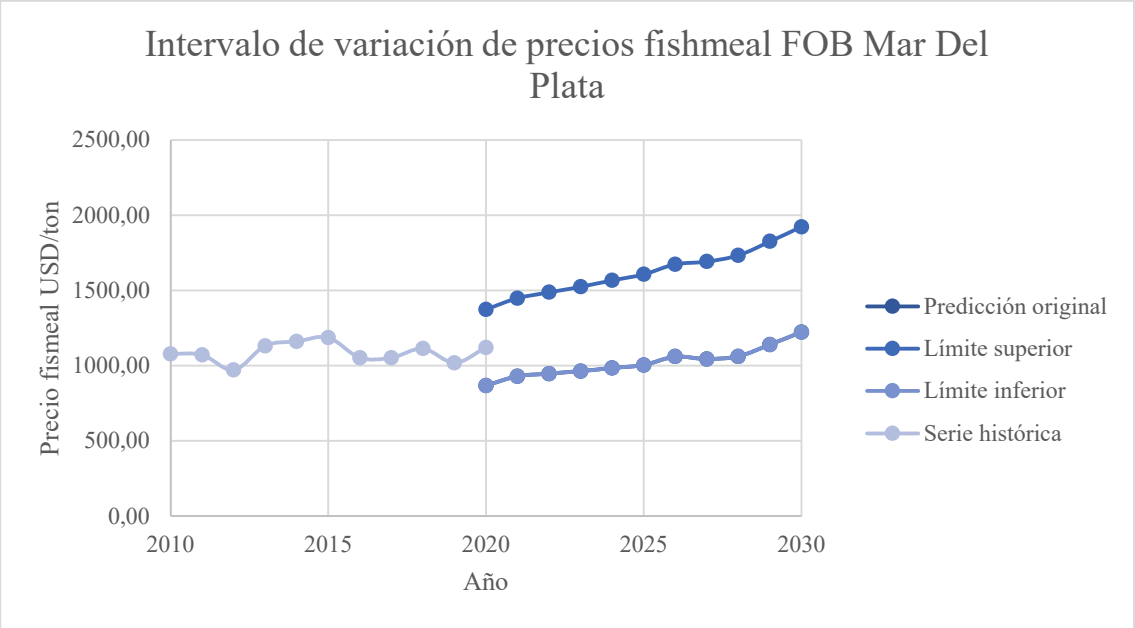


Ilustración 4.12: Intervalos de variación del precio de la harina de pescado

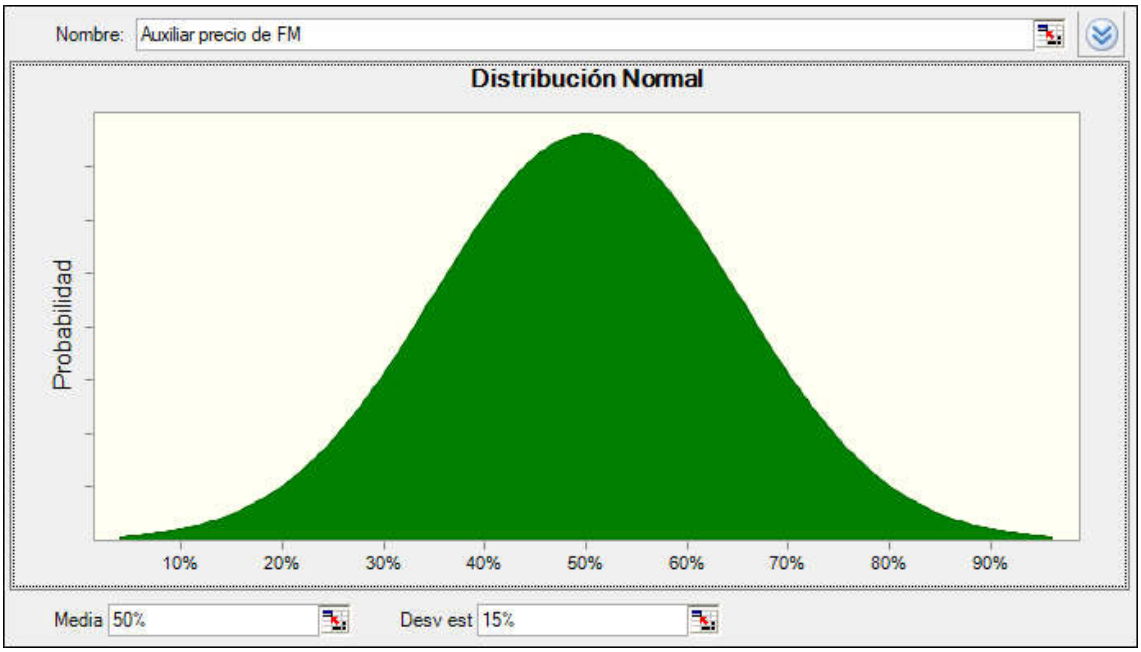


Ilustración 4.13: Distribución de la variable aleatoria para simulación de precios de la harina de pescado

4.4.5 Cortes de energía, gas y paro de trabajadores

Si bien estas tres variables no afectan de manera significativa en el VAN del proyecto, no se dejó de darle importancia ya que ocurren en la realidad. Por un lado, a los días de corte de Gas y Energía se les asignó una distribución Geométrica con parámetros 0,4 y 0,5 respectivamente. Ambos pueden observarse en la Tabla 4-3.

Distribución	Variable	Parámetro 1	Parámetro 2
Geométrica discreta	Días de corte de energía	0,4	-
Geométrica discreta	Días de corte de gas	0,5	-
Uniforme Discreta	Días de paro	0	10

*Tabla 4-3: Parámetros de distribución de días de corte de energía, gas y días de paro. Fuente: elab*oración propia

A partir del último informe de Sostenibilidad ambiental energética del Municipio de Mar del Plata para monitoreo ciudadano, se obtuvieron las probabilidades de corte de energía y gas por ubicación geográfica, en base a una muestra suficientemente grande.

Por un lado, el 40,3% de los encuestados dijo que nunca o casi nunca se le corta la energía eléctrica a lo largo de un año, mientras que el 30,5% afirmó tener al menos un corte en el año. De esta forma, se ajusta la distribución de probabilidades mediante una Distribución geométrica, de parámetro estimado en 0,4. La distribución puede observase en la Ilustración 4.14.

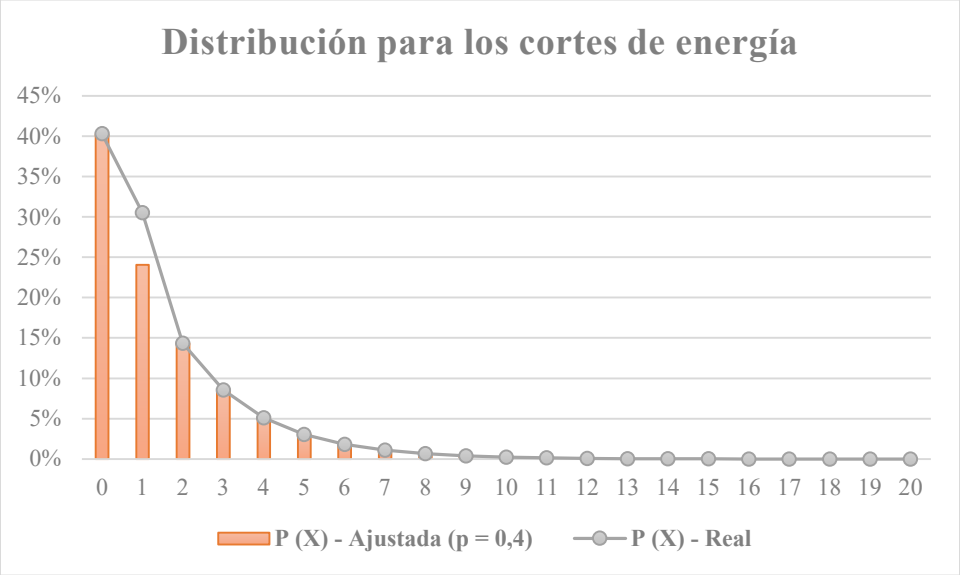


Ilustración 4.14: Distribución para los cortes de energía eléctrica en Mar del Plata. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el 76,1% de los encuestados dijo que nunca o casi nunca se le corta el suministro de gas a lo largo de un año, mientras que el 18,8% afirmó tener al menos un corte en el año. De esta forma, se ajusta la distribución de probabilidades mediante una Distribución geométrica, de parámetro estimado en 0,5. La distribución puede observarse en la Ilustración 4.15.

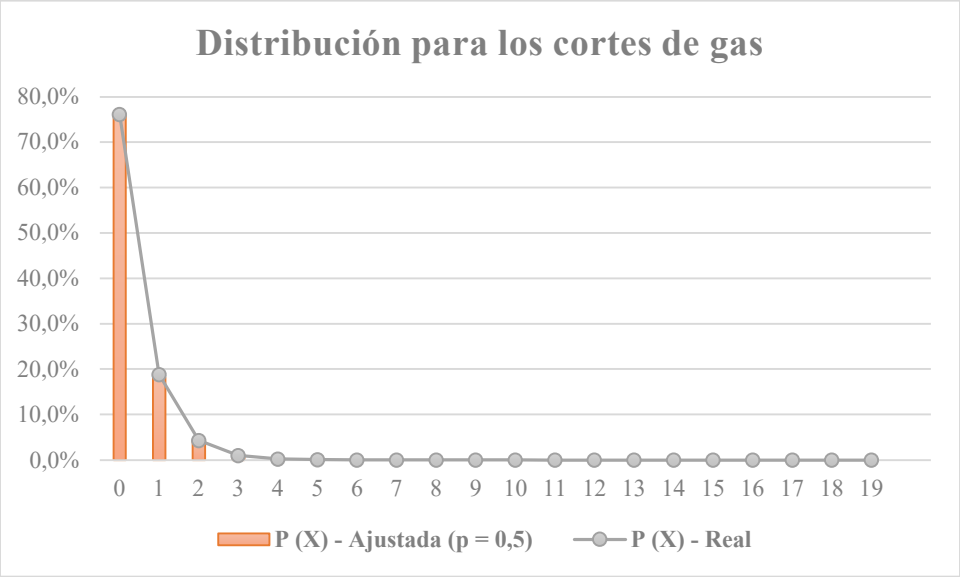


Ilustración 4.15: Distribución para los cortes de gas en Mar del Plata. Fuente: Elaboración propia.

4.5 Correlación de variables

Habiendo definido las variables de riesgo más significativas, se establecieron las correlaciones (positivas o negativas) existentes entre cada variable. De esta forma, mediante las series históricas de variables correlacionadas, se obtuvieron las correlaciones de la Tabla 4-4.

Variables	Escenario	Coeficiente de correlación
Precio fishmeal – Precio fish oil	-	0,8
Inflación - Tipo de cambio	1	0,98
	2	0,65
	3	-

Tabla 4-4: Correlación entre variables. Fuente: Elaboración propia.

4.5.1 Precio fish meal – Precio fish oil

Si bien la correlación de la serie histórica que representa a ambas variables presenta una correlación mayor, se prevé una menor dependencia entre precios, dado su valor estratégico en el

mercado. En este sentido, ambas variables se encontrarán correlacionadas ante las mismas condiciones de mercado, pero responderán con menor dependencia que sus valores históricos.

4.5.2 Inflación – Tipo de cambio

Además, también se encontró una correlación entre el tipo de cambio y la inflación. Sin embargo, esta correlación varía de acuerdo con el escenario macroeconómico existente. Por este motivo, anteriormente se plantearon los 3 escenarios. En el caso base, el coeficiente de correlación resulta ser de 0,98.

4.6 Tornado chart

Con el objetivo de estudiar la criticidad de las variables descriptas anteriormente y comprender su impacto en el Valor Actual Neto del Proyecto, se procedió a realizar el Tornado Chart. El gráfico a continuación muestra en forma de barras, y ordenado en orden descendente el impacto de cada variable sobre la variación del VAN. Las barras de color naranja muestran el impacto negativo y las azules, el impacto positivo.

Se pueden identificar como las variables más críticas para el proyecto al Precio del Fish Meal, el precio de la materia prima y la provisión de la materia prima.

La variable con mayor impacto en el VAN del proyecto es el precio del Fish Meal. Se puede notar que un aumento del 69% en este precio haría que los resultados del proyecto ronden los 1.700.000USD. Por otro lado, en el escenario en que este precio disminuya un 31%, los resultados del proyecto serían menores a cero.

La segunda variable con mayor impacto en el proyecto es el precio de la materia prima. Si el costo de la materia prima disminuye un 1% aproximadamente, los resultados del proyecto rondarían los 1.500.000USD. Por el contrario, si este precio aumenta un 5%, el resultado del proyecto sería negativo.

La tercera variable que más impacta en el proyecto es el aprovisionamiento de Materia Prima, es decir, de los residuos de merluza. Un aumento de aproximadamente el 91% en las toneladas obtenidas, lograría un VAN del proyecto de aproximadamente 1.350.000USD. Por el contrario,

una disminución del 79% en esta variable, llevaría a que a resultados del proyecto prácticamente nulos. Los resultados completos del Tornado Chart se pueden observar en el Gráfico 4-1.

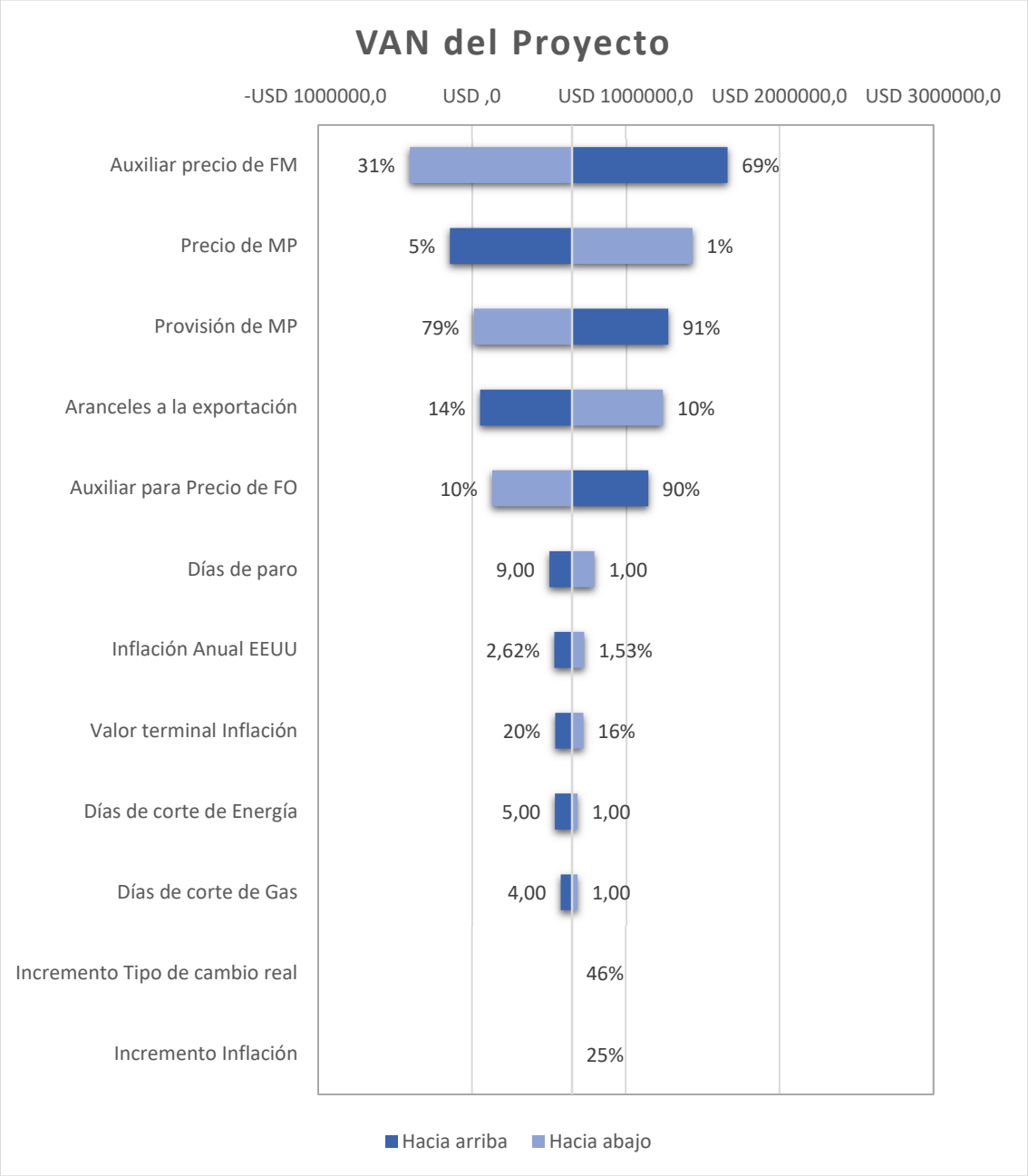


Gráfico 4-1:Resultados del Tornado Chart

		VAN del Proyecto									
Variable de entrada	Elasticidad[1]	10,00%	18,89%	27,78%	36,67%	45,56%	54,44%	63,33%	72,22%	81,11%	90,00%
Auxiliar precio de FM	6,36	-USD 402.906	-USD 73.728	USD 139.139	USD 350.001	USD 554.171	USD 746.500	USD 939.443	USD 1.142.985	USD 1.372.447	USD 1.662.661
Precio de MP	-4,91	USD 1.433.095	USD 1.271.448	USD 1.101.603	USD 925.189	USD 743.417	USD 557.206	USD 364.376	USD 175.540	USD 24.783	-USD 142.814
Provisión de MP	20,85	USD 14.447	USD 191.660	USD 347.763	USD 477.691	USD 594.338	USD 707.044	USD 821.570	USD 944.584	USD 1.087.263	USD 1.278.247
Aranceles a la exportación	-10,45	USD 1.241.513	USD 1.069.612	USD 930.733	USD 810.108	USD 701.606	USD 599.722	USD 488.434	USD 357.939	USD 201.631	USD 53.519
Auxiliar para Precio de FO	0,95	USD 133.602	USD 291.385	USD 414.177	USD 514.620	USD 606.365	USD 695.092	USD 785.347	USD 882.416	USD 995.195	USD 1.146.565
Días de paro	-0,30	USD 795.721	USD 759.677	USD 723.509	USD 687.222	USD 650.818	USD 650.818	USD 614.301	USD 577.673	USD 540.937	USD 504.095
Inflación Anual EEUU	-0,56	USD 730.112	USD 708.678	USD 691.865	USD 676.360	USD 659.689	USD 641.526	USD 621.408	USD 598.571	USD 571.555	USD 536.779
Valor terminal Inflación	-1,36	USD 725.612	USD 706.108	USD 690.809	USD 675.640	USD 659.411	USD 641.849	USD 622.538	USD 600.787	USD 575.283	USD 542.791
Días de corte de Energía	-0,18	USD 687.222	USD 687.222	USD 687.222	USD 687.222	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 614.301	USD 577.673	USD 540.937
Días de corte de Gas	-0,15	USD 687.222	USD 687.222	USD 687.222	USD 687.222	USD 687.222	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 614.301	USD 577.673
Incremento Tipo de cambio real	0,00	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818
Incremento Inflación	0,00	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818	USD 650.818

Tabla 4-5: Resultados del Tornado Chart

El Gráfico 4-2 permite obtener un mayor entendimiento visual del impacto de las variables en el proyecto.

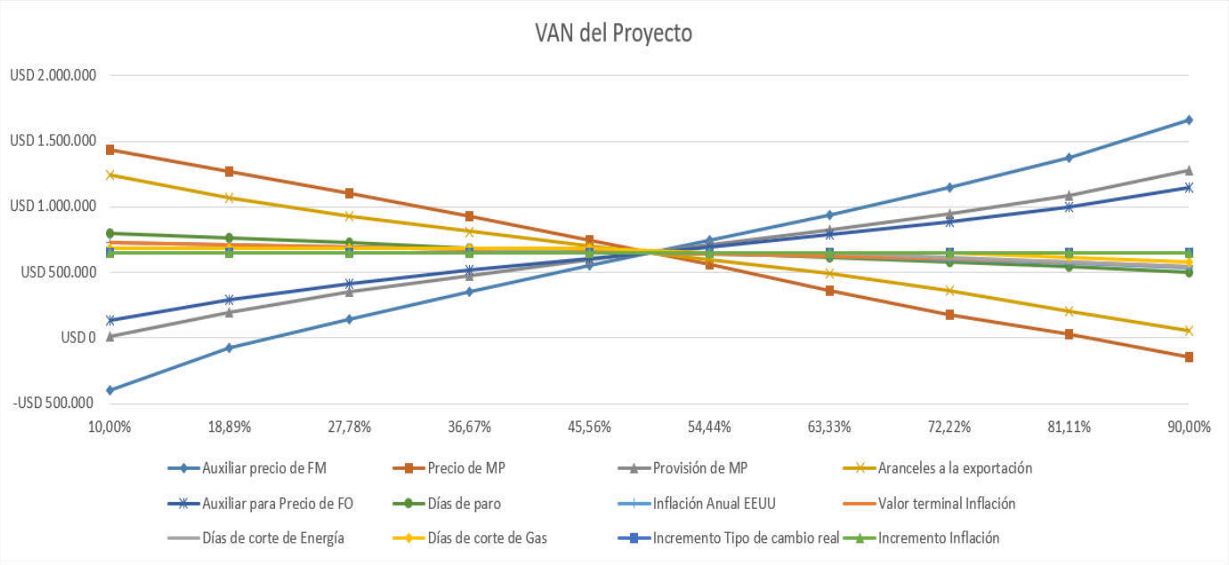


Gráfico 4-2: Impacto de las variables de riesgo en la variación del VAN del proyecto

Las variables más relevantes para analizar el riesgo asociado al proyecto son aquellas que provocan una mayor amplitud de variación del VAN. Por ello, serán las variables que se estudiarán anteriormente.

4.7 Simulación

4.7.1 Simulación de Montecarlo

Mediante la simulación de Montecarlo se busca analizar la aleatoriedad de las variables de riesgo y, consecuentemente, la función de probabilidad del VAN. De esta forma, se podrá conocer la probabilidad que tendrá el proyecto de no ser viable (VAN < 0).

A partir de las distribuciones de las variables de riesgo mencionadas anteriormente, se realiza la simulación, con el objetivo de tomar decisiones para mitigar el riesgo asociado al proyecto y, así, obtener más probabilidades de mejores resultados.

Cálculo de la cantidad de experimentos (N)

Para obtener resultados significativos de una serie de experimentos es necesario determinar de antemano la cantidad de réplicas de la simulación que deberán ser llevadas a cabo. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$N \geq \left(\frac{S_0 \times Z_{(1-\frac{\alpha}{2})}}{\varepsilon} \right)^2$$

Se partió de un valor de n de 10.000 muestras para estimar el desvío estándar muestral de la distribución, resultando un S_0 igual a 1.426.800 USD. Se decidió utilizar un nivel de significación α del 95% y un valor de *half width* (precisión objetivo ε) de 20.000 USD. Para los valores escogidos se obtuvo un valor necesario N de 19.551 corridas. Se decidió entonces realizar experimentos con 20.000 iteraciones. Los resultados pueden obvervarse en la Tabla 4-6.

Con este valor de N calculado se procedió a realizar una simulación para poder realizar el cálculo inverso y verificar el intervalo de confianza resultante. Se realizaron 20.000 iteraciones y se obtuvo un nivel de confianza del 96,31% con un *half width* (ε) de 20.00. Al ser el nivel de confianza mayor al 95% planteado originalmente, se demuestra que la cantidad N planteada es adecuada para el nivel de precisión requerido. Los resultados pueden observarse en la Tabla 4-7.

Determinación de cantidad de muestras	
S_0	1.426.800 USD
HW	20.000 USD
Z	1,95
I.C.	95%
N	19.551

Tabla 4-6: Determinación de la cantidad de muestras

Verificación de cantidad de muestras	
S_0	1.437.932USD
HW	20.000 USD
Z	1,97
I.C	96,34%
N	20.000

Tabla 4-7: Verificación de la cantidad de muestras

4.7.2 Análisis de sensibilidad

4.7.2.1 Análisis de los resultados de la simulación

En base a las variables de riesgo identificadas, se decidió correr una simulación con un caso base. En este caso, se hizo variar las variables de riesgo con sus respectivas distribuciones. Como bien se sabe, existe la posibilidad de que se de diferentes escenarios macroeconómico. A continuación, se mostrarán los resultados de los escenarios explicados previamente en la sección de identificación de variables.

Los casos en los cuales hay apreciación o devaluación de la moneda, no se ven reflejados en el caso base. Dado que solo se puede poner uno u otro, se optó por analizarlos por separado y ver cómo influyen en el proyecto.

4.7.2.2 Escenario 1

Como mencionado anteriormente, se considera que en el caso base no hay crisis. Sin embargo, sí se incluye la posibilidad de existencia de veda de pesca. En la Ilustración 4.16 puede visualizarse la distribución del VAN del proyecto sin ninguna estrategia de mitigación de riesgos.

En la sección financiera, se había obtenido un VAN de aproximadamente U$D 4.000.000,00. Sin embargo, gracias a el análisis de riesgos, se puede visualizar como la media de este valor es de U$D 2.509.625,00. Esto demuestra la importancia que tiene realizar la modelización de las variables de riesgo en este proyecto.

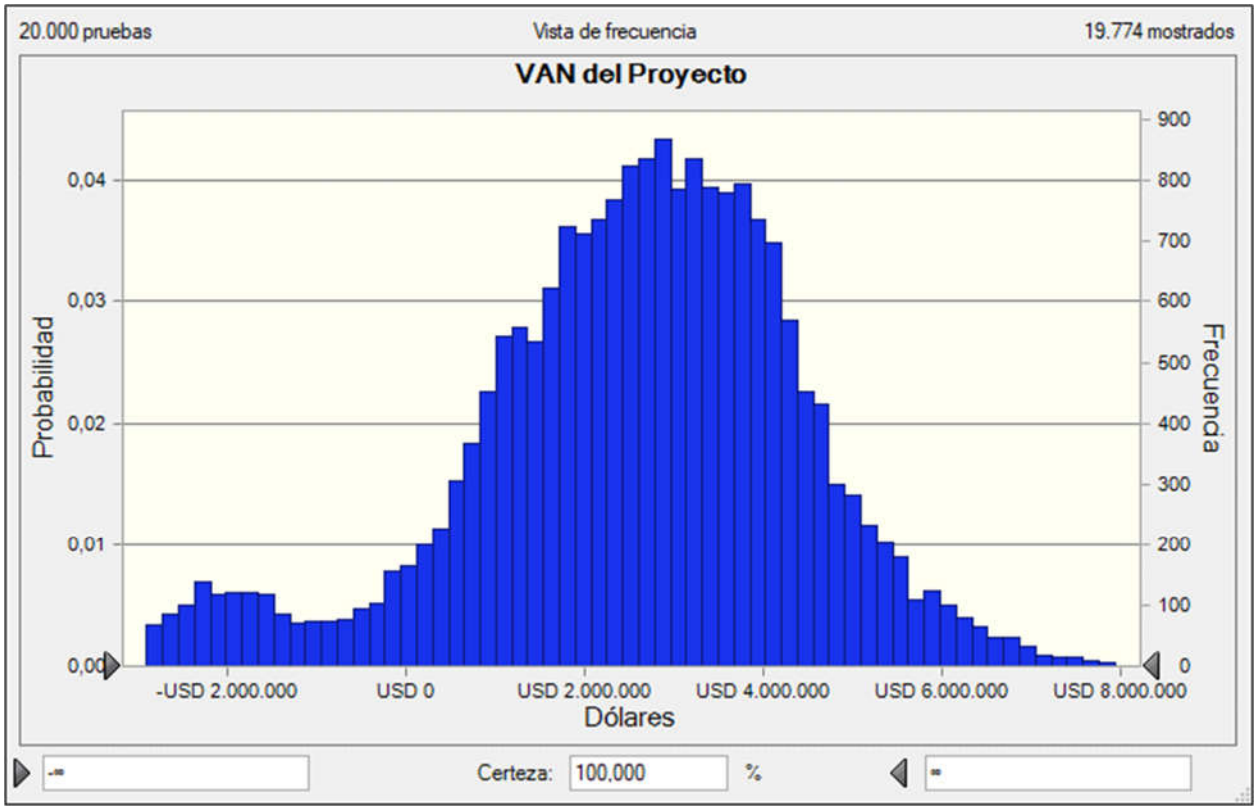


Ilustración 4.16: VAN del proyecto en el caso base

Pruebas	20.000
Caso base	USD 1.046.502
Media	USD 2.509.615
Mediana	USD 2.698.183
Modo	---
Desviación estándar	USD 1.933.515
Varianza	USD 3.738.480.320.926
Sesgo	-0,6181
Curtosis	3,8
Coeficiente de variación	0,7704
Mínimo	-USD 4.964.819
Máximo	USD 9.247.817
Error estándar medio	USD 13.672

Tabla 4-8: Resultados de la simulación del VAN del proyecto para el caso base

En la Tabla 4-8 pueden observarse los datos obtenidos. Luego de observar y analizar todos los resultados, se concluyó que no se puede continuar con proyecto sin una estrategia de mitigación de riesgos.

4.7.2.3 Escenario 2

Para recordar, el escenario 2 refleja situación de crisis en el país. Se trata de un escenario devaluatorio. Como es de esperarse, este caso es el que más favorece al proyecto, al igual que cualquier proyecto que exporte.

Para este caso, existe una probabilidad menor al 10% de que el VAN de negativo, y el en peor de los casos, se obtendría un valor de -USD 2.968.779. Por otro lado, el mayor valor que se podría llegar a obtener sería de USD 11.708.906. Estos valores pueden observarse en la Tabla 4-9: Resultados de la simulación del VAN del proyecto para el caso devaluatorio. Además, en la

Ilustración 4.17 puede visualizarse la distribución de probabilidad del VAN del proyecto para este caso.

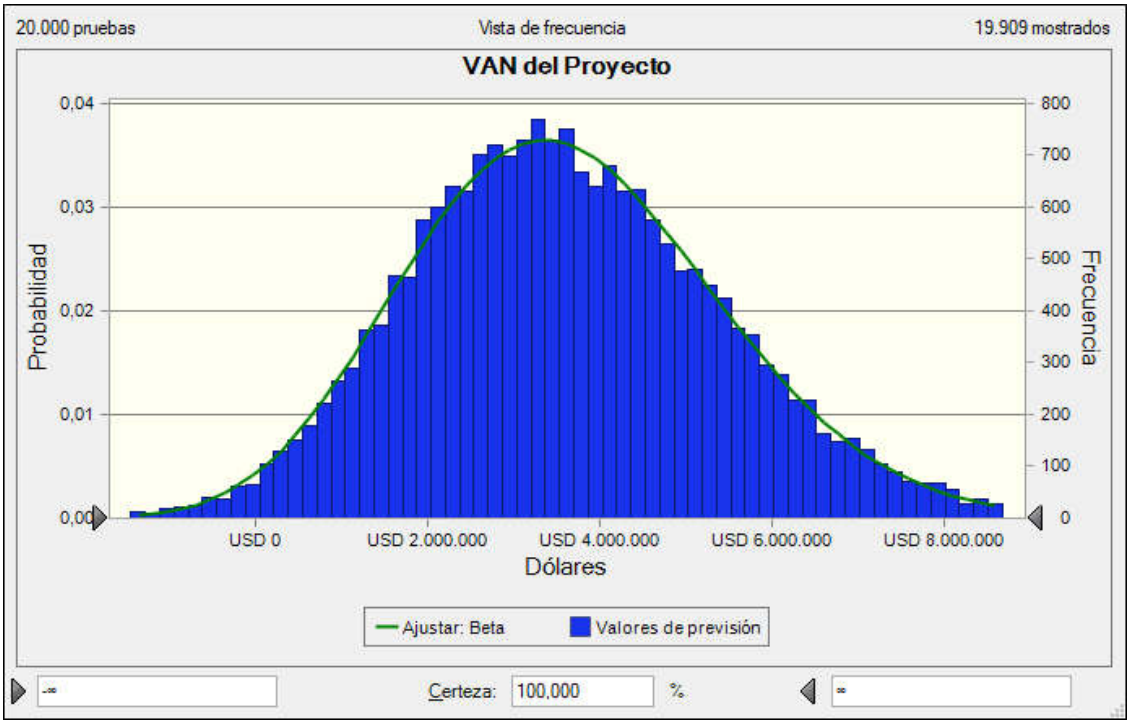


Ilustración 4.17: Distribución del VAN del proyecto para el caso devaluatorio

Como se habló anteriormente, era de esperarse que este sea el caso que más favorezca al proyecto. En este caso, a mayor devaluación, se tendrán más ingresos en pesos. Por otro lado, los costos seguirán siendo los mismos. En el caso de que haya inflación, la velocidad de cambio no alcanzará a la devaluación. En la Tabla 4-9 se pueden observar los resutados de la simuación del VAN del proyecto para el caso devaluatorio.

Pruebas	20.000
Caso base	USD 5.801.717
Media	USD 3.609.022
Mediana	USD 3.504.149
Modo	USD 2.361.180
Desviación estándar	USD 1.807.244
Varianza	USD 3.266.132.190.756
Sesgo	0,2687
Curtosis	3,01
Coeficiente de variación	0,5008
Mínimo	-USD 2.968.779
Máximo	USD 11.708.906
Error estándar medio	USD 12.779
Percentil	Previsión
0%	-USD 2.968.779
10%	USD 1.367.463
30%	USD 2.589.616
50%	USD 3.503.981
70%	USD 4.501.791
90%	USD 5.995.783
100%	USD 11.708.906

Tabla 4-9: Resultados de la simulación del VAN del proyecto para el caso devaluatorio

4.7.2.4 Escenario 3

Como dicho anteriormente, el escenario 3 representa una situación de atraso cambiario. Este es el caso que más desalienta a los exportadores. Este es el caso en el cual el TCR sube en menor proporción que la inflación. Consecuentemente, se "encarecen" los costos.

En la Ilustración 4.18 puede observarse la distribución de probabilidades del VAN del proyecto en caso de que se produzca atraso cambiario. Como puede verse, se obtuvo una media negativa, de -U$D 2.814.389. Casi toda la campana de distribución se encuentra en una zona en la cual el VAN tiene un resultado negativo. En la Tabla 4-10 pueden verse los resultados obtenidos junto con los percentiles.

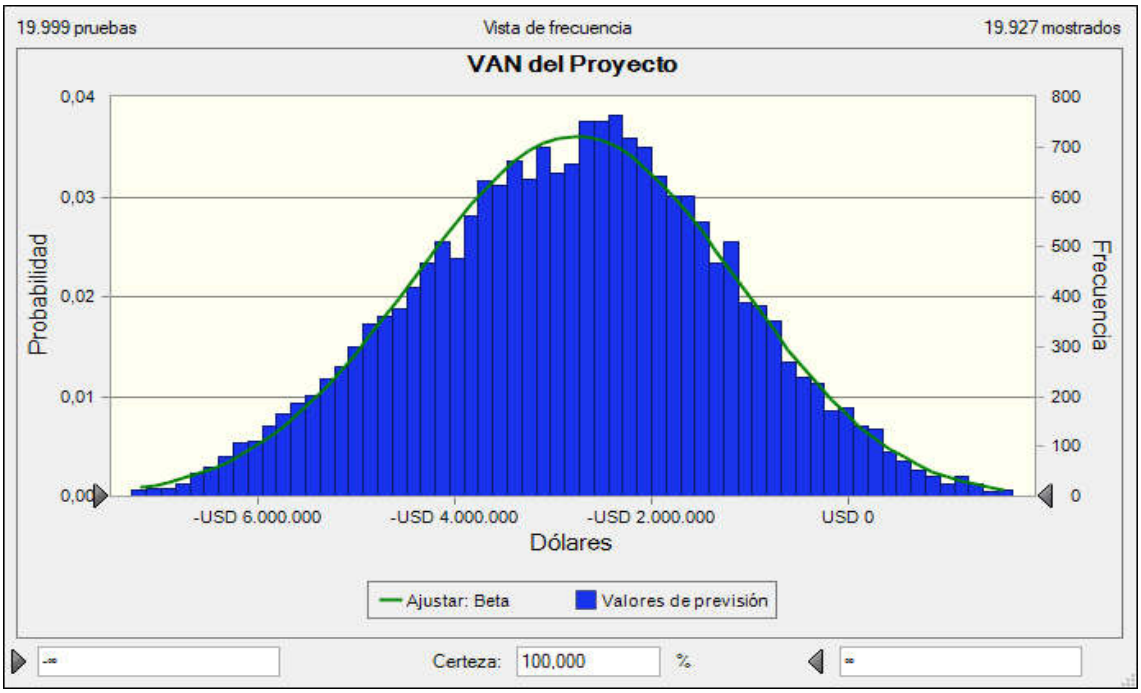


Ilustración 4.18: Distribución de probabilidad del VAN en caso de atraso cambiario

Pruebas	19.999
Caso base	USD 5.801.717
Media	-USD 2.814.389
Mediana	-USD 2.754.599
Modo	-USD 6.476.910

Desviación estándar	USD 1.595.620
Varianza	USD 2.546.004.401.921
Sesgo	-0,0485
Curtosis	2,89
Coeficiente de variación	-0,567
Mínimo	-USD 9.694.451
Máximo	USD 4.631.953
Error estándar medio	USD 11.283
Percentil	Previsión
0%	-USD 9.694.451
10%	-USD 4.931.370
20%	-USD 4.188.541
30%	-USD 3.650.048
40%	-USD 3.195.409
50%	-USD 2.754.920
60%	-USD 2.362.727
70%	-USD 1.948.355
80%	-USD 1.466.281
90%	-USD 782.677
100%	USD 4.631.953

Tabla 4-10: Resultados de la simulación del VAN en caso de atraso cambiario

4.8 Administración de riesgos

Considerando el impacto de las variables en los resultados del proyecto, se procede a estudiar las alternativas para mitigar los riesgos detectados con el objetivo de reducir la variabilidad del VAN del proyecto. Luego de definir estas estrategias se analizará, por un lado, su implementación

individual, y por otro lado, su implementación en conjunto, para observar su impacto en los indicadores de rentabilidad del proyecto y así definir la mejor estrategia.

4.8.1 Cobertura de Riesgos

- Arreglo de aprovisionamiento

Con el objetivo de mitigar el riesgo de no conseguir residuos de merluza para producir, se realizará algún tipo de arreglo con las empresas fileteadoras. Dada la informalidad de la industria y la alta competencia existente entre las industrias harineras, se cree que las empresas fileteadoras no estarían dispuestas a cerrar un contrato del tipo "*delivery o pay*".

Mediante este tipo de contrato la fileteadora se comprometería a entregar los residuos de su planta, y la harinera se comprometería a retirarlos. En caso de que la fileteadora no cumpla con su entrega, debería realizar un pago que se corresponde con los costos del servicio logístico de los cajones. Es decir, debería pagar a la harinera por los residuos no entregados.

Sin embargo, como mencionado anteriormente, se cree que ese contrato no sería viable. Si bien se le estaría brindado un servicio logístico de cajones, no es un beneficio diferencial, ya que el resto de las empresas harineras se manejan de la misma forma. Lo que se quiere decir con esto, es que existe una mayor dependencia de las empresas harineras hacia las fileteadoras que de las fileteadoras a las harineras.

En otras palabras, las fileteadoras pueden cambiar fácilmente de empresa harinera. Saben con certeza que si una empresa harinera no retira los residuos, otra lo hará. De esta forma, si se quiere asegurar la disponibilidad de residuos, se deberá recurrir a otra alternativa.

Como conclusión, se decidió que la mejor alternativa es pagar por la materia prima, además del servicio de cajones brindados. Este es un beneficio que diferencia al proyecto de la competencia, ya que el resto de las empresas no suelen pagar por los residuos. El porcentaje máximo que se podría llegar a pagar por los residuos de manera tal que el VAN del proyecto sea cero es del 7%. Por este motivo, se eligió pagar por los residuos un valor de 5% sobre el precio de venta.

Al simular la implementación de estos contratos sobre el escenario base, se obtuvo el siguiente resultado para la distribución de probabilidades del VAN.

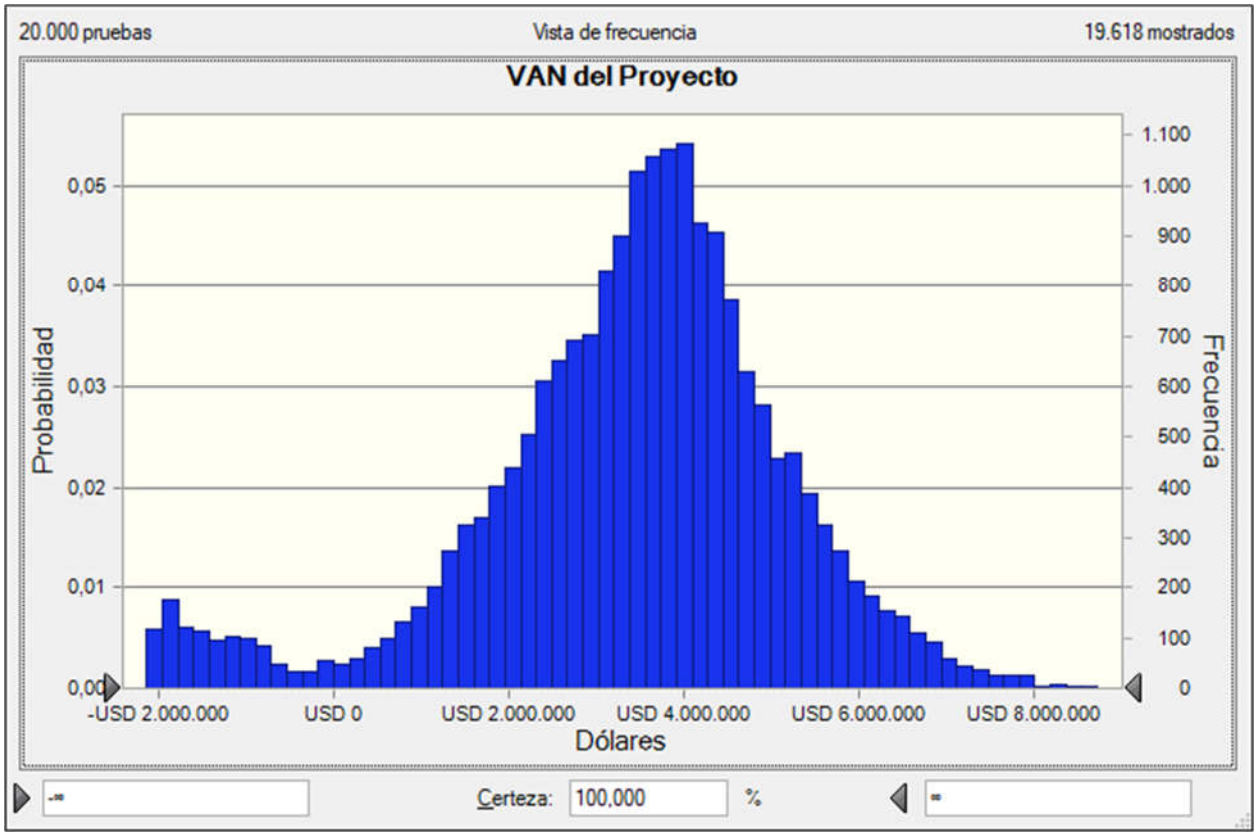


Gráfico 4-3: VAN del proyecto incluyendo arreglo de aprovisionamiento

Respecto al caso base, se puede observar que la media aumentó en USD 800.000. En la tabla a continuación se pueden observar los resultados obtenidos.

Pruebas	20.000
Caso base	USD 862.240
Media	USD 3.288.350
Mediana	USD 3.566.503
Modo	---
Desviación estándar	USD 1.939.797

Varianza	USD 3.762.813.463.043
Sesgo	-0,942
Curtosis	4,42
Coeficiente de variación	0,5899
Mínimo	-USD 4.387.787
Máximo	USD 9.726.150
Error estándar medio	USD 13.716
Percentil	Previsión
0%	-USD 4.387.787
10%	USD 1.037.961
20%	USD 2.126.175
30%	USD 2.725.261
40%	USD 3.198.032
50%	USD 3.566.393
60%	USD 3.899.160
70%	USD 4.251.772
80%	USD 4.691.630
90%	USD 5.397.411
100%	USD 9.726.150

Tabla 4-11: Resultados de la simulación del VAN del proyecto con contratos de aprovisionamiento

- Contrato de compra-venta

Se establecerán contratos de compra-venta anuales con los principales clientes, que se considera que representarán el 70% de las ventas anuales. De esta forma se asegura la colocación de productos y se fija su precio en el precio medio esperado de ese año. Si bien el precio fijado podría ser menor al precio del mercado establecido al momento de la entrega del producto, se mitiga el riesgo de venta de productos resignando margen de venta. Por otro lado, si el precio fijado podría es mayor al precio del mercado establecido al momento de la entrega del producto, se obtiene un margen de venta mayor.

En caso de que alguna de las partes no cumpla o decida rescindir el contrato antes del plazo establecido, deberá pagar una multa a la otra parte, equivalente a las pérdidas económicas que ocasionarían la finalización del contrato.

Estos contratos se realizarán tanto para la harina como para el aceite de merluza.

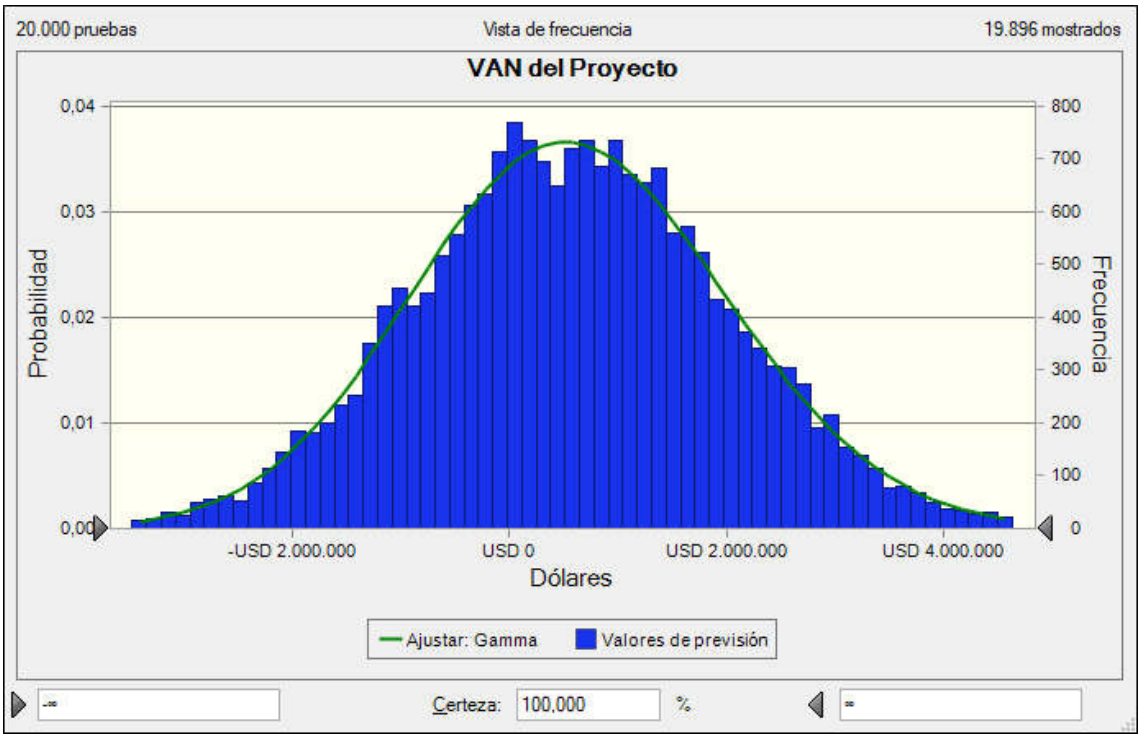


Gráfico 4-4: VAN del proyecto incluyendo contratos de compra venta

Los resultados de esta estrategia reflejan, al igual que el contrato de aprovisionamiento, una reducción del desvío estándar en USD 359M y un aumento en la media en USD 261M. Esto trae consecuencias beneficiosas por una reducción del riesgo de venta y corrimiento de la media.

Pruebas	20.000
Caso base	USD 2.045.207
Media	USD 577.925
Mediana	USD 566.975
Modo	---
Desviación estándar	USD 1.446.472
Varianza	USD 2.092.281.533.014
Sesgo	0,0866
Curtosis	3,06
Coeficiente de variación	2,5
Mínimo	-USD 4.660.715
Máximo	USD 7.063.645
Error estándar medio	USD 10.228
Percentil	Previsión
0%	-USD 4.660.715
10%	-USD 1.242.428
20%	-USD 641.344
30%	-USD 185.597

40%	USD 182.005
50%	USD 566.927
60%	USD 940.809
70%	USD 1.326.170
80%	USD 1.768.258
90%	USD 2.457.121
100%	USD 7.063.645

Tabla 4-12: Resultados de la simulación del VAN del proyecto con contratos de compra-venta

- Escasez de materia prima

Dada la naturaleza del proyecto, existe una probabilidad de que ese imponga una veda a la pesca de Merluza Hubbsi en el puerto de Mar del Plata. En caso de que esto ocurra, se analizaron alternativas de materia prima para suplantar a la merluza y evitar que se frene el proceso productivo.

Si bien la merluza es la especie con mayor cantidad de toneladas desembarcadas, otras especies como Calamar Illex también se desembarcan en el puerto de Mar del Plata. La cantidad de toneladas de desembarques de Calamar en 2020 fue de 108.000 toneladas, en comparación con las 180.000 toneladas de merluza. Porcentualmente, el calamar se pesca en un 40% menos que la merluza, dada la disponibilidad del recurso. Ese porcentaje trasladado a las toneladas que procesaría el proyecto resultaría en un total de 90 toneladas de residuo disponible para procesar.

Se procedió a calcular las toneladas mínimas, tal que el VAN del proyecto sea cero. El valor obtenido fue de 116 toneladas. Como se mencionó anteriormente, las toneladas disponibles para el proyecto serían aproximadamente 90, considerando que la competencia también estaría produciendo harina a partir de calamar. Si bien este valor no alcanza la rentabilidad exigida,

esto no implica que el proyecto no sea rentable o que incurra pérdidas. Mas aún, en ambos casos se supera el punto de equilibrio. Hay que considerar que este escenario solo se daría en condiciones desfavorables. Además, en el caso de que ocurra, no se daría a lo largo de toda la vida del proyecto, si no que en alguna temporada de pesca puntual.

Para modelar esta situación, se consideró la probabilidad de existencia de veda de merluza, la cual se estima en un 5%. En base a esto, en los casos que hubo veda. Para ese período de tiempo, se consideró como precio de venta el de la harina de calamar, el cual es igual al precio de la harina de merluza, debido a su similitud en el contenido de proteínas. Se consideraron toneladas de venta de merluza, pero en un 50% de su nivel de producción en condiciones normales. Por otro lado, se añadieron las toneladas adicionales de calamar mencionadas anterioremente para completar los niveles de producción.

Si se tiene en cuenta los resultados anteriores, sumado a que la solución propuesta solamente ocurriría durante un período reducido de tiempo, se concluye que es una opción viable. Ni si quiera en el peor de los casos se aseguraría que el proyecto deje de tener retorno. Con esto se concluye que la existencia de veda de merluza disminuiría el flujo de caja para un cierto período, pero no afectaría en gran medida si se mitiga de manera adecuada.

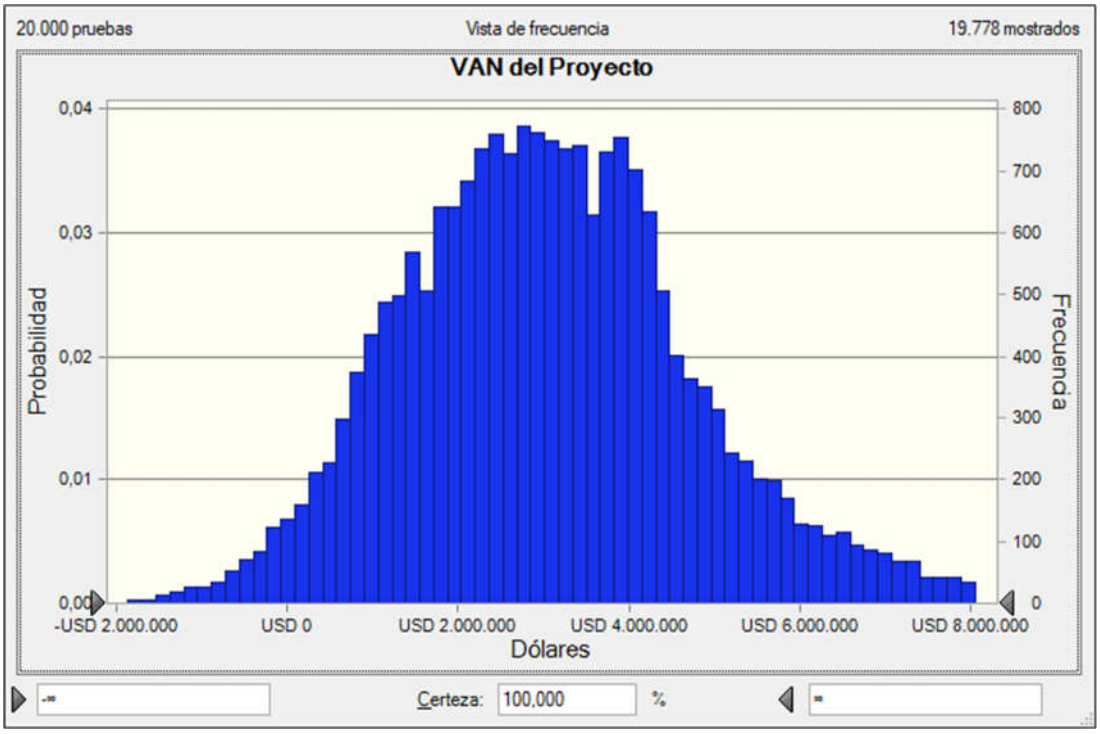


Gráfico 4-5: VAN del proyecto incluyendo mitigación de riesgo de veda

Los resultados demuestran que, ante la implementación de una estrategia de sustitución de materia prima, se obtiene menor probabilidad de VAN negativo, en comparación con el caso base. No obstante, tener mejor certeza se da a expensas de un corrimiento de la media hacia la izquierda, por la pérdida de beneficios debido a la disminución de la producción.

Pruebas	20.000
Caso base	USD 1.046.502
Media	USD 3.092.478
Mediana	USD 2.994.187
Modo	---
Desviación estándar	USD 1.769.252
Varianza	USD 3.130.254.171.603

Sesgo	0,5178
Curtosis	3,71
Coeficiente de variación	0,5721
Mínimo	-USD 2.241.879
Máximo	USD 12.274.319
Error estándar medio	USD 12.511
Percentil	**Previsión**
0%	-USD 2.241.879
10%	USD 953.704
20%	USD 1.601.631
30%	USD 2.116.906
40%	USD 2.564.696
50%	USD 2.994.010
60%	USD 3.433.127
70%	USD 3.897.837
80%	USD 4.382.715
90%	USD 5.319.028
100%	USD 12.274.319

Gráfico 4-6: Resultados de la simulación del VAN del proyecto incluyendo seguro

- Compra de generadores

Para mitigar el riesgo de los cortes de energía, se pensó en la compra de un generador. Para este caso, se recurrirá al uso de un grupo electrógeno industrial, ya que son los de mayor potencia. La primera consideración que se hará del generador a utilizar es que será del tipo trifásico, ya que son los que generan más potencia. Al generar potencia a partir de los 15 kVA, son los más utilizados para equipos específicos. Como segunda consideración, se utilizará un generador AVR[5]. Esto garantizará una corriente estable de salida.

Dado que la potencia contratada es de 500 kW, se deberá tener un generador de potencia de por lo menos 500 kVA. Si se tiene en cuenta la potencia aparente, con un $\cos(\varphi)$ de 0,8, se llega a que se necesitará un generador de 625 kVA.

Este tipo de generadores cuesta alrededor de ARS 4.000.000. La distribución del VAN del proyecto incluyendo la compra del generador se puede observar en Gráfico 4-7.

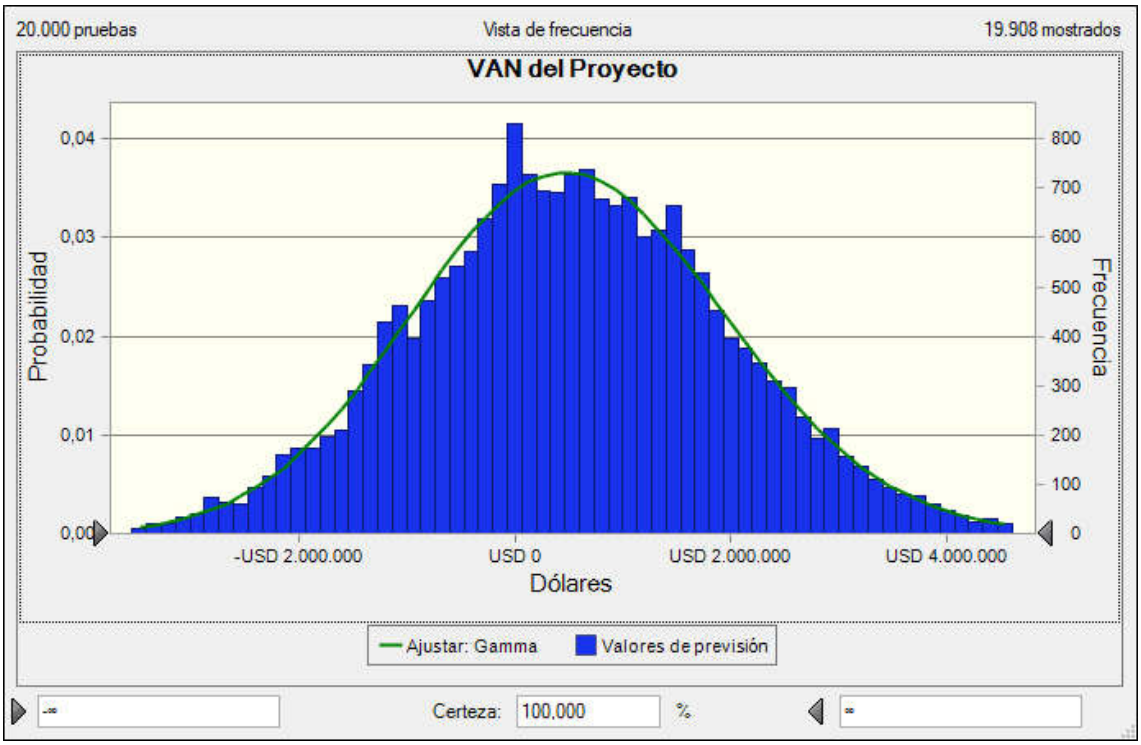


Gráfico 4-7: VAN del proyecto incluyendo compra de generador eléctrico

5 (Comerc Turró, 2019)

Pruebas	20.000
Caso base	USD 1.997.707
Media	USD 530.736
Mediana	USD 508.627
Modo	---
Desviación estándar	USD 1.453.486
Varianza	USD 2.112.620.398.102
Sesgo	0,0828
Curtosis	2,98
Coeficiente de variación	2,74
Mínimo	-USD 4.763.894
Máximo	USD 6.319.699
Error estándar medio	USD 10.278
Percentil	Previsión
0%	-USD 4.763.894
10%	-USD 1.308.697
20%	-USD 696.574
30%	-USD 226.291
40%	USD 124.133
50%	USD 508.483
60%	USD 882.231
70%	USD 1.296.620
80%	USD 1.732.345
90%	USD 2.413.140
100%	USD 6.319.699

Tabla 4-13: Resultados de la simulación del VAN del proyecto incluyendo compra de generadores eléctricos

Esta última estrategia demuestra disminuir la probabilidad de VAN negativo al producirse una reducción del valor mínimo en USD 4,505M. Así también, se produce un corrimiento de la media en USD 214M hacia la izquierda. Además, en la Tabla 4-8 se pueden ver los resultados de la simulación para esta estrategia.

4.8.1.1 Combinación de estrategias

Luego de modelar el impacto de cada una de las estrategias de cobertura de riesgo por separado, se procedió a combinarlas en una misma simulación. Los resultados obtenidos se pueden observar en el Gráfico 4-8.

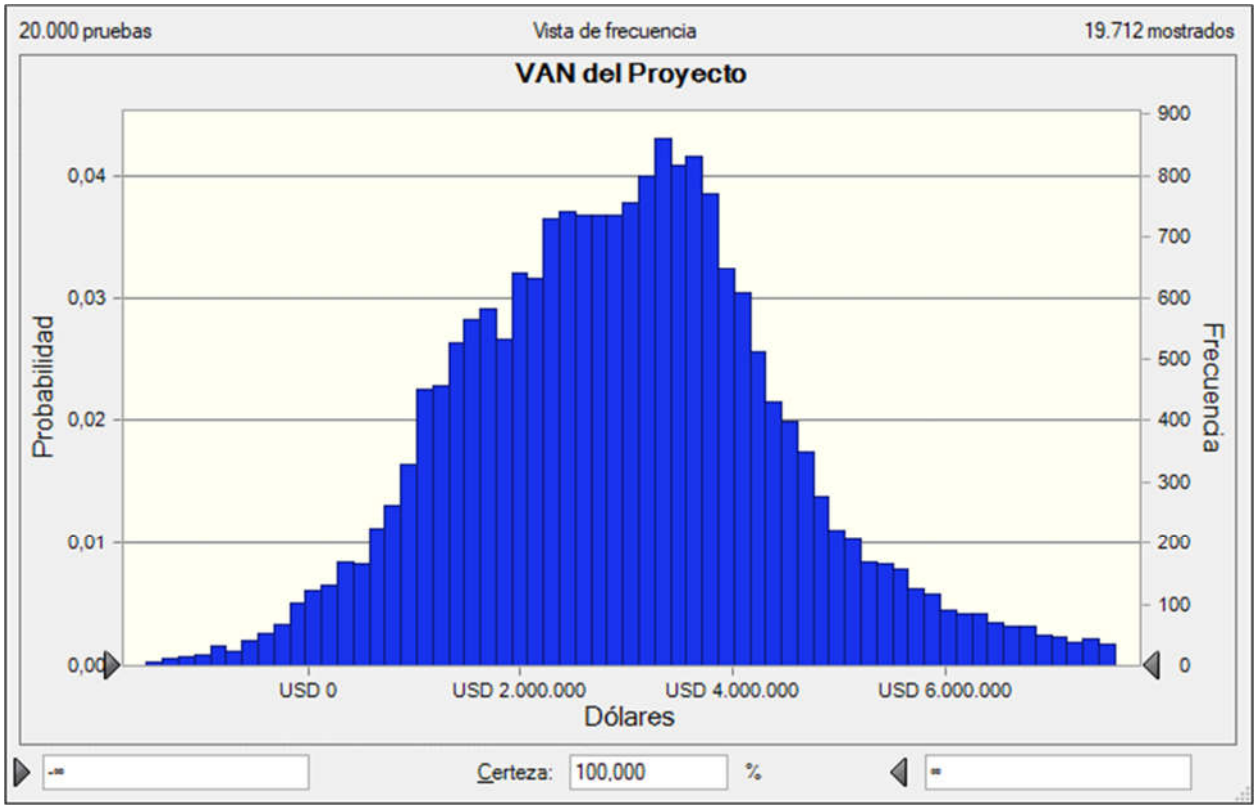


Gráfico 4-8: VAN del proyecto con estrategias combinadas

Una combinación efectiva de las estrategias presentadas anteriormente permite obtener una probabilidad de VAN negativo menor al 10%. De esta forma, el valor esperado alcanza un aumento

en USD 500.000 y se logra reducir el desvío estándar en USD 361.514, ambos respecto al caso base. En la Tabla 4-14 se pueden ver los resultados de la simulación.

Pruebas	20.000
Caso base	USD 87.480
Media	USD 3.035.689
Mediana	USD 2.993.336
Modo	USD 1.080.343
Desviación estándar	USD 1.624.901
Varianza	USD 2.640.303.396.303
Sesgo	0,5712
Curtosis	4,18
Coeficiente de variación	0,5353
Mínimo	-USD 2.308.203
Máximo	USD 12.413.718
Error estándar medio	USD 11.490
Percentil	Previsión
0%	-USD 2.308.203
10%	USD 1.096.647
20%	USD 1.672.200
30%	USD 2.179.534

40%	USD 2.584.758
50%	USD 2.993.126
60%	USD 3.363.401
70%	USD 3.727.876
80%	USD 4.177.225
90%	USD 4.972.282
100%	USD 12.413.718

Tabla 4-14:Resultados de la simulación del VAN del proyecto incluyendo las estrategias de mitigación de riesgos combinadas

4.9 Opciones Reales

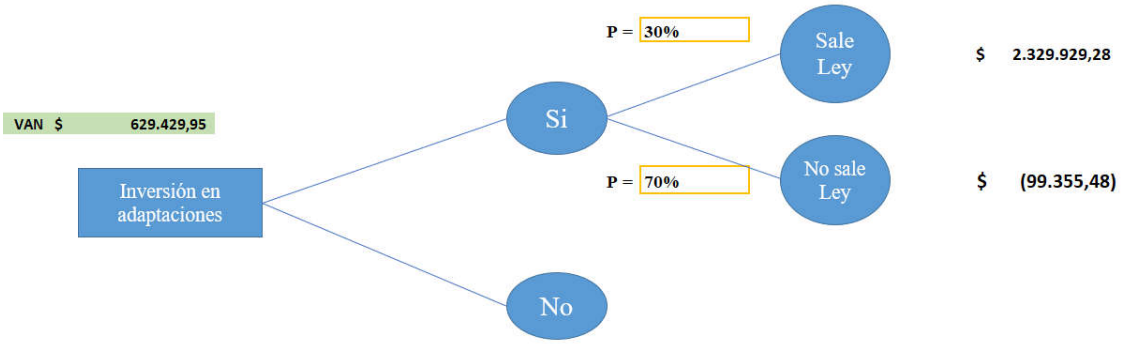
Actualmente en Argentina, solo es posible realizar harina de pescado a partir de residuos de pescado. Es decir que, los peces solo pueden ser capturados para consumo humano directo. Esta ley podría ser derogada mediante otra ley.

En caso de que esto ocurra, se podría comenzar a procesar pescado entero para obtener harina y aceite de pescado. Esto llevaría a realizar algunos cambios en la planta de producción que permitan sacar rédito de esa nueva alternativa. En primer lugar, se debería considerar un espacio mayor en el lay-out, ya que se debería incluir en el proceso una máquina trituradora al inicio del proceso productivo. Por otro lado, también se debería implementar una prensa de discos en lugar de una prensa de tornillos. Además, se debería considerar un aumento de las capturas de pescado por lo que se debería aumentar la capacidad productiva.

De esta forma, se podría plantear una opción real que permita mitigar el riesgo de que la ley se derogue y que el proyecto no esté preparado para acompañar ese cambio en el mercado.

4.9.1 Escenario base

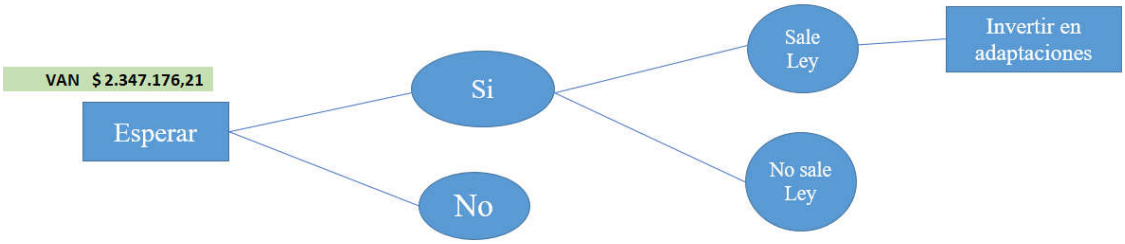
En este escenario inicial se plantea invertir hoy considerando que existe un 30% de probabilidades de que la ley sea derogada en el año 3. De esta forma, la planta tendría los equipamientos y el espacio necesario para procesar pescado entero desde el momento de la inversión inicial.



El valor actual neto de este escenario es de USD 630.000 aproximadamente.

4.9.2 Escenario con la opción de esperar

Por otro lado, se plantea el escenario en el que se espera a que la ley sea derogada, para invertir teniendo la certeza de que el equipamiento va a ser utilizado. Se evaluó esta opción considerando que los equipos se comprarían en el año 3 y podrían comenzar a ser utilizados en el año 4.



Para calcular el valor de esta opción de esperar, se calculó la diferencia entre este último escenario y el escenario base. El resultado fue de USD 1.718.000.

5 Anexo

5.1 Comportamiento de la flota en la pesquería de Merluza común después de la Implementación de la CITC.

Durante el transcurso del año 1999 se estableció la emergencia pesquera para la merluza común con el dictado del Decreto 189/99 como consecuencia de la sobreexplotación en que se encontraba la pesquería. A partir de ahora las empresas no sólo deberán contar con permisos de pesca, sino también con autorizaciones otorgada por el CFP (Consejo Federal Pesquero) para desarrollar su actividad. También determina los volúmenes anuales de capturas permitidos, zonas de pesca y la regulación pasa a distinguir entre buques fresqueros y congeladores. Las cuotas se fijan para cada año como un porcentaje del CMP (Captura Máxima Permisible) y se calcularon por la historia de capturas de cada buque y los correspondientes niveles de ocupación, producción e inversiones de la empresa. Se asignaron cuotas a 241 buques de los cuales 74 fueron congeladores y 167 para fresqueros que se apropiaron del 38,5 % y 50,9 %, respectivamente, del total de cuotas. [6]

[6] Comportamiento de la flota en la pesquería de merluza común después de la implementación de la CITC. (Marzo, 2015). Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Recuperado el 11 de Abril de 2020 de: https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/informes/economia/_archivos//000000_Informes/900001_Pesquer%C3%ADas%20-%20Informes/000100_Comportamineto%20Flota%20Merlucera%20despu%C3%A9s%20de%20la%20CITC.pdf

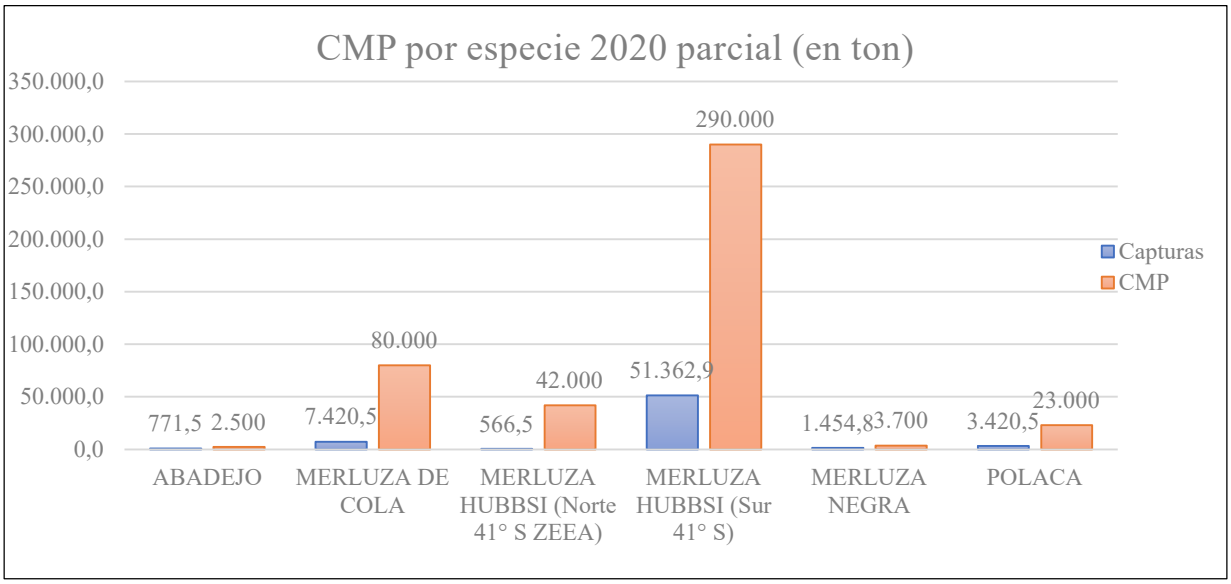


Gráfico 5-1: Gráfico de barras CMP hacia Abril-20

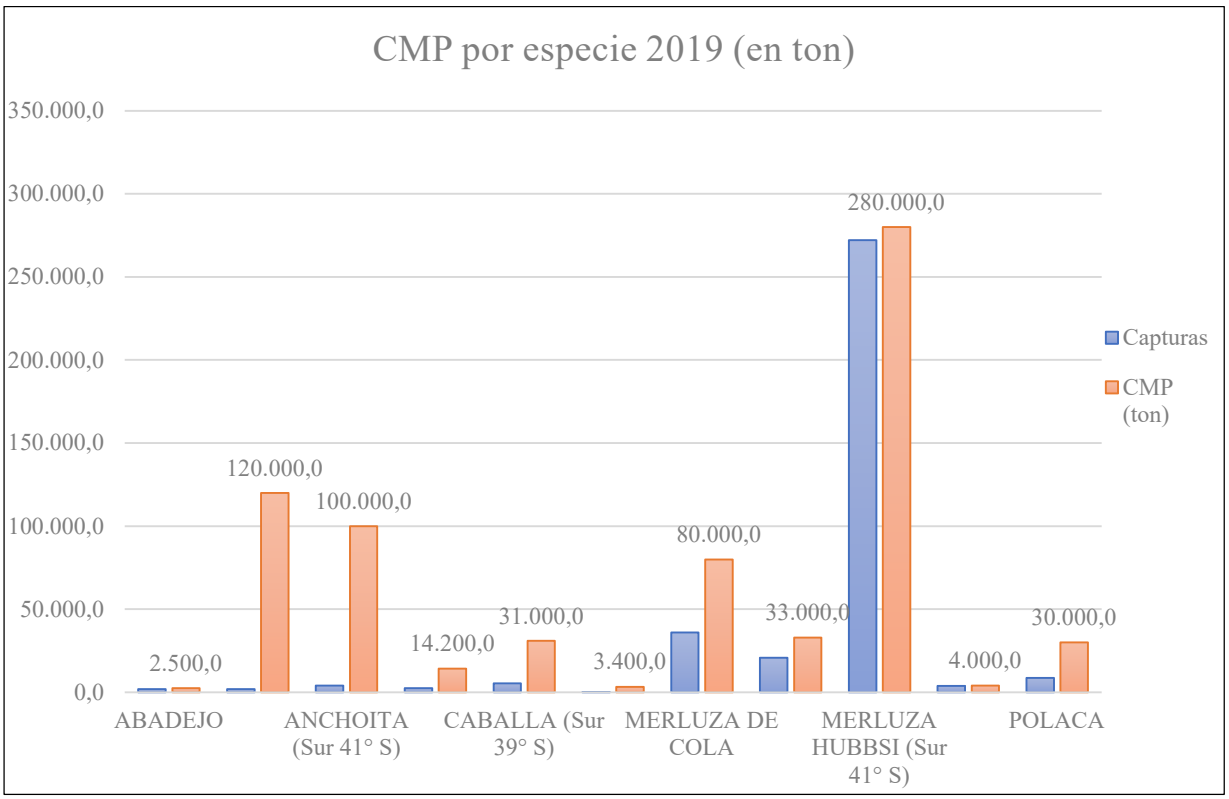


Gráfico 5-2: Gráfico de barras CMP 2019

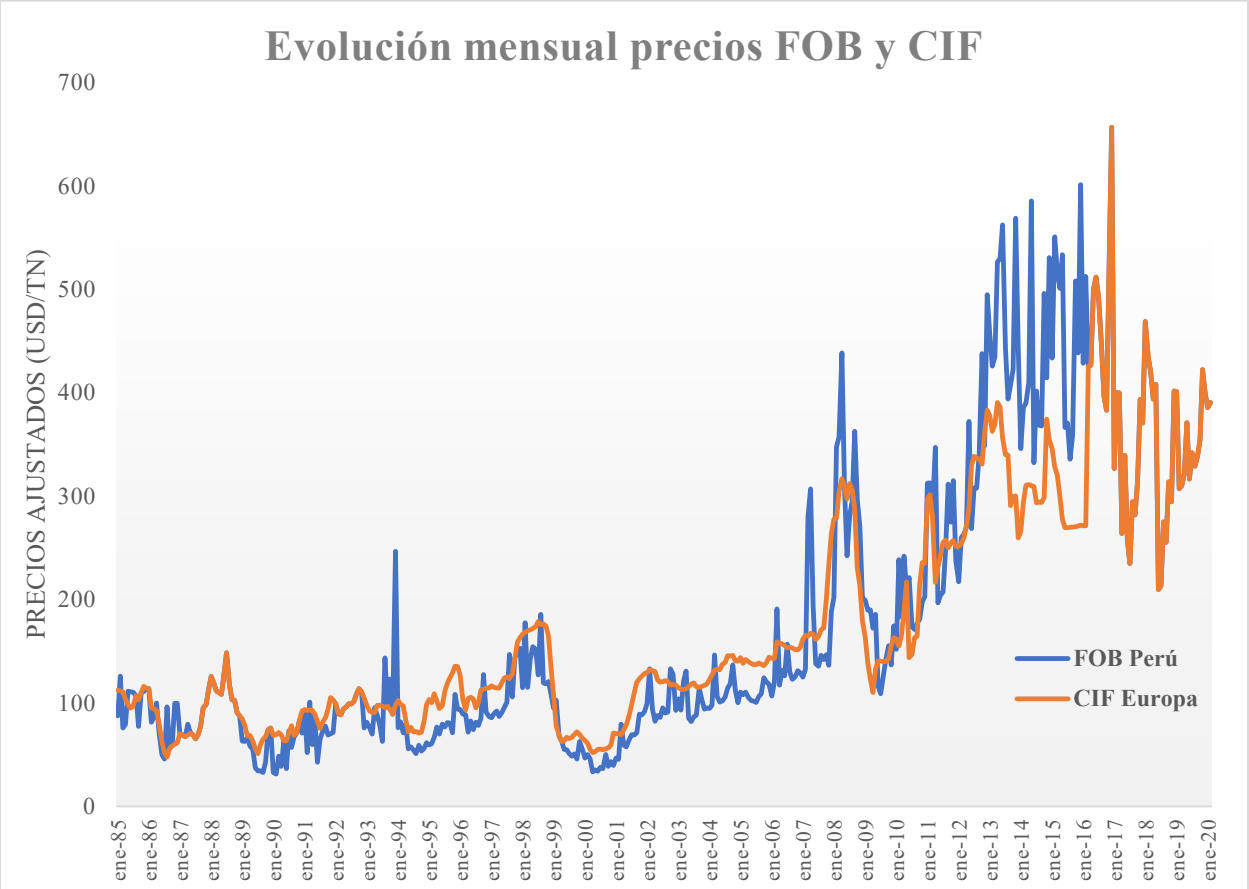


Gráfico 5-3: Comparación precios ajustados FOB Perú y CIF Europa

5.2 Exportaciones de fish oil

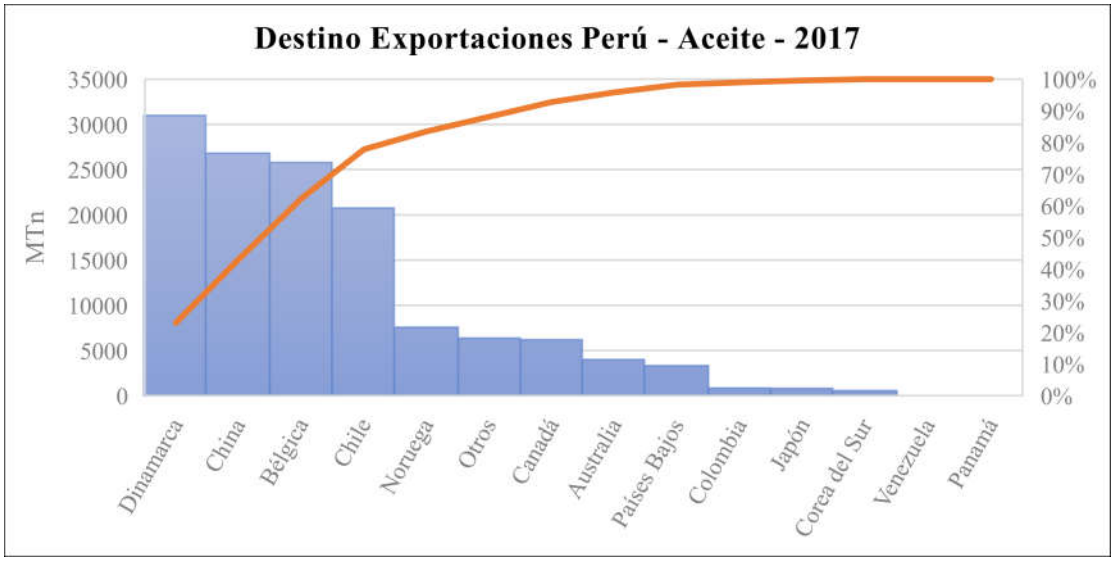


Gráfico 5-4: Destino de las exportaciones 2017 de aceite[7]

[7] Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. (Diciembre, 2018). Ministerio de la Producción. Recuperado el 3 de Mayo de 2020 de: https://www.ifop.cl/boletines-de-estadistica-de-exportacion/

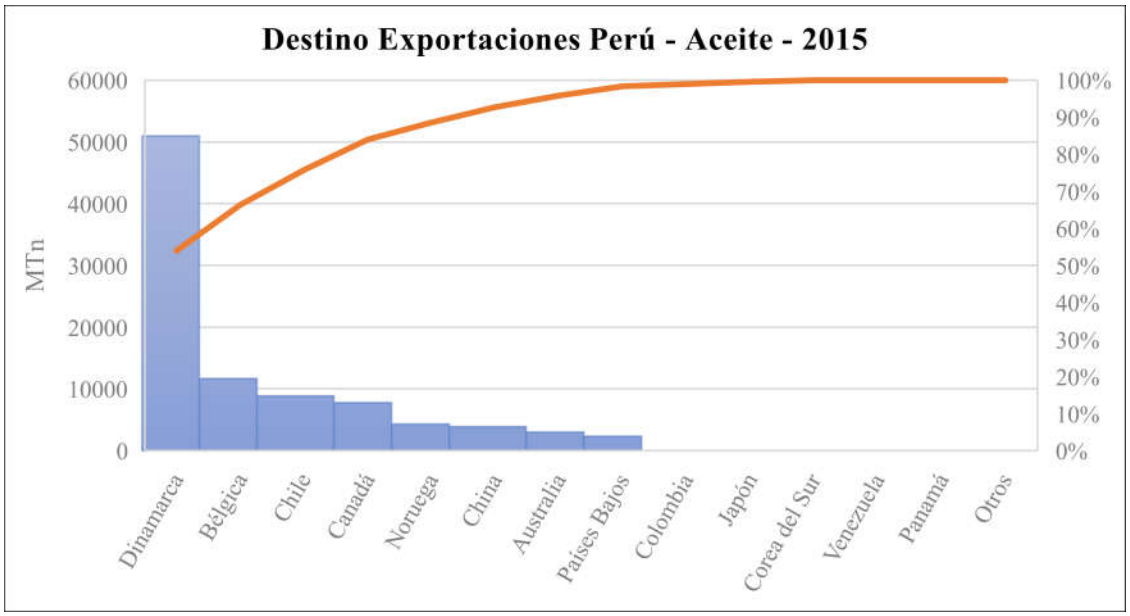


Gráfico 5-5: Destino de las exportaciones 2015 de aceite[8]

Perú es el principal productor mundial, tanto de fish meal como de fish oil, como se demostró en los gráficos anteriores. Por ello, se realizó un pequeño análisis de la producción de fish oil de este país, en el período comprendido entre 1990 y 2019. Se puede observar en el Gráfico 5-6 que la producción ha ido disminuyendo desde el año 2000.

[8] Commodity Statistics. (Marzo, 2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado el 3 de Mayo de 2020 de: http://www.fao.org/3/a-bl391e.pdf

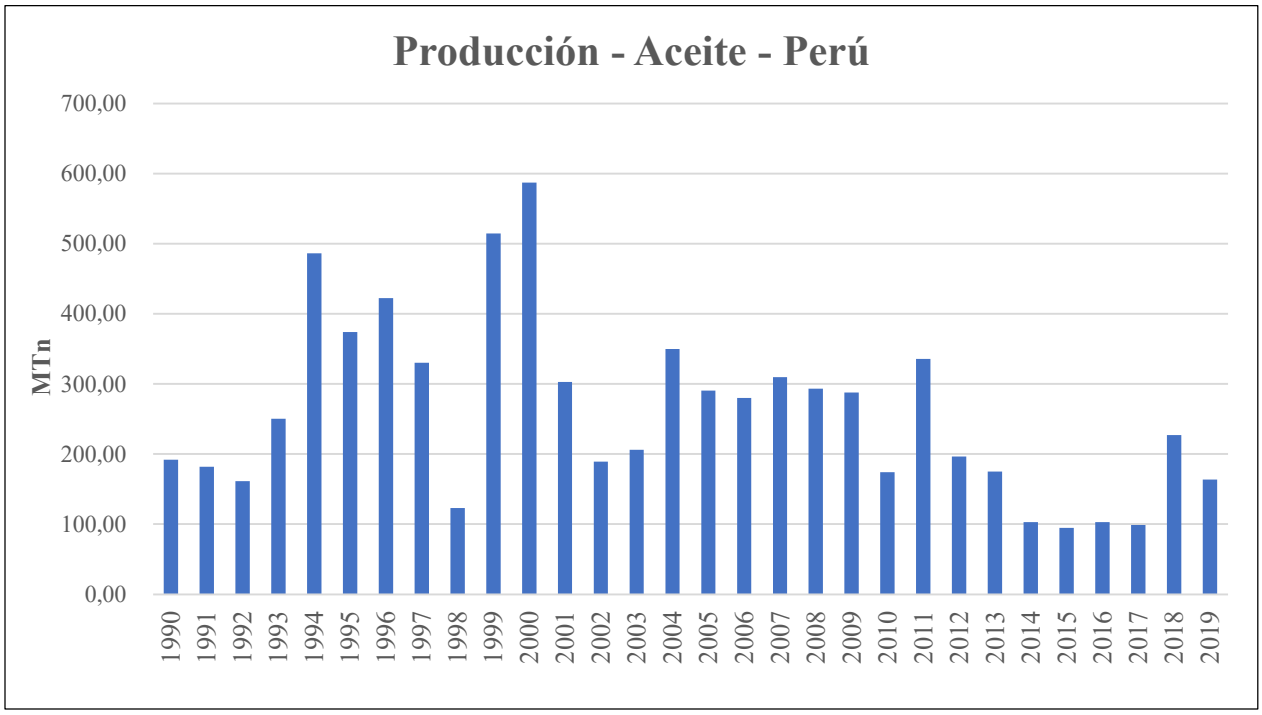


Gráfico 5-6: Evolución de la producción peruana de fish oil [9]

Por otro lado, se muestra que la segunda temporada de pesca del 2018 en el Norte / Centro fue sorprendentemente buena y la cuota de 2,1 MMTn se llenó prácticamente a principios de enero, en consecuencia, se tradujo en un mayor volumen operado de exportación. Por otro lado, el Gráfico 1-34 muestra que la segunda temporada de pesca del 2018 en el Norte / Centro fue sorprendentemente buena y la cuota de 2,1 MMTn se llenó prácticamente a principios de enero, en consecuencia, se tradujo en un mayor volumen operado de exportación. Además, se puede afirmar que fue una de las mejores segundas temporadas de pesca en los últimos años y el año 2018 concluyó con un total hasta el 31 de diciembre de 6,2 MMTn, representando la mejor temporada de los últimos años. En sintonía con el desempeño pesquero del 2018, Perú representa alrededor del 22% de la producción mundial de aceite de pescado, alcanzando una producción de 228 MTn de aceite de pescado en 2018 (arriba en 128 MTn respecto al año anterior) y

[9] Banco Central de Reserva de Perú. Recuperado el 21 de Abril de 2020 de: https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05422BA/html

representando la producción anual más alta desde el 2011, bastante cerca a la producción promedio de aceite de pescado de los años 2006/2012.

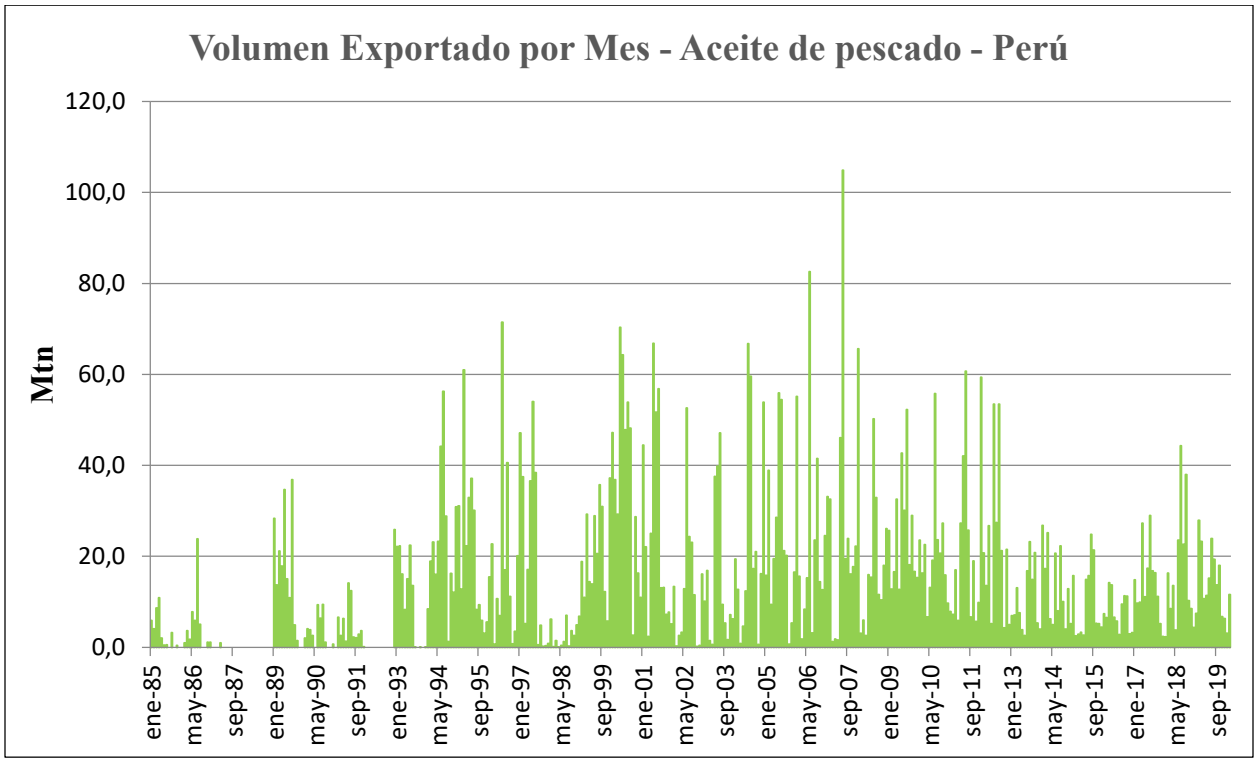


Gráfico 5-7: Evolución volumen exportado Perú por mes[10]

El segundo mayor productor del continente americano, Chile, estuvo bajo la prohibición de pesca habitual en la segunda temporada del año 2018 en el área norte, con fecha de finalización hacia mediados de febrero de 2019. En el sur, la industria incrementa sus pescas de jurel y también procesa recortes de salmón. En general, a 1,8 MMTn, el año de pesca 2018 en Chile ha sido uno de los mejores en los últimos años que se ha traducido en una producción de aceite de pescado de 151 MTn, logrando un volumen de exportación de 89,6 MTn y una participación mundial del 14%.

[10] Banco Central de Reserva de Perú. Recuperado el 21 de Abril de 2020 de: https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05422BA/html

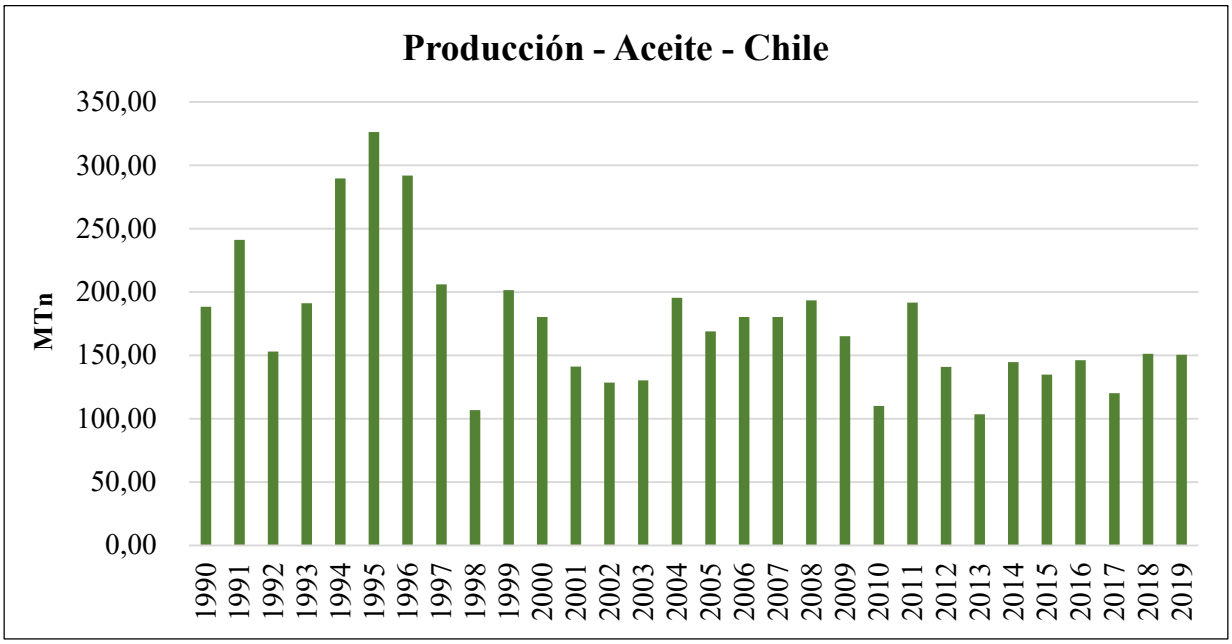


Gráfico 5-8: Volumen producido Chile por año[11]

Una parte importante pero decreciente de la pesca mundial está destinada a la producción de harina y aceite de pescado. La producción media anual de harina y aceite de pescado en los últimos 10 años es de alrededor de 5 millones de toneladas de harina de pescado y 1 millones de toneladas de aceite de pescado. Cada año, alrededor de 20 millones de toneladas de materia prima se utilizan para producir harina de pescado y aceite de pescado. Alrededor de 15 millones de toneladas provienen de peces enteros, de los cuales casi la mitad se desembarcan en América del Sur. El resto proviene de subproductos del procesamiento de peces silvestres y de cultivo.

[11] Agricultural Outlook 2019-2029. (2019). OECD-FAO. Recuperado el 1 de mayo de 2020 de: https://www.oecd.org/agriculture/oecd-fao-agricultural-outlook-2019/

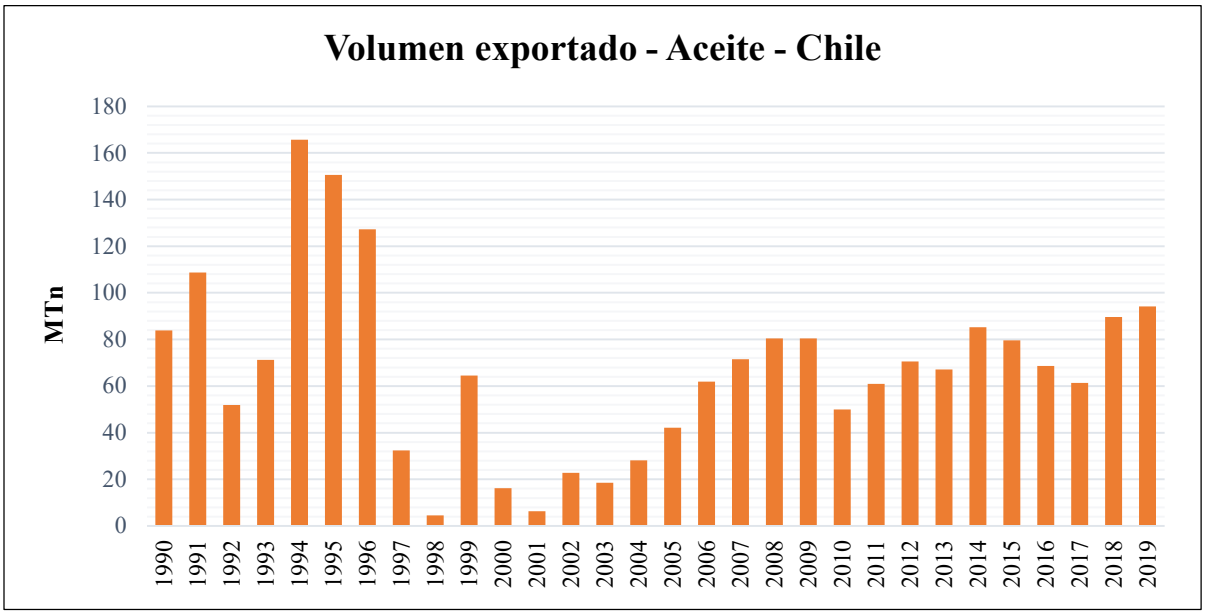


Gráfico 5-9: Volumen exportado Chile por año[12]

Las especies que dominan el suministro de materia prima para la "industria de reducción" son principalmente pelágicos pequeños (como la anchoveta, espadín y sardinellas). De hecho, la producción mundial de harina y aceite de pescado fluctúa en línea con las capturas de estas especies y puede variar mucho de un año a otro. Las variaciones en la pesca de anchoveta peruana tienen el mayor impacto en el suministro global de harina y aceite de pescado. Esta pesquería es la más grande del mundo en términos de volumen, variando entre 3 y 7 millones de toneladas al año.

Tras una década de poco crecimiento de la producción de aceite de pescado y una disminución en los niveles de producción de harina de pescado, se espera que ambas se incrementen durante el periodo de las perspectivas, alcanzando un 3.9% en 2028 en comparación con el periodo base en el caso del aceite de pescado y 10.6% en el de la harina de pescado. Ello a pesar de que no se prevé que la participación en la producción de la pesca de captura que se reduce a harina y aceite de pescado cambiará mucho de su actual nivel de cerca de 16%. En cambio, se prevé que el crecimiento se deberá al continuo aumento de la proporción de harina y aceite de pescado que se

[12] Agricultural Outlook 2019-2029. (2019). OECD-FAO. Recuperado el 1 de mayo de 2020 de: https://www.oecd.org/agriculture/oecd-fao-agricultural-outlook-2019/

producen a partir de desechos de pescado, sus precios relativamente más altos y el esperado pequeño aumento de la producción de la pesca de captura. Según las previsiones, la proporción de harina de pescado producida a partir de desechos se elevará de 25% en 2018 a 31% en 2028, en tanto que la de aceite de pescado aumentará de 35% a 40%.[13]

Otro grupo económico interesante es la EUfishmeal. Este grupo representa a los productores europeos de harina y aceite de pescado. A nivel mundial, Europa produce el 16% de la harina de pescado del mundo y el 23% del aceite de pescado del mundo. Los países miembros son Dinamarca, Islas Feroe, Alemania, Islandia, Irlanda, Noruega y Reino Unido, y representan una producción anual promedio de más de 500 mil toneladas de harina de pescado y 160 MTn de aceite de pescado, con un valor de producción total de aproximadamente € 1,000 MM por año y exportación a todo el mundo. Dinamarca es, con mucho, el mayor productor, representando casi el 50% del total. La producción danesa se basa principalmente en desembarcos de pequeños pelágicos como merluza azul, anguila, faneca noruega y espadín. España ocupa el segundo lugar, cubriendo casi el 20% del total. En España, la harina y el aceite de pescado se producen a partir de residuos / recortes de la industria del procesamiento, al igual que en Argentina.

5.3 Random Walk – Aceite de pescado

A continuación, se realizan los gráficos sobre la validez de Mean Reversion a través de los supuestos de Random Walk

[13] Perspectivas agrícolas 2019-2028. (2019). OCDE-FAO. Recuperado el 1 de mayo de 2020 de: http://www.fao.org/3/ca4076es/CA4076ES.pdf

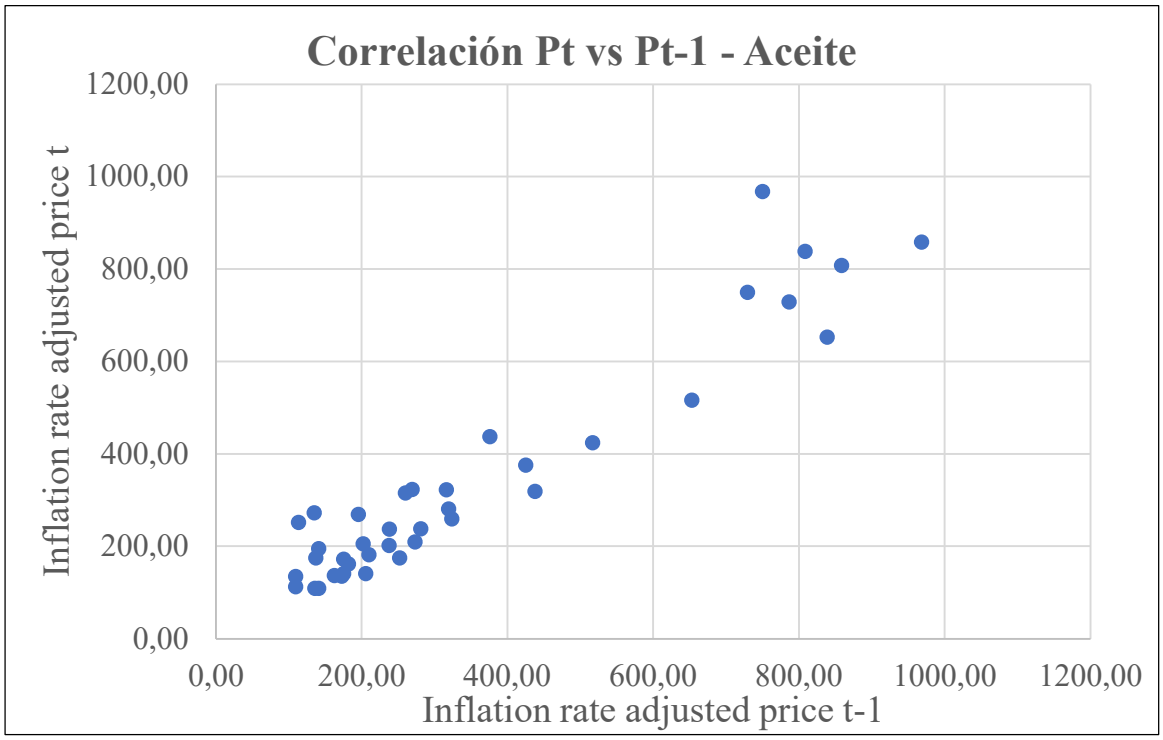


Gráfico 5-10: Correlación precio t vs precio t-1 (Elaboración propia)

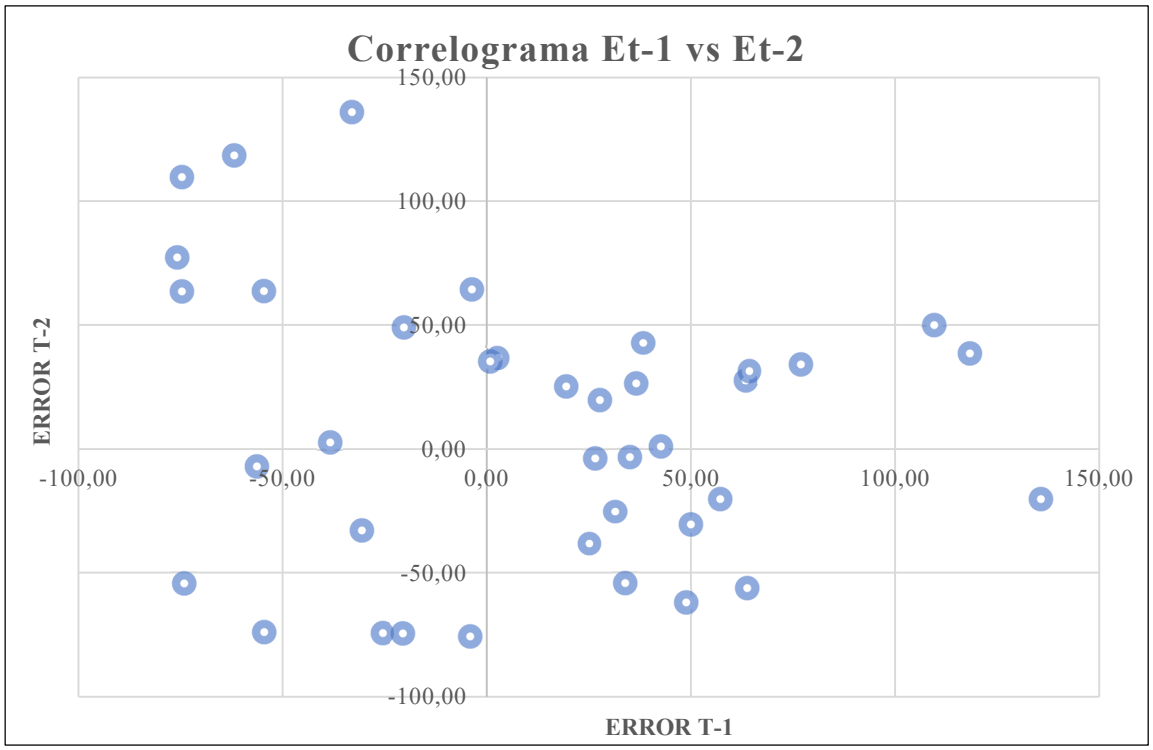


Gráfico 5-11: Correlograma error t-1 vs error t-2

5.4 Importaciones de fish meal mundial

En 2017, el principal exportador de harina, Perú, destinó el 80% de sus exportaciones a China. El resto de los países importadores que se perciben en el gráfico son: Dinamarca, Vietnam, Indonesia, Grecia, Turkia, UK, Chile, USA, entre otros. Estos países tienen una participación que ronda entre 1% y 3%. El resto de los países importadores de harina cuya participación es menor al 1% se engloba en la categoría "Others", siendo esta participación del 18%.

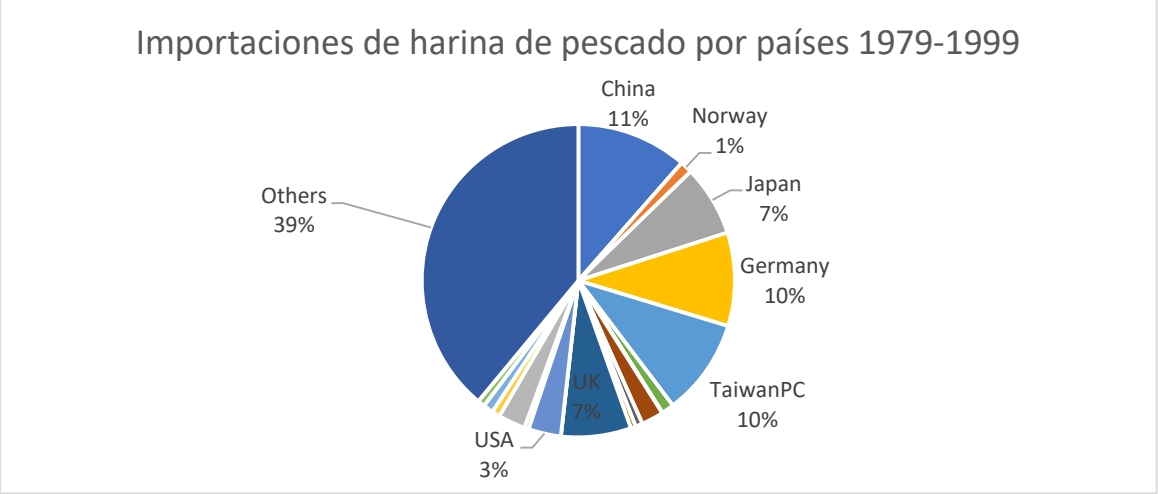


Gráfico 5-12: Evolución de las importaciones de fish meal del 1979 al 1999

Se pueden diferenciar los Gráfico 5-12 donde se identifican las sumas de importaciones por países en dos etapas bien diferenciadas de la industria pesquera. Del año 1979 hasta 1999 y desde el año 2000 hasta 2013. Se hizo esta separación para marcar el impacto de las regulaciones medioambientales y los Fenómenos del Niño.

Se puede identificar una tendencia creciente de las importaciones de China, mientras que la suma de países cuya participación en el mercado de importación es insignificante fue reduciendo a lo largo del tiempo.

Gráfico 5-13: Evolución de las importaciones de fishmeal en China

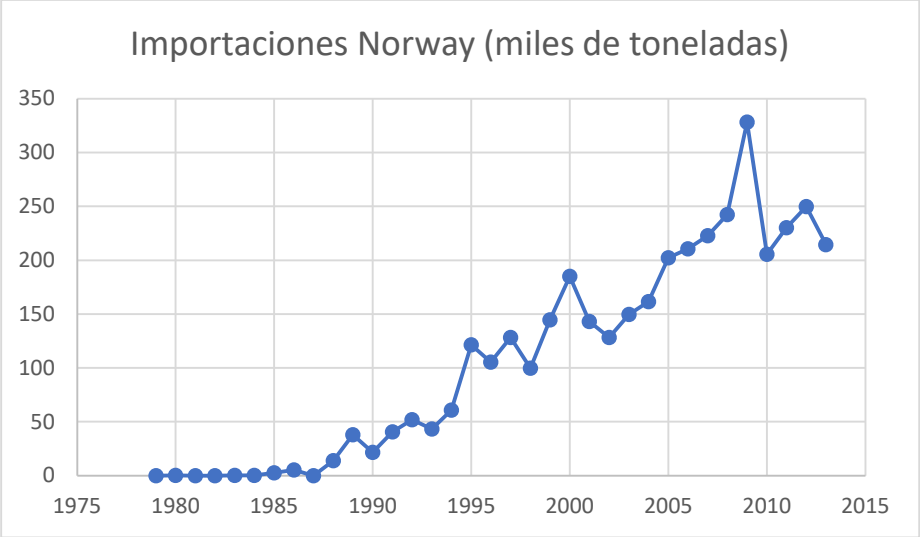


Gráfico 5-14: Evolución de las importaciones de fish meal de Noruega

Noruega es uno de los casos cuya participación aumentó. El uso de los productos derivados del pescado tuvo una marcada tendencia creciente hasta el año 2009. Desde el año 2012 hasta el año 2016 se identificó un cambio en la alimentación de los salmones de cultivo. Se incrementó la fuente de alimentación de origen vegetal y disminuyó el uso de la harina de pescado. En 2016 el

75% del contenido de alimento para salmón noruego provenía de fuentes terrestres, mientras para 2012 ese porcentaje era del 70%.[14]

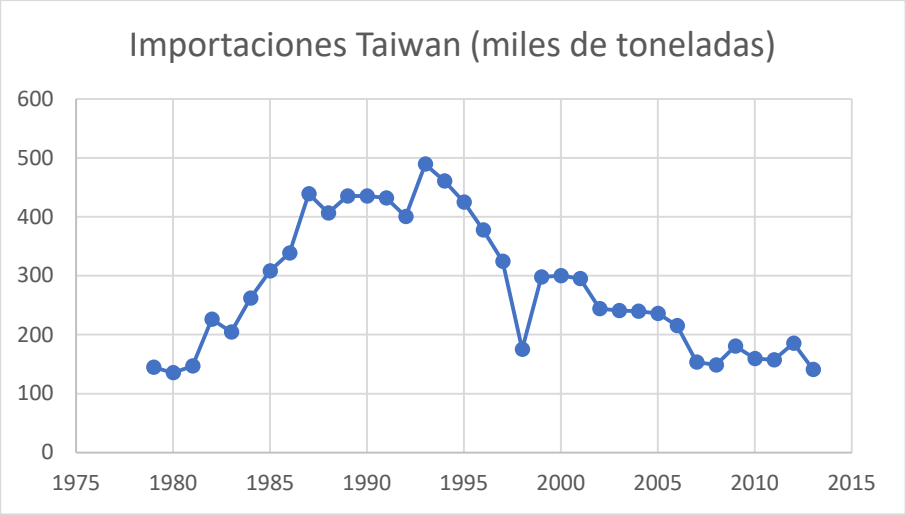


Gráfico 5-15: Evolución de las importaciones de fish meal

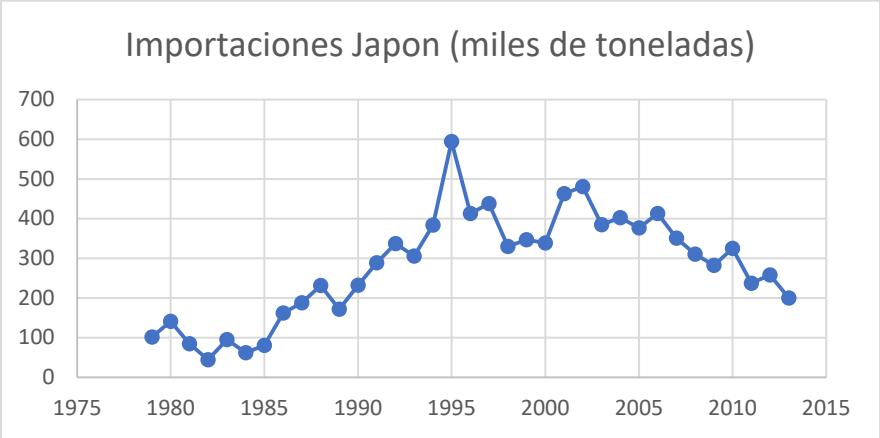


Gráfico 5-16: Evolución de las importaciones de fish meal

[14] http://www.ipacuicultura.com/noticias/en_portada/72374/el_uso_de_harina_de_pescado_en_la_alimentacion_del_salmon_noruego_continua_disminuyendo.html

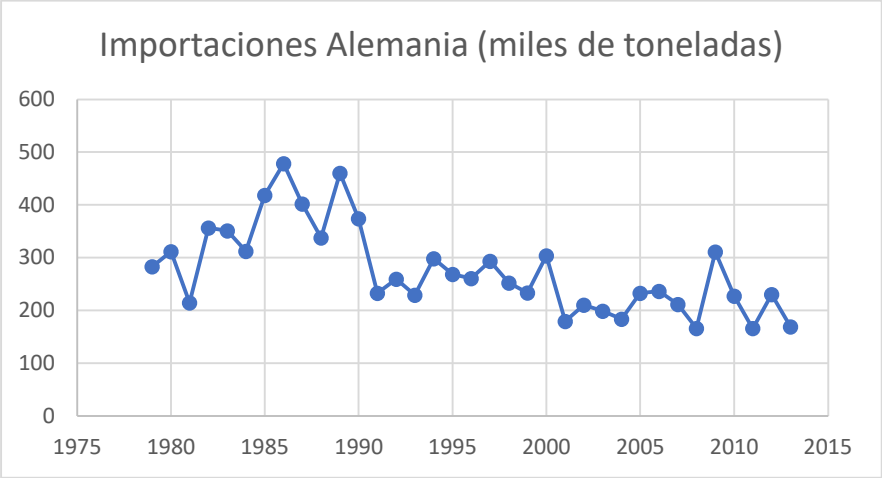


Gráfico 5-17: Evolución de las importaciones de fish meal

En los gráficos (Gráfico 5-18, Gráfico 5-19, Gráfico 5-20) se puede observar cómo ha ido creciendo la participación noruega en las importaciones, remarcando que entre 1979 y 1999 tenía un 11% y entre 2000 y 2013 muestra un 25%. Es destacable también, la proliferación de Japón, China y Taiwán como consumidores a partir del impulso de la industria acuícola en esos países. Asimismo, se observa una caída sustancial de las importaciones en países europeos como Holanda y Reino Unido.

En el Gráfico 5-21 se observa la evolución histórica de las importaciones de los principales consumidores de aceite de pescado. Se observa un fuerte crecimiento en las importaciones a partir de 1992, coincidente con un período de sobreexplotación de recursos marítimos, lo que devino en implementación de regulaciones para preservar el ecosistema.

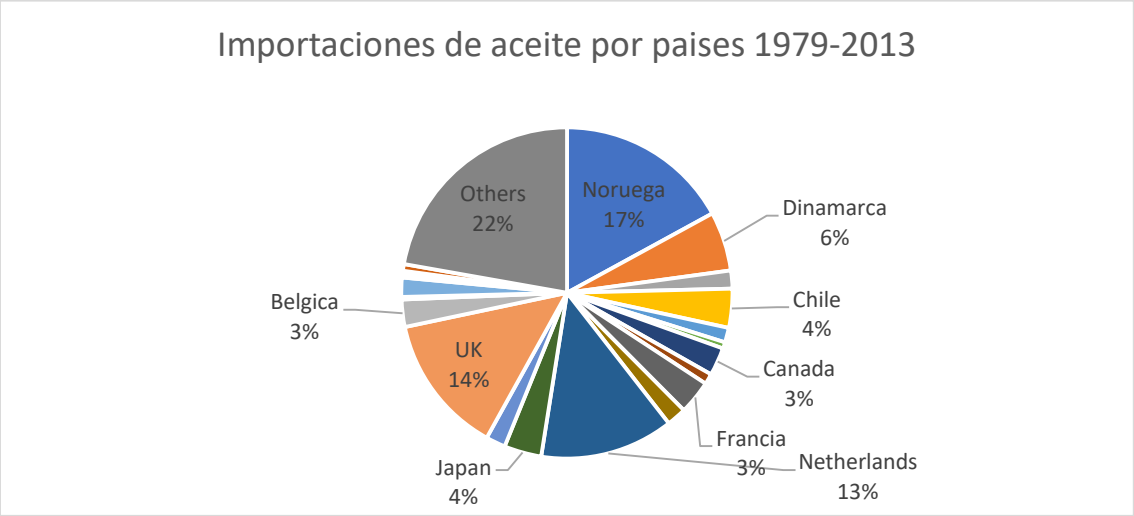


Gráfico 5-18: Importaciones de fish oil entre 1979 - 2013

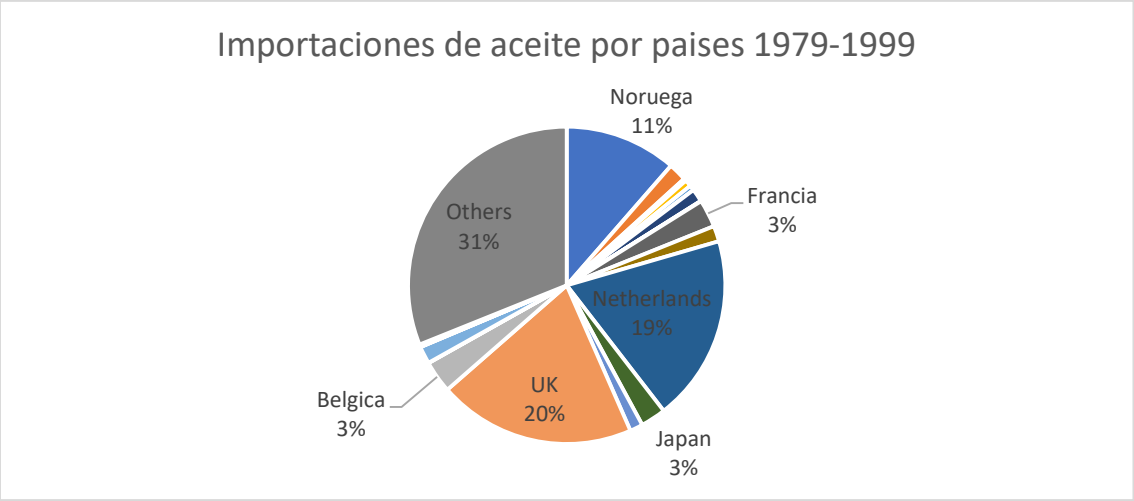


Gráfico 5-19: Importaciones de fish oil entre 1979 – 1999

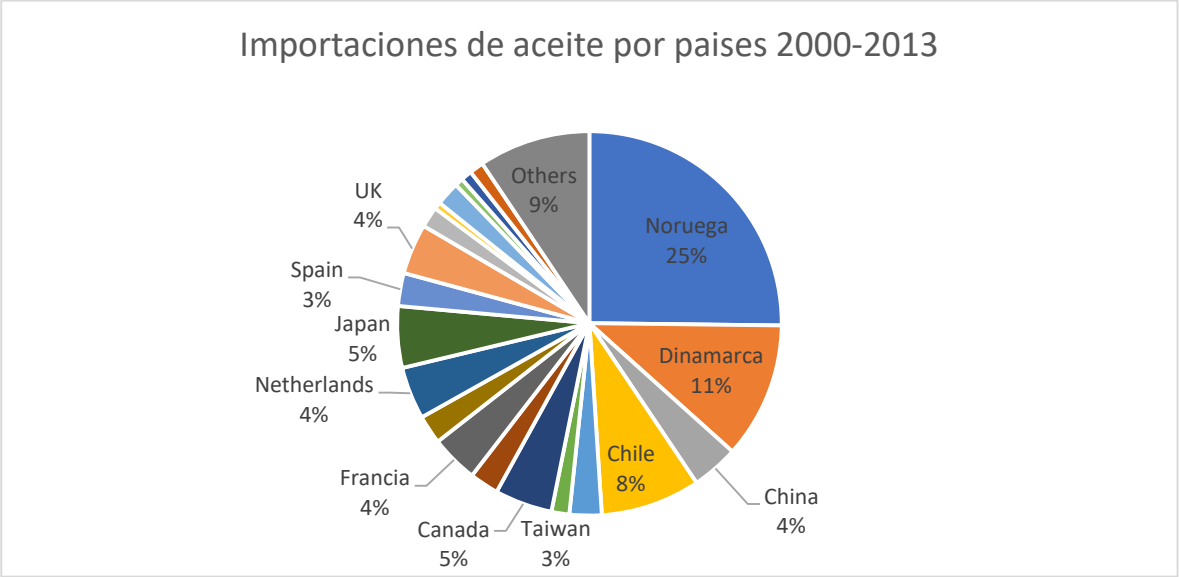


Gráfico 5-20: Importaciones de fish oil entre 2000 - 2013

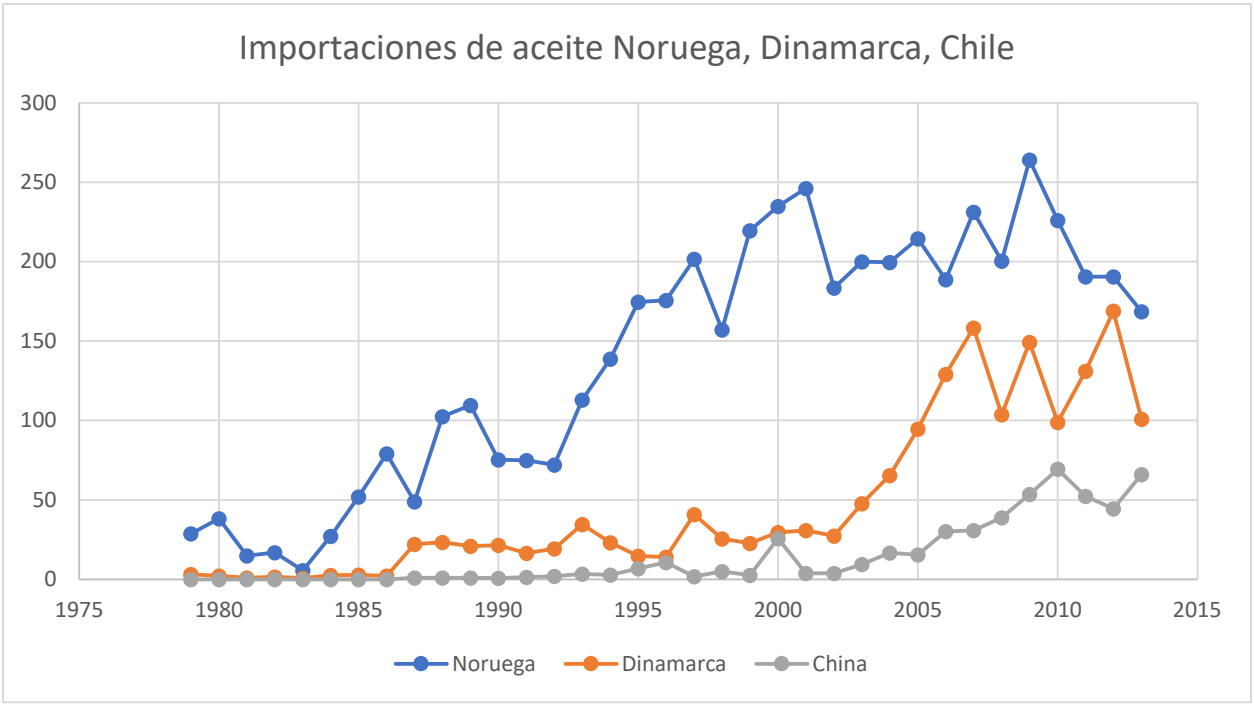


Gráfico 5-21: Evolución de importaciones de Noruega, Dinamarca y China

5.5 Argentina en el mercado de fish oil

En el Gráfico 5-22 se puede observar la evolución de las exportaciones argentinas de aceite de pescado.

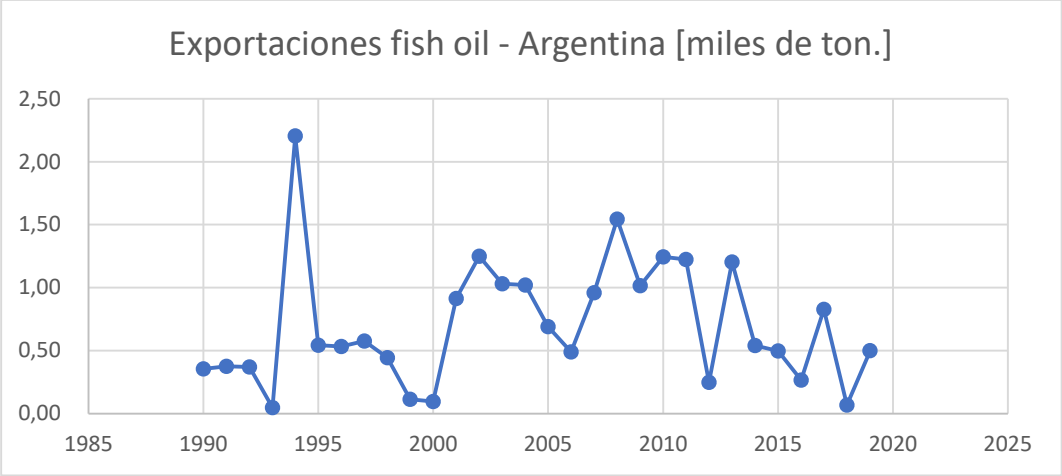


Gráfico 5-22: Exportaciones argentinas de fish oil

Los principales destinos del aceite de pescado argentino son Brasil, Chile, Vietnam, Indonesia y España.

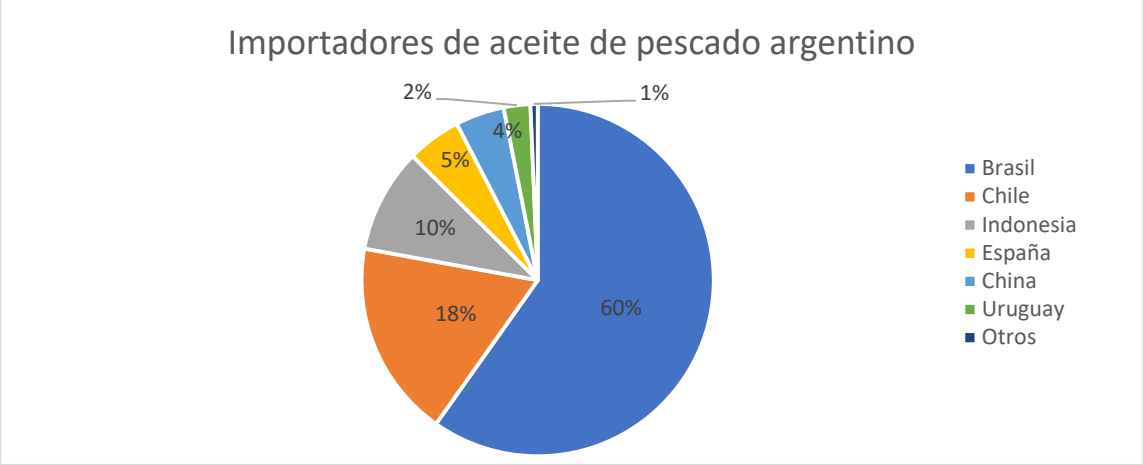


Gráfico 5-23: Importadores de fish oil argentino

Se observa también que los destinos del fish oil argentino no son los principales importadores de aceite de pescado a nivel mundial, siendo ampliamente dominado por el mercado brasileño.

5.6 Proyección precio fish meal Minitab

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
49.3069	89.89%	88.73%	87.02%

Ecuación de regresión

Precio FOB Perú = 407 - 58.8 Producción FM mundial + 1.156 Precio Soymeal
+ 3.063 Prod Acuicultura

Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	407	148	2.74	0.011	
Producción FM mundial	-58.8	18.4	-3.19	0.004	3.33
Precio Soymeal	1.156	0.317	3.65	0.001	1.38
Prod Acuicultura	3.063	0.715	4.29	0.000	2.99

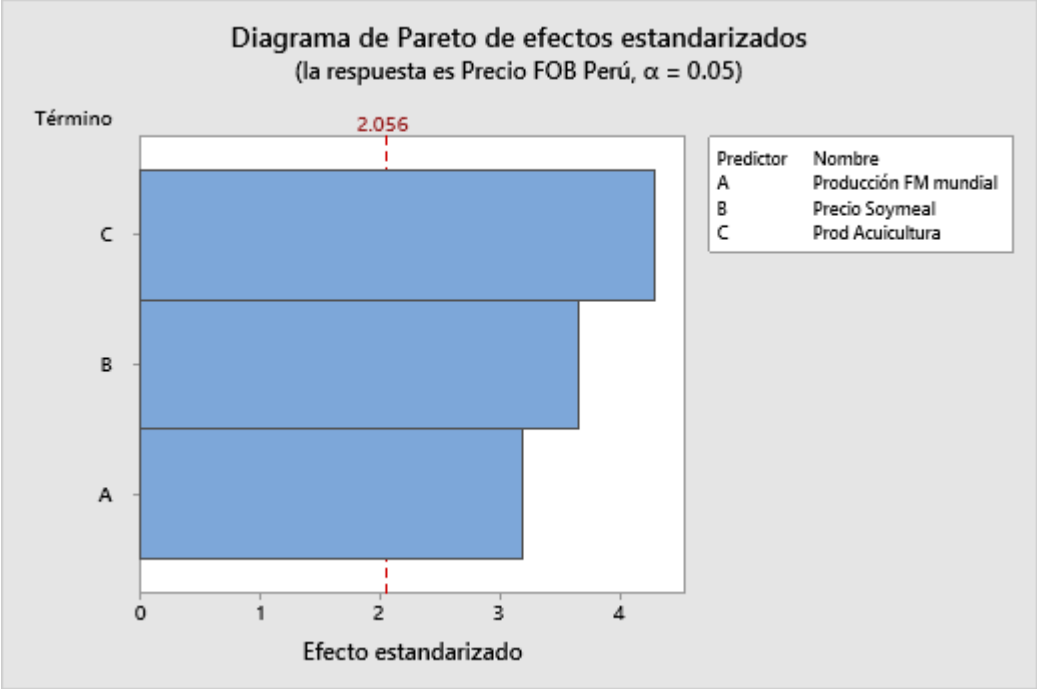
Análisis de Varianza

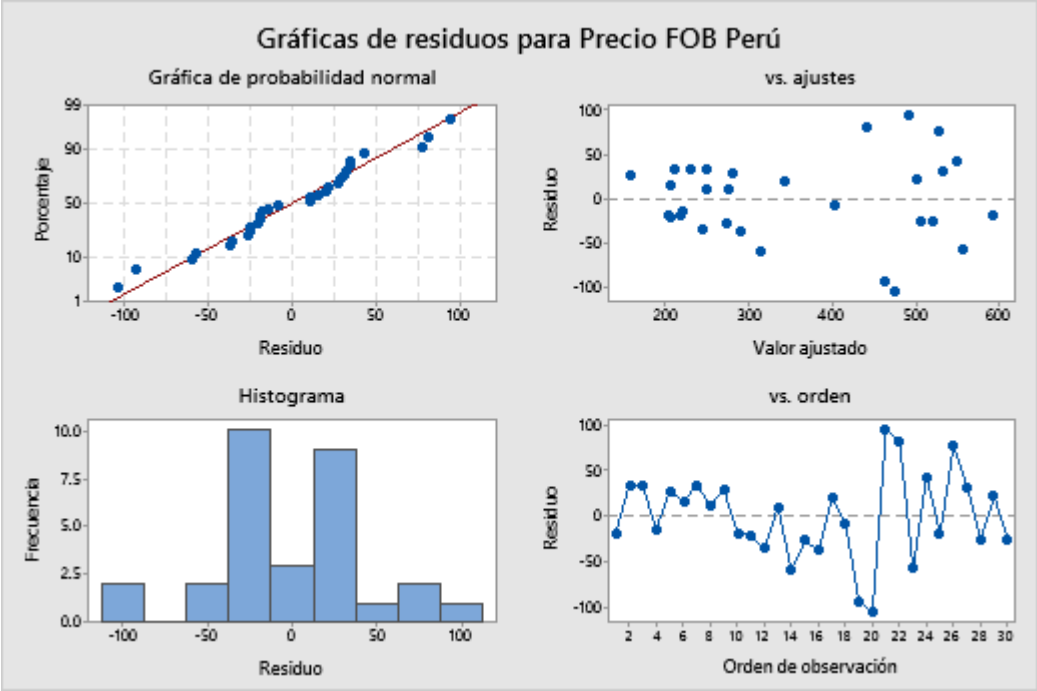
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	3	562311	187437	77.10	0.000
Producción FM mundial	1	24694	24694	10.16	0.004
Precio Soymeal	1	32318	32318	13.29	0.001
Prod Acuicultura	1	44649	44649	18.37	0.000
Error	26	63210	2431		
Total	29	625521			

Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes

Obs	Precio FOB Perú	Ajuste	Resid	Resid est.
20	370.0	474.2	-104.1	-2.21 R
21	585.2	491.1	94.2	2.05 R

Residuo grande R





5.7 Estimación Q producida

Especie/Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Merluza de cola+hubsi	162.282	223.138	212.408	218.607	231.706	234.783	208.561	248.923
Corvina blanca	25.539	33.565	26.303	22.617	22.975	12.261	11.732	16.396
Pescadilla	11.800	14.776	13.754	15.844	8.971	11.011	7.412	8.607
Pez palo	8.091	6.230	7.991	9.119	7.331	6.714	7.775	8.222
Lenguados nep	6.065	4.827	5.522	4.897	4.498	3.695	3.521	4.328

Abadejo	6.686	5.928	5.067	4.591	2.823	2.581	3.244	1.817
Total	220.463	288.463	271.046	275.675	278.303	271.045	242.246	288.292
% de capturas	0,55	0,72	0,68	0,69	0,70	0,68	0,61	0,72
Total Flota fresquera (74% del total)	163.143	213.463	200.574	204.000	205.944	200.573	179.262	213.336
Residuos por año (ton)	81.571	106.731	100.287	102.000	102.972	100.287	89.631	106.668
Residuos por día (ton)	314	411	386	392	396	386	345	410

Tabla 5-1: Estimación cantidad de peces producida

En la Tabla estimación de residuos por día en Mar del Plata se incluye el total de desembarques en Mar del Plata por tipo de especie. El % de capturas representa que cantidad de pesca se hizo en Mar del Plata respecto a la Capacidad Máxima Permitida. Al Total de desembarques se los multiplico por el porcentaje de barcos fresqueros. Ese resultado puede observarse en la fila Total Flota Fresquera. Los residuos por año se calcularon dividiendo por dos el valor de desembarques de flota fresquera. Por último, se obtuvo las toneladas de residuos por día teniendo en cuenta que en el rubro de la pesca hay aproximadamente 260 días laborables.

5.8 Relación técnica histórica

Año	Consumo mundial HP (MTn)	Consumo mundial AP (MTn)	Relación técnica
1990	5.757	1.212	4,8
1991	6.432	1.423	4,5

1992	5.956	1.134	5,3
1993	6.604	1.183	5,6
1994	7.479	1.373	5,4
1995	7.025	1.497	4,7
1996	6.799	1.397	4,9
1997	6.732	1.214	5,5
1998	5.460	907	6,0
1999	6.216	1.179	5,3
2000	6.867	1.211	5,7
2001	6.746	1.145	5,9
2002	5.916	899	6,6
2003	5.882	963	6,1
2004	6.216	1.021	6,1
2005	6.481	933	6,9
2006	5.110	1.047	4,9
2007	5.229	1.055	5,0
2008	5.557	1.076	5,2
2009	4.959	1.063	4,7
2010	4.695	1.016	4,6
2011	5.152	1.078	4,8
2012	5.102	1.083	4,7

2013	4.839	912	5,3
2014	4.659	1.023	4,6
2015	4.331	867	5,0
2016	4.564	1.094	4,2
2017	4.867	1.138	4,3
2018	4.925	1.056	4,7
2019	5.116	1.058	4,8

Tabla 5-2: Relación técnica histórica (OCDE/FAO, 2019)

5.9 Calendario de CAPEX

En esta sección se adjunta la información complementaria acerca de las inversiones de capital erogadas en los principales activos fijos que permiten la producción de la planta de los primeros once años.

Equipo	**CAPEX (USD)**										
	2020	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Caldera de generación de vapor homotubular	22.066	1.485	1.485	1.485	1.485	1.485	1.485	5.535	1.485	1.485	1.485
Horno de discos	75.370	6.820	6.820	6.820	6.820	6.820	6.820	25.420	6.820	6.820	6.820
Prensa de doble tornillo	67.724	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150	7.150
Secador de discos	182.417	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	100.800	28.800	28.800	28.800
Enfriador por aire	89.570	9.000	9.000	9.000	27.750	9.000	9.000	27.750	9.000	9.000	9.000

Molino de martillos	10.658	1.300	1.300	1.300	1.300	5.300	1.300	1.300	1.300	1.300	11.800
Separador de 3 fases	193.753	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570	15.570
Balanza embolsadora semi automática	15.986	1.500	1.500	1.500	1.500	6.000	1.500	1.500	1.500	1.500	17.250
Balanza embolsadora manual	10.658	800	800	800	800	3.300	800	800	800	800	11.300
Llenadora automática de envases	23.681	1.950	1.950	1.950	1.950	7.200	1.950	1.950	1.950	1.950	25.281
Evaporador de dos etapas	137.565	21.744	21.744	21.744	21.744	82.144	21.744	21.744	21.744	21.744	152.276
Lavador químico	50.591	5.600	5.600	5.600	5.600	19.600	5.600	5.600	5.600	5.600	55.444
Total por año	**880.038**	**101.719**	**101.719**	**101.719**	**120.469**	**192.369**	**101.719**	**215.119**	**101.719**	**101.719**	**347.175**

Tabla 5-3: Calendario de capital expenditures. Fuente: elaboración propia.

5.10 Flujo de fondos de la deuda

Operación	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Adquisición de préstamos de CP	-	ARS 138.934 M	ARS 230.881 M	-	-	-
Adquisición de préstamos de LP	ARS 130.788 M	-	-	-	-	-
Pago de préstamos de CP	-	-	ARS -138.934 M	ARS -230.881 M	-	-

Pago de préstamos de LP	-	ARS -26.158 M	ARS -26.158 M	ARS -26.158 M	ARS -26.158 M	ARS -26.158 M
Intereses	-	ARS -72.647 M	ARS -112.544 M	ARS -127.780 M	ARS -29.059 M	ARS -14.529 M
Escudo impositivo	-	ARS 21.794 M	ARS 28.136 M	ARS 31.945 M	ARS 7.265 M	ARS 3.632 M
CFD	**ARS 130.788 M**	**ARS 40.129 M**	**ARS -8.000 M**	**ARS -384.818 M**	**ARS -55.216 M**	**ARS -40.687 M**
CFD	**USD 1.553 M**	**USD 331 M**	**USD -291 M**	**USD -1.852 M**	**USD -211 M**	**USD -126 M**

Tabla 5-4: Flujo de fondos de la deuda para los primeros cinco años. Fuente: Elaboración propia.

6 Bibliografía

Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires. (2006). *Ley N° 13.656.*

AFIP. (2020). *Biblioteca AFIP*. Obtenido de http://biblioteca.afip.gob.ar

Aquahoy. (Mayo de 2009). *Análisis del mercado de la harina de pescado en China*. Obtenido de https://www.aquahoy.com/no-categorizado/7612-analisis-del-mercado-de-la-harina-de-pescado-en-china

Arroyo, L. (27 de Diciembre de 2017). *Acuicultura argentina: un sector en crecimiento que se encamina a ser protagonista*. Recuperado el Abril de 2020, de https://news.agrofy.com.ar/noticia/172803/acuicultura-argentina-sector-crecimiento-que-se-encamina-ser-protagonista

Asche, F. (2016). *Fishmeal and Oil: Why Bother? Opportunities and Challenges.* Hisrtshals: Nordic Council of Ministers.

Asociación Española para la Calidad. (s.f.). *Riesgos en Proyectos*. Obtenido de https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/riesgos-en-proyectos#:~:text=Los%20riesgos%20en%20proyectos%20son,los%20objetivos%20de%20un%20proyecto

ASTW. (2012). *Highest quality fishmeal plants.*

Bachis, E. (2017). *IFFO Events.* Obtenido de Fishmeal and fish oil:A summary of global trends: https://www.iffoevents.com/files/iffo/2.IFFO%20Washington%202017_1.pdf

Bakkafrost. (Agosto de 2016). *The importance of fish meal and fish oil in salmon diets.* Recuperado el Abril de 2020, de https://effop.org/wp-content/uploads/2019/01/odd-eliasen.pdf

Banco Central de la República Argentina. (2020). *Resultados del Relevamiento de Expectativas de Mercado Agosto 2020.* Buenos Aires: BCRA.

Banco Central de Reserva del Perú. (2019). *Pesqueros - Aceite de Pescado - Precio (US$ por toneladas)*. Recuperado el 2020, de https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05422BA/html

Bevilacqua, M. (2019). *Informes de cadena de valor.* Ministerio de Hacienda.

Boletín Oficial de la República Argentina. (2017). *CAPITULO XXIII Productos de la Pesca*. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/normativa/recurso/24788/dn4238-1968cap23/htm

Bureau, US Labour. (2020). *Consumer Price Index*. Recuperado el Abril de 2020, de https://www.bls.gov/cpi/

Cabrera Carranza, C. (1999). *Compatibilidad ambiental de la industria de harina de pescado en Paracas-Pisco.*

Calysta. (Abril de 2020). *Calysta, our technology*. Obtenido de http://calysta.com/our-technology/

Comas, G. A. (2012). *Análisis del sector fileteado de merluza en la industria pesquera.* Instituto argentino de profesores universitarios de costos.

Comerc Turró, S. (2019). *Cómo elegir el generador eléctrico adecuado*. Obtenido de https://www.comercturro.com/blog/construccion/como-elegir-grupo-electrogeno-adecuado-necesidades.html

Concejo Deliberante Puerto Madryn. (2020). *Ordenanza N°11251.*

Consejería Agroindustrial de Argentina en la R.P. China. (2020). *Harina y aceite de pescado*. Recuperado el 2020, de http://www.agrichina.org/view.aspx?cid=230&id=23

Coomarpes Internacional. (2020). *Aceite de pescado*. Recuperado el Abril de 2020, de http://www.coomarpes.com.ar/aceite-de-pescado/

Coomarpes Internacional. (s.f.). *Aceite de Pescado*. Recuperado el Abril de 2020, de http://www.coomarpes.com.ar/aceite-de-pescado/

Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *Organización de la producción y dirección de operaciones: sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva.* Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

EDEA. (28 de Junio de 2020). *Cuadros Tarifarios*. Obtenido de https://www.edeaweb.com.ar/data/pdf/Edea%20-%20Cuadro%20Tarifario%20Hoja%201.pdf

Einarsson, M. I. (2019). Nordic Centre of Excellence Network in Fishmeal and Fish oil. *Matis*.

El agrario. (2019). *¿Cómo quedan las retenciones para el campo?* Obtenido de https://www.elagrario.com/actualidad-como-quedan-las-retenciones-para-el-campo-4189.html

EUMOFA. (Abril de 2019). *European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products. (Abril, 2019). Recuperado el 20 de abril de 2020 de:*. Recuperado el 2020, de https://www.eumofa.eu/es/home

FAO . (2010). *VISIÓN GENERAL DEL SECTOR PESQUERO NACIONAL PERU* .

FAO. (2005). *Cuestiones de ética en la pesca.* Roma: FAO.

FAO. (2007). *Alimentación de gallinas y patos*. Obtenido de http://www.fao.org/3/t0690s/t0690s0b.htm

FAO. (2008). *The State of World Fish and Aquaculture.*

FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.* Roma.

FAO. (2018). *The state of world fisheries and aquaculture 2018.*

FAO, Fishery Industries Division. (1975). *The production of fish meal and oil.* Herts: FAO Fish. Technical Papers.

FAO, Subcomité de acuicultura. (2012). Alimentar al sector de la acuicultura en crecimiento: Un análisis. Ciudad del Cabo: FAO.

FEDNA. (2013). *Harina de pescado para piensos*. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-pescado-70913

Fernanándes Ríos, S. A. (2014). *Catastro de equipos en planta de procesamiento de harina de pescado.*

Finco, A. M.-S. (2016). Technological trends and market perspectives for production of microbial oils rich in omega-3. *Critical Reviews in Biotechnology*, 1-16.

Finnbogason, B. K. (2016). EU Fishmeal Conference 2015, Iceland. *Haarslev Industries*.

Gaggiotti, B. (Octubre de 2019). *Bolsa de Comercio de Rosario*. Obtenido de El mercado mundial de cerdos se reacomoda por la peste porcina africana: https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/el-mercado-38

Gebauer, C. (Abril de 2011). *Evolución y proyección precio Harina de Pescado para el año 2011*. Recuperado el Abril de 2020, de https://www.sonapesca.cl/evolucion-y-proyeccion-precio-harina-de-pescado-para-el-ano-2011/

Gestión Perú. (Julio de 2019). *Produce elevó la tasa de pesca destinada a la elaboración de harina de pescado*. Obtenido de https://gestion.pe/economia/produce-elevo-tasa-pesca-destinada-elaboracion-harina-pescado-nndc-272746-noticia/?ref=gesr

Gíslason, M. V. (2013). *Electrically powered drying of fish meal.* Reykjavik: Faculty of Industrial Engineering, Mechanical Engineering and Computer Science.

Guëlfo, A. (2017). *Fish In -Fish Out y el crecimiento de la acuicultura mundial a través del uso de la harina y aceite de pescado en el alimento.* Recuperado el Abril de 2020, de https://www.snp.org.pe/wp-content/uploads/2017/01/Conferencia-Alejandro-G%C3%BCelfo.pdf

Haarslev. (2017). Evaporator. *Haarslev: Processing technology*.

Hannah Ritchie, M. R. (Agosto de 2017). *Meat and Dairy Production*. Obtenido de https://ourworldindata.org/meat-production

Honorable Congreso de la Nacion Argentina. (1988). *Ley N° 23.614 Ley de Promoción Industrial.*

IFFO . (2017). *Forage fish dependency ratio (FFDR).* IFFO.

IFFO. (19 de Mayo de 2015). *El ensayo de lechones destetados de IFFO muestra que la harina de pescado de alta calidad es la mejor fuente de proteínas* . Obtenido de https://www.iffo.net/es/press-release/el-ensayo-de-lechones-destetados-de-iffo-muestra

IFFO. (2016). *Fish meal and fish oil statistical yearbook 2016.*

IFFO. (Octubre de 2017). *IFish in: relaciones Fish Out (FIFO) para la conversión de alimentos silvestres en peces de cultivo, incluido el salmón.* Recuperado el Abril de 2020, de https://www.iffo.net/fish-fish-out-fifo-ratios-conversion-wild-feed

IFFO. (2018). *Beneficios del uso de los ingredientes marinos*. Recuperado el Abril de 2020, de https://www.iffo.net/es/beneficios-del-uso-de-los-ingredientes-marinos

Index Mundi. (2018). *Fish Meal Production by Country in 1000 MT - Map.* Recuperado el Abril de 2020, de https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=fish-meal&graph=production&display=map

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2016). *Clima y Agua INTA*. Recuperado el 2020 de Abril, de ¿Qupe es el fenómeno El Niño?: http://climayagua.inta.gob.ar/que_es_el_fenomeno_el_ni%C3%B1o

Knip Bio. (Abril de 2020). *Knip Bio. Our Products*. Obtenido de https://www.knipbio.com/our-products

Krishfield, L. (2019). *Future Fish Feed: Forecasting Alternative Aqua Feed Ingredients.* Lux Research.

La Capital Mar Del Plata. (2019). *Clausuran planta de harina de pescado*. Recuperado el Mayo de 2020, de https://www.lacapitalmdp.com/clausuran-planta-de-harina-de-pescado/

La Nación. (5 de Octubre de 2002). *En Mar del Plata. Exportarán aceite de pescado con propiedades médicas*. Recuperado el Abril de 2020, de https://www.lanacion.com.ar/economia/exportaran-aceite-de-pescado-con-propiedades-medicas-nid437748/

Legislatura de la Provincia de Buenos Aires. (2011). *Ley Impositiva 15.170, Tit. II - "Impuesto sobre los ingresos brutos".*

Legislatura de la provincia de Chubut. (2020). *Ley Impositiva XXIV-87 (Chubut).*

Legislatura de la Provincia del Chubut,. (2014). *Ley IX N° 129.*

López Dumrauf, G. (2003). *Planificación y análisis del riesgo del proyecto*. Obtenido de https://ucema.edu.ar/~gl24/Slides/Analisis_de_escenarios_proyectos.pdf

MAGyP. (2020). *Regimen General de Cuotas Individuales*. Recuperado el 2020, de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/normativa/individuales/index.php

Manzano, G. L., & Duciós, S. (2020). *Mercado de trabajo. Tasas e indicadores socioeconómicos (EPH).* INDEC.

Marín, C. G. (2007). Utilización de la harina de pescado en la formulación de alimentos para crecimiento y engorde anima. *INIA Divulga*, 93-95.

Metrogas. (28 de Junio de 2020). *Cuadros tarifarios*. Obtenido de http://www.metrogas.com.ar/Grandes-Clientes/Paginas/cuadros-tarifarios.aspx

Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca. (2019). *Pesca Marítima. Desembarques*. Recuperado el Abril de 2020, de https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/desembarques/lectura.php?imp=1&tabla=puerto_mes_2019

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (Disposición 3/2020). *2020.* Buenos Aires.

Ministerio de Agroindustria. (2017). *Comportamiento de los principales mercados* . Recuperado el 21 de Abril de 2020, de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/informes/economia/index.php

Ministerio de Economía de la República Argentina. (2015). *Ley de Sociedades Comerciales.* CABA.

Ministerio de Justicia de la Nacion. (1996). *Régimen Federal de Pesca - Ley 24922.*

Ministerio de Justicia de la Nación. (1999). *Ley de Emergencia Pesquera.* Buenos Aires.

Muther, R. (1970). *Distribución en planta, ordenación racional de los elementos de producción industriañ.*

OCDE/FAO. (2019). *Perspectivas Agrícolas 2019-2028.*

Ortiz, S. (2003). *Elaboración de aceite de pescado. Estudio monográfico para optar por el título de Licenciado en Tecnología de los Alimentos.*

Ortiz, S. (2003). *Elaboración de harina de pescado.* Buenos Aires: Universidad Católica Argentina, Facultad de ciencias agrarias.

Palavecino, D. (s.f.).

Pueyrredón, M. d. (2020). *Ordenanza N° 24707.*

Rackerseder, K. (2013). *Uso novedoso del Decanter/Tricanter en la industria del aceite de palma.*

Razas porcinas. (2018). *Sustituir la harina de pescado en la dieta de lechones*. Obtenido de https://razasporcinas.com/sustituir-la-harina-de-pescado-en-la-dieta-de-lechones/

Rodriguez, C. A. (1979). *El atraso cambiario en Argentina ¿Mito o realizad?* Obtenido de https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/2.pdf

Roser, H. R. (s.f.).

S.A, C. (28 de Junio de 2020). *Cuadros Tarifarios*. Obtenido de https://www.camuzzigas.com.ar/tarifas-vigentes

Saenz, B., & Henriquez, F. (2000). *Rediseño del sistema de desodorización de plantas de producción de aceite y harina de pescado.*

Salmonexpert. (Febrero de 2016). *FAO: "Alza del precio de harina y aceite de pescado es irreversible"*. Obtenido de https://www.salmonexpert.cl/article/fao-alza-del-precio-de-harina-y-aceite-de-pescado-es-irreversible/

Salmonexpert. (2017). *Perú: se da por terminado un año difícil para la producción de harina de pescado*. Recuperado el Marzo de 2020, de https://www.salmonexpert.cl/article/peru-se-da-por-terminado-un-ano-dificil-para-la-produccion-de-harina-de-pescado/

Sanz, A. (2017). *Estudio de Ingeniería Ambiental. Harinas Patagónicas SRL. Descripción ambiental de proyecto (DAP).* Puerto Madryn.

Scavage. (2019). Obtenido de https://www.scavage.com/?menu=trade.ar.export

Schwarz, N. (2003). *A CASE STUDY ON THE OPERATION OF A FLOTTWEG.* BWANA MKUBWA.

SEAFISH. (2018). *Seafish insight: fishmeal production and trends.*

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2014). *El fenómeno EL NIÑOen el Perú.* Lima.

Servicoop. (28 de Junio de 2020). *Cuadros tarifarios*. Obtenido de https://web.servicoop.com/energia-electrica/cuadro-tarifario/

Skretting Corporation. (Agosto de 2017). *Skretting. Sin restricciones, sin limitaciones: la edad infinita del N3 está aquí. (Agosto 2017).* . Obtenido de https://www.skretting.com/en/settings/news/general-news/no-constraints-no-limitations--the-infinite-age-of-n3-is-here2/

Sotomayor, A., & Power, G. (2019). *Tecnologías limpias y medio ambiente en el sector industrial peruano.* Lima: Universidad de Lima.

The Site Fish. (Febrero de 2020). Obtenido de "Trucha alimentada con algas e insectos llega a los estantes franceses" : https://thefishsite.com/articles/algae-and-insect-fed-trout-hit-french-shelves

Tres líneas. (2015). *Finalmente clausuraron la empresa "Moliendas del Sur"*. Recuperado el Abril de 2020, de http://www.treslineas.com.ar/finalmente-clausuraron-empresa-moliendas-n-1242945.html

Veremaris. (Julio de 2019). *"Veramaris abre una instalación de US $ 200 millones para el aceite de algas omega-3 EPA y DHA para apoyar el crecimiento sostenible en la acuicultura"*. Obtenido de https://www.veramaris.com/press-releases-detail/veramaris-opens-us200m-facility-for-epa-dha-omega-3-algal-oil-to-support-sustainable-growth-in-aquaculture.html

Veremaris. (Abril de 2020). Obtenido de https://www.veramaris.com/home-es.html

Veremaris. (Abril de 2020). *Veramaris. Qué hacemos, en detalle.* . Obtenido de https://www.veramaris.com/que-hacemos-en-detalle.html#omega3