



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

**PROYECTO AGROINDUSTRIAL
“LÍNEA DE SECADO DE CÁSCARA CÍTRICA”**

**Fernández, Juan Ignacio
Teza, Juan Ignacio**

**Coordinador:
Barrios Ruiz, Javier
Tutor:
Di Luca, Bruno**

**Ingeniería Industrial
Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE
2023**

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a las personas e instituciones que contribuyeron de manera significativa al desarrollo y éxito de este trabajo. Sus aportes han sido fundamentales, y su colaboración ha enriquecido cada aspecto de esta investigación. En este sentido, deseamos destacar y agradecer de manera especial a:

- Jefe de planta Litoral Citrus (Bella Vista): Ing. Benjamín Noblega
- Dpto. Reaseguro Calidad Litoral Citrus (Tucumán): Ing. Miguel Ángel Pérez Monge
- Tutor de tesis: Ing. Bruno Di Lucca
- Docente: Ing. Mario Díaz Yanevich
- Corrientes Exporta (Mauricio Colombo)
- Contadora Patricia Ríos

A cada uno de ellos, se le agradece sinceramente por su tiempo, dedicación y conocimientos compartidos. Sus contribuciones han sido esenciales para alcanzar los objetivos propuestos en este trabajo.

Índice

RESUMEN	5
1 ASPECTOS GENERALES	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 Producción de cítricos en Argentina	6
1.2.1 Fruta cítrica fresca	7
1.3 Suelo y Clima	9
1.4 Influencia Regional	12
1.5 Nivel de ocupación del sector	14
1.6 Industrialización del Limón.....	16
1.6.1 Diagrama de flujo de la industrialización de limón:.....	20
2. PRODUCTO	21
2.1 Cáscara Deshidratada	21
2.2 Composición.....	23
2.3 Parámetros a Analizar	25
2.4 Usos	25
3. DESCRIPCIÓN DEL MERCADO	26
3.1 Identificación del problema u oportunidad de mercado	26
3.2 Estudio de mercado	26
3.2.1 Competidores	28
3.2.2 Demanda y consumidores	28
3.2.3 Disponibilidad de materia prima.....	30
4. ESTUDIO TÉCNICO	33
4.1 Proceso Productivo	33
4.2 Descripción del proceso:	35
4.3 Ingeniería de proyecto:	39
4.3.1 Balances de masa:	40
4.3.2 Resumen de cálculo balance de masa en sector lavado	42
4.3.3 Cálculo de balance de masa en sector secado	43
4.3.4 Control de calidad:.....	45
4.4 Plan de producción:	47
4.5 Maquinaria	48
4.5.1 Requerimiento de maquinaria:	48

4.5.2 Características técnicas maquinaria	49
4.5.3 Proveedores de maquinaria:	66
4.6 Mantenimiento	67
4.6.1 Codificación	68
4.6.2 Plan de mantenimiento	69
4.7 Biocombustible:	72
4.8 Localización y tamaño	74
4.8.1 Logística	78
4.9 Comercialización	79
4.10 Layout.....	83
4.10.1 Infraestructura.....	89
4.11 Evaluación de impacto ambiental	91
4.11.1 Identificación y análisis de los impactos ambientales:	91
4.11.2 Conclusión de los impactos:.....	93
4.11.3 Plan de gestión ambiental:	94
4.12 Higiene y seguridad.....	98
4.13 Recursos Humanos	100
4.13.1 Características de la mano de obra	103
4.14 Organigrama	104
4.15 Estudio Legal	106
5. ESTUDIO ECONÓMICO	108
5.1 Inversiones	108
5.2 Financiación	109
5.3 Costos	112
5.3.1 Costos Variables	112
5.3.2 Costos Fijos	113
5.4 Ingresos y beneficio	115
5.5 Flujo de fondos.....	116
CONCLUSIONES	119
REFERENCIAS/BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXOS.....	123

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo evaluar la factibilidad técnica, económica y medioambiental de implementar una línea de secado de cáscaras cítricas en las instalaciones de Litoral Citrus, una planta dedicada a la producción de jugos concentrados y aceites esenciales ubicada en la ciudad de Bella Vista, Corrientes. Esta iniciativa busca analizar la viabilidad de incorporar este proceso complementario a la actividad existente de la empresa.

El trabajo comienza con una exposición detallada de los aspectos fundamentales del proyecto, ofreciendo una visión amplia que se enfoca en la producción de cítricos y la industria cítrica en Argentina, con especial énfasis en la provincia de Corrientes. Se ahonda en la naturaleza del producto en cuestión, la cáscara deshidratada, para luego adentrarse en los tres estudios esenciales: de mercado, técnico y económico.

El estudio de mercado abarca consideraciones sobre el panorama actual del mercado, la disponibilidad de materia prima, la competencia existente, así como la demanda y el perfil de los consumidores. Por otro lado, el estudio técnico aborda todos los aspectos relacionados con el proceso de producción, el diseño del proyecto, la selección del emplazamiento y los requerimientos de maquinaria, incluyendo también aspectos ambientales relevantes. En cuanto al estudio económico, se analiza la vertiente financiera del proyecto, contemplando las inversiones necesarias, los costos involucrados y las posibles fuentes de financiamiento disponibles.

Finalmente, se presentan las conclusiones derivadas de un análisis exhaustivo del proyecto, brindando una perspectiva integral tras haber evaluado todas sus facetas.

1 ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

El presente proyecto busca evaluar la factibilidad de invertir en una línea de procesamiento de residuos cítricos para la empresa Litoral Citrus S.A, con sede en la localidad de Bella Vista, Corrientes.

La firma se dedica a la producción y comercialización de jugos concentrados y aceites esenciales cítricos. Actualmente en este proceso se obtiene como residuo bagazo el cual se encuentra constituido principalmente por cáscaras de frutas cítricas, las cuales tienen como destino final la alimentación de ganado. Esto implica que la empresa se vea obligada a pagar a productores ganaderos a fin de deshacerse de ellos de forma efectiva haciendo que incurra en gastos considerables y perdiendo la oportunidad de agregado de valor a estos residuos.

La línea de procesamiento se trata de un proceso de triturado, lavado, deshidratado o secado con un posterior prensado y envasado. Bajo esta presentación las cáscaras cítricas son muy bien comercializadas como materia prima para la fabricación de pectina. La pectina es una sustancia natural que se encuentra en frutas como cítricos y manzanas. Tiene la capacidad de formar gel cuando se mezcla con agua y ácido caliente. Se usa en la industria alimentaria para espesar productos como mermeladas y yogures, así como también en cosméticos y medicamentos.

En Argentina por el momento, no existen plantas industriales dedicadas a la fabricación de pectina, por lo que toda esta cáscara una vez deshidratada y envasada, será exportada.

1.2 Producción de cítricos en Argentina

Argentina representa el 3,76% de la producción mundial de cítricos, lo que la convierte en la séptima mayor productora de cítricos del mundo (Tabla 1).

Tabla 1

Países productores de cítricos (en el mundo)

Fuente: FEDERCITRUS 2022

Países	2019/2020 (1000 tn)	2020/2021 (1000 tn)	Fuente
China	35.330	37.450	USDA
Brasil	14.870	14.712	USDA

Estados Unidos	7.122	6.261	USDA
España	6.175	6.955	USDA
México	5.872	7.644	USDA
Turquía	4.299	4.000	USDA
Argentina	3.636	3.388	INTA

1.2.1 Fruta cítrica fresca

La producción de fruta cítrica fresca en el periodo 2010 a 2021 (tabla 2) creció en un 39% pasando de 2.559.418 a 3.565.001 toneladas. Casi en su totalidad del periodo el limón fue el predominante en niveles de producción, siendo la misma para el 2021 de 2.015.989 toneladas. Este gran crecimiento se debe en parte a la evolución tecnológica en toda la cadena, favoreciendo así dicha producción. Refiriéndonos al limón, este fue el cítrico con mayor aumento en este periodo, creciendo en un 81% en los últimos 11 años, donde puede observarse una tendencia que continúa en aumento.

Tabla 2

Producción de Fruta Cítrica Fresca en Tn (Periodo 2010 a 2021)

Fuente: FEDERCITRUS 2022

Año	Naranja	Mandarina	Limón	Pomelo	Total
2010	833.486	423.737	1.113.375	188.820	2.559.418
2011	1.130.074	554.640	1.756.351	172.382	3.613.447
2012	933.526	373.970	1.456.069	132.196	2.895.761
2013	859.752	364.883	1.485.963	113.549	2.824.147
2014	1.022.276	486.630	953.890	130.786	2.593.582
2015	1.001.309	491.384	1.561.606	130.382	3.184.681
2016	1.032.446	468.278	1.678.337	102.259	3.281.320
2017	1.024.918	459.665	1.675.851	112.337	3.272.771
2018	1.006.779	431.374	1.989.400	114.118	3.541.671
2019	1.038.352	421.371	2.061.660	114.695	3.636.078
2020	957.160	367.136	1.974.652	89.049	3.387.997
2021	1.038.163	421.371	2.015.989	89.478	3.565.001

Como ya se mencionó, la producción de limones tiene gran influencia, donde Argentina tiene una participación del 21,57% de la producción global de limón. Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) en el año 2020 la producción mundial de limones superó los 21 millones de toneladas, incrementando su producción interanual en un 6,2%.

De esta producción mundial, Argentina se posicionó como cuarto gran productor de limones, presidido por China, México e India encabezando la lista con más de 3 millones de toneladas.

Con respecto al rendimiento por superficie de cultivo, Argentina tiene el primer puesto de estos principales productores mencionados teniendo como gran logro 34,5 toneladas por hectárea. A nivel mundial es precedida únicamente por Estados Unidos con 37 toneladas por hectárea.

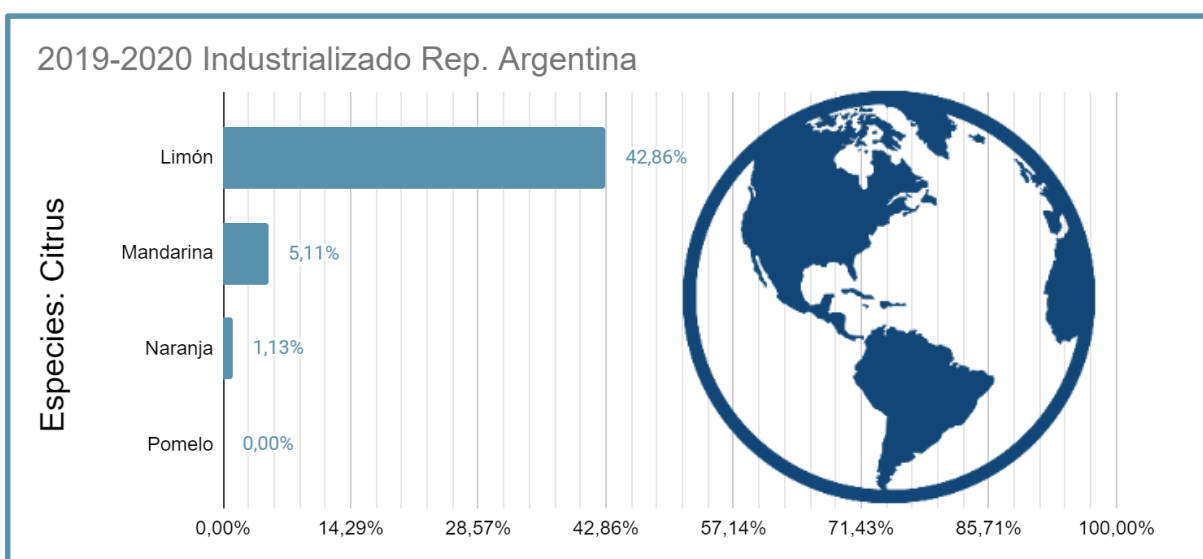
El destino de la producción total de fruta fresca en Argentina es principalmente la industria, la cual representa el 50% del total producido, la mitad restante se distribuye el 35% en el consumo interno y el 15% a la exportación en fresco (figura 1).

A nivel global, Brasil es el principal industrializador de frutas cítricas del mundo, luego le siguen Estados Unidos, México, Unión Europea y Argentina. Sin embargo, en este punto Argentina provee al mundo en 2 tercios del total de los derivados de limón, convirtiendo al país en uno de los mayores industrializadores de esta fruta. En este sentido el país tiene una gran ventaja comparativa en la producción de limón debido a las condiciones en las que se encuentra.

Figura 1

Industrialización de especies cítricas en Argentina

Fuente: FEDERCITRUS



1.3 Suelo y Clima

Por la vastedad del territorio argentino, su amplitud climática y lo fecundo de sus suelos, la Argentina cuenta con las condiciones agroecológicas requeridas para la producción de frutas. Por lo tanto, a lo largo de todo su territorio, Argentina destina más de medio millón de hectáreas al cultivo de frutales.

Al tener climas y tipos de suelos variados alrededor de todo el país (figura 2), la producción de los tipos de frutas será variable y dependerá del clima que la zona ofrezca para un pleno desarrollo de estas. Se puede definir a 4 como los principales climas en la Argentina: cálido, templado, árido y frío, existiendo variedades en cada uno de estos según el relieve y extensión que posea. Gráficamente se lo puede observar cómo:

Figura 2

Disposición de climas alrededor del país

Fuente: epicentrogeografico.com



Como resultado de esto y debido a las variaciones en las condiciones del suelo, se origina la diversidad en la capacidad de producción de diversas frutas en cada región o provincia, como se puede observar en la tabla 3. Como se mencionó previamente, esta diversidad se ve principalmente influenciada por factores climáticos y edáficos.

Tabla 3*Ubicación geográfica de la producción de frutas en Argentina***Fuente:** Gabriel Giacobone

Tipo de Fruta	Producto	Lugar de Producción
Tropical	Banana	En Formosa (52% de la superficie implantada) y Salta (42%), también en Catamarca, Jujuy, Tucumán, Corrientes y Chaco
Carozo	Ciruela	En Mendoza (82%), también en Buenos Aires, Catamarca, Córdoba, Chubut, Entre Ríos, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Neuquén y Rio Negro
Carozo	Durazno	En Mendoza (57% de la superficie implantada) y en Buenos Aires (21%), en menor proporción en todas las provincias, con excepción de Tierra del Fuego.
Cítrico	Limón	En Tucumán (78% de la superficie implantada), Salta (6%), Corrientes (5%), en menor proporción en Buenos Aires, Catamarca, Córdoba y Chaco.
Cítrico	Naranja	En Entre Ríos (43% de la superficie implantada) y Corrientes (26%), también en Buenos Aires, Catamarca, Córdoba, Corrientes Chaco y Formosa.
Pepita	Pera	En Rio Negro (62% de la superficie implantada), Mendoza (26%) y Neuquén (11%), en menor proporción en Buenos Aires, Catamarca, entre otras.
Pepita	Manzana	En Río Negro (64% de la superficie implantada), Mendoza (18%) y Neuquén (14%), en menor proporción en Buenos Aires, Catamarca, Córdoba, Chubut, 26 Entre Ríos, Jujuy, entre otras.
Vid	Uva	En Mendoza (43% de la superficie implantada) y San Juan (22%), también en Buenos Aires, Catamarca, Córdoba, Chubut, Entre Ríos, Jujuy, entre otras.

Fina	Frutilla	En Santa Fe (27% de la superficie implantada), Buenos Aires (21%), Tucumán (14%), Jujuy (10%), Corrientes (8%) y Mendoza (8%), entre otras.
------	----------	---

De las frutas producidas en el país el 68% de la producción total de estas corresponde a cítricos, por lo que el sector citrícola es uno de los más influyentes del país. En la tabla 4 se puede ver que las frutas cítricas en Argentina corresponden a la principal actividad referida a la producción de frutas.

Tabla 4

Producción nacional según grupo de especies

Fuente: FEDERCITRUS 2022

Grupo de Especies	2020	2021
Frutas Cítricas	3.387.997	3.565.001
Frutas de Pepita	1.270.000	1.180.000
Duraznos, ciruelas, etc.	308.000	257.000
Berries	63.000	62.000
Uva de mesa	60.000	50.000
Tropicales	129.500	129.000
Total Producción	5.218.497	5.243.501

1.4 Influencia Regional

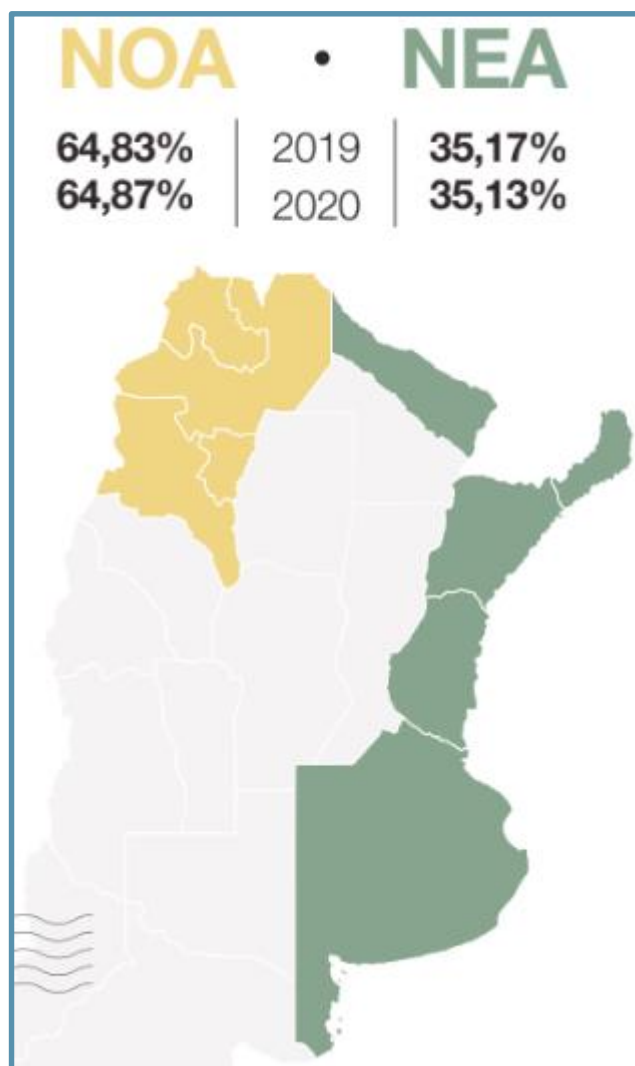
La citricultura ejerce un impacto significativo en las economías regionales, impulsando el desarrollo de este sector agroindustrial mediante inversiones y mejoras en los procesos de producción, lo que permite alcanzar una óptima combinación de calidad y precio.

En las áreas productoras a nivel nacional, se distinguen principalmente dos regiones: el Noroeste (NOA), conocido por su destacada producción de limón; y el Noreste (NEA), donde predominan los cultivos de naranja y mandarina, aunque la producción de naranja en el NEA ha experimentado cambios constantes. Como se puede observar en la figura 3, dichas regiones productoras se encuentran conformadas por diferentes provincias: en la región del NOA se encuentran las provincias de Tucumán, Jujuy, Salta y Catamarca; y en la región del NEA, provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, Corrientes, Formosa y Misiones.

Figura 3

Localización de la producción citrícola en Argentina

Fuente: FEDERCITRUS



A lo largo de los años, la industria de los cítricos ha enfrentado variaciones constantes en la producción y los rendimientos, lo que ha obstaculizado un crecimiento sostenible a largo plazo. Este estancamiento ha sido resultado de la dependencia del mercado interno y ha tenido graves consecuencias para los productores, ya que en ocasiones los precios de venta no cubren los costos de producción. Un problema crucial también radica en la falta de técnicas y prácticas adecuadas en la producción, lo que afecta la calidad final de los frutos. Es evidente que muchos productores no logran cumplir con los estándares exigidos por los mercados internacionales, lo

que lleva a que gran parte de la producción se destine al mercado interno o a la industria. Aunque en diversas provincias se cultivan varios tipos de cítricos, las condiciones climáticas y del suelo hacen que en cada una predomine un tipo específico de fruta cítrica.

Contemplando la tabla 5 y refiriéndonos a la región de Corrientes, el limón es el predominante en lo que respecta a producción de cítricos.

Tabla 5

Producción de cítricos por provincia (en tn). Año 2020

Fuente: FEDERCITRUS

Región	Provincia	Naranja	Mandarina	Limón	Pomelo	Total
NEA	Entre Ríos	302.652	113.140	16.200	4.374	436.366
	Misiones	15.006	24.793	8.671	9.887	58.357
	Corrientes	352.042	197.535	81.100	12.379	643.056
	Bs As	31.000	1.490	5.000	3.400	40.890
	Formosa	441	0	774	10.329	11.544
NOA	Jujuy	148.154	16.838	84.707	10.980	260.679
	Salta	54.625	1.980	203.940	33.000	293.545
	Tucumán	43.100	7.800	1.573.000	4.700	1.628.600
	Catamarca	10.140	3.560	1.260	0	14.960
Total		957.160	367.136	1.974.652	89.049	3.387.997

1.5 Nivel de Ocupación del Sector

El sector citrícola en Argentina desempeña un papel importante en la economía del país y más aún en la economía regional NEA y NOA, generando empleo y contribuyendo significativamente a la producción agrícola y la industria alimentaria.

Según datos del informe de Federcitrus del año 2022, a continuación, se presenta una visión general del nivel de ocupación en este sector estratégico.

Argentina cuenta con una amplia red de 5.300 productores de cítricos, quienes cultivan naranjas, mandarinas, pomelos y limones entre otras frutas. Estos productores son fundamentales para abastecer tanto el mercado interno como el de exportación.

Para el acondicionamiento de la fruta fresca de exportación y además asegurar la calidad y la seguridad alimentaria de los cítricos, el país cuenta con 75 empaquetadoras. Estas empaquetadoras desempeñan un papel crucial en el proceso de acondicionamiento y preparación de la fruta para su envío a mercados internacionales.

Además, en apoyo a la producción de cítricos, Argentina alberga un total de 22 plantas industriales dedicadas al procesamiento y la transformación de cítricos en diversos productos derivados, incluyendo jugos, aceites esenciales, productos en conserva y cáscara deshidratada. Estas plantas agregan valor a la producción citrícola y ofrecen empleo en la industria de procesamiento de alimentos.

En términos de mano de obra, el sector citrícola argentino proporciona empleo a un total de 91.490 personas en diferentes áreas de la cadena de valor de los cítricos. Esto incluye 6.440 empleos permanentes en la producción primaria de cítricos, que abarcan la gestión y el cuidado de huertas y viveros.

Además, hay 58.350 empleos temporales en la producción primaria, distribuidos en actividades como viveros, plantación, poda, desmalezado y otras labores precosecha, así como 25.000 empleos temporales dedicados a la cosecha.

La etapa de empaque de cítricos proporciona empleo permanente a 22.100 personas, desempeñando un papel fundamental en la preparación de la fruta para su distribución.

Finalmente, la industria de procesamiento de cítricos, que incluye la producción de cáscara deshidratada, genera 4.600 empleos permanentes, respaldando la producción de derivados de cítricos.

En conjunto, estos datos reflejan la importancia del sector citrícola en Argentina como un motor económico y un generador de empleo en diversas áreas, desde la producción primaria hasta la industria y la exportación, contribuyendo al desarrollo económico regional.

1.6 Industrialización del Limón

La transformación del limón es muy importante ya que como se ve en la tabla 6, la fruta fresca es comercializada en menor medida. Como se puede ver en dicha tabla, tan solo alrededor del 18% se destina a exportación como fruta fresca, y el 15% para consumo interno como destino final. Uno de los principales motivos es que no toda la producción cumple con los estándares de calidad para la comercialización como fruta. Que la demanda interna sea poco relevante (considerando la fruta fresca) se debe en parte a que el consumo en kg/año por habitante es relativamente bajo, siendo este de 5,9 kg/año de limón, a comparación de la naranja la cual su cifra se eleva a un poco más de 13 kg/año.

Tabla 6

Comercialización del Limón

Fuente: FEDERCITRUS

2021			
Total:			2.711.600
Fruta Fresca	50%	35%	15%
	Industria	Consumo Interno	Exp. En Fresco
Pomelo	48.000	22.474	939
Mandarina	59.000	202.315	52.407
Naranja	205.000	482.203	87.954
Limón	1.050.000	237.931	265.377
Total	1.360.000	944.923	406.677

Por lo tanto, esta diferencia genera un sobrante de producción (alrededor del 70%), permitiendo así el procesamiento de este limón para la obtención de distintos productos que le agreguen valor. Es decir, con el procesamiento se pueden maximizar ganancias mediante la generación de estos productos que a su vez pueden servir de insumos para otras industrias.

La industria cítrica, específicamente la del limón, se ha visto en un constante aumento en el último tiempo, por lo que se a su vez se ha destinado mucha tecnología que ayude en la industrialización de este. Dentro de los productos que surgen de la industrialización se tienen: jugo de limón, aceite esencial de limón, pulpa congelada y cáscara deshidratada.

Los productos derivados de la industria del limón tienen amplios usos en la industria farmacéutica, química y alimentaria principalmente. Estas compañías tienen una gran dependencia a los derivados del limón, además de ser muy exigentes en la calidad de los mismos, es por ello que el sector citrícola se ve obligado a una constante innovación e inversión en equipos de alta tecnología.

Jugos concentrados:

Para el año 2021 en el país se produjeron 52.500 toneladas de jugo concentrado de limón. La cantidad producida es variable durante los años, pero se mantiene en un rango que fluctúa siempre entre 43.000 y 75.000 toneladas teniendo este último máximo en el año 2018.

El jugo natural se obtiene mediante un proceso físico que exige exprimir el limón utilizando máquinas extractoras. Después de esto, el jugo se somete a un proceso de filtrado y despalillado antes de pasar por la pasteurización. Para obtener jugos concentrados, se lleva a cabo un proceso adicional de evaporación. En el caso de los jugos clarificados, primero se someten a una etapa de ultrafiltración antes de la concentración. Finalmente, los jugos se enfrían, envasan y se mantienen a temperaturas inferiores a -18°C .

Figura 4

Imagen descriptiva de jugos concentrados



Aceites esenciales:

La producción de aceites esenciales en los años 2020 y 2021 fue de un total de 5.000 y más de 6.500 toneladas respectivamente. En comparación a años anteriores esto representa una pequeña disminución.

La obtención de aceites esenciales de limón sigue un proceso que implica la perforación de la cáscara para liberar los aceites. Este proceso se lleva a cabo en un contenedor de agua, creando una emulsión que evita que los aceites se dispersen en el ambiente por ser muy volátiles. Luego, se procede a separar el agua del aceite a través de filtración y centrifugación. A continuación, se eliminan los componentes insolubles, conocidos como ceras, mediante sedimentación en frío y filtración, lo que resulta en el aceite refinado conocido como "cold-press".

Figura 5

Imagen descriptiva de aceites esenciales



Pulpa:

La pulpa congelada también se vio con una caída en los últimos 3 años donde no se llegó a exportar 1.000 toneladas de la misma, número promedio de las exportaciones históricas.

El proceso de obtención consiste en que las celdas de pulpa se separan del jugo después de una primera fase de filtración que elimina las semillas y la piel. Luego, se eliminan las partículas y defectos de las celdas mediante hidrociclones, y estas se vuelven a filtrar y concentrar al 50%. La pulpa se somete a pasteurización y se concentra aún más, llegando a más del 80%.

Posteriormente, se envasa y se conserva en cámaras frigoríficas a temperaturas menores a -18°C.

Figura 6

Imagen descriptiva de pulpa



Cáscara deshidratada:

Para las cáscaras deshidratadas cítricas, esto incluye cáscaras derivadas de todos los cítricos y no exclusivamente de limón, en el año 2021 el valor de las exportaciones fue de 71 millones de dólares correspondientes a una producción de cerca de 12.000 toneladas. Este producto se ve en gran aumento, probablemente debido a la tendencia del mercado por optar por productos naturales o derivados naturales, por ejemplo, la pectina en uso alimenticio el cual es un derivado de las cáscaras deshidratadas.

Cabe aclarar que la mayor parte y casi en su totalidad de estas cáscaras corresponde a cáscara deshidratada de la fruta del limón.

En una procesadora de fruta luego de extraer el aceite y el jugo, la cáscara se somete a un proceso de tritución, lavado, escurrido y prensado, antes de ser deshidratada en hornos rotativos. Finalmente, se compacta y envasa.

Figura 7

Imagen descriptiva de Cascara deshidratada

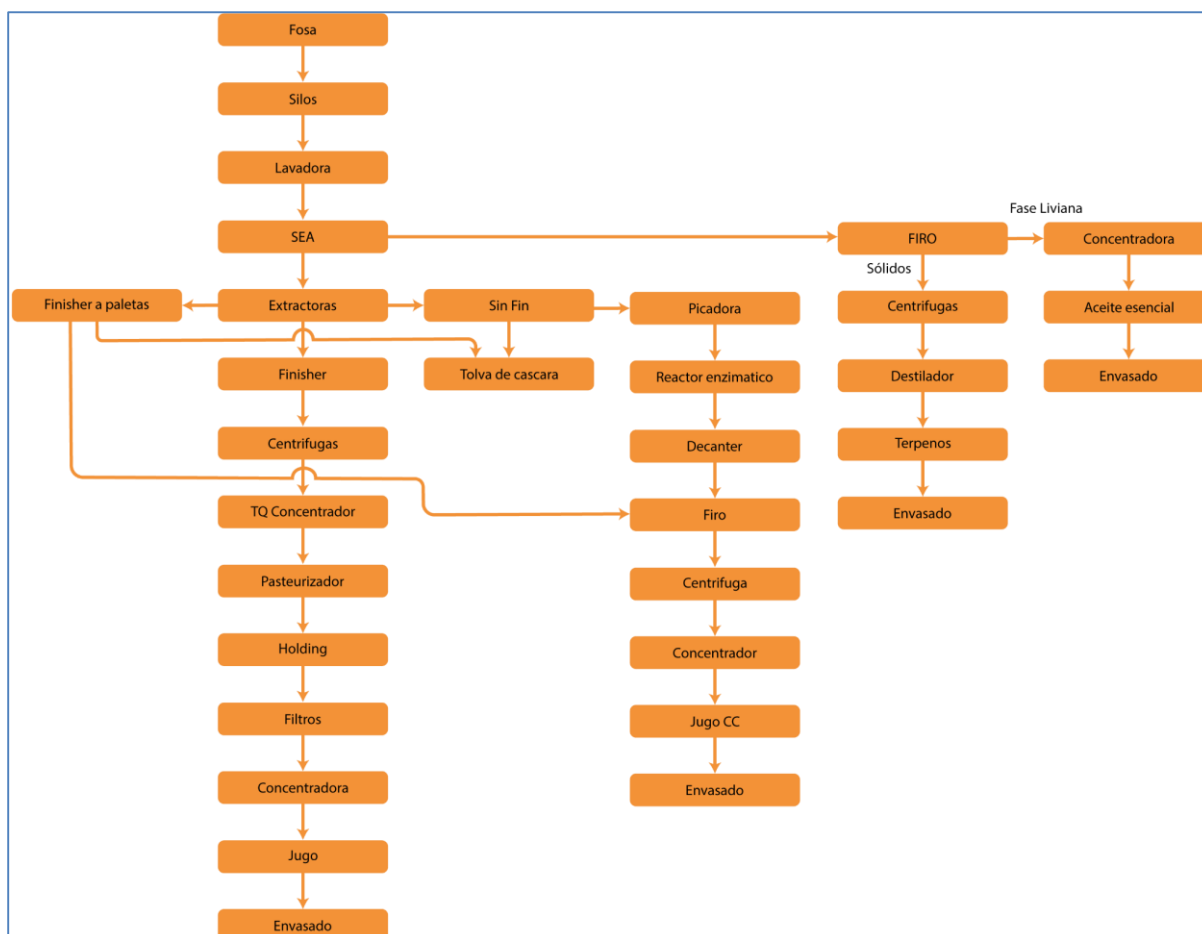


1.6.1 Diagrama de Flujo de la Industrialización de Limón:

Figura 8

Diagrama de flujo actual “Planta Bella Vista”

Fuente: Litoral Citrus SA.



2. PRODUCTO

2.1 Cáscara Deshidratada

La cáscara deshidratada (figura 9) es un producto que no conlleva agregados, por lo que podemos decir que es un producto completamente natural. En el caso de este proyecto se obtiene a partir de limón, específicamente la especie *Eureka*, en condiciones óptimas. El albedo de la cáscara del limón es rico en pectina, sustancia que es requerida en la industria alimenticia, para la preparación de diversos productos, por su poder gelificante, espesante y estabilizante. También se emplea en la industria farmacéutica para conferir volumen al principio activo en distintos fármacos.

Las pectinas son ácidos pectínicos de elevado peso molecular, químicamente es un hidrato de carbono complejo, polímero de unas 800 unidades de D-galacturónico unidos por uniones glicosídicas α -1,4. Según el grado de esterificación, se encuentran pectinas de alto metoxilo o de

bajo metoxilo. Ambos grupos poseen diferentes propiedades y se gelifican bajo condiciones diferentes (Vaclavik, Christian, 2002).

Mediante la mejora en este proceso de producción se busca que el producto posea ciertas características organolépticas y fisicoquímicas específicas las cuales son de vital importancia para mercados de gran exigencia como lo es el de las fábricas de pectina.

El producto final debe tener una apariencia de cáscara sólida, seca y libre de partículas ajenas. Es requerimiento un nivel mínimo de partículas quemadas y no debe haber indicios de fermentación. El color debe ser un color amarillento claro a tostado claro. Con respecto a características fisicoquímicas se tiene que los sólidos solubles en alcohol deben ser del 18% como proporción máxima. Para el contenido de humedad se pretende que posea entre nivel mínimo del 8% y un máximo de 10% siendo este último el porcentaje óptimo con el objetivo de obtener mayor rendimiento. Es decir, debe de cumplir con una serie de especificaciones técnicas (tabla 7).

Estas características nos aseguran que el producto se encuentre en condiciones óptimas para su almacenaje el cual debe realizarse a temperatura ambiente teniendo una vida útil no mayor a 24 meses.

Figura 9

Cáscara Deshidratada



Tabla 7

Especificaciones técnicas (cáscara deshidratada de limón)

Fuente: Litoral Citrus SA.

Denominación	Valores
Humedad %	8% - 10% en promedio
Sólidos Solubles	≤15%
Olor y sabor	Típico de los cítricos
Rendimiento de pectina	28% - 32%
Tamaño de partículas:	
< 1 mm, por peso (finos)	8 %
< 5 mm, por peso	50 %
> 15 mm	No permitido
Apariencia	Blanco amarillento o medio verdoso.
GMO	No contiene
Alérgenos	No contiene
Empaque	Fardos compactos de 50 kg +/- 2 kg
Transporte y Almacenaje	El transporte debe estar asegurado contra la contaminación de elementos extraños y el deterioro.
Tipo de control	Control visual de envases, bolsas que no tengan derrame ni roturas.

2.2 Composición

La cáscara deshidratada es llamada de esta forma, pero no se compone únicamente de la cáscara de la fruta (albedo y flavedo), sino que también contiene las semillas y la pulpa de la fruta no separada. Esta composición está formada principalmente por la epidermis de la fruta, es decir, la cáscara y es por esto que se lo llama de esta manera.

La estructura de la cáscara del limón se divide en tres partes (figura 10):

Epicarpo: es la cáscara externa del limón, cerosa, de color amarillo intenso cuando está maduro y que contiene:

- Clorofila: Clorofila es un pigmento de tonalidad verde que se encuentra en los frutos no maduros y posibilita la ejecución de la fotosíntesis. A medida que el fruto completa su proceso de maduración, surge una enzima conocida como clorofilasa (una proteína) que

convierte la clorofila en azúcares de gran energía y, gradualmente, comienza a manifestarse el tono amarillo en el fruto.

- Caroteno: Pigmento que se manifiesta conforme la clorofila se descompone y es el causante de la manifestación del matiz amarillo en los frutos que han alcanzado su plena madurez. Cuando se consume, el organismo humano tiene la capacidad de convertirlo en vitamina A.
- Xantofila: Es un pigmento que guarda gran similitud con el caroteno en términos de su composición química.

Asimismo, el epicarpio se conforma mediante la epidermis y el flavedo. La epidermis cumple con la tarea de salvaguardar el fruto y constituye su parte externa. Por su parte, el flavedo ostenta un tono verde y se sitúa bajo la epidermis, albergando el aceite esencial.

Mesocarpo: Se trata de la capa esponjosa de tonalidad blanca que envuelve a los segmentos de jugo y que se manifiesta tras la cáscara. Contiene un elevado nivel de pectina y está constituida por:

- Agua: componente mayoritario cuando el limón está fresco.
- Azúcares, celulosa y materias pécticas cuando el limón está seco.

Endocarpo: es la parte central del fruto que contiene las vesículas repletas de zumo y celdas de jugo.

- Principios activos: Agua, proteínas, grasas, hidratos de carbono, cenizas, calorías, grasas, ácido cítrico, ácido málico, sacarosa, citrato cálcico y la conocida vitamina C que es el componente fundamental ocupando un 60%.

Figura 10

Partes del limón

Fuente: Elaboración propia



2.3 Parámetros a Analizar

Estos parámetros son estándares en el mercado de la cáscara deshidratada. Deben ser muy bien cumplimentados para la aceptación por parte de los compradores. Las especificaciones son analizadas en laboratorio mediante los métodos correspondientes aclarados en la sección "Control de Calidad".

- Control de humedad de la cáscara
- Control de pH
- Control de grados Brix
- Control de tamaño de la cáscara
- Control del color de la cáscara
- Control de relación agua-cáscara

2.4 Usos

Industria Alimentaria:

El principal uso de la cáscara deshidratada es como materia prima para la extracción de pectina, producto muy buscado por las productoras de aditivos alimentarios.

Además, existen empresas que se dedican a la extracción de fibras alimentarias a partir de cáscara deshidratada cítrica. Otro uso en la industria alimentaria es como ingrediente en diferentes productos como ser sopas, carnes, ensaladas, caldos, té, entre otros.

Alimento Balanceado Animal

Otro gran uso de este producto es como aditivo para alimento balanceado bovino debido a su gran beneficio para la salud animal por ser un alimento nutracéutico.

Industria Farmacéutica

En la industria farmacéutica es la materia prima para la extracción de pectina, pero a diferencia de las pectinas usadas para la industria alimentaria esta debe cumplir con otros requerimientos de pureza y refinación mucho más estrictos.

3. DESCRIPCIÓN DEL MERCADO

3.1 Identificación del Problema u Oportunidad de Mercado

La planta procesadora de Bella Vista es comparativamente antigua en relación a las demás, donde su principal objetivo siempre fue la producción de jugos concentrados y aceites esenciales, dejando de dar importancia a potenciales negocios que el mercado de hoy en día requiere. En este sentido la empresa tiene una deficiencia porque está dejando de lado la cáscara teniéndola como un residuo, es decir no está aprovechando los recursos en su totalidad.

El grupo Litoral Citrus S.A en su planta de Tucumán posee esta tecnología de secado y accede a un mercado muy activo de cáscara deshidratada con una alta demanda. Hoy día la empresa no es capaz de suministrar toda la totalidad de cáscara deshidratada que el mercado demanda, por lo tanto, se pudo observar una oportunidad de mercado que al momento no es aprovechada por falta de infraestructura en la planta.

3.2 Estudio de Mercado

Como se ha mencionado, Argentina es uno de los principales productores e industrializadores de limones a nivel mundial. Esto se debe a que el país tiene condiciones climáticas ideales para

el cultivo de limones. Actualmente, Argentina es el 4to productor mundial de limón y el 1° industrializador de productos derivados del limón. La actividad del complejo limonero se desarrolla en la región del NOA, principalmente en Tucumán, que concentra el 39% de la superficie nacional cultivada con limón, aunque también se comprende un gran porcentaje en la provincia de Corrientes y parte del norte de Entre Ríos.

Argentina es un importante exportador de limones, y sus principales destinos de exportación incluyen Estados Unidos, Canadá, la Unión Europea y países de América del Sur. Las exportaciones de limones argentinos son altamente valoradas por su calidad y sabor.

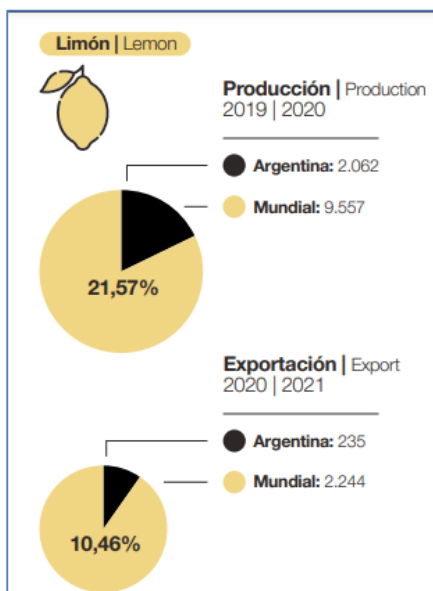
El funcionamiento de la cadena comprende las etapas de producción primaria, acondicionamiento y conservación de fruta en fresco, preparado industrial y comercialización. Tanto en su etapa primaria como en el empaque, la actividad es de mano de obra intensiva. El empleo tiene una marcada estacionalidad, concentrada en el momento de cosecha.

En resumen, Argentina es un actor clave en el mercado de la fruta de limón, tanto como productor de limones frescos como en la industrialización de productos relacionados con esta fruta. Su posición en el mercado internacional continúa siendo fuerte gracias a la calidad de sus productos y su capacidad para satisfacer la demanda global.

Figura 11

Proporciones del Mercado de Limón

Fuente: FEDERCITRUS



3.2.1 Competidores

En Argentina, hay distintas fábricas de jugos concentrados que también hacen uso de las cáscaras frescas para obtener cáscaras deshidratadas para luego ser vendidas. Hay alrededor de 12 fábricas que producen esta cáscara deshidratada (tabla 8) dentro de las más grandes se encuentran: Ledesma, Citrusvil, Citromax y San Miguel. Se puede observar una gran predominancia en la provincia de Tucumán, siendo esta la primera productora de cáscara de limón deshidratada. En menor medida se encuentran fábricas ubicadas en la provincia de Salta y Jujuy.

Tabla 8

Empresas productoras de cascara deshidratada (tn/año)

Fuente: Elaboración propia

Firma	Localidad	Fruta procesada (tn)	Cáscara Deshidratada (tn)
Argenti Lemon S.A.	Tucumán	120.000	6.500
Citrusvil S.A.	Tucumán	250.000	18.000
San Miguel S.A.	Tucumán	-	-
Ledesma S.A.A.I.	Jujuy	180.000	7.700
Citromax S.A.C.I	Tucumán	150.000	-
Citrusalta S.A. (grupo Ledesma)	Salta	-	-
FGF Trapani	Tucumán	90.000	11.700
La Moraleja S.A	Salta	180.000	23.400
Latin Lemon	Tucumán	3.700	481
Vicente Trapani S.A.	Tucumán	130.000	6.000

3.2.2 Demanda y Consumidores

En el ámbito industrial, las empresas que se consideran consumidoras de cáscara deshidratada son aquellas que emplean este producto como materia prima fundamental en sus procesos de fabricación. En su mayoría, estas empresas son plantas especializadas en la producción de

pectina. Es fundamental tener un profundo entendimiento del mercado internacional de pectina, ya que este constituye el mercado objetivo principal al que se busca abastecer con materia prima, en este caso, la cáscara deshidratada.

La demanda de pectina a nivel mundial ha ido en constante crecimiento debido a la creciente popularidad de productos naturales y orgánicos, así como a la demanda de productos bajos en calorías y grasas. Esta tendencia ha incrementado la importancia de la cáscara deshidratada como recurso clave para la producción de pectina.

En el mercado global de pectina, la producción a gran escala está altamente concentrada en unas pocas empresas líderes que abarcan la mayor parte del mercado, las cuales pueden observarse en la tabla 9. La mayoría de estas compañías son miembros activos de la Asociación Internacional de Productores de Pectina, conocida como IPPA (International Pectin Producers Association), una organización que juega un papel crucial en la promoción de estándares de calidad y sostenibilidad en la industria de la pectina.

Es importante destacar que el éxito en este sector se basa en una combinación de factores, que incluyen la calidad de la materia prima (cáscara deshidratada), la tecnología de producción, la logística eficiente y la capacidad de respuesta a las necesidades cambiantes del mercado.

Tabla 9

Empresas consumidoras de cascara deshidratada

Fuente: “International Pectin Producers Association”

Grupo	Marca	País
Cargill	UniPectin	Brasil/Alemania/Francia/Italia
CP Kelco	GENU	Brasil/Alemania/Dinamarca
Silvateam	Aglupectin	Italia
CEAMSA	Ceampectin	España/Filipinas
Herbstreith & Fox (H&F)	H&F	Alemania
DSM	-	China
IFF Denmark	-	Sede central en Nueva York, Estados Unidos

Con respecto a las exportaciones argentinas que fueron destinadas a abastecer este mercado se tiene que, según Indec, las exportaciones del producto en cuestión durante el año 2022 fueron de 91,7 millones de dólares, equivalente a 97.479 toneladas (tabla 10).

Tabla 10*Exportaciones de cascara deshidratada de Argentina campaña 2022***Fuente:** INDEC

Países de Destino	Peso Neto (kg)	FOB (USD)
Alemania	20.297.695	21.844.197
Chile	18.917.415	8.680.356
China	16.601.943	16.964.807
Dinamarca	12.081.387	12.858.194
México	6.928.961	7.282.371
R Checa	5.600.111	5.759.306
Francia	4.397.633	5.303.846
Italia	3.207.122	3.661.851
Brasil	2.567.420	2.656.352
Resto del mundo (8 países)	6.880.227	6.783.420
Total	97.479.913	91.794.700

En lo que respecta a Litoral Citrus S.A la firma se desempeña como proveedora a países como Dinamarca, República Checa, México y España. Países donde destina su totalidad de producción de cáscara deshidratada, siendo la misma de 1.000 toneladas por año en su planta de Tucumán, Argentina. Sin embargo, es importante señalar que Litoral Citrus no acapara la totalidad de esta porción de mercado y teniendo en cuenta que no existe barrera de entrada al mercado por ser actualmente proveedor del mismo, estas regiones siguen siendo un potencial consumidor.

3.2.3 Disponibilidad de Materia Prima

Uno de los aspectos claves a evaluar es qué disponibilidad de materia prima hay para poder obtener el producto final y así poder satisfacer esa demanda. Para poder obtener cáscara deshidratada de limón, la materia prima es la fruta de limón. Esta disponibilidad estará sujeta a la cantidad que se procese dentro de la planta de Litoral Citrus ubicada en Bella Vista, ya que es donde se centra el presente proyecto. Actualmente, se procesan 150 toneladas de limón

diariamente, de dónde 90 toneladas corresponden a cáscara húmeda la cual no tiene ningún tipo de valor agregado, haciendo que exista una alta disponibilidad de materia prima. De la cantidad procesada (150 tn), se estima que el 6,5% corresponde al producto final (cáscara deshidratada), es decir alrededor de 9,75 toneladas de producto obtenido de forma diaria.

La ubicación de la planta es una ventaja comparativa a la hora de evaluar la disponibilidad de materia prima, ya que según el Ministerio de Producción de la provincia en el año 2019 fue la región con mayor producción de este tipo de fruta (tabla 11), teniendo cerca del 80% de la producción total de limón de la provincia.

Tabla 11

Producción de cítricos en Corrientes (en tn). Campaña Provincia de Corrientes 2019

Fuente: Ministerio de producción de Corrientes (2020)

	Limón	Mandarina	Naranja	Pomelo	Total
Región Paraná					
Centro	72.905	33.965	64.162	2.069	173.101
Bella Vista	64690	16890	37700	54	119334
Concepción	3.365	3.590	9.805	1.920	18.680
Saladas	2570	6920	5350	0	14840
San Roque	830	2.000	5.175	0	8.005
Mburucuyá	405	3400	3750	95	7650
Empedrado	445	0	630	0	1.075
Ituzaingó	0	700	880	0	1580
Lavalle	390	465	612	0	1.467
San Miguel	210	0	260	0	470
Región del Río					
Uruguay	8.195	163.570	287.790	10.310	469.865
Monte Caseros	7.805	159.700	280.620	10.235	458.360
Curuzú Cuatiá	230	2.190	3.540	75	6.035
Paso de los Libres	160	1.400	3.290	0	4.850
General Alvear	0	280	340	0	620
Provincia de					
Corrientes	81.100	351.952	351.952	12.379	642.966

Además de esto Bella Vista es la región con mayor superficie cultivada (en la provincia de Corrientes) destinada a la fruta de limón (tabla 12), habiendo una tendencia en aumento hacia el reemplazo de otras frutas por esta. Para el año 2017 había 54 mil hectáreas plantadas con limón en Argentina, donde solo el 5% de esto pertenecía a la provincia de Corrientes, es decir, alrededor de 2.700 hectáreas. Para el 2019 esta superficie había aumentado cerca de un 40% pasando a ser 3.762 hectáreas y concentrando en Bella Vista el 79% de la superficie.

Tabla 12

Superficie en hectáreas. Campaña Provincia de Corrientes 2019

Fuente: Ministerio de producción de Corrientes (2020)

	Limón	Mandarina	Naranja	Pomelo	Total
Región					
Paraná	3.415	1.940	3.430	100	8.885
Centro					
Bella Vista	2.960	1.010	1.965	6	5.971
Concepción	190	230	550	90	1.060
Saladas	120	315	270	0	705
San Roque	50	120	270	0	440
Mburucuyá	25	190	200	4	419
Empedrado	30	0	40	0	70
Ituzaingó	0	45	50	0	95
Lavalle	25	30	35	0	90
San Miguel	15	0	20	0	35
Región del					
Rio	347	7.590	12.950	383	21.270
Uruguay					
Monte Caseros	320	7.330	12.550	380	20.580
Curuzú Cuatiá	15	150	180	3	348
Paso de los Libres	12	90	200	0	302

General	0	20	20	0	40
Alvear					
Provincia					
de	3.762	9.530	16.380	483	30.155
Corrientes					

En conclusión, se denota la amplia disponibilidad de materia prima que incluso se puede ver en un aumento y en sustitución de otras frutas por limón. Esto asegura el abastecimiento de la principal remanufactura del limón, es decir, la producción de jugos y aceites esenciales. Por lo tanto, implica que la producción de cáscara se ve influenciada del mismo modo ya que es directamente proporcional a la cantidad de fruta procesada en la planta.

4. ESTUDIO TÉCNICO

4.1 Proceso Productivo

El proceso principal para la obtención del producto es el secado o deshidratado por flujo de aire caliente. El deshidratado es un proceso antiguo que tiene su fundamento básico en buscar eliminar cierta parte de la humedad de los alimentos con el fin de que estos no se malogren y así volverlos más duraderos en el tiempo. En general, el secado o deshidratado significa la remoción de cantidades de agua relativamente pequeñas de cierto material. “Los microorganismos que provocan la descomposición de los alimentos no pueden crecer y multiplicarse en ausencia de agua. Además, muchas de las enzimas que causan los cambios químicos en alimentos y otros materiales biológicos no pueden funcionar sin agua. Los microorganismos dejan de ser activos cuando el contenido de agua se reduce por debajo del 10% en peso. Sin embargo, generalmente es necesario reducir este contenido de humedad por debajo del 5% en peso en los alimentos, para preservar su sabor y su valor nutritivo”. (Geankoplis, 1998, p. 589)

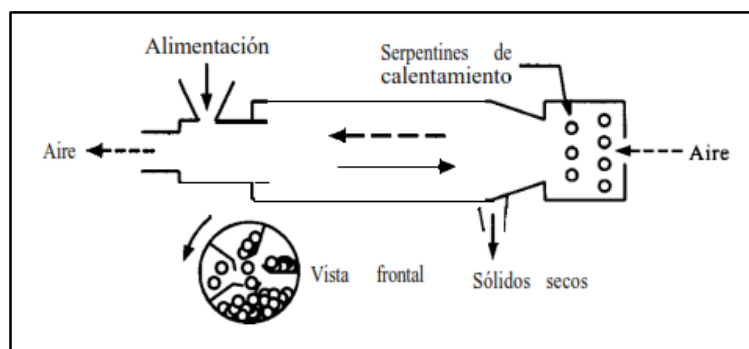
En el contexto del proyecto, la deshidratación de alimentos y sus derivados, juega un papel crucial para su preservación. Este proceso posibilita la prolongación de la vida útil, teniendo en cuenta los cambios enzimáticos y por acción de microorganismos, de los productos facilitando así la posibilidad de llevar los mismos a mercados distantes.

Además, la relevancia de preservar productos deshidratados radica en la capacidad de disponer de ellos en momentos en que su producción suele ser limitada, lo que puede resultar en precios más favorables.

El proceso de deshidratación se puede realizar mediante diversos métodos, los cuales pueden variar según su continuidad, teniendo así *por lotes* o *en continuo*. A su vez, también se los puede clasificar de acuerdo con las condiciones físicas para adicionar calor y extraer vapor de agua. El método más utilizado para la obtención de cáscara deshidratada es a través de un *secador rotativo* el cual consta de un cilindro hueco que gira por lo general, sobre su eje, con una ligera inclinación hacia la salida. Los sólidos granulares húmedos se alimentan por la parte superior y se desplazan por el cilindro a medida que éste gira. El calentamiento se lleva a cabo por contacto directo con gases calientes mediante un flujo a contracorriente o en paralelo. En algunos casos, el calentamiento es por contacto indirecto a través de la pared calentada del cilindro (figura 12). Las partículas granulares se desplazan hacia adelante con lentitud y una distancia corta antes de caer a través de los gases calientes. (Geankoplis, 1998)

Figura 12

Esquema simple de un secador rotativo



Las formas y los métodos en la que los secadores rotativos operan pueden ser varias, la siguiente clasificación incluye los tipos principales:

- CALOR DIRECO (FLUJO A CONTRACORRIENTE)
- CALOR DIRECTO (FLUJO A CORRIENTE PARALELA)
- CALOR INDIRECTO (FLUJO A CONTRACORRIENTE)
- CALOR INDIRECTO (FLUJO A CORRIENTE PARALELA)

En este proyecto, se ha elegido utilizar un tipo de secador que distribuye el calor de manera paralela e indirecta con el fin de preservar la calidad del producto final y evitar posibles inconvenientes derivados de los gases de combustión.

4.2 Descripción del Proceso:

Dentro del proceso general se cuenta con 18 procesos, donde los 3 primeros corresponden al sector de “Molido”, los 7 siguientes al sector de “Lavado”, los 5 siguientes al sector de “Secado” y los 3 restantes al sector “Envasado” (figura 13). Todos los procesos anexos tienen la finalidad de aumentar la eficiencia y rendimiento del mismo. Además de asegurar un producto que cumpla con los estándares requeridos de calidad, por lo que es de suma importancia su completo análisis.

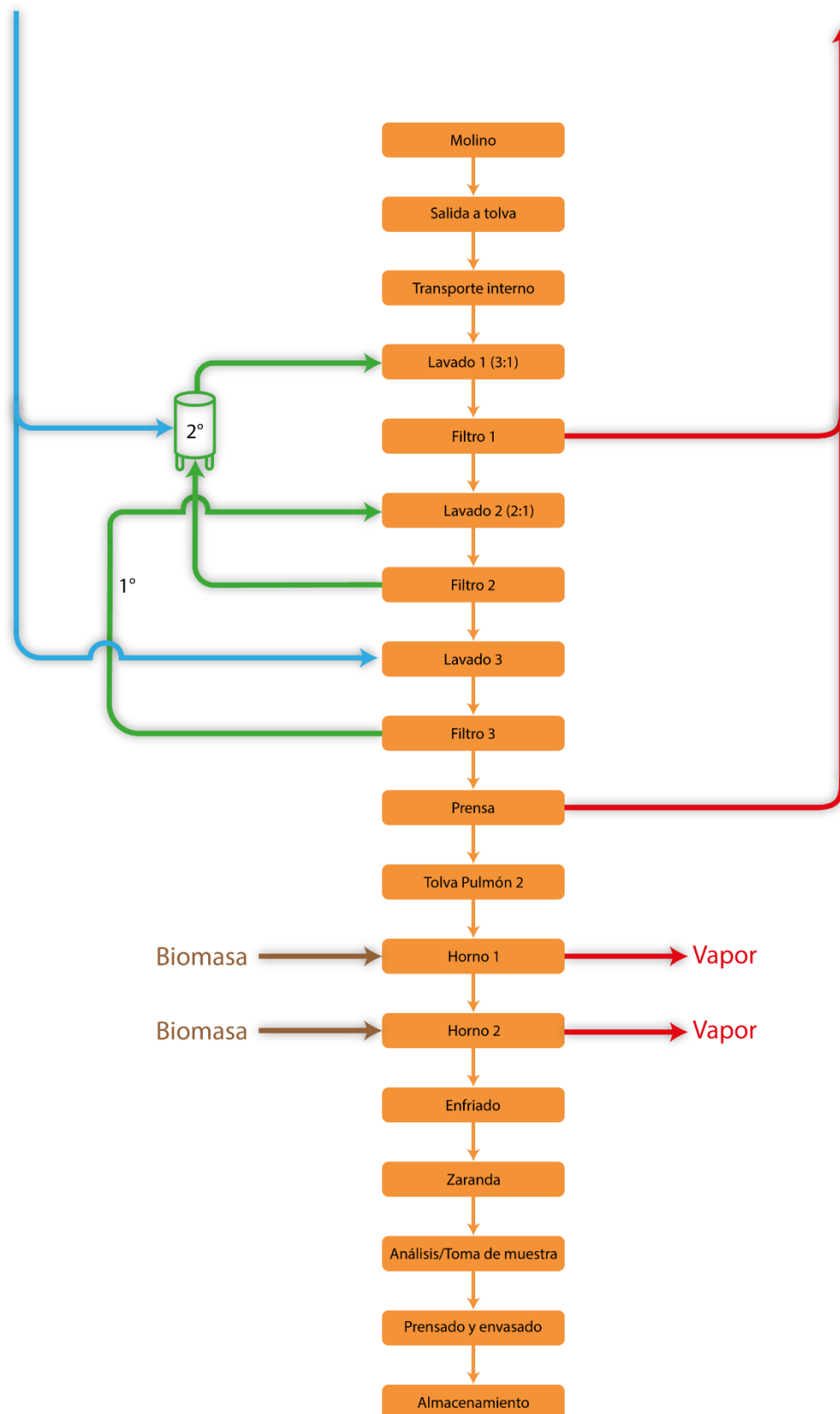
Figura 13

Flujograma general

Fuente: Elaboración propia

Alimentación de
Agua

Efluentes



- a) *Molino*: La molienda de cáscaras se realiza en un molino de martillo, el cual tiene como principal objetivo la homogeneización del particulado para obtener una mayor superficie de contacto a la hora del secado, es decir, que al obtener trozos de menor tamaño el tiempo que el calor tarda en llegar al centro de cada partícula es menor y en consecuencia aumentamos la capacidad de extracción de agua de los mismos. Este molino posee una malla cribada cuyos diámetros van de 15 a 21 mm, de acuerdo al espesor y granulometría final requerida.
- b) *Recepción en tolva*: La cáscara húmeda obtenida en la planta a partir de los otros procesos en relación a la industrialización del limón es almacenada en tolvas para su posterior proceso y así evitar cualquier deterioro en las características de la misma.
- c) *Traslado interno*: Se trasladará la cáscara molida y lista para ser procesada a través de una cinta transportadora hacia el lavado 1.
- d) *Lavado 1*: La cáscara mezclada con agua pasa a un tanque agitador, con el objetivo de extraer los sólidos solubles.
- e) *Filtro 1*: Una vez completo el mezclado pasa al primer filtro parabólico, este equipo tiene una geometría tal que rechaza las partículas, dejando pasar el líquido a través de las aberturas de 0,25 mm, separando así los sólidos. El líquido obtenido de este proceso pasa a la línea de efluentes, mientras que los sólidos (cáscara) se depositan en el próximo lavado.
- f) *Lavado 2*: El segundo lavado se realiza en un lavador horizontal de tornillo donde ingresa agua a contracorriente, siempre en relación desde 2:1 hasta 3:1 (esta agua es proveniente del primer reciclo). Otra vez, el objetivo es extraer los sólidos solubles de la cáscara.
- g) *Filtro 2*: Nuevamente la cáscara es filtrada en un filtro estático o parabólico con cribas de 0,25 mm separando la cáscara del líquido resultante del segundo lavado.
 - i) *Segundo reciclo*: El agua procedente de este filtrado es recirculada a un tanque pulmón, donde se mezcla con agua limpia para aumentar la capacidad de

solubilización del líquido y luego ser utilizada para el primer lavado como se mencionó anteriormente.

- h) *Lavado 3*: El sólido remanente es depositado nuevamente en un lavador horizontal de tornillo con ingreso de agua a contracorriente con una relación igual a las anteriores, pero en este caso se trata de la alimentación principal de agua (agua limpia), es decir, no proviene de agua recirculada. El objetivo es el mismo que los demás lavados.
- i) *Filtro 3*: Luego del tercer lavado se filtra, pero en este caso en un filtro parabólico de 0,5 mm, los sólidos resultantes pasan a la última prensa mientras que el agua restante es recirculada.
 - i) *Primer reciclo*: Se recircula el líquido obtenido en el filtro 3 para ser utilizado en el lavado 2.
- j) *Prensa*: Se procede a un prensado, de donde la cáscara sale con una humedad máxima del 85 % y el agua con Bx menor a 0,5.

Aquí concluye el sector de lavado de cáscaras, el tiempo total que las cáscaras pasan en contacto con el agua es de aproximadamente 30 minutos. Todo este proceso es de suma importancia para lograr un buen deshidratado ya que su objetivo fundamental es el de extraer impurezas del producto y los sólidos solubles que principalmente son carbohidratos. Es de vital importancia darle suficiente atención a lo último mencionado porque los azúcares en contacto con altas temperaturas (en el proceso de secado) conducen a una reacción de caramelización o también llamada pirólisis, donde los carbohidratos se tornan de un color pardo alterando las propiedades organolépticas y fisicoquímicas del producto final.

Los procesos en el sector de secado son los siguientes:

- k) *Tolva pulmón 2*: Nuevamente el producto se almacena en una tolva para lograr mejorar el control de la producción y dosificar de manera correcta el tambor deshidratador.
- l) *Deshidratado*: Se realiza el deshidratado o secado en 2 hornos rotativos colocados en serie. Ingresa la MP con un 85% de humedad al primer horno y sale del segundo con una humedad del 8-10% (idealmente se busca que esta sea del 10%).

Se trabaja con temperaturas que van de los 200 a 400 °C en la garganta del horno, terminando con una temperatura de aire final a la salida del secadero de 80/125°C.

- m) *Enfriado*: La cáscara con el contenido de humedad requerido es enfriada en un ciclón para evitar que la humedad sea condensada en el producto final. De esta forma se logra que los gases calientes y vapores se eliminen por la parte superior del ciclón mientras que la cáscara caiga por gravedad a un tornillo sin fin que conduce a la zaranda.
- n) *Zaranda*: El proceso de tamizado se realiza con cribas que tienen como objetivo estandarizar el particulado final del producto. Se busca separar la cáscara de los finos menores de 1 mm (polvillo). Además, busca eliminar cualquier impureza que haya podido mezclarse con la cáscara deshidratada.
- o) *Análisis/Toma Muestra*: Previa a la etapa final se procede a realizar una toma de muestra para corroborar que se está cumpliendo con los requerimientos establecidos. Se toma en cuenta el color y la humedad, también se busca no dejar mucho residuo de azúcares en la cáscara ya que esto tiene una incidencia negativa al momento de obtener pectina (incide en la calidad de esta). Durante todo el proceso, se realizan chequeos del contenido de azúcar en la cáscara. Al igual que el control del contenido de humedad a la salida de los deshidratadores.
- p) *Prensado y Envasado*: Se envasa prensándolas en bolsas de 50kg, donde sus dimensiones son de 0,85 x 0,35 x 0,35 metros.
- q) *Almacenamiento*: Las bolsas listas para su comercialización son almacenadas de forma que cumplan con el debido requerimiento, colocadas en pallets para evitar su contacto con el suelo y en condiciones ambientales adecuadas.
- r) *Despacho*: Finalmente son enviadas en camiones.

4.3 Ingeniería de Proyecto:

En Litoral Citrus (planta Bella Vista) como ya se ha mencionado, se procesan diariamente 150 tn de fruta de limón (lo que equivale a 6,25 tn/h) de los cuales el 60% equivale a cáscara húmeda

de la fruta al final del proceso de obtención de jugos concentrados (simples y clarificados), aceites esenciales y terpenos. Es decir, que de esas 150 tn procesadas quedan alrededor de 90 tn de cáscara húmeda diariamente, disponibles para ser procesadas para así poder obtener el producto final: cáscara deshidratada.

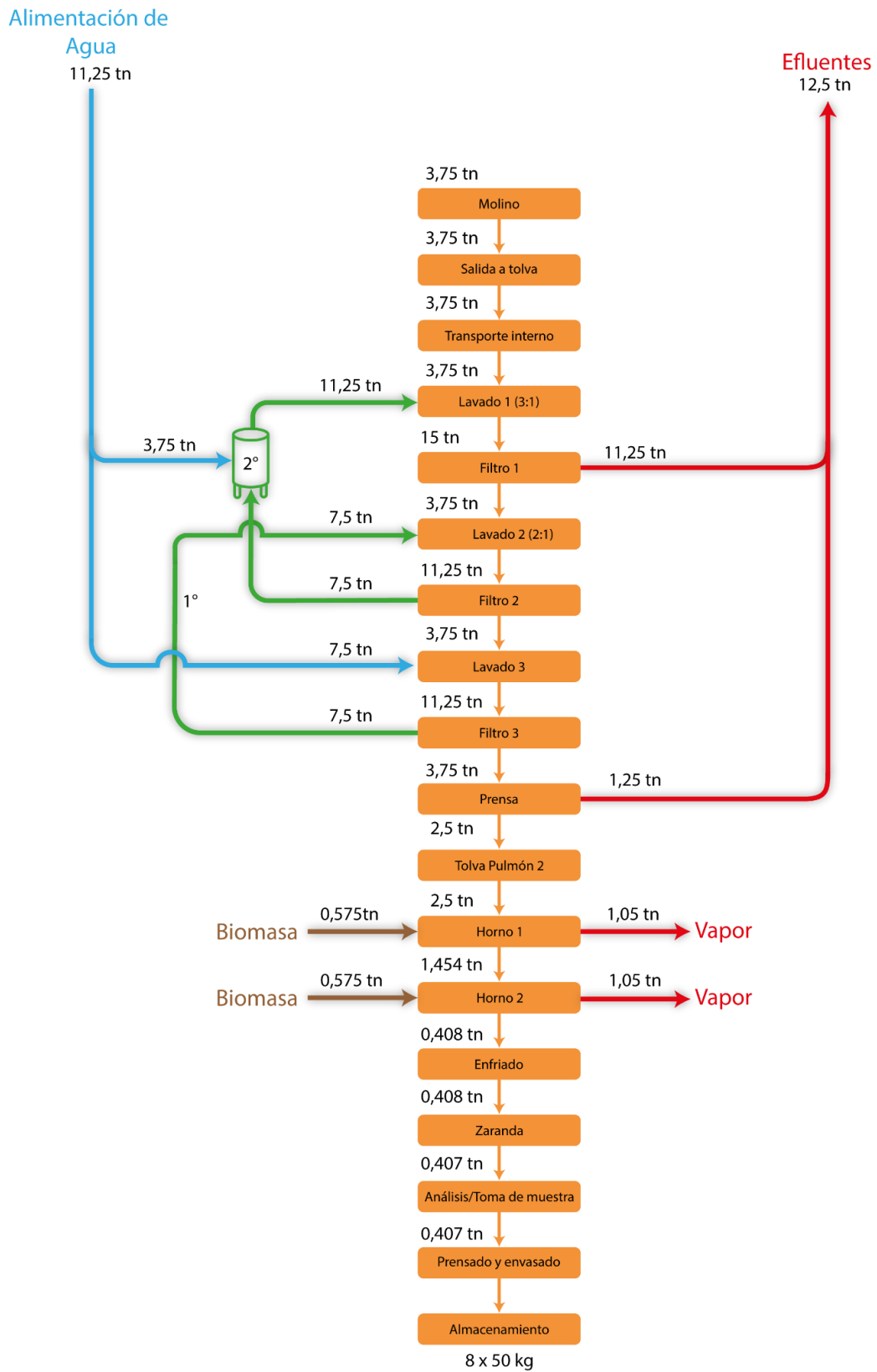
4.3.1 Balances de Masa:

El cálculo de balance de masa de cada operación unitaria permite el dimensionamiento del equipamiento necesario, además establece las cantidades teóricas e ideales de producción, tanto de inputs como outputs. Por esta razón, es de gran importancia contar con un flujograma que resuma los cálculos de balances de masa correspondientes (figura 14).

Figura 14

Flujograma detalle de masas

Fuente: Elaboración propia



4.3.2 Resumen de Cálculo Balance de Masa en Sector Lavado

Se presenta a modo de resumen englobando todo el sector de lavado de cáscaras, el cual comprende desde el primer lavado hasta el prensado (tabla 13).

Esto determina la cantidad de materia que se debe contemplar en el sector de secado, para ello se partió de que ingresan a la línea 3,75 toneladas de cáscara fresca por hora con un porcentaje de humedad del 90% y salen de este sector con un contenido de humedad del 85%. Esto se debe a que, por más que se aumente la humedad de la cáscara gracias a los lavados, posteriormente es prensada justamente para disminuirla.

Figura 15

Resumen balance de masa lavado

Fuente: Elaboración propia

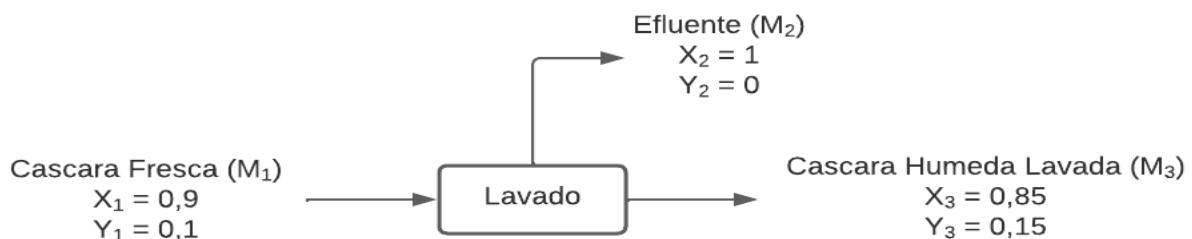


Tabla 13

Balance de Masa Sector Lavado

Fuente: Elaboración Propia

Detalle	Masas	Cantidad (tn)	Proporciones	%
Cáscara Fresca (Ingreso variable)	M1	3,75	X1	90,00%
			Y1	10,00%
Efluente	M2	1,25	X2	100,00%
			Y2	0,00%
Cáscara Húmeda Lavada	M3	2,5	X3	85,00%
			Y3	15,00%

Donde:

$$X + Y = 1$$

$$X = \text{Agua}$$

$$Y = \text{Cáscara}$$

Balance Global:

$$M1 = M2 + M3$$

En este cálculo resumen no se contempló los ingresos de agua propios del lavado que se aprecian en el flujograma de detalle, esto corresponde a 11,25 toneladas más de agua que se deben considerar como alimentación, pero en la sumatoria neta no influye por extraerse su totalidad. A esto se le suman 1,25 toneladas, esta cantidad si influye por ser la humedad propia de la cáscara, que en su totalidad nos da el efluente del sector lavado.

Resultando entonces que se generan 2,5 toneladas de cáscara lavada por hora en el sector. Además, el sector cuenta con 12 m³/hr de efluente, parámetro que debe ser controlado de forma muy rigurosa ya que contiene alta carga orgánica.

4.3.3 Cálculo de Balance de Masa en Sector Secado

Para la determinación del volumen final de producto se recurrió a un análisis de balance de masa en el secadero (tabla 14). Partiendo de que la producción del sector de lavado es de 2,5 toneladas por hora, teniendo como producto cáscara con un contenido de humedad del 85%. Se determinó la cantidad de producto que se obtiene a una humedad final ideal del 8%.

Figura 16

Balance de masa secadero

Fuente: Elaboración propia

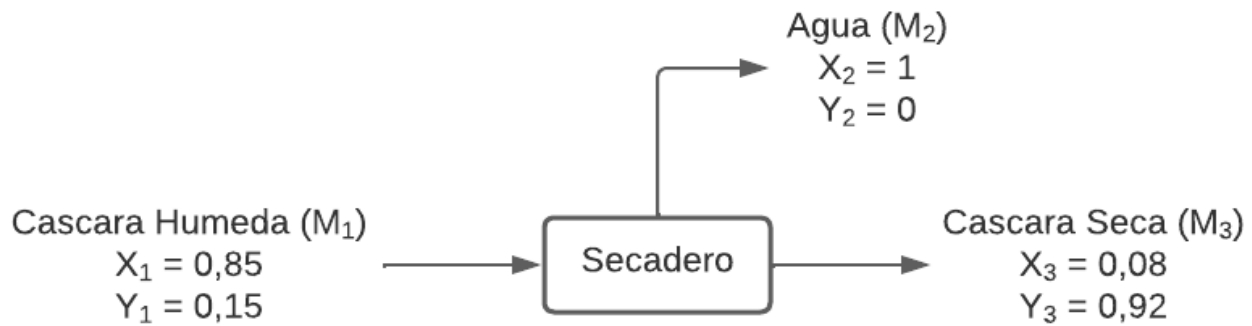


Tabla 14

Balance de Masa Sector Secado

Fuente: Elaboración Propia

Detalle	Masas	Cantidad (tn)	Proporciones	%
Cáscara Fresca (Ingreso variable)	M1	2,50	X1	85,00%
			Y1	15,00%
Vapor de Agua	M2	2,09	X2	100,00%
			Y2	0,00%
Cáscara Seca	M3	0,408	X3	8,00%
			Y3	92,00%

Donde:

$$X + Y = 1$$

X = Agua

Y = Cáscara

Relación CS/CF

10,87%

Balance Global:

$$M_1 = M_2 + M_3$$

Con estas condiciones se obtienen 408 kilos por hora de cáscara deshidratada, por lo que la relación de cáscara seca y cáscara fresca es del 10,87% y un rendimiento total de fruta de 6,52%. Este rendimiento es un rendimiento teórico que parte del cálculo de balance de masa, el cual se espera que sea un poco menor por

consideraciones de mermas y fluctuaciones en producción, teniendo como un promedio de 5,5

4.3.4 Control de Calidad:

Con la finalidad de asegurar el mejoramiento continuo de la calidad, se realizan una serie de controles o ensayos específicos. Estos ensayos son realizados tanto al inicio, como durante el proceso y al final de este, para así poder tener un control continuo de la cáscara. Se busca llegar a los estándares de calidad más elevados, ya que así son requeridos por las industrias que hacen uso de dicha cáscara deshidratada como materia prima para la elaboración de productos finales, que tiene principalmente un uso en el sector alimenticio, un sector donde la calidad del producto es primordial.

Control de humedad de la cáscara:

Este método consiste en controlar la humedad de la cáscara. Se busca que la humedad esté entre el 8-12%. Este es un parámetro de vital importancia en el proceso, ya que tiene consecuencias tanto en la calidad del producto final, así como también en el envasado. Porque si la cáscara está muy húmeda el cliente obtendrá menos cáscara que la requerida y si está muy seca la empresa está dando mucha cáscara, lo cual incurre en gastos adicionales.

Estas mediciones se hacen con una termo-balanza. Se debe realizar:

- Tomar una muestra de cáscara deshidratada de limón con un recipiente recolector. (no se debe hacer con la mano, pues puede variar las lecturas del equipo).
- Llenar hasta aproximadamente la mitad el recipiente del y cerrar con fuerza.
- Registrar la lectura medida.
- La cáscara que sirvió de muestra se debe poner en un recipiente recolector.

Control de pH:

El control de pH se realiza con un pHmetro el cual registra datos del agua del proceso, es decir, se debe controlar el agua de recirculación, el agua de los lavadores y el agua que se obtiene luego del segundo prensado.

El procedimiento es el mismo para todos los controles de pH y consiste en tomar una muestra de aproximadamente 50 ml de agua en un recipiente recolector y tomar los datos que mide el

pHmetro además de especificar también la temperatura a la que se realizó la muestra. Luego esta partida de muestra es desechada.

Control de grados brix:

Este control tiene como objetivo final el de controlar el porcentaje de azúcar (Grados Brix) en el agua, para así poder denotar que cantidad de azúcar salió de la cáscara. El proceso consta de los siguientes pasos:

- Con un recipiente recolector se toma una muestra aproximadamente de 50 ml del agua de reproceso, de los lavadores y el de los últimos prensados.
- En el refractómetro se coloca una pequeña muestra de agua y se cierra el prisma, se mide la lectura que registra el refractómetro.
- Se devuelve la muestra a los canales de desperdicios.

Control de tamaño de cáscara:

Este proceso es de gran importancia al igual que el control de contenido de humedad porque el producto debe cumplimentar los requerimientos de calidad especificados por el cliente. El particulado no debe ser mucho mayor al ya establecido por la empresa.

El proceso de control consiste en sacar una muestra de entre 290 a 300 gramos de cáscara deshidratada lista para envasar, luego se debe realizar un tamizado girando la criba del laboratorio lentamente por un lapso de un minuto aproximadamente.

Posteriormente se separan ambos productos obtenidos y son pesados cada uno por su parte.

Los datos obtenidos estarán expresados en porcentaje, es decir, que porcentaje de la muestra cumple el estándar de calidad. Con esto se establece un promedio y es este promedio el que categoriza el producto final.

Control de color de cáscara:

Este proceso consiste en un control de calidad el cual se controla el color de la cáscara pues esta no puede ser ni muy oscura (quemada) ni muy clara. Este control se debe realizar cada vez que se mide la humedad. Lo que se hace es, tomar una muestra de cáscara deshidratada de limón, compararla con los indicadores de colores de la cáscara y así se determina el color de esta.

Control de relación agua-cáscara:

Este control se realiza en los lavadores, busca que la relación de cáscara y agua sea la adecuada.

El procedimiento consiste en tomar una muestra de la mezcla de los lavadores en un balde, extraer el agua con una malla dejando la cáscara en el balde. A continuación, se pesa la cáscara seca y esta cáscara que quedó en el balde, para lograr compararlas y obtener la relación agua y cáscara.

4.4 Plan de Producción:

El plan de producción está muy sujeto a la producción de la planta de jugos y aceites ya que depende de la cantidad de cáscara que ésta produzca, y a su vez la planta de jugos y aceites está sujeta a la cosecha de limones de la región. Es por ello que el plan de producción del proyecto está ligado al balance de masa de los procesos y el mismo se mantendrá constante en el tiempo debido a que la limitante es una cuestión de infraestructura.

Teniendo esto en cuenta se estarán produciendo alrededor de 940 toneladas de cáscara deshidratada al año. Las mismas estarán distribuidas en 2304 horas, con lo cual se producen 0,408 toneladas por hora.

Se tiene en cuenta que se contará con un régimen de producción de 24 horas, distribuidas en 3 turnos de 8 horas. Donde se trabajarán 6 días de la semana, es decir, de lunes a sábados durante todo el mes. En un régimen de cosecha normal la zafra dura aproximadamente 4 meses con lo cual se estiman alrededor de 96 días de producción al año.

El sector secado de cáscaras trabajará de forma continua, siendo alimentado constantemente por la fábrica de jugos y aceites. Esto tiene como objetivo que los tiempos de estacionamiento de materia prima (cáscara húmeda) sean relativamente bajos, es decir, que en todo momento la planta cuente con materia para procesar y que no se acumule cáscara húmeda a la salida de la fábrica de jugos. Además, se considera que si la materia prima tiene un tiempo de espera se corre el riesgo de que la misma comience un proceso de fermentación por contar con una alta carga orgánica.

4.5 Maquinaria

4.5.1 Requerimiento de Maquinaria:

El requerimiento de maquinaria es establecido siguiendo las necesidades propias del proceso, los mismos fueron seleccionados a partir de un estudio de plantas similares además de tener un criterio de mejora en el proceso y teniendo en cuenta que el proyecto sea aplicable a las condiciones que existen en el lugar de emplazamiento. Los equipos que se listan a continuación tienen el fin mencionado.

Tabla 15

Maquinaria según etapa de proceso

Fuente: Elaboración propia

Etapas del Proceso	Equipos
Molido	Molino de martillos
Recepción 1	Tolva (Planta)
Traslado Interno	Cinta Transportadora
Reciclo 2	Tanque Agitador
Lavado 1	Tanque Agitador
Filtrado 1	Separador Parabólico
Reciclo 1	Tanque Agitador
Lavado 2	Lavadora Horizontal a tornillo
Filtrado 2	Separador Parabólico
Alimentación Principal	Tanque
Lavado 3	Lavadora Horizontal a tornillo
Filtrado 3	Separador Parabólico
Prensado	Prensa Tornillo
Almacén (pulmón) 2	Tolva
	Quemador (1 y 2)
Deshidratado	Horno rotativo (1 y 2)
Enfriado	Ciclón
Tamizado (Clasificación)	Zaranda
Envasado	Prensa embolsadora compactadora

4.5.2 Características Técnicas Maquinaria

Molido

Figura 17

Molino de Martillos

Fuente: Litoral Citrus SA.



Tabla 16

Especificaciones técnicas (molino de martillos)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero inoxidable	4,88 tn/h	536*1245*1120	4	Existente en planta

Recepción

Figura 18

Tolva Pulmón

Fuente: Litoral Citrus SA.



Tabla 17

Especificaciones técnicas (tolva pulmón)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Detalle
Acero inoxidable	10 tn	3650*3650*2000	Existente en planta

Lavado 1

Figura 19

Tanque Agitador

Fuente: Dibacco



Tabla 18

Especificaciones técnicas (tanque agitador)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero inoxidable	15,70 tn	Ø2500*3200	4	-

Almacenamiento y mezclado reciclo 2

Figura 20

Tanque Agitador

Fuente: Dibacco



Tabla 19

Especificaciones técnicas (tanque agitador)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero inoxidable	12,38 tn	Ø2500*2500	4	-

Filtrado 1

Figura 21

Separador Parabólico

Fuente: Dibacco



Tabla 20

Especificaciones técnicas (separador parabólico)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Detalle
Acero inoxidable	20 m ³ /h	432*1245*1676	Cribas 0,25 mm

Reciclo 1

Figura 22

Tanque

Fuente: Dibacco



Tabla 21

Especificaciones técnicas (tanque)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Detalle
Acero inoxidable	8,25 m3	Ø2000*2700 mm	-

Lavado 2

Figura 23

Lavadora Horizontal a Tornillo

Fuente: Dibacco



Tabla 22

Especificaciones técnicas (lavadora horizontal a tornillo)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero inoxidable	15 m3/h	1300*9177*1600	10	-

Filtrado 2

Figura 24

Separador Parabolico

Fuente: Dibacco



Tabla 23

Especificaciones técnicas (separador parabólico)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Detalle
Acero inoxidable	15 m ³ /h	432*1245*1676	Cribas 0,25 mm

Alimentación principal

Figura 25

Tanque

Fuente: Dibacco



Tabla 24

Especificaciones técnicas (tanque)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Detalle
Acero inoxidable	15m3	Ø2300*2300	-

Lavado 3

Figura 26

Lavadora Horizontal a Tornillo

Fuente: Dibacco



Tabla 25

Especificaciones técnicas (lavadora horizontal a tornillo)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero inoxidable	15 m3/h	1300*9177*1600	10	-

Filtrado 3

Figura 27

Separador Parabólico

Fuente: Dibacco



Tabla 26

Especificaciones técnicas (separador parabólico)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Detalle
Acero inoxidable	15 m ³ /h	432*1245*1676	Cribas 0,5 mm

Prensado

Figura 28

Prensa Tornillo

Fuente: Dibacco



Tabla 27

Especificaciones técnicas (prensa tornillo)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero inoxidable	4,2 m3/h	500*1300*1100	5	-

Deshidratado

Figura 29

Quemador de biomasa

Fuente: American Burners



Tabla 28

Especificaciones técnicas (Quemador)

Fuente: American Burners

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero inoxidable	0,5-0,6 m3/h	812*1271*3442	3,6	PLC con Pantalla táctil

Es valida la aclaración de elección de este equipo, ya que el mismo desempeña un papel crucial en el proyecto. En primer lugar, comparando con otros dispositivos de generación de calor, este tipo de quemadores tienen una necesidad espacial muy baja, aspecto que es muy acotado en el diseño del proyecto. Otra cuestión muy importante que representa una gran ventaja es que el medio de transmisión de calor son únicamente los gases de combustión diluidos con aire, motivo por el cual no es necesario equipamiento anexo para medios de transmisión de calor líquidos. Por último, pero no menos importante, no se trata de un equipo sometido a presión, lo cual representa grandes ventajas en términos de seguridad y mantenimiento.

Figura 30

Horno

Fuente: Dibacco



Tabla 29

Especificaciones técnicas (Horno)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero inoxidable	1,6 m3/h	Ø6.000*18.000	34	-

Enfriado

Figura 31

Ciclón

Fuente: Dibacco



Tabla 30

Especificaciones técnicas (Ciclón)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero de carbono	0,45 m ³ /h	460*390*1380	8	0,3 micrones tamaño de partícula

Tamizado (clasificación)

Figura 32

Zaranda

Fuente: Dibacco



Tabla 31

Especificaciones técnicas (Zaranda)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero	0,45 m3/h	1000*2000	2	Cribas 1 mm (polvo)

Prensado y Envasado

Figura 33

Prensa Embolsadora Compactadora

Fuente: Dibacco



Tabla 32

Especificaciones técnicas (prensa embolsadora compactadora)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero de carbono	30 kg/h	4110*2370*1640	5,5	-

Figura 34

Máquina de Coser

Fuente: Dibacco



Tabla 33

Especificaciones técnicas (máquina de coser)

Fuente: Elaboración Propia

Material	Capacidad	Dimensiones (mm)	Potencia (Kw)	Detalle
Acero Inox.	-	660*310*630	1	-

A partir de este detalle se concluyo además que la potencia instalada requerida es de 131,7 Kw, teniendo en cuenta que los equipos trabajan forma continua, es decir, en un promedio 20 horas, pero a un régimen menor que su capacidad máxima.

4.5.3 Proveedores de Maquinaria:

Para la provisión del equipamiento se mantuvo contacto con empresas de alta trayectoria y gran experiencia en proyectos similares (tabla 34). Nuevamente teniendo presente las necesidades y condiciones del lugar de emplazamiento, ya que las mismas son diferentes a las condiciones habituales de los proyectos que estos proveedores acostumbran. Es ahí donde la labor de adaptación juega un papel crítico a la hora de la selección de equipamiento y provisión de los mismos.

Tabla 34*Proveedores de las maquinarias***Fuente:** Elaboración Propia

Etapas del Proceso	Proveedor
Molido	Litoral Citrus
Recepción 1	Litoral Citrus
Traslado Interno	Litoral Citrus
Reciclo 2	Di Bacco
Lavado 1	Di Bacco
Filtrado 1	Di Bacco
Reciclo 1	Di Bacco
Lavado 2	Di Bacco
Filtrado 2	Di Bacco
Alimentación Principal	Di Bacco
Lavado 3	Di Bacco
Filtrado 3	Di Bacco
Prensado	Di Bacco
Almacén (pulmón) 2	Di Bacco
Deshidratado	American Biomasa
	Di Bacco
Enfriado	Di Bacco
Tamizado (Clasificación)	Di Bacco
Prensado y Envasado	Di Bacco
Cosido	Di Bacco

4.6 Mantenimiento

El mantenimiento del sector de cáscaras deshidratadas debe ser un aspecto muy presente, para la planificación del mismo se trabajaron en cada subsector de forma aislada. Considerando entonces el sector de lavado de cáscaras, sector secado y almacenes.

Durante la temporada de procesamiento, en cada sector, se realizan inspecciones y mantenimientos diarios al finalizar cada turno teniendo como finalidad eliminar los restos orgánicos que constituyen la base para el crecimiento bacteriano y que favorecen la bio-

corrosión. Además, consta de realizar una inspección visual, engrase y otras actividades que tienen también como objetivo programar algún mantenimiento preventivo no previsto.

Durante el periodo posterior a la temporada se realizan las actividades de mantenimiento general, donde su objetivo es dejar en condiciones óptimas todo el equipamiento. Cada equipo deberá contar con su manual de mantenimiento y un historial según lo establecido en el plan de mantenimiento anual.

Cada mantenimiento correctivo realizado en algún equipo deberá quedar plasmado en el historial del equipo a fin de analizar la frecuencia de la falla y de este modo preverla.

4.6.1 Codificación

La codificación desempeña un papel crucial una vez que se han definido los equipos a utilizar, ya que resulta fundamental asignar un código único a cada uno de ellos. Esta práctica simplifica su localización, su inclusión en órdenes de trabajo y planos, y permite la creación de registros históricos de fallos e intervenciones, además de posibilitar el cálculo de indicadores relacionados con áreas, equipos, sistemas, elementos, entre otros. Asimismo, facilita el control de costos.

La codificación empleada se conoce como codificación significativa o inteligente, donde el código asignado proporciona información específica. Esta codificación enriquece la información disponible sobre el equipo, indicando a qué sector pertenece, a qué línea está asociado y, a su vez, qué equipo representa.

Tabla 35

Codificación del equipamiento

Fuente: Elaboración Propia

Código de Sector	Línea	Código Equipo	Equipo
AI	Molido	AI-MM1	Molino de martillos
		AI-TR1	Tornillo elevador
		AI-TE1	Tolva elevada
AL	Lavado	AL-TA1	Tanque Agitador
		AL-TA2	Tanque Agitador
		AL-SP1	Separador
			Parabólico

		AL-LT1	Lavadora Horizontal a tornillo
		AL-SP2	Separador Parabólico
		AL-TW	Tanque Agua
		AL-LT2	Lavadora Horizontal a tornillo
		AL-SP3	Separador Parabólico
		AL-TP1	Prensa Tornillo
AS	Secado	AS-QU1	Quemador 1
		AS-QU2	Quemador 2
		AS-HO1	Horno 1
		AS-HO2	Horno 2
		AS-CC1	Ciclón
		AS-ZA1	Zaranda
AE	Envasado	AE-PE1	Prensa envasadora
		AE-MC1	Máquina de coser
AA	Almacén	AA-CT1	Cinta transportadora

4.6.2 Plan de Mantenimiento

Al comienzo de cada ciclo anual de producción, se lleva a cabo un mantenimiento integral de las máquinas con el objetivo de asegurar su óptimo rendimiento para el inicio del procesamiento anual y garantizar su funcionamiento adecuado. Posteriormente, se realizan distintos tipos de mantenimiento de forma regular, que incluyen tareas diarias, semanales, mensuales y, finalmente, un mantenimiento anual, cada uno con objetivos bien definidos (tabla 36).

Tabla 36

Planning de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Meses	Abril		Mayo					Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
Semanas	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Sector Ingreso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molino de Martillos	A			M					M				M					M				A	
Tornillo Elevador	A			M					M				M					M				A	
Tolva Elevada	A																						A
Sector Lavado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanque Agitador 1	A			M					M				M					M				A	
Tanque Agitador 2	A			M					M				M					M				A	
Separador Parabólico 1	A							M				M					M					A	
Tanque Agitador 3	A			M					M				M					M				A	
Lavadora 1	A			M					M				M					M				A	
Separador Parabólico 2	A							M				M					M					A	
Tanque Agua	A																						A
Lavadora 2	A			M					M				M					M				A	
Separador Parabólico 3	A							M				M					M					A	
Prensa Tornillo	A							M				M					M					A	
Sector Secado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quemador 1	A				M				M				M					M				A	
Quemador 2	A				M				M				M					M				A	
Horno 1	A								M						M							A	
Horno 2	A								M						M							A	
Ciclón	A							M									M					A	
Zaranda	A				M						M				M							A	
Sector Envasado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prensa Envasadora	A							M				M					M					A	
Máquina de Coser	A							M				M					M					A	

Sector Almacén	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cinta Transportadora	A						M			M					M				A

Rutas diarias:

Las rutas diarias consisten en mantenimientos en uso, se tratan de tareas leves que no requieren mayor complejidad, además del control del correcto funcionamiento de toda la maquinaria. Estas se realizan todos los días al inicio de cada turno.

Rutas semanales:

Las rutas semanales se encargan de inspeccionar o controlar cada sector en un día específico de la semana. En este contexto, los lunes se dedican al sector de despacho, los miércoles al sector de lavado, los viernes al sector de secado y los sábados al sector de almacén.

Para estas rutas son mantenimientos preventivos o correctivos leves como cambio de piezas o engrases.

Gamas mensuales:

Se indican con una M para señalar la semana en que deben llevarse a cabo. La programación de los intervalos de mantenimiento mensual depende de las particularidades de los equipos y sus especificaciones técnicas.

Las gamas mensuales corresponden a un mantenimiento más en detalle, se corrigen y previenen los fallos, estas gamas también puede incluir mantenimientos predictivos realizando ensayos en equipos que lo requieran.

Gamas anuales:

Se marca con una "A" en el mes en que se debe llevar a cabo. Por lo general, este mantenimiento se realiza después de completar el procesamiento anual, con el propósito de preparar adecuadamente los diversos equipos para el próximo año de producción. Requiere un esfuerzo significativo en términos de mantenimiento, ya que la maquinaria estará inactiva durante un período, lo que ayuda a prevenir el deterioro. Al comienzo del procesamiento también se cuenta con una gama anual, que corresponde a la puesta a punto y revisión de maquinaria.

Parada anual:

La parada anual corresponde a todo el periodo fuera de cosecha, es decir, de septiembre hasta abril. Se aprovecha este tiempo para realizar todos los mantenimientos y cambios que se deban realizar en la planta.

4.7 Biocombustible:

La elección del combustible para los quemadores de hornos es un proceso crucial que implica considerar cuidadosamente las características y requisitos técnicos específicos del equipo. La selección adecuada del combustible no solo afecta el rendimiento del horno, sino también su eficiencia y durabilidad a largo plazo.

Es fundamental evaluar las necesidades del horno en términos de temperatura, capacidad y tipo de operación para determinar el combustible más idóneo. Aspectos como la potencia calorífica, la compatibilidad con el quemador y la facilidad de suministro son consideraciones esenciales. Además, se deben tener en cuenta factores ambientales y de seguridad al elegir el combustible. La minimización de emisiones nocivas, la cumplimentación de normativas ambientales y la seguridad en el manejo y almacenamiento son aspectos críticos en esta decisión.

El gas natural es ampliamente preferido como combustible en los secaderos de cáscaras cítricas por su asequibilidad, disponibilidad y sus bajas emisiones en comparación con otros combustibles fósiles. La falta de suministro de gas natural en la ciudad de Bella Vista representa una importante limitación al plantear el proyecto. Dado este contexto, se descarta su uso como principal fuente de energía para los hornos. Otra opción es el empleo de gas envasado, sin embargo, conlleva costos significativamente más altos en comparación con otras alternativas disponibles.

El proyecto se sitúa en una región dominada por la industria citrícola, pero también se ve influenciado por sectores arroceros y foresto-industriales de gran presencia en la zona. Esta situación condujo a la evaluación y consideración del uso de biomasa derivada de estas industrias como fuente de combustible, es decir, un biocombustible.

Inicialmente, se contempló el uso de aserrín y virutas de los aserraderos cercanos. Sin embargo, surge un inconveniente significativo debido a su alto contenido de humedad, que ronda el 50%. Esta alta humedad reduce la capacidad calorífica de estos biocombustibles en comparación con otras opciones, lo que demandaría cantidades mayores para satisfacer los requerimientos

energéticos. Esto conlleva desafíos logísticos como el almacenamiento a gran escala y problemas operativos. Así como también, tendría inconvenientes para ser utilizado en el quemador de biomasa debido a que este no admite una gran cantidad de combustible.

La siguiente alternativa evaluada fue el pellet de pino, un biocombustible seco con un poder calorífico de alrededor de 4.282 Kcal/kg, notablemente superior a los anteriores mencionados. Esta característica supone una ventaja considerable en la gestión de los volúmenes de combustible, reduciendo significativamente las cantidades necesarias. No obstante, el acceso a este producto se ve limitado debido a la escasa cantidad de productores, quienes se centran principalmente en la fabricación de pellets de alta calidad, generalmente destinados al uso doméstico, lo que resulta en precios elevados en el mercado local.

Finalmente se evaluó el uso de cascarilla de arroz, este producto es de gran abundancia en la provincia y además tiene la gran ventaja que tiene un contenido de humedad cercano al 8%. En cuanto al poder calorífico se encuentra en valores menores en comparación al pellet de pino, rondando las 3.700 Kcal/kg pero superiores al aserrín y el chip. En cuanto al costo se encuentra en gran ventaja comparativa con respecto a los pellets, es mucho más económico teniendo un valor de alrededor de 20 dólares la tonelada.

A modo de resumen se presenta:

Tabla 37

Consumos Planta Bella Vista (Litoral Citrus)

Fuente: Elaboración Propia

Consumo	(día)	(hr)
Kcal necesarias	102.130,435	4.255,435
Gas Natural (m ³)	9.782,61	407,61
Pellet (kg)	23.851,11	993,80
Aserrín (kg)	42.554,35	1.773,10
Cascarilla de Arroz (Kg)	27602,82	1150,12

Tabla 38

Opciones de Combustibles

Fuente: Elaboración Propia

Combustibles	Poder Calorífico
Gas Natural (kcal/m ³)	10.440
Pellet (kcal/kg)	4.282
Aserrín de Pino (kcal/kg)	2.400
Cascarilla de Arroz (Kcal/kg)	3.700

Tabla 39

Relación precio de combustibles según requerimientos por hora

Fuente: Elaboración Propia

Detalle		Cantidad	USD	ARS
		(kg/h)		
Combustible	Pellet	993,80	\$159,001	\$57.243,10
	Aserrín	1.773,10	\$3,94	\$1.148
	Cascarilla de arroz	1150,12	\$23,00	\$8.280,91

Después de analizar los tres tipos de combustibles disponibles, se ha llegado a la conclusión de que la cascarilla de arroz es la alternativa más viable, tanto por razones económicas como técnicas. A pesar de que la cantidad necesaria de pellets es menor en comparación con los otros combustibles, su precio es notablemente alto. Respecto al aserrín, su costo es más bajo que el de los demás, pero las cantidades requeridas por hora exceden la capacidad admisible del quemador, que es de 0,5-0,6 m³/h. Es por estas razones que la cascarilla de arroz se considera la mejor opción disponible.

Además, esta decisión trae consigo una serie de ventajas ambientales por tratarse de un combustible renovable y de bajo costo.

4.8 Localización y Tamaño

El Proyecto tiene dos posibles opciones de ubicaciones, una de ellas es la actual planta de jugos y aceites esenciales que está localizada en el ingreso de la ciudad de Bella Vista (figura 35). La segunda opción de ubicación es un predio de la empresa en donde están establecidas unas

cámaras frigoríficas que tienen como objeto almacenar la producción de jugos y aceites de la planta ya mencionada (figura 36).

Figura 35

Ubicación de planta industrial

Fuente: Google Maps



Figura 36

Ubicación planta “Cámaras Frigoríficas”

Fuente: Google Maps



Ambas opciones presentan ventajas y desventajas una de otras, por lo que por este motivo se procedió a realizar la matriz de localización (tabla 40) para comparar las dos locaciones elegidas y así poder elegir cual es la óptima.

Matriz de ponderación:

Tabla 40

Matriz de Ponderación (Localización del proyecto)

Fuente: Elaboración propia

Necesidades		Alternativas de localización						
		Planta Industrial				Planta Cámara Frigoríficas		
Obligatorias	Agua	Si				Si		
	Energía Eléctrica	Si				Si		
Deseables	Disponibilidad de espacio	30	Regular	7	210	Amplio	10	300
	Estadía de cáscara fresca	30	Poca	10	300	Larga	3	90
	Disponibilidad de Mano de Obra (hab)	10	42.229	9	90	42.229	9	90
	Disponibilidad de MP	10	Muy buena	10	100	Buena	9	90
	Disponibilidad de Acopio de Combustible	10	Regular	7	70	Muy buena	10	100
	Cercanía de Mercado	5	820,5 km	7	35	820,5 km	7	35
	Conectividad y acceso	5	Muy buena	9	45	Muy buena	9	45
					850	750		

Como resultado de la matriz se determinó que el emplazamiento más conveniente es la de la Planta Industrial de Litoral Citrus debido a que es la mayor, y además porque posee uno de los aspectos más importantes que es el poco tiempo de estadía entre la molienda de la cáscara y el procesamiento de ésta, en comparación a la localización de la Planta de Cámaras Frigoríficas.

Aunque el espacio disponible en la Planta Industrial es limitado en comparación con la otra ubicación, el factor crítico reside en el tiempo de permanencia de la cáscara. Es imperativo que no transcurra más de media hora después de la molienda sin que sea procesada, ya que en ese período empezará a deteriorarse y a perder su calidad, la cual es de vital importancia.

Por lo tanto, la elección de la ubicación actual se presenta como una opción altamente favorable debido a la integración completa del proceso de procesamiento del producto en un solo predio. Esta estrategia ofrece beneficios significativos en términos de eficiencia y optimización de recursos. Al concentrar todas las etapas del procesado en un mismo lugar, se reduce considerablemente la complejidad logística y se minimizan los tiempos de traslado de materias primas.

La sinergia resultante de tener todas las operaciones en un único sitio no solo simplifica la gestión diaria, sino que también contribuye a una mayor eficacia en la supervisión y coordinación de cada fase del proceso. Además, al eliminar la necesidad constante de transporte de materias primas entre ubicaciones, se logra una significativa reducción en los costos asociados al movimiento logístico, generando ahorros sustanciales para la empresa. La concentración de todas las actividades en un solo predio también facilita la implementación de medidas de control de calidad más efectivas, ya que se pueden monitorear de manera más directa y precisa todas las etapas del proceso. Esto no solo asegura la consistencia en la calidad del producto final, sino que también permite una respuesta más rápida ante cualquier eventualidad o mejora que sea necesaria implementar.

4.8.1 Logística

La importancia de la logística reside en que no se cuenta con gran lugar para el almacenamiento es por ello que se cuenta con el segundo predio exclusivo para almacenamiento donde la empresa ya cuenta con las instalaciones necesarias para esto. Además, posee un camión que se emplea para el transporte de jugos y aceites esenciales, con el fin de su almacenamiento en cámaras frigoríficas. El mismo será empleado en su tiempo ocioso para el transporte de cáscaras deshidratadas para su almacenaje.

Este proceso se llevará a cabo transportando un total de 10 toneladas de producto terminado, de igual forma se contará con espacio ocioso para almacenar hasta dos días de producción, lo da un margen de capacidad por si existe alguna eventualidad relacionada al transporte.

El trayecto previsto es el que se muestra en la figura 36. Consta de 2,1 kilómetros de asfalto, teniendo en cuenta que el promedio de consumo para el camión que tiene esta finalidad es de 0,38 litros por kilómetro, el consumo por trayecto de ida y vuelta es de 1,6 litros. Es decir, que

por semana considerando que se realizan 6 viajes, el consumo semanal promedio es de 9,6 litros de combustible.

Figura 37

Trayecto entre ambos predios

Fuente: Google Maps



En cuanto a la logística principal, el producto será transportado al puerto de Buenos Aires a razón de 25 toneladas, correspondientes a un contenedor de 40 pies estándar. Esta trayectoria es de alrededor de 800 kilómetros y se prevé que estará a cargo del grupo logístico de la firma el cual ya está familiarizado con el trayecto por ser el que se encarga del transporte de los demás productos de la empresa.

4.9 Comercialización

Como ya se ha mencionado el principal destino de la cáscara deshidratada es la exportación. Donde el total de la producción de este producto se exporta a países europeos, latinoamericanos y asiáticos. (Tabla 10).

Con respecto al proceso de exportación se tuvo en cuenta tanto el tratamiento aduanero como los costos asociados a la exportación. Los mismos se detallan a continuación.

Tratamiento aduanero de exportación:

Posición arancelaria: 2308.00.00.200 W

Descripción: Cáscara deshidratada de cítricos

Aranceles de exportación: 0%

Reintegros: 1%

Plazo liquidación de divisas: 180 días

Intervenciones y certificaciones necesarias de exportación: SENASA

Costos de exportación:

Para el presente análisis se consideran las principales variables que forman el costo de exportación. Para este primer análisis se consideran los siguientes:

1. Ítems a considerar:

- Flete camión desde Depósito del productor (Bella Vista) hasta depósito fiscal en Buenos Aires, aproximadamente 820 kilómetros.
- Costo de consolidado en depósito fiscal en Buenos Aires.
- Honorario despachante de aduana.
- Gasto de agencia.
- Gastos de puerto.
- Comisión bancaria para el ingreso y liquidación de divisas.

Para todos los casos se utilizan valores estimados y de referencia aportados por la empresa Litoral Citrus y colaboradores de la tesis.

2. Envase y embalajes:

La exportación de la cáscara deshidratada se realizará de la siguiente forma:

- Se utilizarán contenedores de 40 pies, los que permiten una carga máxima de 28 toneladas.
- El producto en cuestión se embolsa en forma compacta en bolsas de 50kg de 85cm x 35cm x 35cm.

- Se utilizan pallets de medida específica (170cm x 210cm) para contenedores de 40 pies. Los mismos deben contar con certificado NIFT N°15 de uso obligatorio.
- Cada pallet carga 36 bolsas de 50kg, total 1.800kg por pallet.
- Cada contenedor de 40 pies cargará 14 pallets, total 25.000 kg (504 bolsas).

Lo anterior descripto se muestra en la figura 38.

Figura 38

Envasado y almacenamiento

Fuente: Litroral Citrus



3. Cálculo del costo de exportación:

El siguiente cálculo corresponde a una carga completa (25 toneladas) de cáscara deshidratada, la cual sería cargada en Bella Vista, transportada hasta depósito fiscal en Buenos Aires donde se consolidaba en un contenedor de 40' y abarcaría al exterior por puerto de Buenos Aires.

Tabla 41

Costos directos de exportación por despacho (25 tn)

Fuente: Corrientes Exporta

Detalle	Total (\$USD)	Total (\$ARS)
Gasto Certificado de Origen	\$ 13,89	\$ 5.000,00
Certificado fitosanitario Senasa	\$ 17,78	\$ 6.400,00
Transporte a depósito fiscal	\$ 833,35	\$ 300.000,00
Depósito Fiscal - Consolidado	\$ 527,79	\$ 190.000,00
Gastos de puerto	\$ 472,23	\$ 170.000,00
Gastos de agencia	\$ 458,34	\$ 165.000,00
TOTAL=	\$ 2.323,39	\$ 836.400,00

Tabla 42

Costos indirectos de exportación por despacho (25 tn)

Fuente: Corrientes Exporta

Detalle	Cantidad (%)	Total (\$USD)	Total (\$ARS)
Derechos de Exportación %	0,00%	\$ -	\$ -
Comisión Bancaria %	2,00%	\$ 500,00	\$ 179.987,50
Honorarios y gasto de Despachante %	2,00%	\$ 500,00	\$ 179.987,50
Imprevistos calculados sobre el valor FOB	1,00%	\$ 300,00	\$ 107.992,50
TOTAL=		\$ 1.300,00	\$467.967,50

Tabla 43

Costo total de exportación por despacho

Fuente: Corrientes Exporta

Total (\$USD)	Total (\$ARS)
\$ 3.298,52	\$ 1.187.372,51

Se concluye entonces que el costo de exportación será de \$ 1.187.372,51 por cada despacho. En la sección de estudio económico se tomará entonces esto como unidad logística o de despacho a modo de facilitar cálculos asociados a la exportación del producto.

4.10 Layout

El diseño del sistema de la línea de secado de cáscara cítrica se estructurará en dos secciones cada una con las líneas correspondientes, una decisión tomada en función del espacio disponible en la actual planta de Litoral Citrus y además se tuvo en cuenta cuestiones estratégicas para futuros proyectos.

Para el diseño del layout se secciono entonces en dos secciones con sus líneas:

Sección Lavado (Línea de ingreso y lavado)

Sección Secado (Línea de secado, envasado y almacenado)

Para calcular la distribución de superficie de dichas secciones se procedió a realizar cálculos por el Método de Guechert (tabla 44 y 45). A continuación, se muestra ejemplo del cálculo del molino de martillos de la línea de ingreso:

$$\text{Superficie Estática (Ss)} = \text{largo} \times \text{ancho}$$

$$Ss = 1,24 \text{ m} \times 0,54 \text{ m} = 0,67 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie de Gravitación (Sg)} = Ss \times N$$

$$Sg = 0,67 \text{ m}^2 \times 1 = 0,67 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie de Evolución (Se)} = (Ss + Sg) \times K$$

$$Se = (0,67 \text{ m}^2 + 0,67 \text{ m}^2) \times 0,15 = 0,07$$

$$\text{Superficie Total (St)} = N \times (Ss + Sg + Se)$$

$$St = 1 \times (0,67 \text{ m}^2 + 0,67 \text{ m}^2 + 0,07 \text{ m}^2) = 1,41 \text{ m}^2$$

Donde:

$N = N^\circ$ de elementos

$n = N^{\circ}$ de lados

K = coeficiente constante

Tabla 44

Sector Lavado (Método de Guechert)

Fuente: Elaboración Propia

Línea Ingreso									
Maquinas	N	n	k	Largo	Ancho	Ss	Sg	Se	St
Molino de Martillos	1	1	0,15	1,24	0,54	0,67	0,67	0,07	1,41
Tornillo Elevador	1	1	0,15	15	0,4	6	6	5,4	17,4
Tolva Elevada	1	1	0,15	3,65	3,65	13,32	13,32	26,62	53,27
Total (m2)									72,07

Línea Lavado									
Maquinas	N	n	k	Largo	Ancho	Ss	Sg	Se	St
Tanque Agitador	2	2	0,15	4,91		4,91	9,82	2,21	33,87
Separador Parabólico	3	1	0,15	1,24	0,43	0,53	0,53	0,16	3,68
Lav. Horizontal	2	1	0,15	9,18	1,3	11,934	11,93	3,5802	54,90
Tanque Agua	1	2	0,15	4,15		4,15	8,31	1,87	14,33
Prensa Tornillo	1	1	0,15	1,3	0,5	0,65	0,65	0,195	1,50
Total (m2)									108,27

Por lo tanto, la superficie total del sector lavado es la suma de las superficies de ambas líneas, lo que da como resultado 180,34 metros cuadrados.

Tabla 45*Sector Secado (Método de Guechert)***Fuente:** Elaboración Propia

Línea Secado									
Maquinas	N	n	k	Largo	Ancho	Ss	Sg	Se	St
Quemador	2	1	0,15	1,27	0,81	1,03	1,03	0,31	4,73
Horno	2	2	0,15	18	6	108	216	48,6	745,2
Ciclón	1	1	0,15	0,39	0,46	0,18	0,18	0,05	0,41
Zaranda	1	1	0,15	2	1	2	2	0,6	4,6
Total (m2)									754,94

Línea Envasado									
Maquinas	N	n	k	Largo	Ancho	Ss	Sg	Se	St
Prensa Envasadora	1	1	0,15	4,11	2,37	9,74	9,74	2,92	22,40
Máquina de Coser	1	1	0,15	0,66	0,31	0,20	0,20	0,06	0,47
Total									22,87

Línea Almacén									
Maquinas	N	n	k	Largo	Ancho	Ss	Sg	Se	St
Almacén Provisional	-	-	-	-	-	-	-	-	65
Cinta Transportadora	1	2	0,15	70	1,2	84	168	37,8	289,8
Almacén Combustible	-	-	-	-	-	-	-	-	350
Total									704,8

Dando como resultado una superficie total de 1.482,61 metros cuadrados.

Por lo tanto, la superficie total de la planta es de 1.662, 97 metros cuadrados aproximadamente, teniendo en cuenta ambos sectores con cada una de sus líneas.

El anexo 1 corresponde a los planos de disposición general de equipos como plano general, de incendio y el plano eléctrico.

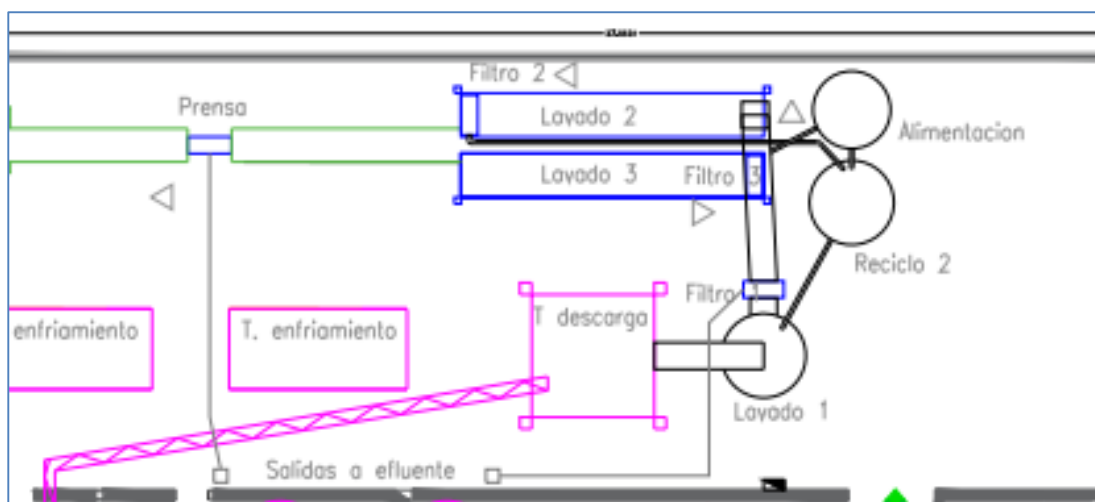
En primer lugar, se encuentra la sección de lavado de cáscaras (donde se hayan la línea de ingreso y lavado), estratégicamente ubicada cerca del área de procesamiento de jugos y aceites esenciales. Una vez que la cáscara fresca ha sido separada en esta fase inicial, se inicia el proceso de lavado, con todos los equipos necesarios, como tanques, lavadoras, separadores parabólicos y prensa. El sector donde se planea instalar la sección de lavado es el área actual de depósito de cáscara en tolva. Además de esto es un espacio en el cual se accede con gran facilidad a los conductos de efluentes y posee accesibilidad a la conexión de agua, requerimientos indispensables para este proceso.

La cuestión de disposición de equipamiento fue planeada con el principal objetivo de reducción de espacio, motivo por el cual se propone realizar los lavados y filtrados en diferentes niveles, teniendo 4 diferentes niveles para este proceso, correspondientes a cada filtrado y cada lavado horizontal. La parte de almacenamiento de líquidos fue diseñada de forma que se encuentren próximos entre sí, con el objetivo de mantener en una misma sección la mayor cantidad posible de movimientos hidráulicos y centralizar tanto los componentes como posibles inconvenientes que se puedan presentar (figura 39).

Figura 39

Sector lavado de cascaras

Fuente: Elaboración propia

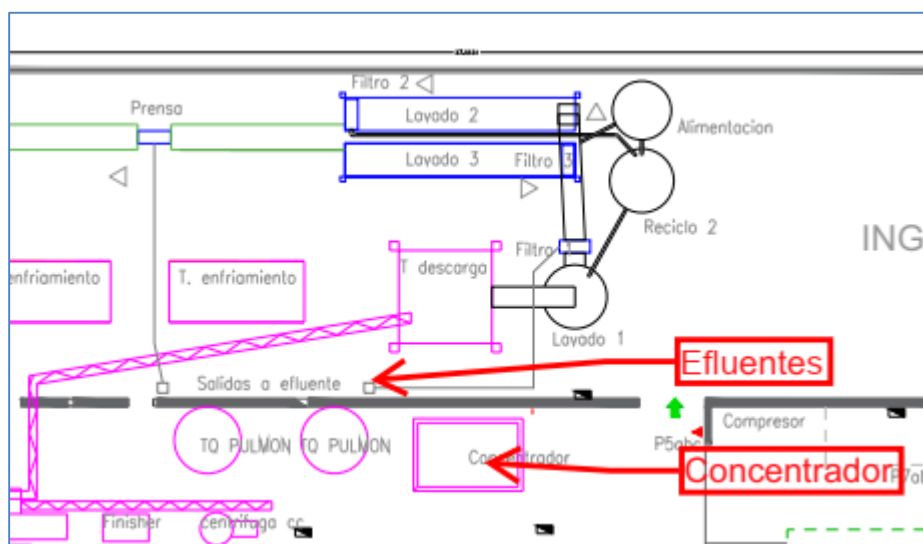


Además de lo mencionado, se plantea en este espacio por una cuestión estratégica. Ya que se encuentra a un lado del concentrador de la planta. Esto es un beneficio porque a futuro es posible plantear un proyecto donde se haga uso del agua proveniente de lavados con un tratamiento de concentración, esto resulta en un jugo de segunda calidad que puede generar valor agregado (figura 40).

Figura 40

Proximidad de efluentes y concentrador

Fuente: Elaboración propia

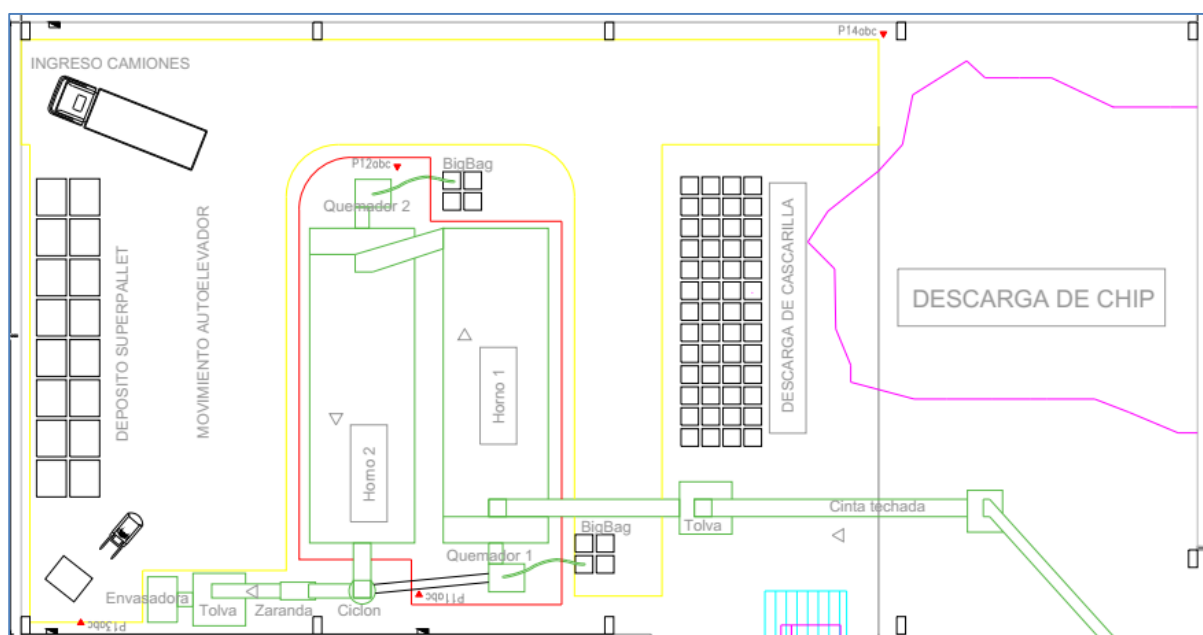


La segunda parte está dedicada a la sección de secado, con sus líneas correspondientes (figura 41). Las cáscaras lavadas se transportarán desde el área de lavado hasta los hornos mediante cintas transportadoras, marcando el inicio de la siguiente etapa del proceso. Esta zona está estratégicamente planeada en un espacio con gran accesibilidad para camiones lo que facilita la logística interna en auto elevador, la carga, la descarga y el transporte, tanto de combustible (cascarilla de arroz) como producto terminado hacia la planta de cámaras frigoríficas donde se encuentra el almacén principal.

Figura 41

Sección Secado

Fuente: Elaboración propia



Con respecto a la disposición de maquinaria fue diseñada teniendo en cuenta cuestiones de seguridad, eficiencia y reaprovechamiento de recursos. De esta forma, el output y envasado de producto se ubicó alejada de los quemadores, además en esta ubicación se hace eficiente el aprovechamiento de espacio y el movimiento interno de producto. Esto se logró gracias a que los hornos fueron posicionados de forma que el output del horno 1 sea el input del horno 2. Además, esta disposición permite que las partículas separadas en el ciclón y la zaranda sean aprovechadas como biocombustible, dirigiéndose al quemador número 1 (figura 42). Esto último tiene grandes ventajas a considerar. Al tratarse de un material seco, que además tuvo un proceso

de lavado, es decir, no tiene sólidos solubles que causen inconvenientes en su combustión, hace que sea un excelente combustible. Consecuentemente se resuelve el inconveniente de deposición de residuo haciendo uso del mismo, además ayuda a la reducción de consumos de cascarilla de arroz.

En cuanto a la ubicación del depósito de cascarilla de arroz, se encuentra junto al actual sector donde se realiza la descarga de chip para la caldera que ya existente en la planta, equipo que abastece de vapor al sector de jugos y aceites. Esto se tiene en cuenta para centralizar toda la biomasa en un solo sector, desde allí el auto elevador alimenta de cascarilla que se encuentra en big-bags a los quemadores. Esto último es logrado gracias a la forma de alimentación de los quemadores, la cual es por aspiración mediante manguera.

Figura 42

Aprovechamiento de residuos de biomasa

Fuente: Elaboración propia



4.10.1 Infraestructura

Se dispone del terreno necesario para llevar a cabo el proyecto, quedando pendiente la preparación del mismo. Se proyecta una superficie cubierta de más de 2.000 m², destinando específicamente áreas de 30 m² para el almacenamiento de producto terminado, 350 m² para el resguardo de combustible, abarcando tanto los quemadores del secadero como la caldera ya instalada en la fábrica. El espacio restante se asignará a la instalación de los hornos y para la circulación interna de la planta. Esta estructura cubierta tendrá una altura de 6 metros.

En lo que respecta a las características constructivas de la nave, se optará por la perfilera de hierro doble T alma llena, una elección fundamentada en consideraciones de seguridad y durabilidad. Además, esta elección posibilita una circulación sin obstáculos gracias a la eliminación de columnas internas, optimizando así el espacio útil. Las paredes estarán construidas con mampostería hasta una altura mínima de 2,5 metros, quedando el tramo restante cubierto por chapa.

Figura 43

Nave Industrial

Fuente: Ej. Dibacco



La fábrica actualmente dispone de sanitarios, oficinas y un laboratorio completamente equipado para realizar los diversos análisis necesarios para el proyecto. Además, cuenta con una garita de recepción que incluye una balanza para pesar el producto.

En el ámbito administrativo, la instalación tiene una considerable capacidad ociosa, lo que simplifica significativamente las operaciones. Esta holgura en la capacidad administrativa contribuye a una gestión más eficiente.

Otra ventaja importante es la presencia de una pileta de tratamiento de efluentes en el lugar, con planes de expansión para aumentar su capacidad. Esta característica no solo demuestra un compromiso ambiental, sino que también ofrece una solución integral para la gestión de residuos.

En resumen, todos estos elementos se traducen en una notable reducción en la planificación y los costos de inversión en infraestructura, lo que convierte el aprovechamiento de estas instalaciones en una ventaja estratégica significativa para el proyecto.

4.11 Evaluación de Impacto Ambiental

La alteración en el medio ambiente, causada tanto por la actividad humana como por fenómenos naturales, se conoce como impacto ambiental, lo cual resulta en la ruptura del equilibrio ambiental. El impacto ambiental se ve reflejado tanto en el aire, suelo y agua, como en los aspectos sociales y todo lo que lo rodea.

La actividad industrial, como casi toda actividad humana tiene un impacto en el ambiente, y la industria citrícola no es una excepción.

4.11.1 Identificación y Análisis de los Impactos Ambientales:

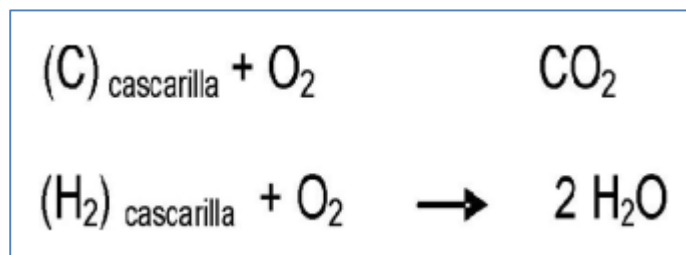
Aire: La contaminación del aire se presenta en diferentes sustancias que se derivan de diversos focos, entre ellos la industria. Por lo tanto, la calidad del aire es de vital importancia, a fin de reducir los impactos negativos en este. Dentro de los principales gases contaminantes se tiene el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) y el óxido nitroso (N₂O). En el proceso de deshidratado de cáscara, se realiza el secado de esta en hornos rotativos donde el calor utilizado se obtiene a través de la quema de cascarilla de arroz.

Al producirse la combustión, los gases generados son dióxido de carbono (en mayor medida), monóxido de carbono y en menor medida, la formación de óxidos de nitrógeno. Estos gases son liberados a la atmósfera, teniendo así sus respectivas consecuencias en lo ambiental, focalizándose en la afección a la calidad del aire.

De forma teórica la combustión de la cascarilla de arroz se muestra en la figura 44:

Figura 44

Reacción de combustión de la cascarilla de arroz



Teniendo en cuenta esta ecuación se estarían produciendo hasta 1,43 kilogramos de dióxido de carbono en forma teórica. (Prada&Cortez, 2010).

Se debe tener en cuenta que al combustión completa y teórica no es posible en la realidad ya que depende de diversos factores, entre ellos la composición de la cascarilla, su humedad y la relación de aire-combustible, entre otros.

Se tiene entonces que una reacción más próxima a lo real es la siguiente:

Figura 45

Reacción (Real)



Esto demuestra que, en una combustión real, en comparación a la teórica, se obtiene la mitad de agua, siempre que se tenga un exceso de aire del 25%. (Prada&Cortez, 2010).

Otro de los principales generadores de gases contaminantes corresponde al transporte, tanto la materia prima como del producto terminado. Este impacto negativo es uno de los más difíciles de mitigar o reducir por la gran dependencia de los transportes de combustión.

Como impacto positivo se tiene que se tiene en cuenta que está haciendo uso biomasa como combustible, con lo que se tendrá un balance neto neutro en emisiones de CO₂, debido a que, si se produce una combustión completa, esta producirá agua y CO₂, pero la cantidad emitida de este gas (principal responsable del efecto invernadero), fue captada previamente y posteriormente por las plantas durante su crecimiento. Es decir, el CO₂ de la biomasa viva forma parte de un flujo de circulación natural entre la atmósfera y la vegetación, por lo que no supone un incremento del gas invernadero en la atmósfera (siempre que la vegetación se renueve a la misma velocidad que se consume).

Agua: La contaminación del agua ocurre cuando sustancias nocivas ya sean sustancias químicas o microorganismos contaminan una masa de agua, provocando una degradación de la calidad del agua y haciéndola tóxica para los seres humanos y el ambiente en sí.

Los contaminantes en las aguas residuales son normalmente una mezcla completa de compuestos orgánicos e inorgánicos. Cuando los efluentes con estas características son vertidos, por ejemplo, en un río, aguas abajo se produce la disminución de oxígeno disuelto en el agua, debido a la elevada carga orgánica aportada por el efluente que se oxida. La disminución del oxígeno disuelto en el agua, produce que la biodiversidad que depende de la respiración del mismo, muera o migre, alterando la fauna del río y/o su contaminación por descomposición de materia orgánica.

Durante la etapa de lavado de la cáscara, que precede a la deshidratación, se emplean volúmenes significativos de agua, lo cual también contribuye a un problema ambiental. Este proceso resulta en la obtención de cáscaras lavadas y efluentes líquidos con una alta carga orgánica dentro de las cuales se tienen impurezas del producto y sólidos solubles, principalmente carbohidratos.

Con la finalidad de determinar el nivel de impurezas en el efluente líquido se utiliza la Demanda Química de Oxígeno (DQO), el cual es un parámetro que indica el contenido orgánico. Se refiere a la cantidad de oxígeno disuelto necesario para oxidar la materia orgánica en una muestra. Cuanto mayor es la DQO más contaminada está el agua.

Para el caso de la planta se realizó un estudio en fábricas que realizan el mismo proceso y se pudo establecer que se tendrá una a razón de efluentes de aproximadamente 12,5 m³/h de líquidos con DQO desde 5000 hasta 10000 ppm con una concentración en grados Brix de 0,5 a 1.

4.11.2 Conclusión de los Impactos:

Los impactos ambientales tanto en el aire como en el agua tienen consecuencias negativas significativas para nuestro entorno natural y, en última instancia, para nuestra propia calidad de vida. Sin embargo, es crucial reconocer que estos impactos no son inevitables. Un buen plan de gestión ambiental puede desempeñar un papel fundamental en la reducción de estos efectos adversos. Implementando medidas efectivas y sostenibles genera la mitigación de estos impactos negativos tanto en el aire como en el agua.

4.11.3 Plan de Gestión Ambiental:

Aire: Es de suma importancia el control periódico tanto de los quemadores como el control de los gases de salida. Se debe corroborar mensualmente que se trate de una combustión perfecta para así evitar gases tóxicos y que sean aún más contaminantes.

Según Varón (2005) las condiciones óptimas para el uso de cascarilla como combustible (especialmente la relación aire - combustible) que conlleve a emitir los contaminantes menos nocivos para el ser humano y, por supuesto, al medio ambiente son las especificadas en la ecuación de combustión real, especificada en la identificación de impactos ambientales.

Referido al transporte se debe tener el mismo cuidado, procurando que la combustión de los equipos sea la adecuada. Además, es recomendable utilizar aditivos de solución urea, los cuales actúan como agente reductor de emisiones de óxidos de nitrógeno, evitando que estos gases contaminantes provenientes de la combustión, pasen a la atmósfera.

Agua: El principal punto a tener en cuenta respecto al uso del agua es que representa el principal impacto negativo del proyecto por requerir una gran cantidad de la misma. Esta es usada en los repetidos lavados que se requieren con el objetivo de llegar a la calidad requerida del producto final. El problema central radica en que se genera una elevada cantidad de efluentes los cuales cuentan con una gran carga orgánica, como se ha mencionado anteriormente. Como medida de reducción de este impacto se propone un diseño de proceso que cuenta con un reciclo con el objetivo final de reducir el caudal de efluentes, pasando de un total de 20 m³/hr a 12,5 m³/hr lo que representa una reducción del 62,5%.

Estos efluentes deben ser tratados con el objetivo de reducir la acidez. Para esto se dispone de una pileta de tratamiento de efluentes.

Gestión de residuos

El plan de gestión de residuos es una parte crucial como medida de mitigación de impactos ambientales, más aún, teniendo en cuenta que se trata de una planta industrial, donde podemos encontrar residuos peligrosos que deben ser tratados como tales.

Para ello se cuenta con el siguiente plan:

Identificación de residuos:

En primer lugar, se debe realizar una evaluación detallada de los residuos generados en la planta. Los cuales se clasificaron en las siguientes categorías: domiciliarios, reciclables, orgánicos y residuos peligrosos.

Residuos domiciliarios:

Estos residuos pueden ser aquellos que no entran en las otras categorías, como por ejemplo residuos de comida. Se deberán depositar en los contenedores de color gris (figura 46) y tienen como destino final el relleno sanitario municipal.

Figura 46

Contenedor de residuos domiciliarios



Residuos reciclables:

Este tipo de residuos comprende papeles, cartones, plásticos, vidrios, metales, todos limpios y secos. Esto tiene como objetivo ser recolectado para luego enviarlos a centros de reciclaje que se encargan de recuperar los materiales. Para este tipo de residuo se contará con un contenedor de color verde (figura 47).

Figura 47

Contenedor de residuos reciclables



Residuos orgánicos:

Los residuos orgánicos de la planta se separarán con el fin de realizar un compostaje de los mismos. Para ello se contará con un contenedor de color marrón (figura 48) y un sector del predio donde se hará el manejo de compost.

Figura 48

Contenedor de residuos orgánicos



Residuos peligrosos:

Los residuos peligrosos pueden incluir químicos utilizados para por ejemplo la limpieza de la planta o productos provenientes de la manutención de los equipos. Estos residuos requieren un manejo especializado y deben ser identificados, almacenados y manejados de acuerdo con las regulaciones ambientales y de seguridad. Para ello se contará con contenedores de color rojo para la deposición de materiales contaminados como pueden ser trapos con aceite, papeles o cartones de absorción de combustibles, y deposiciones menores. Además, se cuenta con un depósito de residuos peligrosos el cual deberá estar en todo momento techado y bajo llave, el mismo tiene como objetivo depositar aceites usados, envases, residuos de mayor tamaño y los residuos recolectados en los contenedores rojos. Los residuos peligrosos aguardarán en este recinto hasta su debida recolección por parte de la empresa encargada de su retiro.

Figura 49

Contenedor de residuos peligrosos



Capacitación y procedimientos:

Se hará una inducción en conciencia del ambiente a todo el personal, además de realizar constantemente capacitaciones.

Seguimiento y mejora continua:

Se realizarán seguimientos periódicos para evaluar la efectividad del plan. Se ajustarán las estrategias si es necesario se buscarán nuevas estrategias para mejorar la gestión de recursos.

4.12 Higiene y Seguridad

En la industria, los trabajadores y la comunidad se enfrentan constantemente a factores de estrés y riesgos ambientales reales o potenciales que pueden afectar su bienestar. Por esta razón, la seguridad y la higiene laboral son de vital importancia. El objetivo principal de estas medidas es asegurar la protección de los trabajadores mediante la implementación efectiva de controles para mitigar los riesgos en el lugar de trabajo.

En este contexto, es esencial adherirse a los estándares establecidos por la legislación vigente en la República Argentina, como la Ley N° 19587/72. Esta ley proporciona pautas y regulaciones específicas que deben seguirse para garantizar un entorno laboral seguro y saludable. Al cumplir con estas normativas, se promueve un ambiente de trabajo donde los empleados y la comunidad circundante están protegidos de manera adecuada contra los peligros potenciales.

La conciencia sobre la importancia de la seguridad y la higiene laboral es fundamental en todas las etapas de la producción industrial. Esto implica no solo la implementación de medidas de seguridad físicas, como equipos de protección personal y protocolos de emergencia, sino también la promoción de una cultura de seguridad en la que todos los empleados estén educados y comprometidos con prácticas seguras en el trabajo.

Los aspectos a tener en cuenta son los siguientes:

- *Prevención de incendios:* Extintores, análisis de carga térmica, sistemas de detección de fuego, prácticas de evacuación, sistemas de mangueras contra incendios. Por sobre todo tener en cuenta la capacitación como primera medida para la prevención de accidentes e incidentes.
- *Riesgo eléctrico:* Inspeccionar el cableado regularmente en busca de desgastes, sobrecalentamientos o daños. Reparar o reemplazar cualquier componente defectuoso.

Estas tareas deberán estar a cargo del sistema de mantenimiento, es decir, debe haber una relación directa con el mantenimiento y el área de higiene y seguridad.

Se debe contar con:

Protección Contra Cortocircuitos: Dispositivos de protección, como fusibles y disyuntores, para prevenir cortocircuitos y proteger el sistema eléctrico.

Interruptor Diferencial: Implementar interruptores diferenciales para desconectar la corriente en caso de fugas, protegiendo así a los trabajadores de descargas eléctricas.

Conexión a Tierra: Verificar y mantener sistemas de conexión a tierra para garantizar la seguridad eléctrica.

- *Elementos de protección personal (EPP):* Proveer los elementos de protección personal pertinentes e influenciar sobre el uso y la forma correcta de hacerlo. Estos elementos tienen como finalidad proteger al trabajador de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud en el trabajo. Dentro de estos y según sea el caso tenemos, protectores auditivos, gafas, casco, zapatos de seguridad, cinturones lumbares, guantes, entre otros.
- *Salud Mental y Bienestar:* Reconocer la importancia de la salud mental en el lugar de trabajo y promover un ambiente que respalde el bienestar emocional de los empleados. Implementar programas que aborden el estrés laboral y ofrezcan recursos de apoyo psicológico.
- *Iluminación y ventilación:* Proveer una adecuada iluminación, buscando llegar a colores vivos en las zonas activas, combinar la iluminación artificial con la natural, correcta ventilación que permitía un flujo de aire con cantidad de partículas permitidas.
- *Suministro de agua potable para los trabajadores:* Se debe colocar estaciones de agua potable en lugares estratégicos, como por ejemplo la zona de quemadores donde puede existir altas temperaturas en el ambiente laboral. Asegurarse de que los empleados tengan acceso fácil y constante al agua.
- *Sistema de primeros auxilios:*
Puntos de Primeros Auxilios: Establecer áreas designadas con equipo de primeros auxilios bien equipado.

Capacitación del Personal: Brindar capacitación regular en primeros auxilios.

- *Baños y vestuarios:* Garantizar instalaciones sanitarias adecuadas que cumplan con normativas, incluyendo baños y vestuarios para el personal.
- *Vehículos:* Todos los vehículos tienen que estar en buen estado, garantizando a su vez un correcto funcionamiento de estos. Esta cuestión está directamente relacionada al sector de mantenimiento.

Capacitación de Conductores: Asegurar que los conductores estén debidamente capacitados y cumplan con las normativas de seguridad vial.

- *Contaminación ambiental:* Para la higiene laboral la contaminación es una cuestión muy importante e influyente. Es por ello que se debe tener en cuenta el plan de gestión ambiental de la empresa donde principalmente establece que se deben realizar mediciones regulares. Esto implica mediciones periódicas de contaminantes en el aire en puestos de trabajo y en el proceso productivo. Además, el control de emisiones, donde se debe implementar tecnologías y prácticas que minimicen las emisiones y cumplan con los estándares ambientales.

4.13 Recursos Humanos

Si bien las máquinas realizan el total de la producción, se debe de contar con un personal de calidad para poder llevar a cabo una correcta y eficiente producción de cáscara deshidratada. A continuación, se explicarán los roles de los operarios en planta, y sus actividades que cumplen a lo largo del proceso. También se dará a conocer todo el personal necesario para llevar a cabo el correcto funcionamiento de la planta de deshidratado. Además, habiendo realizado los correctos cálculos, se aclara la cantidad de operarios necesarios para cada una de las líneas de proceso, para alcanzar la producción buscada (tabla 46).

Dentro del personal además se contará jefes de planta, administrativos, laboratoristas, transportistas y encargados de seguridad, cada uno desempeñando una función concreta en pos de una producción estable y continua.

Cálculos realizados

$N^{\circ} \text{ Op} = (\text{Ritmo de trabajo} * \text{IP}) / \text{eficiencia}$

IP = Índice de Producción

$\text{Días hábiles mensuales} = ((182,5 \text{ días/año} * 6/7) - (5 \text{ feriados/año} * 6/7)) / 6 \text{ meses}$

Días hábiles mensuales = 25, 36

$\text{Horas al mes} = 25,36 \text{ días/mes} * 24 \text{ hs/día}$

Horas al mes = 608,64 hs/mes

$\text{IP} = (248,0208 \text{ tn/mes}) / 608,64 \text{ hs/mes}$

IP = 0,408 tn/hs = 0,0068 tn/min

Eficiencia = 90%

Tabla 46

Calculo Recursos Humanos (Operarios)

Fuente: Elaboración propia

Línea	Procesos	Tiempo (min)	Tiempo Total (min)	N° Operarios (Teórico)	N° Operarios (Reales)
Molido					
Recepción	Tolva (Planta)	45	45	0,34	1
Cinta transportadora					
Reciclo 2					
Lavado	Lavado 1	25	145	1,096	1
	Filtrado 1	20			
	Reciclo 1				
	Lavado 2	25			
	Filtrado 2	15			

	Alimentación				
	Principal				
	Lavado 3	20			
	Filtrado 3	10			
	Prensado	20			
	Almacén (pulmón) 2	10			
	Deshidratado	120			
Secado			145	1,096	1
	Enfriado	15			
	Tamizado (Clasificación)	10			
Envasado	Prensa Envasadora	20			
			35	0,26	1
	Máquina de coser	15			
	TOTAL =		370	2,796	4

Se llega a que serán necesarios 4 operarios por turno para el correcto funcionamiento de la planta.

En cuanto a los demás cargos se prevé contar en cada turno con un maquinista y un chofer de camión (a excepción del turno noche). A su vez, se contará con un jefe de Planta, laboratorista y administrativo en el turno de mañana.

Teniendo en cuenta los análisis de operarios asignados, así como también de todo aquel personal necesario para poder llevar a cabo el proceso productivo y la distribución de turnos, se detalla en la tabla 47.

Tabla 47*Distribución de turnos de trabajo***Fuente:** Elaboración propia

Sector	Cantidad de Turnos		
Producción	1 (6:00-14:00)	2 (14:00-22:00)	3 (22:00-6:00)
Recepción	1	1	1
Lavado	1	1	1
Secado	1	1	1
Envasado	1	1	1
Extras			
Chofer	1	1	-
Maquinista	1	1	1
Administración			
Jefe de Planta	1	-	-
Laboratorista	1	-	-
Administrativo	1	-	-
Total	9	6	5

El total de la mano de obra necesaria para cubrir la totalidad de los turnos será de 20 personas, y los turnos a cumplir se encuentran especificados en la tabla anterior.

4.13.1 Características de la Mano de Obra

La planta se encuentra constituida por el sector administrativo, productivo, y de extras, cada uno dentro del sector cumple una función y para ello este debe de estar capacitado para dicha labor. A continuación, se denota que características y capacidades tendrá el personal:

- *Operarios:* encargados plenamente de la parte de producción, deberán de contar con un conocimiento técnico leve/moderado, tener disponibilidad horaria y a su vez estar dispuestos a una constante capacitación.

- *Jefe de planta:* Deberá de contar con un título universitario de grado ingenieril relacionado al área, experiencia como jefe de otras plantas, disponibilidad horaria y para la realización de capacitaciones.
- *Administrativo/a:* Deberá contar con experiencia previa en el rubro, manejo de distintas herramientas informáticas y disponibilidad horaria.
- *Laboratorista:* Tener capacidad analítica y de detección de errores. Atención al detalle. Tener una buena capacidad para colaborar y trabajar en equipo. Tener habilidad y motivación para adquirir conocimientos de tipo científico, mostrar una mente inquieta con ganas de aprender. Se busca preferentemente Ing. Químico, con experiencia previa (no excluyente).
- *Chofer:* Debe contar con experiencia laboral demostrable como conductor de camiones, amplio conocimiento de normas y reglamentos de conducción de camiones vigente, y con carnet de conducir clase E1 (excluyente).
- *Maquinista:* Experiencia previa en dicha área, gran nivel de destreza manual y ser detallista. Deberá contar con conocimientos matemáticos y mecánicos (excluyente). Disponibilidad horaria.

4.14 Organigrama

Roles y responsabilidades:

El organigrama de la planta (figura 50) se conforma de forma jerárquica a modo de definir alcances y responsabilidades de cada parte de la organización, de esta manera se estructuran los roles y dependencias de cada área funcional. La jerarquía dentro del organigrama se forma mediante niveles, donde cada nivel refleja un grado de autoridad, responsabilidad y flujo de comunicación.

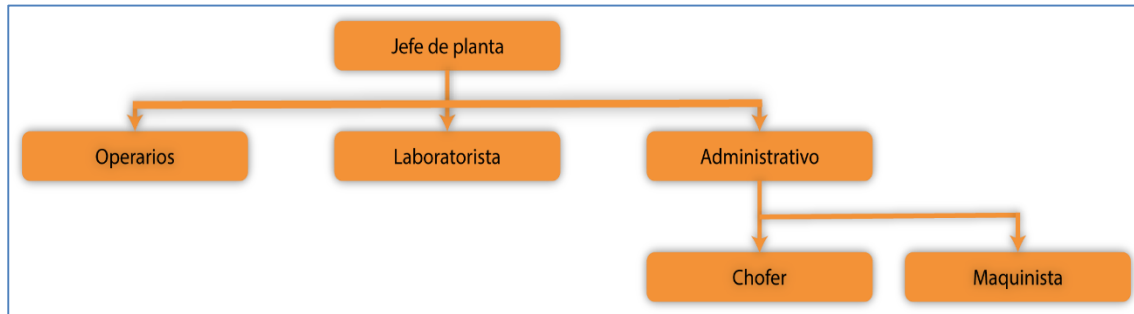
Esta estructura permite delinear claramente las líneas de mando, facilitando la toma de decisiones, la asignación de tareas y la supervisión de actividades. A través de este diseño, se establecen las relaciones entre los distintos niveles de la organización, determinando quién reporta a quién y quién es responsable de cada función específica.

Además, el organigrama jerárquico no sólo define roles y responsabilidades, sino que también puede reflejar la comunicación y coordinación entre los diferentes sectores de la empresa.

Figura 50

Organigrama (Línea de secado)

Fuente: Elaboración propia



Jefe de planta:

Es la máxima autoridad en la planta, encargado de las actividades gerenciales y la supervisión de todos los niveles inferiores del organigrama. Además, tiene la responsabilidad de mantener una comunicación activa con las partes gerenciales de Litoral Citrus para garantizar los correctos lineamientos.

Laboratorista:

Además de sus tareas en gestión de calidad del producto y proceso mediante análisis, el laboratorista supervisa las labores de los operarios en la planta. Su responsabilidad se extiende a todos los operarios, asegurando la calidad del producto final.

Administrativo:

El personal administrativo tiene como rol el de llevar la administración de la planta, la gestión de compras y la administración de personal. Tiene responsabilidad sobre el personal chofer, maquinista y seguridad de la planta, debe encargarse de supervisar estas actividades.

Operarios:

Este grupo se compone de los trabajadores directamente involucrados en la producción y diferentes procesos de la planta. Estos se componen de 5 empleados por cada turno que ejecutan tareas específicas en las líneas de producción. Sus responsabilidades están sujetas a las áreas donde se desempeñan, incluyendo el manejo de maquinaria, la producción, el

envasado, entre otros aspectos operativos determinantes para el flujo de trabajo y la calidad del producto final.

Chofer:

Su rol está en encargarse del transporte de mercancías dentro y fuera de la planta, garantizando la entrega eficiente y segura de los productos.

Maquinista:

Responsable de operar y mantener las maquinarias y equipos en la planta para asegurar su correcto funcionamiento durante la producción.

Seguridad:

Encargado de garantizar la seguridad de la planta y de su personal, implementando y supervisando medidas para prevenir riesgos y mantener un entorno de trabajo seguro. Además, es encargado de gestionar el ingreso y egreso de materia y producto de la planta.

4.15 Estudio Legal

La importancia del análisis legal del proyecto de inversión radica en su capacidad para identificar posibles limitaciones en cuanto a la ubicación y las tecnologías a emplear, lo que podría influir en el tipo de proceso productivo de alguna manera.

En cuanto a limitaciones de la ubicación según las distintas leyes provinciales y municipales, no hay problema alguno ya que es una industria bastante limpia, que tiene a la economía circular como base principal. Esto se denota en el hecho de utilizar combustibles renovables en vez de no renovables, disminuir el uso de agua para su procesado mediante distintas recirculaciones, y el intensivo tratamiento de efluentes que tiene como finalidad eliminar contaminantes que puedan ser liberados a la naturaleza. A su vez, se utilizarán nuevas tecnologías, las cuales hacen foco en una eficiencia energética haciendo que el consumo energético final se vea disminuido en relación a otras plantas.

El proyecto acata rigurosamente a las distintas leyes y artículos tanto nacional, provinciales como municipales, con el objetivo fundamental de garantizar la protección de un entorno ambiental saludable.

En este contexto, se observa con especial atención los siguientes artículos dentro de la constitución nacional que orientan a la conducta de economía circular:

Art. 41.- Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.

Art. 121.- Las provincias podrán crear regiones para el desarrollo económico y social y establecer órganos con facultades para el cumplimiento de sus fines y podrán también celebrar convenios internacionales en tanto no sean incompatibles con la política exterior de la Nación y no afecten las facultades delegadas al Gobierno federal o el crédito público de la Nación; con conocimiento del Congreso Nacional. La ciudad de Buenos Aires tendrá el régimen que se establezca a tal efecto (titularidad del dominio de los recursos naturales en sus territorios).

Ley 25612/02. Gestión integral de residuos de origen industrial.

Dentro de la constitución provincial de Corrientes se tiene en cuenta:

Ley Provincial N° 5067/5517 y normas asociadas. Decreto 2858/12

Ley Provincial 4731/93. Preservación, conservación, defensa y mejoramiento de los recursos naturales.

En lo que respecta al uso de agua (un recurso de suma importancia) se tuvo en cuenta lo establecido en el Decreto Ley N°191/01 de la provincia de Corrientes, en la cual se establece dentro de esta lo siguiente:

Art. 262. - Todos los trabajos de carácter general o particular que la Autoridad de Aplicación realizare para la mejor utilización de los recursos hídricos, en concepto de conservación de obras y limpieza de canales de riego y drenaje, mantenimiento de pozos y otros serán retribuidos por

los beneficiarios en la proporción determinada en este Código y conforme con los montos que se fijen por la misma.

Art. 264.- Las tasas que deberán pagar los concesionarios para uso industrial, serán rebajadas en proporción a la reutilización o reciclaje que estos realicen.

Las tasas para usos no consuntivos serán del veinte por ciento (20%) de las aplicables a usos consuntivos.

Por lo tanto, esto se consideró beneficioso tanto en temas ambientales como en una reducción de gastos.

5. ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Inversiones

En lo que respecta a la inversión inicial, se debe de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- *Monto de equipos y maquinaria:* Este monto contempla todos los equipos de producción (triturado, lavado, secado y envasado), así como los equipamientos de traslado como ser auto elevadores, cinta transportadora, bombas de agua y tornillo sin fin, así como los equipos de laboratorio. El monto es de aproximadamente 382.634,50 USD.
- *Monto en infraestructura:* El monto estimado de infraestructura es de 170.000 USD.
- *Monto de factor de instalación:* Se considera un factor de instalación del 10%, generando un monto total de 38.263,45 USD.

Tabla 48

Inversiones

Fuente: Elaboración propia

Activo Fijo	Realizado (\$usd)	A realizar (\$usd)	Total (\$usd)
Terrenos	\$ -	\$ -	\$ -
Infraestructura	\$ -	\$ 170.000	\$ 170.000
Equipos y Maquinaria	\$ -	\$ 382.634,50	\$ 382.634,50
Factor de Instalación	\$ -	\$ 38.263,45	\$ 38.263,45
Capital de trabajo	\$ -	\$151.226,01	\$151.173,61
Total de la Inversión (\$USD)			\$742.071,56
Total de la Inversión (\$ARS)			\$267.145.760,18

5.2 Financiación

Para el financiamiento del proyecto se tiene como primera alternativa el financiamiento propio de la empresa. Esto implica la utilización de fondos disponibles de la empresa, como utilidades retenidas, reservas acumuladas u otros ingresos generados por la operación comercial.

Esto tiene grandes ventajas a la hora de evaluar el proyecto ya que no se incurre en costos asociados con intereses o deudas externas y además no se diluye la participación accionaria ni implica compromisos financieros con terceros.

Como segunda alternativa se buscará una financiación externa en una proporción del 70%, para ello se propone la línea de créditos BICE (Banco Argentino de desarrollo) el cual se accede a través de CreAr Inversión Pyme, línea de financiamiento del Ministerio de Economía de la nación. El mismo esta destinado a inversión productiva para la compra de bienes de capital y la construcción de instalaciones necesarias para la producción en pymes industriales, agroindustriales o de servicios industriales.

Siguiendo este modelo de financiación se tendría que el monto aportado por la empresa es de \$80.333.316,78 y financiamiento de \$187.444.405,81.

Donde la estructura de financiación según las condiciones del crédito es la siguiente (tabla 49):

Tabla 49*Estructura de Financiación***Fuente:** Elaboración propia

Capital tpta	Capital aportado	Capital financiado	Meses	Interés anual	Interés mensual
\$267.145.760,18	\$80.143.728, 05	\$187.002.032,1 3	60	59%	3,94%

Periodo	Interés	Capital	Importe de cuota	Saldo
0	-	-	-	- \$187.002.032,13
1	\$7.367.880,07	\$3.116.700,54	\$10.484.580,60	- \$183.885.331,59
2	\$7.245.082,06	\$3.116.700,54	\$10.361.782,60	- \$180.768.631,06
3	\$7.122.284,06	\$3.116.700,54	\$10.238.984,60	- \$177.651.930,52
4	\$6.999.486,06	\$3.116.700,54	\$10.116.186,60	- \$174.535.229,98
5	\$6.876.688,06	\$3.116.700,54	\$9.993.388,60	- \$171.418.529,45
6	\$6.753.890,06	\$3.116.700,54	\$9.870.590,60	- \$168.301.828,91
7	\$6.631.092,06	\$3.116.700,54	\$9.747.792,59	- \$165.185.128,38
8	\$6.508.294,06	\$3.116.700,54	\$9.624.994,59	- \$162.068.427,84
9	\$6.385.496,06	\$3.116.700,54	\$9.502.196,59	- \$158.951.727,31
10	\$6.262.698,06	\$3.116.700,54	\$9.379.398,59	- \$155.835.026,77
11	\$6.139.900,05	\$3.116.700,54	\$9.256.600,59	- \$152.718.326,24
12	\$6.017.102,05	\$3.116.700,54	\$9.133.802,59	- \$149.601.625,70
13	\$5.894.304,05	\$3.116.700,54	\$9.011.004,59	- \$146.484.925,17
14	\$5.771.506,05	\$3.116.700,54	\$8.888.206,59	- \$143.368.224,63
15	\$5.648.708,05	\$3.116.700,54	\$8.765.408,59	- \$140.251.524,09
16	\$5.525.910,05	\$3.116.700,54	\$8.642.610,58	- \$137.134.823,56
17	\$5.403.112,05	\$3.116.700,54	\$8.519.812,58	- \$134.018.123,02
18	\$5.280.314,05	\$3.116.700,54	\$8.397.014,58	- \$130.901.422,49

19	\$5.157.516,05	\$3.116.700,54	\$8.274.216,58	- \$127.784.721,95
20	\$5.034.718,04	\$3.116.700,54	\$8.151.418,58	- \$124.668.021,42
21	\$4.911.920,04	\$3.116.700,54	\$8.028.620,58	- \$121.551.320,88
22	\$4.789.122,04	\$3.116.700,54	\$7.905.822,58	- \$118.434.620,35
23	\$4.666.324,04	\$3.116.700,54	\$7.783.024,58	- \$115.317.919,81
24	\$4.543.526,04	\$3.116.700,54	\$7.660.226,58	- \$112.201.219,28
25	\$4.420.728,04	\$3.116.700,54	\$7.537.428,57	- \$109.084.518,74
26	\$4.297.930,04	\$3.116.700,54	\$7.414.630,57	- \$105.967.818,20
27	\$4.175.132,04	\$3.116.700,54	\$7.291.832,57	- \$102.851.117,67
28	\$4.052.334,04	\$3.116.700,54	\$7.169.034,57	- \$99.734.417,13
29	\$3.929.536,04	\$3.116.700,54	\$7.046.236,57	- \$96.617.716,60
30	\$3.806.738,03	\$3.116.700,54	\$6.923.438,57	- \$93.501.016,06
31	\$3.683.940,03	\$3.116.700,54	\$6.800.640,57	- \$90.384.315,53
32	\$3.561.142,03	\$3.116.700,54	\$6.677.842,57	- \$87.267.614,99
33	\$3.438.344,03	\$3.116.700,54	\$6.555.044,57	- \$84.150.914,46
34	\$3.315.546,03	\$3.116.700,54	\$6.432.246,57	- \$81.034.213,92
35	\$3.192.748,03	\$3.116.700,54	\$6.309.448,56	- \$77.917.513,39
36	\$3.069.950,03	\$3.116.700,54	\$6.186.650,56	- \$74.800.812,85
37	\$2.947.152,03	\$3.116.700,54	\$6.063.852,56	- \$71.684.112,32
38	\$2.824.354,03	\$3.116.700,54	\$5.941.054,56	- \$68.567.411,78
39	\$2.701.556,02	\$3.116.700,54	\$5.818.256,56	- \$65.450.711,24
40	\$2.578.758,02	\$3.116.700,54	\$5.695.458,56	- \$62.334.010,71
41	\$2.455.960,02	\$3.116.700,54	\$5.572.660,56	- \$59.217.310,17
42	\$2.333.162,02	\$3.116.700,54	\$5.449.862,56	- \$56.100.609,64
43	\$2.210.364,02	\$3.116.700,54	\$5.327.064,56	- \$52.983.909,10
44	\$2.087.566,02	\$3.116.700,54	\$5.204.266,55	- \$49.867.208,57
45	\$1.964.768,02	\$3.116.700,54	\$5.081.468,55	- \$46.750.508,03
46	\$1.841.970,02	\$3.116.700,54	\$4.958.670,55	- \$43.633.807,50
47	\$1.719.172,02	\$3.116.700,54	\$4.835.872,55	- \$40.517.106,96

48	\$1.596.374,01	\$3.116.700,54	\$4.713.074,55	- \$37.400.406,43
49	\$1.473.576,01	\$3.116.700,54	\$4.590.276,55	- \$34.283.705,89
50	\$1.350.778,01	\$3.116.700,54	\$4.467.478,55	- \$31.167.005,35
51	\$1.227.980,01	\$3.116.700,54	\$4.344.680,55	- \$28.050.304,82
52	\$1.105.182,01	\$3.116.700,54	\$4.221.882,55	- \$24.933.604,28
53	\$982.384,01	\$3.116.700,54	\$4.099.084,54	- \$21.816.903,75
54	\$859.586,01	\$3.116.700,54	\$3.976.286,54	- \$18.700.203,21
55	\$736.788,01	\$3.116.700,54	\$3.853.488,54	- \$15.583.502,68
56	\$613.990,01	\$3.116.700,54	\$3.730.690,54	- \$12.466.802,14
57	\$491.192,00	\$3.116.700,54	\$3.607.892,54	- \$9.350.101,61
58	\$368.394,00	\$3.116.700,54	\$3.485.094,54	- \$6.233.401,07
59	\$245.596,00	\$3.116.700,54	\$3.362.296,54	- \$3.116.700,54
60	\$122.798,00	\$3.116.700,54	\$3.239.498,54	\$0,00

5.3 Costos

En este punto se desglosan todos los costos que la empresa asume en la producción del producto final.

5.3.1 Costos Variables

Los costos de producción son aquellos en los que se incurre durante la temporada de procesado, para obtener el producto durante dicha temporada. Se tienen en cuenta los costos de agua, energía eléctrica, biomasa, bolsas de plástico de 50 kg y cal. También se tiene en cuenta los costos de plaza o comercialización, donde se fija en lo que respecta al combustible de camiones y auto elevadores.

En la siguiente tabla se puede observar los costos de producción mensuales.

Tabla 50*Costos de Producción***Fuente:** Elaboración propia

Detalle	Costo	Cantidad	Total (\$ARS)
MP (Tn)	\$ (800,00)	90,00	\$ (72.000,00)
Agua (m³)	\$ 106,67	6.480,00	\$ 691.232,62
Energía (Kw/h)	\$ 19,00	64.680,00	\$ 1.228.920,00
Biomasa (tn)	\$ 7.200,00	662,47	\$ 4.769.767,33
Combustible	\$ 400,00	38,40	\$ 15.360,00
Bolsa	\$ 170,00	4.695,65	\$ 798.260,87
Cal (x25kg)	\$ 2.000,00	40,00	\$ 80.000,00
Exportación	\$ 1.187.400,00	9,00	\$ 10.686.600,00
TOTAL =			\$ 18.198.140,82

Tabla 51*Tasa Impositiva***Fuente:** Elaboración propia

Detalle	Porcentaje	Total (\$ARS)
Ingresos brutos	2,90%	\$ 3.145.604,87

5.3.2 Costos Fijos

Los costos fijos engloban los gastos relacionados con el personal, que incluyen operarios, jefe de planta, administrativos, laboratoristas, choferes y otros roles relevantes (tabla 52) y además las tasas impositivas (tabla 53).

Tabla 52*Costos de Personal***Fuente:** Elaboración propia

Detalle	Bruto	Aportes	Neto	Cont. Patronales	Cantidad	Total (\$ARS)	Aguinaldo	Vacaciones
Operarios	\$ 254.630,88	\$ 53.472,48	\$ 201.158,40	\$ 101.852,35	12	\$ 4.277.798,78	\$ 643.706,86	\$ 482.780,15
Jefe de Planta	\$ 733.853,76	\$ 154.109,29	\$ 579.744,47	\$ 293.541,50	1	\$ 1.027.395,26	\$ 154.598,53	\$ 115.948,89
Administrativo	\$ 569.727,00	\$ 119.642,67	\$ 450.084,33	\$ 227.890,80	1	\$ 797.617,80	\$ 120.022,49	\$ 90.016,87
Laboratorista	\$ 635.730,00	\$ 133.503,30	\$ 502.226,70	\$ 254.292,00	1	\$ 890.022,00	\$ 133.927,12	\$ 100.445,34
Chofer	\$ 295.483,32	\$ 62.051,50	\$ 233.431,82	\$ 118.193,33	2	\$ 827.353,30	\$ 62.248,49	\$ 46.686,36
Maquinista	\$ 284.028,84	\$ 59.646,06	\$ 224.382,78	\$ 113.611,54	3	\$ 1.192.921,13	\$ 59.835,41	\$ 44.876,56
TOTAL =						\$ 9.013.108,27	\$ 1.174.338,89	\$ 834.067,81

Tabla 53

Tasa Impositiva

Fuente: Elaboración propia.

Detalle	Porcentaje	Total (\$ARS)
Tasa municipal	1,60%	\$ 1.740.471,65

5.4 Ingresos y Beneficio

Siguiendo nuestro plan de producción se estimaron los ingresos mensuales del proyecto (tabla 54). Esto nos permite aproximar el beneficio neto del negocio, teniendo en cuenta todos los costos asociados.

Tabla 54

Ingresos Mensual

Fuente: Elaboración propia

Cantidad CS (tn/mes)	Total con merma (tn/mes)	Precio/tn (\$USD)	Ingreso total (\$USD)	Ingreso total (\$ARS)
234,78	232,43	\$ 1.300,00	\$ 302.165,22	\$ 108.779.478,26

Se estima entonces en la tabla 55 el beneficio neto del proyecto.

Tabla 55

Beneficio Mensual

Fuente: Elaboración propia

Beneficio (\$ARS)	Beneficio (\$USD)	Beneficio por tn (\$ARS)	Beneficio por tn (USD)
\$ 76.673.152,65	\$ 212.980,98	\$ 329.869,53	\$ 916,30

5.5 Flujo de Fondos

Tabla 56

Flujo de Fondos

Fuente: Elaboración propia

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso por ventas		\$435.117.91 3,04	\$435.117.91 3,04	\$435.117.91 3,04	\$435.117.91 3,04	\$435.117.913 ,04
Total ingresos	\$187.002.03 2,13	\$435.117.91 3,04	\$435.117.91 3,04	\$435.117.91 3,04	\$435.117.91 3,04	\$435.117.913 ,04
Costo de mano de obra		- \$38.060.839,79	- \$38.060.839,79	- \$38.060.839,79	- \$38.060.839,79	- \$38.060.839,79
Aguinaldo y vacaciones		- \$2.008.406,70	- \$2.008.406,70	- \$2.008.406,70	- \$2.008.406,70	- \$2.008.406,70
Costo variable		- \$72.792.563,27	- \$72.792.563,27	- \$72.792.563,27	- \$72.792.563,27	- \$72.792.563,27
Tasas, contribuciones e impuestos		- \$4.895.076,52	- \$4.895.076,52	- \$4.895.076,52	- \$4.895.076,52	- \$4.895.076,52
Amortización		- \$53.429.152,04	- \$53.429.152,04	- \$53.429.152,04	- \$53.429.152,04	- \$53.429.152,04
Total costos		- \$171.186.038,32	- \$171.186.038,32	- \$171.186.038,32	- \$171.186.038,32	- \$171.186.038,32
Utilidad antes		\$263.931.87	\$263.931.87	\$263.931.87	\$263.931.87	\$263.931.874

de impuesto		4,73	4,73	4,73	4,73	,73
Imp. a las		-	-	-	-	-
Ganancias		\$92.376.156,	\$92.376.156,	\$92.376.156,	\$92.376.156,	\$92.376.156,
(35%)		15	15	15	15	15
Utilidad		\$171.555.71	\$171.555.71	\$171.555.71	\$171.555.71	\$171.555.718
después de		8,57	8,57	8,57	8,57	,57
impuesto						
Amortización		\$53.429.152,	\$53.429.152,	\$53.429.152,	\$53.429.152,	\$53.429.152,
		04	04	04	04	04
Devolución		-	-	-	-	-
de crédito		\$117.710.29	\$100.027.38	\$82.344.474,	\$64.661.562,	\$46.978.650,
		9,14	6,98	83	67	51
Flujo antes	\$187.002.03	\$107.274.57	\$124.957.48	\$142.640.39	\$160.323.30	\$178.006.220
de la	2,13	1,47	3,63	5,78	7,94	,10
inversión						
Total de	\$267.145.76					
inversión	0,18					
Flujo de caja	-	\$107.274.57	\$124.957.48	\$142.640.39	\$160.323.30	\$178.006.220
libre	\$267.145.76	1,47	3,63	5,78	7,94	,10
	0,18					

VAN	\$46.361,36
TIR	40%
Precio	\$ 1.300,00
Costo de mano de obra anual	\$ 38.060.839,79
Costo de variable anual	\$ 72.792.563,27
Inversión	\$ 267.145.760,18
Impuesto a las ganancias	35%
Tasa de descuento	40%

CONCLUSIONES

Uno de los fundamentos clave en el avance de nuestro proyecto fue la realización de visitas técnicas y entrevistas con expertos, las cuales se llevaron a cabo durante todo el desarrollo del mismo. Esto permitió brindar valioso respaldo para llevar a cabo el análisis del proyecto.

La interacción directa con los profesionales y especialistas de Litoral Citrus, empresas e instituciones permitió una comprensión profunda de los desafíos y oportunidades asociados con el proceso de deshidratado y comercializado de cáscaras de limón. Este enfoque colaborativo no sólo facilitó la recopilación de información detallada sobre los aspectos técnicos del proyecto, sino que también sirvió como un medio eficaz para abordar preguntas específicas y obtener claridad en torno a los requisitos esenciales.

Adicionalmente, durante el proceso de evaluación y análisis, se llegó a la conclusión de que el proyecto se fundamenta en la maximización del aprovechamiento de subproductos industriales provenientes de sectores regionales específicos, estableciendo una conexión estratégica entre el sector citrícola y arrocerero. Esta sinergia no solo apunta a eficientizar la gestión de residuos, sino que también persigue activamente el objetivo de impulsar las economías locales de la provincia.

La interrelación entre el sector citrícola y arrocerero no solo representa una estrategia ambientalmente sostenible, al reducir los desechos y fomentar la reutilización de recursos, sino que también se traduce en un impulso significativo para las comunidades locales. Al agregar valor a los subproductos industriales, el proyecto contribuye directamente al desarrollo económico de la región, generando nuevas oportunidades comerciales y fortaleciendo la cadena productiva local.

La conclusión técnica destaca que la elección de la biomasa como alternativa al suministro limitado de gas en la provincia no solo es práctica y efectiva, sino que también se considera una solución innovadora en el contexto energético. La transición hacia la biomasa representa un enfoque pionero que incorpora tecnologías y prácticas emergentes para abordar los desafíos energéticos de manera sostenible. La innovación radica en la capacidad de la biomasa para ofrecer una fuente de energía renovable y respetuosa con el ambiente.

Desde una perspectiva económica, se ha observado con optimismo que el proyecto no solo es viable, sino que también presenta el potencial de ser altamente rentable a largo plazo. Varios elementos contribuyen a esta evaluación positiva, respaldando la solidez financiera y la viabilidad económica del proyecto. Esto es debido principalmente al uso de productos sin valor agregado transformados en uno de alto valor. El enfoque sostenible del proyecto también resulta beneficioso desde el punto de vista económico, ya que cada vez más consumidores y mercados muestran preferencia por productos y prácticas respetuosas con el medio ambiente. Esto puede traducirse en una demanda más sólida, respaldando aún más la estabilidad financiera del proyecto a largo plazo.

REFERENCIAS/BIBLIOGRAFÍA

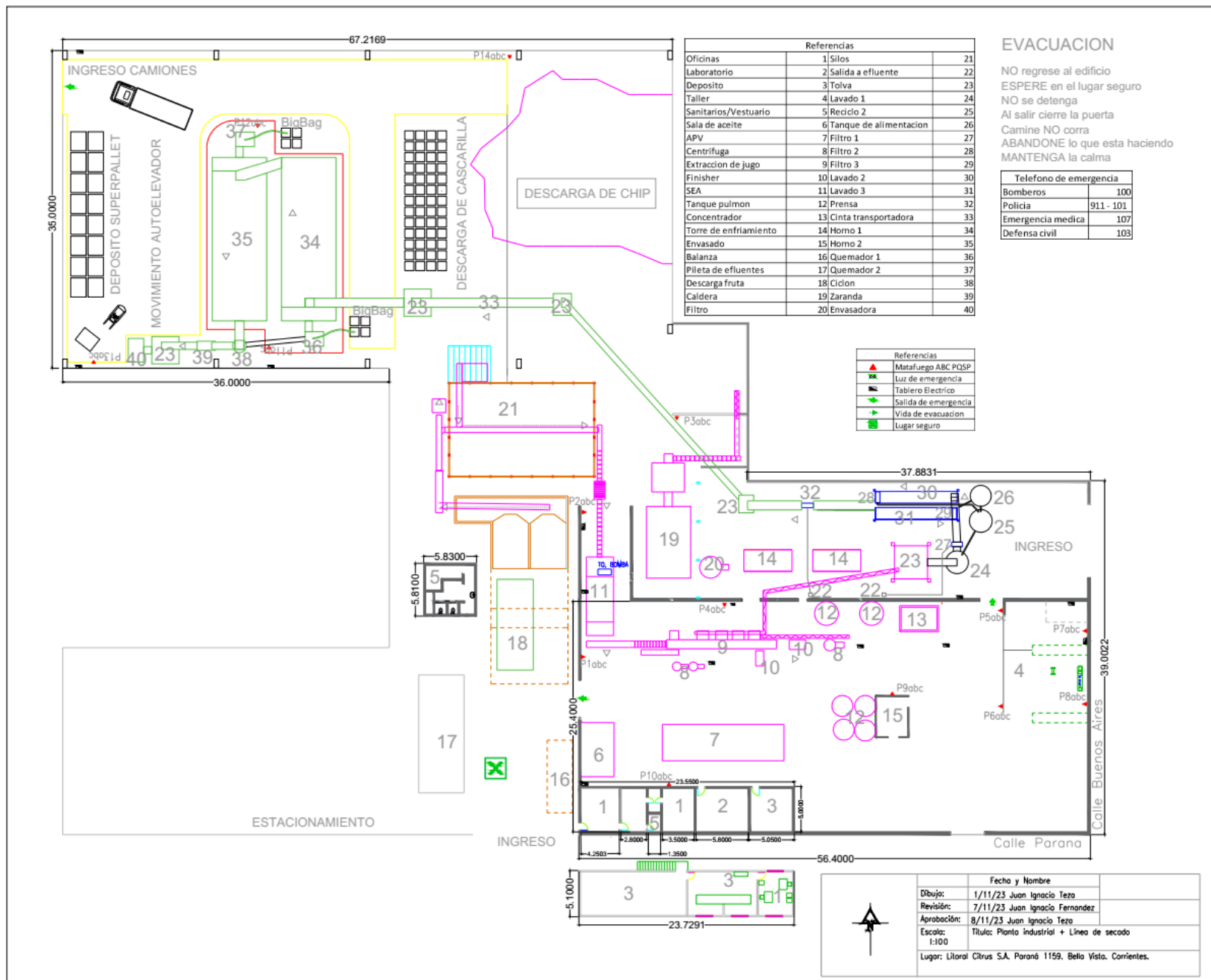
- Decara, M. (2010). *Planta de jugos y aceite esencial de limón* [Tesis “Proyecto Final”, UTN Facultad Regional La Plata]. Repositorio institucional
- Machado Lopez, W. D. (2015). *Tratamiento biológico de residuos semisólidos y efluentes líquidos de la industria del procesamiento de limón* [Tesis Doctoral, Universidad de Burgos]. Repositorio institucional
- Guerrero, D. (2012). *Diseño y experimentación de la línea de producción de una planta procesadora de limones* [Tesis Doctoral, Universidad de Piura]. Repositorio institucional
- Montero Nuñez, S. (2010). *Control de calidad de cascara deshidratada y empaque de limón para exportación* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio institucional
- FEDERCITRUS (2022). *La actividad citrícola de la industria argentina*. www.federcitrus.org
- Perez Monge, M. A. (2023). *Cuestionario: información de línea de deshidratado*. [Archivo PDF]
- Abelardo, P. (2010). *La descomposición térmica de la cascarilla de arroz*. [Hyyp://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89622691013](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89622691013)
- Meyers, F. y Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Pearson
- Chain Sapag, N. (2011). *Proyectos de Inversión: Formulación y Evaluación*. Pearson
- Varón, C. J. (2005). *Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz*. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/478/47802513.pdf>
- Geankoplis, C. J. (2000). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. CECOSA

- Dujovne, N. (2018). *Informes de cadena de valor: Limón*. Ministerio de Hacienda.
<https://www.argentina.gob.ar/economia>
- Villaflor, G. (2008). *Variables significativas del proceso de combustión del gas natural*.
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v19n4/art08.pdf>

ANEXOS

Anexo 1

Plano General, Incendio y evacuación



Plano Eléctrico

