PROYECTO DE GRADO

“Cultivo de Cannabis Sativa por sistema hidropónico. Proceso de obtención y comercialización de aceite de CBD.”

Escalier, Esteban Oscar

Ramos, Rocio de los Angeles

Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería e Informática

2025

TÍTULO: INGENIERO/A INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA

_____

Dra. Ing. Romano Armada Neli

TRIBUNAL EVALUADOR

_____

Presidente: Ing. Arenas Angélica

_____

1° Miembro: Ing. Vuistaz Verónica

_____

2° Miembro: Ing. Villa Daniel

FECHA DE EXPOSICIÓN

_____ de _____ de _____

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS – De Escalier, Esteban Oscar:

Este logro lleva el alma y el esfuerzo de todas las personas que amo.

A mi padre, mi madre, mis hermanos, mis sobrinos y mis mascotas. Ustedes me enseñaron sin palabras lo que es la lealtad, la paciencia y el amor que no pide nada a cambio. Gracias por creer en mí, por estar desde siempre, por quererme en todas mis versiones, incluso en las que yo estaba aprendiendo a comprender. Con ustedes entendí que, si los tengo cerca, lo tengo todo.

A mis mejores amigos Lucas y Camila, y a mis amigos del corazón Maia, Rodrigo, Tatiana, Leandro, Laura, Lourdes y Yamila, quienes se convirtieron en familia. Gracias por las risas y charlas compartidas, por escucharme, por abrirme las puertas de sus hogares, porque llegaron y se quedaron a mi lado. Entre nosotros nos curamos heridas que no se ven, nos entendemos con una mirada, con un mensaje, con un gesto chiquito. Los llevo conmigo siempre, recordando mil anécdotas que guardo como tesoros en el corazón. Ustedes son parte de mi historia.

A mis amigos de la facultad Rocio, Jorgelina, Elías, Leonardo, Agustina, Diego, Emanuel y Camila. Gracias por compartirme sus historias de vida, por las horas de estudio que vivimos, por ayudarme a calmar los nervios y por los ánimos que me daban antes de rendir un examen, por las horas interminables de estudio y por las risas que nos devolvían un poco de vida. Esta etapa, gracias a ustedes, fue más humana, más real, más cercana y muchísimo más feliz.

A la Universidad Católica de Salta. Gracias por las enseñanzas, por acompañar mi formación y por brindarme la oportunidad de continuar mis estudios gracias a una beca. Gracias también por darme mi primera experiencia profesional, que me llenó de aprendizajes y me permitió conocer personas maravillosas a quienes recuerdo con enorme cariño.

Pero desde lo más profundo de mi corazón, quiero dedicar este logro a mi madre. Gracias por cada comida calentita, por cada abrigo cuando hacía frío, por cada noche en que te aseguraste de que estuviera bien… pero, sobre todo, gracias por nunca dejar que me falte amor. Me enseñaste a ser fuerte, a ser paciente, a ser humilde. Hoy soy quien soy gracias a vos, sos mi mayor ejemplo y mi inspiración más grande. No hay palabras que puedan expresar cuanto te amo. “Yo juego para vos, mamá.”, porque este sueño lo soñaste junto a mí.

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS – De Ramos, Rocio de los Angeles:

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todos los que hicieron posible este logro.

En primer lugar, a mis padres, el pilar fundamental en mi vida, por haber estado a mi lado en los momentos más difíciles; por su apoyo incondicional, su paciencia y su sacrificio; y por darme siempre las herramientas para seguir creciendo, así como los valores y la perseverancia que definen quién soy hoy.

A mis hermanos, Néstor, Miguel y Alejandro, que son el mejor regalo que me ha dado la vida. En cada sonrisa, pelea y momentos compartidos encuentro el consuelo y el amor más puro. Me siento bendecida de contar con ustedes en mi vida.

A Esteban y Agustina: hoy celebro este logro junto a ustedes, porque verdaderamente es nuestro. Gracias por acompañarme en este largo camino, por los momentos compartidos, por ser mi alivio contra los nervios, y por la motivación que me permitió alcanzar mi objetivo.

A Martin, por ser la mejor persona, amigo y confidente. Gracias por estar siempre ahí, en las buenas, en las malas y en las peores. Por tu lealtad, tu apoyo incondicional y por convertir cada momento compartido en un regalo. Valoro nuestra conexión más de lo que las palabras pueden expresar.

También deseo expresar mi gratitud a mis amigas, Sabrina y Sabina, y a mis amigos Javier, Alejandro, Diego y Lucas, por sus palabras de aliento, las risas compartidas y el hombro amigo en el que siempre pude apoyarme. Gracias por hacer este camino mucho más ameno.

Quiero agradecer a la Universidad y a todo el cuerpo docente por todas las enseñanzas y consejos brindados a lo largo de la carrera.

Pero, particularmente, quiero agradecer este logro a mi madre, la mujer que me dio alas. Mamá, este logro es la prueba viviente de tu amor y tu visión. Desde el día en que nací, me has impulsado, dándome las herramientas y las alas para volar, para crecer sin límites, y brillar en lo más alto con luz propia. Gracias a tu insistencia en mi educación, en aquella escuela que al principio no era tan agradable, se convirtió en el cimiento de mi vida, y la terminé amando con todo mi corazón. Hoy soy la mujer que soy, porque tuviste la paciencia y el coraje de creer en mí más que yo misma. No hay palabras que puedan expresar cuanto te amo y agradezco por mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO 15

1. INTRODUCCIÓN 16

1.1. Problema y justificación del proyecto 16

1.2. Objetivos 17

1.2.1. Objetivo general 17

1.2.2. Objetivos específicos 17

1.3. Características del Cannabis 18

1.3.1. Clasificación botánica y variedades 18

1.3.2. Composición química y cannabinoides 19

1.3.3. Sistema endocannabinoide y acción farmacológica 19

1.4. Aplicaciones del cannabis 19

1.5. Evidencia científica internacional y nacional sobre la eficacia terapéutica del cannabis 20

1.6. Características del producto, uso y conservación 22

1.6.1. Aceite de CBD 22

1.6.2. Usos autorizados 23

1.6.3. Conservación y estabilidad 23

1.7. Ventajas competitivas 24

1.8. Limitaciones del uso del cannabis y aspectos sanitarios 25

1.9. Conclusiones 26

2. ESTUDIO LEGAL 27

2.1. Introducción 27

2.2. Marco normativo nacional 27

2.3. Marco normativo provincial – Provincia de Salta 31

2.4. Marco normativo municipal – Ciudad de Salta 33
2.5. Instrumentos de gestión regulatoria 36
2.6. Barreras normativas 46
2.7. Costos legales asociados al estudio Económico – Financiero 47
2.8. Conclusiones 47
3. ESTUDIO DE MERCADO 49
3.1. Introducción 49
3.2. Análisis de mercado y demanda 49
3.2.1. Investigación de mercado 49
3.2.2. Segmentación del mercado 55
3.2.3. Cálculo del mercado objetivo 58
3.2.4. Proyección de la demanda 59
3.3. Análisis de Entorno 62
3.3.1. Macroentorno: PESTEL 62
3.3.2. Microentorno: Las 5 fuerzas de Porter 64
3.3.3. Oportunidades y Amenazas 68
3.4. Análisis Interno: Fortalezas y Debilidades 69
3.5. Análisis FODA 70
3.6. Marketing Mix 71
3.7. Conclusiones 75
4. ESTUDIO TÉCNICO 76
4.1. Introducción 76
4.2. Proceso de cultivo por sistema hidropónico 76
4.2.1. Selección de sistema hidropónico 76
4.2.2. Requerimientos nutritivos 77

4.2.3. Etapas de cultivo por sistema hidropónico y control de calidad 78
4.2.4. Diagrama de bloques y descripción de corrientes 95
4.2.5. Balance de masa 98
4.2.7. Diagrama de flujo 101
4.3. Proceso de obtención de aceite de CBD y control de calidad 102
4.3.1. Etapas de acondicionamiento de la materia prima previas a la extracción del CBD 102
4.3.2. Etapa de extracción de aceite crudo de CBD 107
4.3.3. Etapas de refinamiento de aceite crudo de CBD 110
4.3.4. Etapas de obtención de aceite de CBD 119
4.3.5. Etapas de envasado de aceite de CBD 121
4.3.6. Diagrama de bloques y descripción de corrientes 127
4.3.7. Balance de masa 132
4.3.8. Diagrama de flujo 135
4.4. Embalaje de producto final 136
4.5. Localización 140
4.5.1. Factores de evaluación y peso asignado 141
4.5.2. Calificación de factores por zona y evaluación de localización por matriz ponderada 143
4.5.3. Ubicación seleccionada, macrolocalización y microlocalización 148
4.6. Layout 150
4.7. Conclusiones 155
5. ESTUDIO ORGANIZACIONAL 156
5.1. Introducción 156
5.2. Misión 156

5.3. Visión 156
5.4. Valores 157
5.5. Estructura organizativa 157
5.5.1. Organigrama 157
5.5.2. Descripción de puestos y funciones 158
5.6. Estructura de personal 166
5.7. Convenios Colectivos de Trabajo (CCT) aplicables 166
5.8. Jornada laboral 167
5.9. Servicios tercerizados 168
5.9.1. Asesoría legal y regulatoria 168
5.9.2. Servicio informático (ERP, infraestructura y ciberseguridad) 168
5.9.3. Asesoría de higiene y seguridad en el trabajo 169
5.9.4. Asesoría ambiental 170
5.10. Conclusiones 171
6. ESTUDIO AMBIENTAL 172
6.1. Introducción 172
6.2. Equipo interdisciplinario 172
6.3. Análisis ambiental del proceso de cultivo por sistema hidropónico 174
6.4. Análisis ambiental del proceso de obtención de aceite de CBD 177
6.5. Condiciones de higiene y seguridad 178
6.5.1. Manejo y cuidado de CO_2 179
6.5.2. Manejo y cuidado de etanol 181
6.5.3. Elementos de protección personal (EPP) 182
6.6. Tratamiento de efluentes para vuelco a red 185
6.7. Análisis de impacto ambiental 190

6.7.1. Matriz de Vicente Conesa Fernández – Vitora 190
6.7.2. Análisis y resultados de impactos ambientales 193
6.7.3. Mitigación de impactos ambientales 196
6.8. Conclusiones 199
7. ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO 200
7.1. Introducción 200
7.2. Cotización del dólar 200
7.3. Costos operativos 201
7.3.1. Costos de materia prima e insumos 201
7.3.2. Suministro y consumo eléctrico 204
7.3.3. Consumo de agua 208
7.3.4. Costos de mano de obra 211
7.3.5. Gastos de mantenimiento y reparaciones 214
7.3.6. Costos de materiales auxiliares y elementos de seguridad 214
7.3.7. Costo total de producción 216
7.3.8. Gastos administrativos 217
7.3.9. Gastos de comercialización 217
7.3.10. Costos de alquiler 218
7.3.11. Costos totales de operación 218
7.4. Inversiones 219
7.4.1. Activos tangibles 219
7.4.2. Activos intangibles 222
7.4.3. Inversión inicial 224
7.4.4. Inversión de ampliación 224
7.5. Amortizaciones y depreciaciones 227

7.6. Precio de venta 228
7.7. Ingresos por ventas 228
7.8. Capital de trabajo 228
7.9. Valor de desecho 229
7.10. Flujo de fondos 229
7.11. Evaluación del proyecto 231
7.11.1. Tasa de Descuento 231
7.11.2. Valor Actual Neto (VAN) 231
7.11.3. Tasa Interna de Retorno (TIR) 232
7.11.4. Periodo de Recupero 233
7.12. Conclusiones 234
8. CONCLUSIONES 235
REFERENCIAS 237
ANEXOS 255
Anexo I: Encuesta 255
Anexo II: Ficha técnica de equipos 260
Anexo III: Cuadro tarifario de EDESA 269
Anexo IV: Cuadro tarifario de Aguas del Norte 270

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Estructura social de Argentina en el segundo trimestre de 2025* 57
Figura 2 *Las 5 fuerzas de Porter* 64
Figura 3 *Rótulo de frasco de aceite de CBD* 72
Figura 4 *Sistema hidropónico RDWC* 77
Figura 5 *Etapas de cultivo por sistema hidropónico RDWC* 79
Figura 6 *Características técnicas de la semilla Pachamama* 81

Figura 7 *Diagrama de bloques de proceso de cultivo por sistema hidropónico* 95
Figura 8 *Balance de masa de proceso de cultivo por sistema hidropónico*..... 100
Figura 9 *Diagrama de flujo de proceso de cultivo por sistema hidropónico* 101
Figura 10 *Molino de corte PULVERISETTE 19* 103
Figura 11 *Descarboxilación de CBDA y THCA* 105
Figura 12 *Horno de secado IKA Oven 125 Control-Dry* 105
Figura 13 *Cromatógrafo líquido de alta presión Shimadzu LC-2050 (serie i-Series)* ... 107
Figura 14 *Extractor de CO_2 supercrítico extraktLAB e-180* 109
Figura 15 *Ultracongelador horizontal Righi UF500-86LH* 112
Figura 16 *Filtro industrial al vacío de acero inoxidable*..... 114
Figura 17 *Evaporador rotativo con condensadores verticales y sistema de vacío*..... 116
Figura 18 *Cromatógrafo de gases Nexis GC-2030 y muestreador headspace Serie HS-20NX de Shimadzu* 118
Figura 19 *Tanque mezclador con homogeneizador industrial de acero inoxidable*..... 120
Figura 20 *Autoclave digital semiautomática EV-24D Novatech* 122
Figura 21 *Línea automática de llenado y tapado para aceites esenciales* 124
Figura 22 *Etiquetadora automática para frascos cilíndricos*..... 125
Figura 23 *Diagrama de bloques de proceso de obtención de aceite de CBD* 127
Figura 24 *Balance de masa de proceso de obtención de aceite de CBD*..... 134
Figura 25 *Diagrama de flujo de proceso de obtención de aceite de CBD* 135
Figura 26 *Frasco cuentagotas de vidrio ámbar de 10 mL con pipeta y tapa de seguridad* 137
Figura 27 *Estuche blanco de cartulina para frasco gotero de 10 mL* 138
Figura 28 *Caja de cartón corrugado para embalaje (20 x 15 x 15 cm)* 138
Figura 29 *Pallet de madera tipo ARLOG para carga y transporte industrial*..... 139
Figura 30 *Macrolocalización del proyecto (imagen 1)*..... 148
Figura 31 *Macrolocalización del proyecto (imagen 2)*..... 149
Figura 32 *Microlocalización del proyecto (imagen 1)* 150
Figura 33 *Microlocalización del proyecto (imagen 2)* 150
Figura 34 *Layout general del proyecto: planta alta y planta baja* 152

Figura 35 *Layout del área administrativa de la planta* 153
Figura 36 *Layout del área de producción de la planta* 154
Figura 37 *Organigrama* 158
Figura 38 *Estructura de encuesta y resultados* 255
Figura 39 *Ficha técnica del sistema RDWC* 260
Figura 40 *Ficha técnica del molino de corte PULVERISETTE 19* 260
Figura 41 *Ficha técnica del horno de secado IKA Oven 125 Control- Dry* 261
Figura 42 *Ficha técnica del extractor de CO_2 supercrítico extraktLAB e-180* 261
Figura 43 *Ficha técnica del ultra congelador horizontal Righi UF500-86LH* 262
Figura 44 *Ficha técnica del filtro industrial al vacío de acero inoxidable* 262
Figura 45 *Ficha técnica del evaporador rotativo con condensadores verticales y sistema de vacío* 263
Figura 46 *Ficha técnica del tanque mezclador con homogeneizador industrial de acero inoxidable* 264
Figura 47 *Ficha técnica de la autoclave digital semiautomática EV-24D Novatech* 265
Figura 48 *Ficha técnica de línea automática de llenado y tapado para aceites esenciales* 265
Figura 49 *Ficha técnica de etiquetadora automática para frascos cilíndricos* 266
Figura 50 *Ficha técnica del cromatógrafo líquido de alta presión Shimadzu LC-2050 (serie i-Series)* 267
Figura 51 *Ficha técnica de cromatógrafo de gases Nexis GC-2030* 267
Figura 52 *Ficha técnica del muestreador headspace Serie HS-20 NX de Shimadzu* 268
Figura 53 *Cuadro tarifario EDESA – septiembre 2025* 269
Figura 54 *Cuadro tarifario Aguas del Norte – septiembre 2025* 270

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Matriz de cumplimiento legal* 37
Tabla 2 *Permisos requeridos por organismo* 40
Tabla 3 *Cronograma secuencial de tramitación* 43

Tabla 4 *Costo legal inicial para puesta en marcha de proyecto* 47
Tabla 5 *Población 15-64 años del NOA (2025-2034)* 56
Tabla 6 *Proyección de la demanda* 61
Tabla 7 *Cuadro explicativo de corrientes/flujos de proceso de cultivo por sistema hidropónico* 96
Tabla 8 *Cuadro explicativo de corrientes/flujos de proceso de obtención de aceite de CBD* 128
Tabla 9 *Método cuantitativo por puntos para localización* 147
Tabla 10 *Identificación de sectores del layout de la planta productiva* 151
Tabla 11 *Manual de funciones de puestos de trabajo* 158
Tabla 12 *Cantidad de personal por cada puesto de trabajo* 166
Tabla 13 *Residuos identificados de proceso de cultivo por sistema hidropónico* 175
Tabla 14 *Residuos identificados de proceso de obtención de aceite de CBD* 178
Tabla 15 *Elementos de protección personal (EPP)* 183
Tabla 16 *Parámetros y límites máximos del efluente cloacal doméstico susceptible de ser descargado en la red colectore pública* 185
Tabla 17 *Escala de valoración de impacto ambiental* 191
Tabla 18 *Matriz de valoración de la magnitud e importancia de los impactos* 192
Tabla 19 *Criterio para la determinación de la significancia del impacto ambiental* 193
Tabla 20 *Resultados de la matriz de valoración de impactos ambientales del proyecto* 196
Tabla 21 *Cotización del dólar BNA venta* 200
Tabla 22 *Demanda de biomasa seca y demanda de frasco de aceite de CBD por periodos* 201
Tabla 23 *Cantidades de materia prima por kg de biomasa seca y por frasco de aceite de CBD* 202
Tabla 24 *Costos unitarios de materia prima* 202
Tabla 25 *Costos anuales de materia prima* 203
Tabla 26 *Consumo eléctrico de artefactos* 205
Tabla 27 *Consumo eléctrico de artefactos - Ampliación* 206

Tabla 28 *Costo mensual de suministro eléctrico para escenario base y escenario con ampliación* 208
Tabla 29 *Costos anuales de suministro eléctrico* 208
Tabla 30 *Consumo mensual de agua para escenario base y escenario con ampliación* 209
Tabla 31 *Costo mensual de consumo de agua para escenario base y escenario con ampliación* 210
Tabla 32 *Costos anuales de consumo de agua* 211
Tabla 33 *Costo anual de mano de obra* 213
Tabla 34 *Costos anuales de mantenimiento y reparaciones* 214
Tabla 35 *Costo de materiales auxiliares y elementos de seguridad cada 5 años y anual* 215
Tabla 36 *Costos totales de producción* 216
Tabla 37 *Gasto administrivo anual* 217
Tabla 38 *Gastos de comercialización anual* 218
Tabla 39 *Costos anuales totales de operación* 218
Tabla 40 *Inversión inicial en maquinarias* 220
Tabla 41 *Inversión inicial en mobiliario, equipamiento e instrumentos* 220
Tabla 42 *Inversión inicial en readecuación edilicia* 222
Tabla 43 *Tipo y costo de capacitaciones* 223
Tabla 44 *Inversión en activos intangibles* 224
Tabla 45 *Inversión inicial* 224
Tabla 46 *Inversión de ampliación en maquinarias* 225
Tabla 47 *Inversión de ampliación en mobiliario, equipamiento e instrumentos* 225
Tabla 48 *Inversión de ampliación en adecuación edilicia* 226
Tabla 49 *Inversión de ampliación* 226
Tabla 50 *Amortizaciones y depreciaciones* 227
Tabla 51 *Ingresos por ventas* 228
Tabla 52 *Capital de trabajo* 229
Tabla 53 *Valor de desecho* 229
Tabla 54 *Flujo de fondos del proyecto* 230

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto desarrolla el estudio integral para implementar una unidad productiva formal de aceite de cannabidiol (CBD) en la provincia de Salta. La iniciativa surge frente a la escasez de aceite de CBD elaborado bajo estándares de calidad, situación que obliga a muchos usuarios a recurrir a productos informales, con incertidumbre sobre su composición y seguridad. Se propone, por lo tanto, establecer una fuente local, trazable y legal de aceite de pureza conforme a especificaciones, proveniente de cultivo controlado y proceso certificado, alineado con la normativa vigente.

La metodología aplicada combinó investigación documental, trabajo de campo y modelado técnico-financiero. Se inició con un análisis del entorno legal y regulatorio, mapeando las leyes y requisitos necesarios para asegurar el cumplimiento en cada etapa. Luego, a través de estudios de mercado, se dimensionó la demanda potencial de aceite de CBD en la región. En paralelo, se llevó a cabo el diseño técnico: selección del sistema hidropónico óptimo, determinación de capacidades de equipos de extracción, balances de masa y establecimiento de controles de calidad en proceso. Para la dimensión ambiental, se utilizó una matriz de impacto que identificó los puntos críticos y orientó la adopción de medidas mitigadoras. El plan organizacional definió una estructura funcional según el alcance propuesto. Finalmente, se elaboró un flujo de fondos a 10 años, calculando indicadores financieros necesarios para determinar la viabilidad del proyecto.

En síntesis, el proyecto plantea una propuesta técnicamente factible en el marco definido, que ordena y estandariza la cadena de valor del CBD en el NOA, con el objetivo de asegurar un producto trazable y apto para su distribución por canales regulados, y contribuyendo al desarrollo industrial y sanitario regional.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema y justificación del proyecto

En la República Argentina, el acceso a productos derivados de cannabidiol (CBD), regulados y con control de calidad, continúa siendo limitado. Aunque la legislación vigente habilita la producción y el uso medicinal de estos productos, continúa siendo un desafío, debido a la escasa producción a escala industrial, la incipiente articulación entre organismos regulatorios y actores productivos, y las dificultades administrativas para el otorgamiento de licencias por parte de la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME). Esta situación incide directamente en la expansión del mercado informal de aceites y preparados con CBD, cuya comercialización no se encuentra sujeta a controles de calidad, trazabilidad o prescripción médica. Según informes técnicos, una porción significativa de los usuarios accede a estos productos mediante canales no oficiales, lo que genera incertidumbre respecto a su composición química, concentración de principios activos y posibles efectos adversos (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica [ANMAT], 2021a). El consumo no regulado también representa una dificultad para los sistemas de salud, ya que impide realizar un seguimiento clínico adecuado y limita la evaluación de resultados terapéuticos (Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal [ARICCAME], 2023).

Por ello, el proyecto propone establecer una unidad de producción de aceite de CBD con trazabilidad certificada, en cumplimiento con los requisitos establecidos por las normativas nacionales, provinciales y municipales vigentes. La iniciativa se orienta a cubrir parte de la demanda insatisfecha mediante un producto con garantía de calidad, contenido definido de cannabinoides y supervisión profesional durante todo el proceso productivo. Desde el enfoque

productivo, el proyecto se inserta dentro de los lineamientos promovidos por el Ministerio de Economía de la Nación y por la ARICCAME, en relación con la consolidación de una cadena nacional de valor del cannabis medicinal. Asimismo, se contempla el uso de tecnologías sustentables de cultivo y extracción, la generación de empleo local calificado y la incorporación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y de Manufactura (BPM).

El fortalecimiento de un circuito legal y controlado podría contribuir a la reducción progresiva del mercado informal y generar evidencia técnica sobre procesos, rendimientos y calidad del producto que facilite la articulación con centros de investigación y sistemas de salud.

1.2. Objetivos

El desarrollo del proyecto tiene como propósito establecer los pilares centrales para la producción de aceite de CBD, a partir del cultivo controlado de *Cannabis sativa L*. Para ello, se define un objetivo principal y una serie de objetivos específicos, orientados a abordar de manera integral las distintas dimensiones del proyecto.

1.2.1. Objetivo general

Diseñar y desarrollar los procesos de cultivo de cannabis por sistema hidropónico y obtención de aceite de CBD, con el fin de obtener un producto final que cumpla con los estándares nacionales de calidad, trazabilidad, sostenibilidad y legalidad, promoviendo el acceso regulado y reduciendo la dependencia del mercado informal.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar y evaluar el marco normativo vigente a nivel nacional, provincial y municipal aplicable al cultivo, producción y comercialización de derivados de cannabis medicinal,

incorporando criterios de análisis ingenieril e identificando permisos, licencias y habilitaciones requeridas para las distintas etapas del proceso productivo.

- Analizar el mercado actual del aceite de CBD en Argentina, considerando aspectos como oferta, demanda, actores clave, canales de comercialización, proveedores e intermediarios.
- Estudiar las variables técnicas y logísticas asociadas al proceso operativo: disponibilidad de materia prima, métodos de cultivo, selección de maquinarias, condiciones de localización y estructura organizacional.
- Evaluar el impacto ambiental del sistema productivo y proponer medidas de prevención y mitigación de efectos negativos.
- Determinar la viabilidad económica del proyecto mediante el análisis de costos de inversión, costos operativos, gastos, ingresos esperados y elaborando proyecciones financieras para la toma de decisiones.

1.3. Características del Cannabis

La producción de aceite de CBD se fundamenta en el empleo de variedades específicas de la planta *Cannabis sativa L.* Por lo tanto, se establecen aspectos botánicos, fitoquímicos y agronómicos vinculados al cannabis.

1.3.1. Clasificación botánica y variedades

El género *Cannabis* pertenece a la familia Cannabaceae y agrupa tres especies principales: *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* y *Cannabis ruderalis*. Estas especies presentan diferencias morfológicas, agronómicas y químicas. La variedad de nuestro interés es la de *Cannabis sativa* que se caracteriza por su porte alto, hojas estrechas y un tiempo de floración prolongado.

En Argentina, desde el punto de vista normativo, se consideran como *cannabis no psicoactivo*, a aquellas variedades con menos del 1% de tetrahidrocannabinol (THC) en peso seco. Estas variedades son seleccionadas por su perfil fitoquímico y su estabilidad genética para la producción industrial y medicinal (Ministerio de Salud de la Nación [MSAL], 2023).

1.3.2. Composición química y cannabinoides

La planta de *Cannabis* contiene más de 500 compuestos, entre los cuales se destacan los fitocannabinoides, terpenos y flavonoides. Los cannabinoides más relevantes para fines terapéuticos y regulatorios son el CBD y el THC. El CBD no posee efectos psicoactivos y ha sido objeto de diversas investigaciones por su potencial uso en patologías neurológicas, inflamatorias y otras condiciones de salud (MSAL, 2021). Los compuestos se concentran principalmente en las glándulas de resina presentes en las inflorescencias de plantas hembra no fecundadas. Su extracción puede realizarse por diversos métodos físico-químicos.

1.3.3. Sistema endocannabinoide y acción farmacológica

Los cannabinoides interactúan con el sistema endocannabinoide humano, compuesto por receptores CB1 y CB2, endocannabinoides endógenos y enzimas metabólicas. Este sistema participa en la modulación de funciones fisiológicas como el dolor, el apetito, el sueño y el estado de ánimo (Fundación CANNA, s.f.).

1.4. Aplicaciones del cannabis

La planta de *Cannabis sativa* presenta una diversidad de usos que abarcan sectores industriales, medicinales y recreativos. Estas aplicaciones derivan tanto de sus componentes químicos como de las propiedades físicas de sus fibras.

Aplicaciones industriales. El cáñamo industrial se emplea en la fabricación de textiles, papel, materiales de construcción, bioplásticos, biocombustibles y alimentos, a partir de fibras del tallo y de semillas ricas en ácidos grasos esenciales, proteínas y antioxidantes (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2022; Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [MINCYT], 2022).

Aplicaciones medicinales y terapéuticas. Las aplicaciones terapéuticas se asocian a fitocannabinoides como CBD y THC: el CBD cuenta con estudios sobre efectos ansiolíticos, anticonvulsivos y antiinflamatorios, y el THC con efectos analgésicos y antiespasmódicos, además de efectos psicoactivos (MSAL, 2021). El acceso legal a estos productos requiere prescripción médica y seguimiento profesional, con exigencias de trazabilidad, control de calidad y evaluación de riesgos como condición de uso dentro del sistema sanitario.

Aplicaciones recreativas. El uso recreativo comprende el consumo de flores o extractos con fines no médicos y, bajo la normativa vigente en Argentina, no se encuentra habilitado; el marco legal nacional se limita a usos médicos, científicos e industriales. El Observatorio Argentino de Drogas (2019) registra al cannabis entre las sustancias psicoactivas de mayor consumo en el país, con mayor prevalencia en población joven. El cultivo y la tenencia para uso recreativo se mantienen penalizados, salvo autorizaciones expresas en el marco del Registro del Programa de Cannabis (REPROCANN).

1.5. Evidencia científica internacional y nacional sobre la eficacia terapéutica del cannabis

La utilización de derivados de *Cannabis sativa L.* con fines medicinales ha sido evaluada por organismos internacionales y nacionales mediante revisiones sistemáticas, guías clínicas y estudios clínicos controlados. La evidencia disponible permite identificar indicaciones específicas

en las que determinados cannabinoides presentan eficacia documentada y perfiles de seguridad conocidos, lo que fundamenta su incorporación regulada dentro de sistemas sanitarios.

A nivel internacional, la Organización Mundial de la Salud (OMS) concluyó que el CBD ha demostrado eficacia terapéutica en ciertos tipos de epilepsia farmacorresistente, particularmente en síndromes como Dravet y Lennox-Gastaut, con un perfil de seguridad favorable y sin evidencia de potencial de dependencia (World Health Organization [WHO], 2018a). La OMS también analizó el cannabis y sus resinas en una revisión crítica que considera posibles aplicaciones médicas, señalando la necesidad de marcos regulatorios que garanticen calidad y control de los preparados utilizados (WHO, 2018b). De manera complementaria, el informe de las National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine sintetiza la literatura científica internacional y concluye que existe evidencia concluyente o sustancial de efectividad de los cannabinoides para el tratamiento del dolor crónico, la reducción de náuseas y vómitos inducidos por quimioterapia mediante preparados orales, y la mejoría de la espasticidad en esclerosis múltiple (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2017). En la misma línea, la guía clínica NICE NG144, del Reino Unido, incorpora productos basados en cannabis para el manejo de epilepsia resistente, espasticidad, dolor crónico y náuseas inducidas por quimioterapia, bajo criterios definidos de prescripción, seguimiento clínico y requisitos de calidad del producto (National Institute for Health and Care Excellence, 2019).

En el ámbito nacional, la Comisión Nacional de Evaluación de Tecnologías de Salud (CONETEC) del Ministerio de Salud de la Nación evaluó el uso de CBD como tratamiento complementario en epilepsia farmacorresistente. El informe concluye que el CBD probablemente reduce la frecuencia de crisis, incluyendo incrementos en la proporción de pacientes que alcanzan

reducciones iguales o superiores al 50% en síndromes como Dravet, Lennox-Gastaut y complejo de esclerosis tuberosa, con un perfil de seguridad aceptable (Hasdeu et al., 2022). La evidencia clínica argentina también muestra resultados consistentes. Un estudio realizado en el Hospital Garrahan describió que, en una cohorte pediátrica con encefalopatías epilépticas farmacorresistentes, el 78% de los pacientes presentó reducciones significativas (≥50%) en la frecuencia de crisis, con una mediana de reducción del 71% (Caraballo et al., 2022). Este estudio reportó eventos adversos principalmente leves o moderados, consistentes con los perfiles de seguridad reportados internacionalmente. Por otra parte, documentos técnicos elaborados por la ANMAT señalan que el uso de CBD puede asociarse a una disminución en el empleo de fármacos de rescate en determinados cuadros neurológicos, lo que respalda su incorporación como tratamiento adyuvante en contextos clínicos controlados (Ferreirós Gago et al., 2017).

En conjunto, la literatura científica internacional y nacional identifica indicaciones específicas en las que ciertos cannabinoides, en especial el CBD, presentan eficacia documentada. Estos hallazgos sustentan la importancia de contar con productos regulados, estandarizados y trazables que permitan su utilización conforme a la normativa vigente y dentro de protocolos clínicos supervisados.

1.6. Características del producto, uso y conservación

1.6.1. Aceite de CBD

El producto desarrollado en este proyecto es aceite de CBD, un derivado de la planta *Cannabis sativa L.* El producto se obtiene mediante procesos de extracción de biomasa vegetal controlada, utilizando tecnologías como la extracción con CO_2 supercrítico, que permite obtener concentrados de pureza conforme a especificaciones, con solventes residuales por debajo de

límites de detección establecidos. El aceite se formula en vehículos lipídicos para facilitar su administración por vía sublingual o tópica. Dependiendo de su concentración y presentación, puede comercializarse en frascos cuentagotas con etiquetado detallado.

1.6.2. Usos autorizados

El uso del aceite de CBD en Argentina se encuentra limitado al ámbito medicinal, terapéutico o paliativo del dolor. Su prescripción debe ser realizada por profesionales médicos habilitados y la adquisición de los productos debe efectuarse a través de circuitos regulados y auditables, conforme a las disposiciones del Ministerio de Salud y a los programas autorizados, como el REPROCANN. En la práctica clínica del país, las autorizaciones más frecuentes corresponden a casos de epilepsia refractaria y otros trastornos neurológicos específicos, bajo supervisión profesional. Si bien la literatura científica internacional identifica otras posibles aplicaciones —como dolor crónico, espasticidad o náuseas inducidas por quimioterapia— su utilización en Argentina debe ajustarse exclusivamente a lo autorizado por la normativa vigente, (ANMAT, 2021b; MSAL, 2023).

1.6.3. Conservación y estabilidad

El aceite de CBD debe conservarse en envases opacos, bien cerrados, en lugares frescos y secos, lejos de fuentes de calor o luz directa, para evitar la degradación de los cannabinoides y la oxidación de los vehículos oleosos. En condiciones adecuadas, su vida útil puede extenderse entre 12 a 24 meses, dependiendo de la composición exacta y los controles de calidad aplicados. La conservación del producto también debe cumplir con las BPM exigidas por ANMAT, garantizando condiciones higiénico-sanitarias durante la elaboración, envasado, almacenamiento y distribución.

Además, se deben asegurar procedimientos de trazabilidad documental que permitan identificar el origen de la materia prima, los lotes de producción, y el control de contaminantes.

1.7. Ventajas competitivas

El desarrollo de un proyecto productivo de aceite de CBD en la región del Noroeste Argentino (NOA) presenta una serie de ventajas competitivas. Podemos mencionar las siguientes:

Producción en zonas agroecológicas adecuadas. La región seleccionada presenta condiciones ambientales adecuadas para el cultivo controlado, con disponibilidad de recursos hídricos, altitud, amplitud térmica y niveles de radiación solar compatibles con el sistema propuesto. Estas características permiten una planificación eficiente del ciclo de cultivo en sistemas como la hidroponía (INTA, 2022).

Vinculación con el marco legal nacional. El proyecto se enmarca en el régimen regulatorio definido por la Ley 27669, que promueve la producción nacional de cannabis para uso medicinal e industrial, estableciendo condiciones para la inversión pública y privada en toda la cadena de valor, y lo que contribuye a formalizar el circuito productivo y de comercialización.

Aplicación de tecnologías de menor generación de residuos y controladas. La implementación de técnicas de cultivo hidropónico en circuito cerrado y de extracción mediante CO_2 supercrítico se considera una práctica que reduce la generación de residuos y mejora la eficiencia del proceso productivo. Estas tecnologías permiten mantener estándares definidos de pureza y seguridad, ajustándose a los lineamientos de BPA y BPM exigidas por ANMAT.

Producción trazable y orientada a la calidad. Se contempla desde el diseño, la implementación de un sistema de trazabilidad documental y digital que permita registrar cada lote

de producción, desde la semilla hasta el producto final. Esta estrategia es necesaria para el acceso a mercados regulados, cumplir con auditorías sanitarias y ofrecer evidencia documental de cumplimiento a los profesionales de la salud y consumidores autorizados.

Potencial de encadenamiento productivo y empleo local. El desarrollo de la cadena de valor en torno al CBD genera oportunidades para actores locales en tareas de cultivo, mantenimiento, envasado, embalaje, logística y servicios de laboratorio. Esto puede traducirse en generación de empleo en zonas con limitada actividad industrial, y en el fortalecimiento de economías regionales vinculadas al sector bioindustrial.

1.8. Limitaciones del uso del cannabis y aspectos sanitarios

Efectos adversos asociados al consumo frecuente o crónico. El consumo frecuente o crónico de cannabis con alto contenido de THC se asocia a deterioro de memoria, aprendizaje y funciones cognitivas en población adolescente y adulta joven, y se han documentado efectos en el sistema endocrino-reproductivo como disminución de la calidad seminal y de testosterona en consumos prolongados (Observatorio Argentino de Drogas, 2011). En el ámbito clínico, el empleo de CBD para epilepsia refractaria registra principalmente eventos adversos leves a moderados (somnolencia, fatiga, cambios del apetito, diarrea), con baja frecuencia de eventos graves según la evaluación de tecnologías sanitarias del Ministerio de Salud (2018).

Acceso regulado, exigencias sanitarias y mercado no regulado. El uso medicinal de cannabis requiere indicación médica y registro de pacientes en REPROCANN, conforme a la normativa vigente. La adquisición legal de derivados está sujeta a prescripción y al circuito formal de acceso, con supervisión profesional y exigencias de control de calidad bajo BPM para resguardar la seguridad del paciente y la estabilidad de los productos. En paralelo, coexiste un

mercado no regulado con ofertas sin trazabilidad ni control, frente al cual la ANMAT ha emitido medidas y prohibiciones de comercialización (ANMAT, 2022a; MSAL, s.f.b).

1.9. Conclusiones

La introducción identifica como problema central la brecha entre la demanda de derivados de CBD con control de calidad y trazabilidad y la oferta legal disponible en Argentina. En este contexto, el proyecto se configura como una iniciativa orientada a producir aceite de CBD conforme a la normativa aplicable, mediante procesos estandarizados y supervisados, con énfasis en la seguridad del usuario y la validez técnica del producto.

A partir de esta delimitación, se definen objetivos que integran dimensiones regulatorias, productivas, ambientales y económicas, con foco en métodos de cultivo y extracción controlados y en la verificación de calidad a lo largo de la cadena. El capítulo incorpora, además, una descripción sintética de las características botánicas y fitoquímicas del cannabis, de sus aplicaciones, y una revisión de la evidencia científica disponible sobre la eficacia terapéutica de los cannabinoides en indicaciones específicas, lo que sustenta el enfoque en el uso medicinal regulado del CBD. Asimismo, se presentan las características del producto, sus usos autorizados en el marco normativo vigente, las ventajas competitivas y las principales limitaciones y consideraciones sanitarias vinculadas al uso de cannabis.

Por último, se proyecta que la puesta en marcha de la unidad productiva contribuya a ampliar la oferta regulada y a disminuir la participación del mercado informal, además de generar información técnica pertinente para la articulación con el sistema de salud y con actores de investigación. Estos lineamientos organizan el desarrollo de los capítulos siguientes y fundamentan la inserción del proyecto en el marco vigente.

2. ESTUDIO LEGAL

2.1. Introducción

El marco jurídico aplicable al cultivo, procesamiento, producción y comercialización de cannabis con fines medicinales en la República Argentina ha experimentado cambios en los últimos años. Las normas dictadas a nivel nacional, provincial y municipal establecen requisitos de trazabilidad, calidad y seguridad para los productos, y contemplan disposiciones para la investigación y la producción en entornos controlados.

En este capítulo, se describen las disposiciones con incidencia en el desarrollo del proyecto, con prioridad en aquellas de cumplimiento obligatorio para la obtención de licencias y habilitaciones. El estudio comprende síntesis de leyes, decretos y resoluciones aplicables, identificación de organismos competentes y sus funciones, matriz de cumplimiento que vincula requisitos y documentación con cada etapa, tabla de permisos y habilitaciones que deberán tramitarse para el inicio y la continuidad de la actividad, cronograma de las tramitaciones previstas, identificación de barreras regulatorias y costos asociados, en coordinación con el estudio económico-financiero. El propósito es ordenar los requisitos y procedimientos aplicables y definir la secuencia administrativa para la puesta en marcha y operación del proyecto.

2.2. Marco normativo nacional

El proyecto se encuadra en normas de alcance nacional que regulan la cadena de cultivo, producción, control de calidad y comercialización de productos a base de cannabis para uso medicinal, junto con disposiciones sanitarias, de semillas, de seguridad, ambientales y laborales. Se describen las principales leyes, decretos y disposiciones aplicables y su función.

Ley 27350 — Uso medicinal de la planta de cannabis y sus derivados (2017). Establece el marco para la investigación y el acceso al uso medicinal, terapéutico y/o paliativo de la planta de cannabis y sus derivados en el ámbito del Ministerio de Salud, con lineamientos de trazabilidad y control sanitario. En este proyecto se utiliza como referencia sanitaria general y de política pública (Ley 27350, 2017).

Ley 27669 — Marco regulatorio para el desarrollo de la industria del cannabis medicinal y del cáñamo industrial (2022). Establece el marco regulatorio integral de la cadena de producción y comercialización de cannabis medicinal y cáñamo industrial; define competencias para autorizaciones de importación, exportación, cultivo, producción industrial, fabricación, almacenamiento, transporte y comercialización. En este proyecto es el principal marco de referencia para tramitar las autorizaciones correspondientes a cada eslabón (Ley 27669, 2022).

Decreto 405/2023 — Reglamentación de la Ley 27669 (2023). Reglamenta la Ley 27669 y operativiza el esquema de autorizaciones/licencias, lineamientos de trazabilidad, controles e inspecciones y el procedimiento administrativo de la autoridad de aplicación. En este proyecto determina el procedimiento y los requisitos documentales para solicitar licencias de cultivo, elaboración, almacenamiento, transporte y comercialización/exportación (Decreto 405/2023, 2023).

Resolución INASE 260/2022 — Rotulado y órganos de propagación de *Cannabis sativa L.* (mención del cultivar y definiciones de órganos de propagación) (2022). Regula la inscripción, rotulado y trazabilidad del material de propagación de *Cannabis sativa L.* en el Registro Nacional de Cultivares (RNC) y Registro Nacional de Propiedad de Cultivares (RNPC), incluyendo mención del cultivar y definición de órganos de propagación autorizados. En este

proyecto establece condiciones para el uso de material vegetal desde el inicio de la producción (Instituto Nacional de Semillas [INASE], 2022).

Resolución del Ministerio de Salud 781/2022 — Créase la categoría "Productos vegetales a base de cannabis y sus derivados destinados al uso y aplicación en la medicina humana" (2022). Crea una categoría sanitaria específica para productos vegetales a base de cannabis destinados al uso y aplicación en medicina humana. En este proyecto sirve de encuadre sanitario para la línea de productos y se complementa con la Disposición ANMAT 6431/2022 para la tramitación y evaluación (MSAL, 2022).

Disposición ANMAT 6431/2022 — Guía para la autorización sanitaria de productos vegetales a base de cannabis y sus derivados destinados al uso y aplicación en la medicina humana (2022). Aprueba la guía con lineamientos para fabricación, importación, exportación y comercialización, exigencias de BPM, control de calidad, estudios de estabilidad y validaciones, bajo competencia del Instituto Nacional de Medicamentos (INAME). En este proyecto encuadra la habilitación del establecimiento y el dossier técnico de cada producto. Además, el rótulo y el prospecto del producto se ajustarán a esta Disposición (ANMAT, 2022a).

Ley 19587 — Higiene y Seguridad en el Trabajo (1972) / Decreto 351/1979 — Reglamentación de la Ley 19587 (1979). Fijan condiciones de higiene y seguridad en los establecimientos laborales (evaluación de riesgos, capacitación, EPP, requisitos edilicios y de proceso). En este proyecto sustentan el plan de higiene y seguridad de planta y las obligaciones de registro, capacitación e inspecciones (Decreto 351/1979, 1979; Ley 19587, 1972).

Ley 25675 — Ley General del Ambiente (2002). Establece presupuestos mínimos de política ambiental, incluyendo Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), prevención y gestión de riesgos, e instrumentos de participación. En este proyecto se articula con exigencias provinciales para la EIA y el Plan de Gestión Ambiental (PGA) (Ley 25675, 2002).

Ley 20744 — Régimen de Contrato de Trabajo (1974 y mod.). Determina el régimen general de relaciones laborales (contratación, jornada, remuneración, licencias, registración y extinción). En este proyecto regula la vinculación laboral con el personal de planta y administración, junto con normativa de seguridad social y convenios aplicables (Ley 20744, 1974).

Ley 24051 — Residuos Peligrosos (1991) y Decreto 831/1993 — Reglamentario. Establecen el régimen legal y el procedimiento reglamentario para la identificación, clasificación y gestión de residuos peligrosos. La ley define categorías sometidas a control y características de peligrosidad, y dispone obligaciones del generador (inscripción, manifiestos, almacenamiento, transporte y operadores habilitados). En el proyecto se aplican para clasificar residuos peligrosos, organizar su segregación/rotulado y asegurar retiro con transportistas y operadores inscriptos, con trazabilidad mediante manifiestos (Decreto 831/1993, 1993; Ley 24051, 1991).

Ley 25916 — Presupuestos Mínimos para la Gestión Integral de Residuos Domiciliarios (2004). Fija el marco nacional para la gestión integral de residuos domiciliarios y asimilables (generación, disposición inicial, recolección, transporte, tratamiento y disposición final), y delimita su ámbito respecto de regímenes específicos (como residuos peligrosos). En el proyecto se utiliza para diferenciar la fracción de residuos asimilables a urbanos (oficina, limpieza, embalajes comunes) de los residuos de proceso; estos últimos, cuando no encuadren como peligrosos, se gestionan como industriales no peligrosos (Ley 25916, 2004).

2.3. Marco normativo provincial – Provincia de Salta

Las normativas provinciales complementan el marco nacional y establecen procedimientos y requisitos específicos para su aplicación en la Provincia de Salta. Este apartado identifica las normas provinciales pertinentes y su incidencia en la localización, habilitación y operación del proyecto en la jurisdicción.

Ley 7070 — Protección del Medio Ambiente de la Provincia de Salta (1999). Establece el régimen general de política y gestión ambiental en la provincia, incluyendo EIA, principios, instrumentos y regulación de residuos. En este proyecto, determina la obligación de someterlo a EIA ante la autoridad provincial, incorporar medidas de mitigación y planes de monitoreo, y cumplir las reglas específicas sobre residuos peligrosos cuando corresponda (Ley 7070, 1999).

Decreto 3097/2000 — Reglamentación de la Ley 7070. Reglamenta la Ley 7070 y fija el procedimiento administrativo para la EIA (contenidos mínimos, circuitos de presentación, intervención técnica y actos de aprobación), así como aspectos complementarios del sistema ambiental provincial. En este proyecto, define el itinerario y la documentación que debe acompañar la EIA (memoria técnica, diagnóstico, plan de gestión) y el modo en que se sustenta la evaluación hasta su resolución (Decreto 3097/2000, 2000).

Ley 7996 — Marco regulatorio provincial para investigación y uso medicinal del cannabis (2017). Crea el marco provincial para investigación y uso medicinal del cannabis y derivados; incorpora el aceite de cannabis al vademécum provincial y al Instituto Provincial de la Salud de Salta (IPS) con las condiciones que fija la norma, e impulsa actividades de capacitación e investigación bajo autoridad sanitaria provincial. En el proyecto, actúa como marco sanitario

provincial complementario para articulación con el Ministerio de Salud provincial en iniciativas de investigación y provisión pública (Ley 7996, 2017).

Ley 8223 — Adhesión de la Provincia de Salta a la Ley 27350 y al Decreto 883/2020 (2020). Dispone la adhesión a la Ley Nacional 27350 y a su Decreto 883/2020. En el proyecto, establece la convergencia con el régimen nacional de uso medicinal (ámbito sanitario) dentro de la jurisdicción provincial; no regula el esquema industrial/comercial (Ley 8223, 2020).

Resolución SeMAyDeS 224/2006 — Registro de Generadores, Transportistas y Operadores de Residuos Peligrosos. Habilita el Registro provincial de generadores, transportistas y operadores de residuos peligrosos, y aprueba requisitos operativos (inscripción/renovación, manifiestos, planes de contingencia) que complementan el Título V de la Ley 7070. En el proyecto, exige inscribirse si se generan o manipulan residuos peligrosos, utilizar manifiestos y operadores/transportistas habilitados, y conservar la trazabilidad de gestión (Resolución 224/2006, 2006).

Decreto 1365/2010 — Plan Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU). Aprueba lineamientos para la gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la provincia. Para el proyecto, opera como referencia en la fracción no peligrosa (segregación, almacenamiento, retiro por servicios habilitados) y en la coordinación municipal-provincial de residuos asimilables a urbanos (Decreto 1365/2010, 2010).

Ley 7017 (1998) — Código de Aguas de la Provincia de Salta. Establece el marco jurídico de los recursos hídricos provinciales (dominio, usos comunes y especiales, permiso, poder de policía hídrica). En el proyecto, condiciona el uso industrial del agua (captación y vertido) a

permisos de la autoridad de aplicación y al cumplimiento de parámetros y controles que se determinen en la EIA y en actos de autorización (Ley 7017, 1998).

Ley 7467 (2007) — Verificación de normas de higiene y seguridad en edificios e instalaciones de uso público. Declara de aplicación obligatoria las condiciones de seguridad de la Ley Nacional 19587 y su reglamentación, y faculta al COPAIPA a verificar su cumplimiento en el ámbito edilicio/instalaciones. Refuerza el cumplimiento de higiene y seguridad (capacitaciones, EPP, adecuación edilicia, verificaciones) junto con la normativa nacional (Ley 7467, 2007).

Permiso de volcamiento a red cloacal — ENRESP / Aguas del Norte (efluentes industriales y especiales). Establece la obligación de tramitar el permiso de volcamiento ante el prestador cuando existan descargas de efluentes industriales o especiales a la red cloacal, bajo la competencia regulatoria del Ente Regulador de Servicios Públicos (ENRESP). El marco del servicio prevé que solo podrán volcarse efluentes que cumplan parámetros específicos del Anexo II, con registro del establecimiento, presentación y renovación del permiso, y monitoreos/ muestreos periódicos requeridos por el prestador. En el proyecto, esto aplica a la purga de solución nutritiva u otras corrientes líquidas no peligrosas que pretendan descargarse a red, debiendo documentarse la vigencia del permiso y los resultados de control de calidad del efluente (Boletín Oficial de la Provincia de Salta, 2023).

2.4. Marco normativo municipal – Ciudad de Salta

Las ordenanzas y actos municipales de la Ciudad de Salta regulan la localización urbanística, la habilitación de establecimientos, los requisitos ambientales y operativos y los controles administrativos a nivel local.

Ordenanza Nº13779 — Código de Planeamiento Urbano Ambiental (CPUA) (2010). Establece el marco urbanístico de la ciudad (zonificación, indicadores e instrumentos de gestión). En el proyecto, se utiliza para verificar la compatibilidad de uso del suelo y, en su caso, obtener el certificado municipal de localización/uso conforme exigido en los trámites de habilitación (Concejo Deliberante de la Ciudad de Salta, 2010).

Ordenanza Nº15672/19 — Plan Integral de Desarrollo Urbano Ambiental (PIDUA II). Define lineamientos y políticas de ordenamiento territorial de alcance municipal que articulan con el CPUA. En el proyecto, se toma como referencia para la evaluación de localización y para anticipar restricciones/condicionamientos urbanísticos en el predio seleccionado (Municipalidad de Salta, 2019).

Ordenanza Nº12745 — Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIAS) y Certificado de Aptitud Ambiental Municipal (CAAM) (2006). Establece el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIAS) para actividades con potencial impacto y la emisión del Certificado de Aptitud Ambiental Municipal (CAAM). En el proyecto, opera como base para presentar la documentación ambiental (memoria, medidas de mitigación y monitoreo) y, de corresponder, obtener el CAAM como requisito previo o concomitante a otras habilitaciones (Concejo Deliberante de la Ciudad de Salta, 2006).

Ordenanza Nº15292 — Régimen General de Habilitaciones e Inspecciones Comerciales; y Ordenanza ad referéndum Nº15547/2019 — Régimen Simplificado (2017). Regulan el procedimiento para otorgar certificados de habilitación comercial/industrial y establecen, además, un régimen simplificado para ciertos supuestos. En el proyecto, determinan la tramitación de la habilitación municipal, articulada con la localización (CPUA) y, cuando

corresponda, con la intervención ambiental (Ordenanza 12745) (Concejo Deliberante de la Ciudad de Salta, 2017; Municipalidad de Salta, 2019).

Ruidos y vibraciones en el ámbito municipal. En la actualidad, las exigencias aplicables surgen del Código de Protección del Medio Ambiente (Ordenanza Nº5941, 1989), que contiene disposiciones sobre ruidos/sonoridad y su control. En 2022, el Concejo Deliberante aprobó un Código de Protección Acústica específico, pero su vigencia quedó condicionada por actuaciones posteriores del Departamento Ejecutivo; por ello, a efectos operativos continúan aplicándose las reglas ambientales vigentes y controles conexos. En el proyecto, esto implica prever mediciones y, si corresponde, medidas de aislamiento para cumplir límites municipales aplicables (Concejo Deliberante de la Ciudad de Salta, 1989, 2022).

Ordenanzas municipales de gestión de residuos urbanos y servicio de higiene. Las ordenanzas municipales establecen las bases para la segregación en origen, la disposición inicial, la recolección y el transporte de residuos urbanos en la Ciudad de Salta. Para el proyecto, se utiliza este marco para encuadrar la fracción asimilable a urbana (administración, limpieza, embalajes comunes) en el régimen municipal, sin mezclarla con residuos de proceso. Se consideran como referencias la Ordenanza de Higiene Pública y su definición de residuos especiales, el digesto temático sobre residuos urbanos y las disposiciones sobre Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) y generadores especiales (Concejo Deliberante de Salta, 1980, 1989, 2017; Municipalidad de Salta, s.f.).

Requisitos municipales para almacenamiento, señalización y retiro de residuos especiales (cuando corresponda). Comprenden las exigencias locales para corrientes que, por su naturaleza o riesgo, requieren manejo diferenciado respecto de RSU: segregación en origen,

contenedores específicos, señalización y coordinación con servicios/operadores habilitados. Su aplicación se articula con la normativa provincial y nacional cuando se trate de residuos peligrosos de proceso. En el proyecto, ello se traduce en no mezclar residuos de proceso con RSU, acopiar las fracciones especiales con rotulado y seguridad, y gestionar su retiro mediante circuitos municipales específicos o a través de operadores habilitados conforme al régimen de residuos peligrosos (Concejo Deliberante de Salta, 1980, 1989; Municipalidad de Salta, s.f.).

2.5. Instrumentos de gestión regulatoria

Se establecen tres instrumentos coordinados para la planificación y el control regulatorio del proyecto. En primer lugar, la **Matriz de cumplimiento legal**, que relaciona las disposiciones aplicables con las fases del ciclo de vida, indicando para cada requisito el alcance, la autoridad competente, la evidencia exigida y el riesgo por incumplimiento. En segundo lugar, la **Tabla de permisos por organismo**, que ordena las habilitaciones y trámites, con su finalidad, condición de inicio, dependencias normativas o administrativas, documentación requerida y acto de cierre. En tercer lugar, el **Cronograma secuencial de tramitación**, que dispone la secuencia temporal de las gestiones a partir de T0, con precedencias, insumos, duración estimada y entregables de inicio/fin.

Los instrumentos funcionan de manera complementaria: la matriz define qué cumplir y con qué evidencia; la tabla de permisos explicita dónde y para qué se gestiona cada habilitación; el cronograma indica cuándo y en qué secuencia se realizan. Este esquema permite asignar responsables, planificar insumos documentales, anticipar renovaciones y registrar avances con criterios homogéneos de control. Asimismo, facilita la actualización ante cambios normativos y la verificación por parte de auditorías internas o autoridades.

A continuación, se presentan los cuadros con el detalle operativo de cada instrumento:

Tabla 1

Matriz de cumplimiento legal.

NORMA	ÁMBITO	ETAPA DEL CICLO	REQUISITO TÉCNICO/LEGAL	ORGANISMO COMPETENTE	DOCUMENTACIÓN	RIESGO POR INCUMPLIMIENTO
Ley 27350	Nacional	Transversal (sanitario)	Lineamientos para investigación y acceso con trazabilidad y control sanitario.	Ministerio de Salud de la Nación	Protocolos de investigación/aplicación aprobados; actas de comité de ética; registros de trazabilidad de pacientes y productos.	Observaciones sanitarias, sanciones y retiro de productos.
Ley 27669	Nacional	Transversal (toda la cadena)	Cumplimiento de requisitos por eslabón y trazabilidad integral en producción y comercialización.	ARICCAME y organismos asociados	POE; registros de elaboración y de lotes; plan/sistema de trazabilidad; informes/actas de inspección.	Inhabilitación operativa, sanciones y decomiso.
Decreto 405/2023	Nacional	Transversal (procedimientos)	Procedimientos, controles e inspecciones; requisitos documentales y de trazabilidad.	ARICCAME y organismos asociados	Expediente de licencias; plan de trazabilidad; registros e informes de inspecciones; manuales y procedimientos aprobados.	Sanciones, clausura y observaciones en inspecciones.
Resolución INASE 260/2022	Nacional	Cultivo/ propagación	Inscripción y rotulado del material de propagación; mención del cultivar; trazabilidad del material vegetal.	INASE	Constancia de inscripción en RNC/RNPC; rótulos/etiquetas del material de propagación; registros de stock y movimientos de semillas/plantines.	Invalidez del material vegetal y sanciones.
Resolución MS 781/2022	Nacional	Producción/ comercialización	Encuadre sanitario específico para productos vegetales destinados a medicina humana.	Ministerio de Salud de la Nación	Informe de encuadre sanitario; diseños de rótulo y prospecto conformes; dictámenes técnicos asociados.	Observaciones regulatorias y retiro de producto.
Disposición ANMAT 6431/2022	Nacional	Producción y control de calidad	Exigencias de BPM, control de calidad, estudios de estabilidad y validaciones (INAME).	ANMAT / INAME	Manual de BPM; Dossier Técnico de Producto; CoA; estudios de estabilidad; validaciones de proceso y limpieza; habilitación del establecimiento.	Imposibilidad de comercializar, sanciones y retiro.
Ley 19587 (1972) y Decreto 351/79	Nacional	Higiene y seguridad laboral	Evaluación de riesgos, EPP, capacitación y adecuación edilicia/procesos.	Ministerio de Trabajo (Nación) y autoridades locales	Programa de H&S; matriz de riesgos; registros de capacitación; mediciones de ambiente de trabajo; registros de entrega de EPP; informes de inspección.	Multas, clausura y accidentes laborales.
Ley 25675	Nacional	Gestión ambiental (EIA/PGA)	EIA, prevención/gestión de riesgos e instrumentos de participación.	Autoridades ambientales competentes	EIA; matriz de aspectos e impactos; PGA; actas de participación/consultas, si corresponden.	Observaciones, sanciones y paralización.

NORMA	ÁMBITO	ETAPA DEL CICLO	REQUISITO TÉCNICO/LEGAL	ORGANISMO COMPETENTE	DOCUMENTACIÓN	RIESGO POR INCUMPLIMIENTO
Ley 24051 y Decreto 831/1993	Nacional	Residuos peligrosos	Identificación, clasificación y gestión de RP; inscripción, manifiestos, operadores habilitados.	Secretaría/Autoridad ambiental nacional y jurisdiccional	Inscripción como generados; manifiesto; contratos con transportistas y operadores; registros y certificados.	Sanciones, responsabilidad ambiental y trazabilidad incompleta.
Ley 20744	Nacional	Relaciones laborales	Registración, jornada, remuneración, licencias y documentación laboral.	Ministerio de Trabajo / AFIP	Altas Tempranas AFIP; Libro de Sueldos (digital o rubricado); recibos de haberes; legajos del personal.	Multas y conflictividad laboral.
Ley 7070	Provincial	Gestión ambiental (EIA/Residuos)	EIA provincial; gestión de residuos comunes y peligrosos cuando corresponda.	Secretaría de Ambiente de Salta (SeMAyDeS)	Estudio de Impacto Ambiental; Plan de Gestión Ambiental; inventario de residuos; manifiestos de residuos peligrosos y contratos con operadores habilitados.	Sanciones, clausura y responsabilidad ambiental.
Decreto 3097/2000	Provincial	Gestión ambiental (procedimiento)	Contenidos mínimos y circuito administrativo de la EIA.	SeMAyDeS	Memoria técnica; diagnósticos de línea de base; presentaciones y formularios de contenidos mínimos; expediente de evaluación.	Observaciones y rechazo del trámite ambiental.
Ley 7996	Provincial	Sanitario (investigación/ uso)	Articulación sanitaria provincial; condiciones de provisión e investigación.	Ministerio de Salud Pública de Salta / IPS	Programas o protocolos aprobados; convenios con el Ministerio de Salud/IPS; resoluciones provinciales vinculadas.	Observaciones sanitarias y suspensión de iniciativas.
Ley 8223 y Decreto 883/2020	Provincial	Sanitario (uso medicinal)	Convergencia con régimen nacional de uso medicinal en la jurisdicción.	Ministerio de Salud de Salta	Informe de compatibilidad normativa; actuaciones de adhesión; resoluciones o dictámenes de la autoridad provincial.	Observaciones y restricciones de uso medicinal.
Resolución SeMAyDeS 224/2006	Provincial	Residuos peligrosos	Inscripción como generador/transportista/operador; manifiestos; plan de contingencia.	SeMAyDeS	Constancia de inscripción en el Registro Provincial; manifiestos de residuos peligrosos; plan de contingencias; contratos con transportistas/operadores habilitados.	Sanciones y trazabilidad incompleta de residuos.
Decreto 1365/2010	Provincial	RSU (no peligrosos)	Segregación, almacenamiento y retiro por servicios habilitados; coordinación municipal.	Secretaría de Ambiente de Salta / Municipios	Plan de Gestión Integral de RSU; registros de retiro/constancias del servicio; contrato con prestador habilitado.	Observaciones y sanciones locales.
Ley 7017	Provincial	Gestión hídrica	Uso industrial del agua y vertidos sujetos a parámetros y controles; monitoreo.	Dir. Gral. de Recursos Hídricos de Salta	Permiso/Concesión de uso de agua; autorización de vuelcos; resultados de análisis de efluentes; Programa de Monitoreo Hídrico.	Sanciones y restricciones de operación.

NORMA	ÁMBITO	ETAPA DEL CICLO	REQUISITO TÉCNICO/LEGAL	ORGANISMO COMPETENTE	DOCUMENTACIÓN	RIESGO POR INCUMPLIMIENTO
Ley 7467	Provincial	Higiene y seguridad edilicia	Aplicación obligatoria de Ley 19.587; verificación técnica (COPAIPA).	COPAIPA / autoridades locales	Informe de verificación técnica; actas de inspección y adecuaciones; certificaciones/visados correspondientes.	Clausura/observaciones técnicas.
Ordenanza 13779	Municipal	Planificación/ localización	Compatibilidad de uso del suelo con la zonificación e indicadores urbanísticos.	Municipalidad de Salta (Planeamiento/ Des. Urbano)	Certificado de localización/uso conforme; planos aprobados; memoria descriptiva urbanística.	Observaciones urbanísticas y rechazo de localización.
Ordenanza 15672/19	Municipal	Planificación/ localización	Alineamiento con lineamientos y políticas del PIDUA II.	Municipalidad de Salta	Informe técnico de evaluación de localización respecto de PIDUA II; actuaciones municipales asociadas.	Observaciones y condicionamientos de localización.
Ordenanza 12745	Municipal	Gestión ambiental local	Presentación de EIAS municipal con medidas de mitigación y monitoreo; obtención del CAAM.	Municipalidad de Salta (Ambiente)	Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS); Plan de Gestión y Monitoreo; CAAM.	Observaciones, sanciones y paralización.
Ordenanza 15292 y ad ref 15547/2019	Municipal	Condiciones edilicias/ operativas	Requisitos técnicos e inspecciones comerciales/industriales.	Municipalidad de Salta (Habilitaciones)	Memoria técnica; planos visados; actas de inspección; certificado de habilitación.	Observaciones y clausura.
Ordenanza 5941	Municipal	Ruido ambiental	Cumplimiento de límites sonoros; mediciones y, de ser necesario, aislamiento.	Municipalidad de Salta (Control Ambiental)	Informe de mediciones acústicas con sonómetro homologado; acta de inspección; plan de mitigación/aislamiento acústico.	Multas y clausura por contaminación sonora.

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Tabla 2

Permisos requeridos por organismo.

PERMISO/ LICENCIA	ORGANISMO COMPETENTE	FINALIDAD	ETAPA DE INICIO	DEPENDENCIAS	DOCUMENTACIÓN	ACTO DE CIERRE ESPERADO
Inscripción en RNC/RNPC de material de propagación de Cannabis sativa L.	INASE	Usar material vegetal legal y trazable (cultivares/órganos autorizados)	Previa a propagación	Resolución INASE 260/2022	Formulario de inscripción RNC/RNPC; documentación del cultivar; rótulos/etiquetas; comprobantes de origen; registros de stock/movimientos	Constancia de inscripción / rotulado aprobado
Certificado de compatibilidad de uso del suelo / localización	Municipalidad de Salta (Planeamiento)	Acreditar localización y uso conforme	Previa a cualquier obra/ instalación	Ordenanza 13779; Ordenanza 15672/19	Informe de compatibilidad urbanística; planos de localización y uso; memoria descriptiva	Certificado de localización/uso conforme
Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) — Ámbito provincial	Secretaría de Ambiente de Salta (SeMAyDeS)	Evaluar y aprobar el proyecto a nivel provincial	Previa a obras y operación	Ley 7070; Decreto 3097/2000; Ley 25675	Estudio de Impacto Ambiental; memoria técnica; diagnósticos de línea de base; Plan de Gestión Ambiental; expediente de evaluación	Resolución de aprobación de EIA
Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIAS) y emisión de CAAM — ámbito municipal	Municipalidad de Salta (Ambiente)	Certificar aptitud ambiental local	Previa o concomitante a habilitación municipal	Ordenanza 12745; Ley 25675	Estudio EIAS; Plan de Gestión y Monitoreo; actuaciones municipales; Certificado de Aptitud Ambiental Municipal (CAAM)	CAAM emitido
Permiso/Concesión de uso de agua y/o autorización de vertido	Dirección General de Recursos Hídricos de Salta	Uso industrial del agua y control de efluentes	Previa a operación	Ley 7017; Ley 7070; Decreto 3097/2000	Programa de Monitoreo Hídrico; análisis de efluentes; balance hídrico; planos/diagramas hidráulicos	Permiso o concesión otorgado
Permiso de Volcamiento a red cloacal (efluentes industriales/especiales)	ENRESP / Aguas del Norte	Autorizar descarga a red cloacal con parámetros y muestreos	Antes de operación	EIA/EIAS; Reglamento sanitario; factibilidad de servicio	Análisis de efluente; plano de conexión; contrato/prestador; plan de muestreo	Permiso de volcamiento vigente

PERMISO/ LICENCIA	ORGANISMO COMPETENTE	FINALIDAD	ETAPA DE INICIO	DEPENDENCIAS	DOCUMENTACIÓN	ACTO DE CIERRE ESPERADO
Inscripción en el Registro Provincial de Generadores de Residuos Peligrosos	Secretaría de Ambiente de Salta (SeMAyDeS)	Gestionar residuos peligrosos con trazabilidad	Previa a generar/manipular residuos peligrosos	Resolución SeMAyDeS 224/2006	Solicitud e inscripción; plan de contingencias; contratos con transportistas/operadores habilitados; formularios/manifiestos	Constancia de inscripción vigente
Conformidad del Plan GIRSU (RSU no peligrosos)	SeMAyDeS / Municipalidad	Gestión de RSU: segregación, almacenamiento y retiro por prestador habilitado	Previa a operación	Decreto 1365/2010	Plan de Gestión Integral de RSU; registros de retiro/constancias del servicio; contrato con prestador habilitado	Nota/Acta de conformidad
Verificación técnica de Higiene y Seguridad en edificios/instalaciones	COPAIPA / Autoridades locales	Verificar condiciones edilicias y de seguridad	Previa a habilitación de planta	Ley 7467; Ley 19587 y Decreto 351/79	Informe de verificación técnica; actas de inspección; plan de adecuaciones; registros de capacitaciones y entrega de EPP	Informe/Certificado de verificación
Certificado de Habilitación Comercial/Industrial (régimen general o simplificado)	Municipalidad de Salta (Habilitaciones)	Habilitar el establecimiento a nivel local	Tras CAAM y verificaciones	Ordenanza 15292 (y ad ref 15547/2019); Certificado de compatibilidad de uso del suelo; EIAS/CAAM municipal; Verificación técnica de H&S; Ley 19587 y Decreto 351/79	Memoria técnica; planos aprobados/visados; actas de inspección; requisitos edilicios y de seguridad	Certificado de habilitación
Habilitación del establecimiento elaborador y/o depósito (BPM)	ANMAT / INAME	Habilitar establecimiento bajo BPM para elaborar/ almacenar	Previa a fabricación	Disposición ANMAT 6431/2022; Ley 19587/Decreto 351/79; Certificado de Habilitación Comercial/Industrial municipal	Manual de BPM; dossier/legajo del establecimiento; programa de Higiene y Seguridad; registros de capacitación y mediciones; actas de inspección	Disposición de habilitación del establecimiento
Autorización sanitaria de producto vegetal a base de cannabis	ANMAT / INAME	Autorizar fórmula, rotulado, estabilidad y control de calidad	Previa a comercialización	Resolución MS 781/2022; Disposición ANMAT 6431/2022; Habilitación del establecimiento (BPM)	Dossier Técnico de Producto; Certificados de Análisis; estudios de estabilidad; validaciones de proceso/limpieza; rótulo y prospecto conformes	Disposición de autorización sanitaria / registro de producto
Licencia para Cultivo	Autoridad de aplicación nacional	Autorizar el eslabón de cultivo	Previa a propagación	Ley 27669; Decreto 405/2023; Inscripción INASE (RNC/RNPC); Certificado de compatibilidad de uso	Plan/sistema de trazabilidad; Procedimientos Operativos Estandarizados; registros de lotes;	Resolución de autorización de cultivo

PERMISO/ LICENCIA	ORGANISMO COMPETENTE	FINALIDAD	ETAPA DE INICIO	DEPENDENCIAS	DOCUMENTACIÓN	ACTO DE CIERRE ESPERADO
				del suelo; EIA provincial; EIAS/CAAM municipal	EIA/EIAS; certificación urbanística	
Licencia para Almacenamiento	Autoridad de aplicación nacional	Autorizar almacenamiento de materias primas/productos	Antes de almacenar	Ley 27669; Decreto 405/2023; Ley 19587/Decreto 351/79; Certificado de Habilitación Comercial/Industrial; Habilitación del establecimiento (BPM)	Procedimientos de almacenamiento y control; registros de control y trazabilidad; programa de H&S	Resolución de autorización de almacenamiento
Licencia para Transporte	Autoridad de aplicación nacional	Autorizar transporte interjurisdiccional y trazable	Antes de distribuir	Ley 27669; Decreto 405/2023; Disposición ANMAT 6431/2022; Ley 19587/Decreto 351/79	Procedimientos de transporte y cadena de custodia; registros de control; sistema de trazabilidad	Resolución/acta de autorización de transporte
Autorización para Comercialización y/o Exportación	Autoridad de aplicación nacional	Comercializar en mercado interno y/o exportar	Previa a ventas/exportación	Ley 27669; Decreto 405/2023; Autorización sanitaria de producto (ANMAT/INAME)	Dossier y condición sanitaria vigente; Certificados de Análisis; registros de lotes y de trazabilidad	Resolución de autorización (comercialización/ exportación)
Constancia de cumplimiento de límites sonoros	Municipalidad de Salta (Control Ambiental)	Acreditar cumplimiento de ruidos/ vibraciones	Previa a habilitación y durante operación	Ordenanza 5941	Informe de mediciones acústicas con sonómetro homologado; acta de inspección; plan de mitigación/aislamiento acústico	Acta/Informe conforme
Registración del empleador y Altas Tempranas	AFIP / Ministerio de Trabajo	Regularizar relaciones laborales	Antes de alta de personal	Ley 20744	Altas Tempranas AFIP; Libro de Sueldos; recibos de haberes; legajos del personal	Constancias AFIP / Libro de sueldos rubricado

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Tabla 3

Cronograma secuencial de tramitación.

VINCULADO A	DEPENDENCIAS	INSUMOS / DOCUMENTACIÓN	DURACIÓN ESTIMADA (DIAS)	INICIO (DESDE T0)	FIN (DESDE T0)	ENTREGABLE
Certificado de compatibilidad de uso del suelo / localización (CPUA / PIDUA II)	Ordenanza 13779; Ordenanza 15672/19	Informe de compatibilidad urbanística; planos de localización y uso; memoria descriptiva urbanística	5–10	0	5–10	Carpeta urbanística lista
Certificado de compatibilidad de uso del suelo / localización (CPUA / PIDUA II)	Preparar informe de compatibilidad urbanística (CPUA/PIDUA)	Informe de compatibilidad; planos; memoria urbanística	10–20	6	16–26	Certificado de localización/ uso conforme
Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) — ámbito provincial	Ley 7070; Decreto 3097/2000; Ley 25675	Estudio de Impacto Ambiental; memoria técnica; diagnósticos de línea de base; Plan de Gestión Ambiental	15–25	0	15–25	EIA listo para ingreso
Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) — ámbito provincial	Preparar Estudio de Impacto Ambiental (ámbito provincial)	Nota de presentación/expediente; Estudio de Impacto Ambiental	30–60	16	46–76	Resolución de aprobación del EIA
Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIAS)	Ordenanza 12745; Ley 25675	Estudio EIAS; Plan de Gestión y Monitoreo	10–15	5	15–20	EIAS listo
Certificado de Aptitud Ambiental Municipal (CAAM)	Preparar EIAS	Estudio EIAS; Plan de Gestión y Monitoreo	20–40	16	36–56	CAAM emitido
Inscripción en RNC/RNPC de material de propagación de Cannabis sativa L. (Resolución INASE 260/2022)	Resolución INASE 260/2022	Formulario de inscripción RNC/RNPC (borrador); rótulos/etiquetas; documentación del cultivar; registros de stock/movimientos	5–8	0	5–8	Dossier para INASE
Inscripción en RNC/RNPC de material de propagación de Cannabis sativa L. (Resolución INASE 260/2022)	Preparar inscripción INASE (cultivar/rotulado)	Formulario de inscripción RNC/RNPC; rótulos/etiquetas; comprobantes de origen; registros de stock/movimientos	10–15	6	16–21	Constancia INASE
Verificación técnica de Higiene y Seguridad en edificios/instalaciones	Ley 19587; Decreto 351/1979; Ley 7467	Programa de Higiene y Seguridad; matriz de riesgos; registros de capacitación; mediciones de ambiente de trabajo	7–12	10	17–22	Programa H&S implementado

VINCULADO A	DEPENDENCIAS	INSUMOS / DOCUMENTACIÓN	DURACIÓN ESTIMADA (DIAS)	INICIO (DESDE T0)	FIN (DESDE T0)	ENTREGABLE
Verificación técnica de Higiene y Seguridad en edificios/instalaciones	Elaborar Programa de Higiene y Seguridad y capacitaciones	Informe de verificación técnica; actas de inspección; plan de adecuaciones	5–10	18	23–28	Informe/ Certificado H&S
Permiso/Concesión de uso de agua (DGRH)	Ley 7017; Ley 7070; Decreto 3097/2000	Programa de Monitoreo Hídrico; análisis de efluentes; balance hídrico; planos/diagramas hidráulicos	7–12	8	15–20	Carpeta hídrica lista
Permiso/Concesión de uso de agua (DGRH)	Preparar gestión hídrica	Documentación hídrica completa	20–40	21	41–61	Permiso/ Concesión otorgada
Permiso de volcamiento (ENRESP/Aguas del Norte)	Reglamento ENRESP/Aguas del Norte	Análisis de efluente; planos de vuelco; contrato con prestador	7-12	12	19-24	Carpeta de volcamiento lista
Permiso de volcamiento (ENRESP/Aguas del Norte)	Preparar doc. de volcamiento EIA/EIAS en curso	Formulario; análisis de efluentes; contrato con prestador; memoria técnica	15-45	25	40-70	Permiso de volcamiento vigente
Conformidad del Plan GIRSU (RSU no peligrosos)	Decreto 1365/2010	Plan de Gestión Integral de RSU; registros de retiro; contrato con prestador habilitado	5–8	10	15–18	Plan GIRSU listo
Conformidad del Plan GIRSU (RSU no peligrosos)	Preparar Plan GIRSU (RSU) y contratos	Plan de Gestión Integral de RSU; registros de retiro; contrato con prestador habilitado	10–15	19	29–34	Nota/ Acta de conformidad
Inscripción en el Registro Provincial de Generadores de Residuos Peligrosos	Resolución SeMAyDeS 224/2006	Solicitud de inscripción; plan de contingencias; contratos con transportistas/operadores habilitados; formularios/manifiestos	10–15	12	22–27	Constancia de inscripción vigente
Constancia de cumplimiento de límites sonoros (acta/medición)	Ordenanza 5941	Informe de mediciones acústicas con sonómetro homologado; acta de inspección; plan de mitigación/aislamiento acústico	5–8	24	29–32	Informe acústico conforme
Certificado de Habilitación Comercial/Industrial (régimen general o simplificado)	Certificado de compatibilidad de uso del suelo; EIAS/CAAM municipal; Verificación técnica de H&S; Medición de ruidos/plan correctivo (si aplica); Ley 19587 y Decreto 351/79	Memoria técnica; planos aprobados/visados; actas de inspección; requisitos edilicios y de seguridad	10–20	30	40–50	Certificado de habilitación
Habilitación del establecimiento elaborador y/o depósito (BPM)	Disposición ANMAT 6431/2022; Ley 19587 y Decreto 351/79; Certificado de Habilitación Comercial/Industrial	Manual de Buenas Prácticas de Manufactura; programa de Higiene y Seguridad; registros de capacitación y mediciones	15–25	28	43–53	Manual BPM implementado

VINCULADO A	DEPENDENCIAS	INSUMOS / DOCUMENTACIÓN	DURACIÓN ESTIMADA (DIAS)	INICIO (DESDE T0)	FIN (DESDE T0)	ENTREGABLE
Habilitación del establecimiento elaborador y/o depósito (BPM)	Manual de BPM y adecuaciones de planta; Certificado de Habilitación Comercial/Industrial	Manual de BPM; legajo del establecimiento; actas de inspección	30–60	54	84–114	Disposición de habilitación del establecimiento
Autorización sanitaria de producto vegetal a base de cannabis	Resolución Ministerio de Salud 781/2022; Disposición ANMAT 6431/2022	Dossier Técnico de Producto; Certificados de Análisis; estudios de estabilidad; validaciones de proceso/limpieza; diseños de rótulo y prospecto	20–30	40	60–70	Dossier completo
Autorización sanitaria de producto vegetal a base de cannabis	Dossier de producto; Habilitación del establecimiento (ANMAT/INAME)	Dossier Técnico de Producto; Certificados de Análisis; estudios de estabilidad; rótulo y prospecto conformes	45–120	71	116–191	Disposición de autorización/ registro
Licencia para Cultivo (Ley 27669 / Decreto 405/2023)	Inscripción en RNC/RNPC (INASE); Certificado de compatibilidad de uso del suelo; Evaluación de Impacto Ambiental (provincial); EIAS/CAAM municipal	Plan/sistema de trazabilidad; Procedimientos Operativos Estandarizados; registros de lotes; EIA/EIAS; certificado urbanístico	30–90	30	60–120	Resolución de autorización de cultivo
Licencia para Almacenamiento (Ley 27669 / Decreto 405/2023)	Certificado de Habilitación Comercial/Industrial; Habilitación del establecimiento (BPM)	Procedimientos de almacenamiento y control; registros de control y trazabilidad; programa de Higiene y Seguridad	20–60	60	80–120	Resolución de autorización de almacenamiento
Licencia para Transporte (Ley 27669 / Decreto 405/2023)	BPM; Disposición ANMAT 6431/2022; Ley 19587 y Decreto 351/79	Procedimientos de transporte y cadena de custodia; registros de control; sistema de trazabilidad	15–45	70	85–115	Resolución/ acta de autorización de transporte
Autorización para Comercialización y/o Exportación (Ley 27669 / Decreto 405/2023)	Ley 27669; Decreto 405/2023; Autorización sanitaria de producto (ANMAT/INAME)	Dossier y condición sanitaria vigente; Certificados de Análisis; registros de lotes y trazabilidad	20–60	120	140–180	Resolución de comercialización/ exportación
Registración del empleador y Altas Tempranas (libro de sueldos, recibos)	Ley 20744	Altas Tempranas AFIP; Libro de Sueldos (digital o rubricado); recibos de haberes; legajos del personal	2–5	0	2–5	Altas registradas y libros conformes

Nota: Elaboración propia, septiembre de 2025.

2.6. Barreras normativas

A continuación, se describen las barreras normativas principales, organizadas por naturaleza y alineadas con la matriz de cumplimiento, la tabla de permisos y el cronograma.

Barreras de habilitación y localización inicial. El proyecto debe ser compatible con la zonificación municipal y obtener las constancias de "uso conforme", además de contar con un EIA aprobado a nivel provincial. Sin estas aprobaciones previas no avanza la habilitación municipal ni las licencias nacionales de la cadena (cultivo, elaboración, almacenamiento, transporte, comercialización), deteniendo la secuencia de gestiones.

Barreras técnicas y operativas. Se exige material vegetal registrado (INASE), operaciones bajo BPM con respaldo analítico y rotulado conforme (ANMAT/INAME), y condiciones de higiene y seguridad verificadas. También se requiere gestionar residuos con trazabilidad, cumplir límites de ruidos y contar con permisos hídricos de captación y vuelco. La ausencia de cualquiera de estos soportes impide fabricar, liberar lotes u operar equipos e instalaciones.

Barreras económicas y administrativas. La tramitación demanda carga documental significativa (estudios, manuales, planes, ensayos) y una secuencia definida de hitos, donde cada etapa depende de la anterior. Las renovaciones, vigencias y aranceles requieren seguimiento continuo; vencimientos o faltantes generan rehacer gestiones, demoras y sobrecostos que afectan cronograma y flujo de fondos.

Barreras legales y de mercado. Las reglas sanitarias delimitan las categorías de producto, las afirmaciones terapéuticas autorizadas y los canales de venta, condicionando formulaciones,

rotulado y estrategias comerciales. El incumplimiento de estos criterios puede derivar en rechazos de registro o en el retiro de productos del mercado. Para transporte y exportación se requieren permisos por lote y trazabilidad completa. La actualización frecuente de los criterios técnicos y aranceles requiere ajustar procedimientos y plazos de manera recurrente.

2.7. Costos legales asociados al estudio Económico – Financiero

El análisis considera costos vinculados a habilitaciones, permisos, sellados y honorarios profesionales que dependen del organismo interviniente y del proveedor de servicios. Para efectos de proyección, se adopta un costo promedio de inversión inicial y un costo anual de asesoría legal externa, que tendrá un valor de USD 2.280,00 y que comprende servicios de seguimiento regulatorio, actualización de registros y gestiones administrativas asociadas, entre otras tareas.

Tabla 4

Costo legal inicial para puesta en marcha de proyecto.

CONCEPTO	PERIODO 0
	COSTO TOTAL (USD)
Planificación	1470,00
Preparación	870,00
Instalación	770,00
Producción	1430,00
Comercialización	910,00
TOTAL	**5.250,00**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

2.8. Conclusiones

El análisis legal realizado permitió identificar de manera sistemática el conjunto de disposiciones aplicables al proyecto en los niveles nacional, provincial y municipal. El marco normativo vigente contempla regulaciones vinculadas al uso medicinal y productivo del cannabis,

la habilitación de establecimientos, la gestión de la calidad sanitaria, los requisitos de seguridad laboral, la protección ambiental y el ordenamiento territorial.

Asimismo, se definió la función de los organismos competentes en cada ámbito y se estableció la secuencia de trámites necesaria para obtener las autorizaciones correspondientes. La matriz de cumplimiento, junto con las tablas de permisos y cronograma, reflejó la interdependencia de los requisitos documentales y procedimentales, así como los plazos estimados de gestión.

El estudio también permitió identificar barreras normativas de carácter administrativo, técnico y económico que condicionan la implementación del proyecto.

Finalmente, los costos asociados a estas gestiones se incorporaron al análisis económico-financiero, lo que permite integrar las obligaciones legales con la planificación de recursos y la viabilidad global del proyecto.

3. ESTUDIO DE MERCADO

3.1. Introducción

El estudio de mercado se centra en el análisis de la viabilidad comercial del aceite de CBD en el NOA, región conformada por las provincias de Catamarca, Jujuy, Salta, Santiago del Estero y Tucumán. La elección de esta área geográfica responde a su relevancia dentro del país tanto por su crecimiento demográfico y sanitario, como por el desarrollo de proyectos provinciales vinculados al cannabis medicinal y el potencial logístico de la región para abastecer a diferentes mercados. A través de este capítulo, se caracterizará la demanda potencial en el NOA, se identificarán los segmentos de consumidores y distribuidores, y se evaluará el entorno competitivo, con el fin de establecer estrategias comerciales consistentes con el marco analítico para la inserción del producto en el mercado.

3.2. Análisis de mercado y demanda

El análisis de mercado y demanda constituye un insumo relevante para evaluar la viabilidad del proyecto. Se busca comprender el contexto de consumo de aceite de CBD en el NOA, identificar los segmentos consumidores presentes en la región y estimar el volumen potencial de demanda. Para ello, se recurre a una metodología que combine investigación primaria y secundaria, segmentación del mercado, proyecciones de consumo y la definición del mercado objetivo, estableciendo insumos para la estrategia comercial del proyecto.

3.2.1. Investigación de mercado

Para comprender las preferencias, necesidades y comportamientos del mercado objetivo, se llevó a cabo una investigación de mercado primaria y se tuvo en cuenta investigaciones de mercado secundarias. Este proceso permitió recopilar información verificada sobre los

consumidores y no consumidores, con el fin de orientar a la toma de decisiones estratégicas basadas en datos.

Tamaño de la muestra de la encuesta para la población del Noroeste Argentino

De acuerdo con las Proyecciones provinciales de población 2010-2040 (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC], 2022) publicadas por el organismo estadístico nacional, la población del NOA es equivalente a 3.580.757 habitantes. El tamaño de la muestra se calculó con la fórmula para poblaciones finitas:

$$n = \frac{NZ^2PQ}{d^2(N-1) + Z^2PQ}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

N: Tamaño de la población.

Z: Valor de la distribución normal estándar correspondiente al nivel de confianza deseado.

P: Proporción de población que consume.

Q: Proporción de población que no consume.

d: Margen de error permisible.

Consideramos los siguientes valores para las variables:

N = 3.580.757 personas – Corresponde a la población del NOA.

Z = 1,96 – Corresponde para un nivel de confianza del 95%.

P = Q = 0,5 – Al no tener datos previos específicos sobre la proporción de personas interesadas en el aceite de CBD, utilizamos una proporción conservadora del 50%.

d = 0,05 – Corresponde al margen de error del 5%.

El cálculo determinó un tamaño de muestra de 384 encuestas, como mínimo.

Investigación primaria. Se recopilaron datos mediante una encuesta estructurada con preguntas dirigidas a la población del NOA. La difusión de la encuesta se realizó en grupos de Facebook de cada provincia, considerando que esta red social cuenta con usuarios de diferentes rangos etarios. El procedimiento consistió en publicar la encuesta en los grupos seleccionados hasta alcanzar un mínimo de 384 respuestas válidas, distribuidas entre las cinco provincias del NOA de forma equitativa. De esta manera, la muestra quedó conformada con representación proporcional en cada jurisdicción. Los datos obtenidos se utilizarán para identificar el mercado objetivo, calcular la proyección de la demanda y contar con información clave para diseñar el Marketing Mix.

Conclusiones de la encuesta

Se presentan las conclusiones obtenidas a partir de los resultados de la encuesta aplicada, mientras que los gráficos y resultados se encuentran en el Anexo I.

La encuesta se aplicó a 390 personas distribuidas en las cinco provincias del NOA, con una participación proporcional entre jurisdicciones. En términos de edad, el grupo de 25 a 34 años fue el más numeroso, seguido por los segmentos de 35 a 44 años, 45 a 54 años y 15 a 24 años. En los extremos etarios, la participación fue menor: el grupo de 55 a 64 años y los mayores de 65 años representaron los porcentajes más bajos de la muestra.

En términos generales, el 66,2% de los encuestados señaló estar dispuesto a consumir aceite de CBD, mientras que el 33,8% indicó que no lo haría.

Entre quienes aceptarían consumir, el 62,8% manifestó que lo haría bajo prescripción médica y el 37,2% sin necesidad de receta. Las finalidades de consumo mencionadas se concentraron equitativamente, siendo las principales: mejora del bienestar general, alivio del dolor, y tratar náuseas y estimular apetito. En proporciones menores pero similares, se incluyeron el tratamiento del insomnio, el apoyo a tratamientos oncológicos y neurológicos y reducción de ansiedad o estrés, además de usos particulares para artritis o animales. Respecto a los canales de adquisición, las farmacias de cadena fueron la opción con mayor frecuencia de elección, les siguieron las farmacias vinculadas a hospitales o centros de salud, las farmacias vinculadas a obras sociales y finalmente las farmacias de barrio. Las fuentes de información más señaladas por quienes conocen o consumirían productos derivados del cannabis medicinal fueron las redes sociales y la televisión. La radio y la charla boca en boca se ubicaron en un nivel intermedio de menciones, mientras que los medios impresos, las webs especializadas y la publicidad online tuvieron frecuencias menores. En cuanto a la presentación preferida, el frasco de 10 mL obtuvo el 58,5% de las respuestas y el de 30 mL el 40,3%. En relación con el precio, el 59,3% de los encuestados elige pagar un precio en el rango de $25.000 a $40.000 por frasco de 10 mL, el 20,9% en valores inferiores a $25.000 y el 19,8% en valores superiores a $40.000.

Respecto al público que no consumiría, las principales razones mencionadas fueron la falta de confianza y el desconocimiento del producto, seguidas por motivos económicos y la preferencia por medicamentos tradicionales. Los motivos personales, culturales o religiosos fueron menos frecuentes. El 62,9% de este grupo señaló que modificaría su postura en caso de que un médico le

recetara el producto. En cuanto a los medios de información declarados por los no consumidores, las redes sociales y la televisión fueron las más mencionadas, seguidas por la radio y el boca en boca. En menor medida se mencionaron medios impresos, publicidad online y la categoría "otros", en la cual se incluyeron ferias barriales y charlas comunitarias.

Investigación secundaria. Para complementar la información obtenida mediante la investigación primaria, se analizaron estudios previos realizados a nivel nacional que permiten contextualizar el uso del cannabis y derivados en la población argentina. Entre ellos se destacan la 1era Encuesta Nacional de personas que usan Cannabis (CECCa–THC, 2020) y la Primera encuesta nacional de cannabis: Uso medicinal, industrial y despenalización de consumo adulto (ArgenCann & CIO Investigación, 2021).

1era Encuesta Nacional de personas que usan Cannabis. El informe presenta resultados obtenidos de un total estimado de 64.646 personas en Argentina, con información recopilada hacia finales del 2020. Entre los hallazgos de interés, se identificó que el 17,6% de los encuestados manifestó consumir cannabis con fines medicinales. Esta categoría se distribuye en: uso propio (13,5%), uso para un tercero (3,7%) y uso en mascotas (0,4%). La distribución de usuarios medicinales fue relativamente homogénea según género y edad, aunque con una ligera mayor proporción en varones y en el grupo etario de 25 a 39 años. En cuanto a los motivos de consumo medicinal, los encuestados señalaron principalmente reducción de estrés, disminución de la ansiedad, relajación, mejora en el sueño y alivio del dolor. Se observó que más del 80% de los usuarios medicinales no cuenta con acompañamiento médico, lo cual implica falta de seguimiento sistemático sobre la dosificación, interacciones medicamentosas y efectos secundarios. Respecto a las condiciones tratadas, los diagnósticos más frecuentes fueron ansiedad y depresión. Asimismo,

el informe registra que entre los usuarios encuestados existe una disminución en el consumo de otros fármacos tras iniciar el uso de cannabis. Finalmente, el 98% de los encuestados indicó que el cannabis mejoró su calidad de vida, principalmente en el estado de ánimo, manejo del dolor y bienestar general.

Primera encuesta nacional de cannabis. Uso medicinal, industrial y despenalización del consumo adulto. Este estudio, realizado en 2021, incluyó encuestas cuantitativas y cualitativas. Participaron 1.518 personas de la opinión pública, junto con 80 profesionales de la salud (40 médicos y 40 farmacéuticos). En la fase cualitativa se efectuaron 24 entrevistas en profundidad: 10 a población general, 10 a usuarios de cannabis medicinal, 4 a farmacéuticos y 4 a médicos. Los resultados muestran que el 56% de la opinión pública manifestó una valoración favorable hacia el uso medicinal del cannabis, con niveles similares en distintas regiones y grupos. Entre médicos y farmacéuticos, gran parte no ha recetado o dispensado cannabis, aunque si han recibido consultas de pacientes y presentan un nivel de conocimientos variable sobre la legislación vigente. En relación con el cannabis industrial, aproximadamente la mitad de los encuestados declaró no tener información previa sobre el tema, aunque la mayoría expreso estar de acuerdo en promover su desarrollo como materia prima para diversos productos. Respecto a la despenalización del consumo adulto, más del 60% de los encuestados expresó su apoyo. De manera general tanto los profesionales de la salud, como la población encuestada, mostraron predisposición positiva hacia el uso medicinal y la despenalización del consumo de cannabis.

Conclusiones de las encuestas

Los estudios revisados aportan información relevante para comprender el contexto del consumo de cannabis en Argentina. La 1era Encuesta Nacional de personas que usan Cannabis

permitió identificar la proporción de usuarios con fines medicinales, los principales motivos de uso y la falta de acompañamiento médico en la mayoría de los casos. Por su parte, la Primera encuesta nacional de cannabis. Uso medicinal, industrial y despenalización del consumo adulto (2021) brindó evidencia sobre percepciones y niveles de conocimiento en distintos grupos (población general, médicos y farmacéuticos), además de registrar el nivel de apoyo hacia la industrialización y la despenalización del consumo adulto. Si bien estos resultados tienen alcance nacional, sus hallazgos constituyen una referencia útil para la presente investigación en el NOA, en tanto permiten reconocer tendencias generales que pueden orientar el análisis regional. No obstante, se reconoce que las particularidades del sector requieren ser abordadas mediante la investigación primaria realizada en este trabajo, a fin de complementar y contrastar la información obtenida a nivel nacional.

3.2.2. Segmentación del mercado

La segmentación del mercado delimita el público relevante para el consumo de aceite de CBD en el NOA, identificando a los consumidores con mayores probabilidades de acceso y uso. Para este proyecto se consideran criterios geográficos, demográficos, psicográficos y conductuales.

a. Segmentación geográfica

El análisis abarca a la totalidad de la región del NOA, comprendiendo a las provincias de Catamarca, Jujuy, Salta, Santiago del Estero y Tucumán.

b. Segmentación demográfica

- Edad: se considera la población entre 15 y 64 años de las provincias del NOA, usando como base el año 2025 y proyectando un horizonte de diez años a partir de las Proyecciones provinciales de población 2010-2040 publicadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) (INDEC,2022).

Tabla 5

Población 15 - 64 años del NOA (2025-2034).

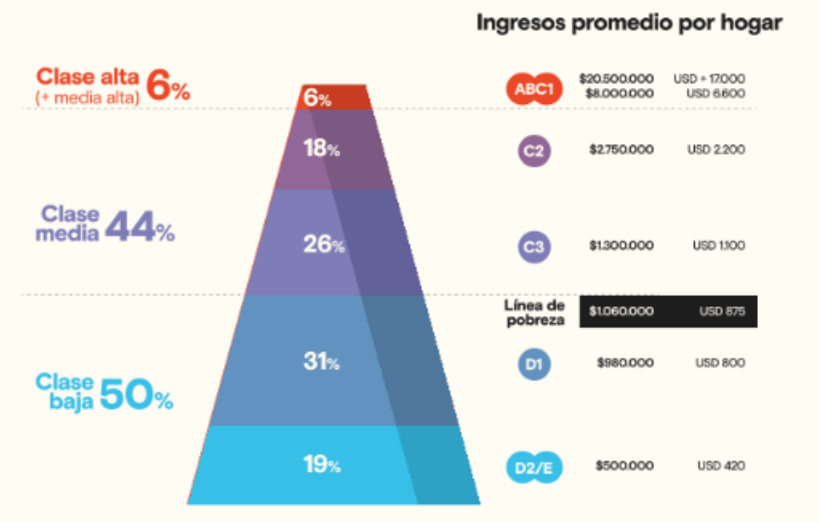
AÑO	PROVINCIAS - NOA					
	CATAMARCA	JUJUY	SALTA	SANTIAGO DEL ESTERO	TUCUMÁN	TOTAL
2025	282.255	528.147	962.570	658.907	1.148.878	**3.580.757**
2026	284.192	533.598	975.626	665.237	1.162.831	**3.621.484**
2027	286.105	538.994	988.492	671.632	1.176.888	**3.662.111**
2028	287.986	544.344	1.001.176	678.087	1.191.037	**3.702.630**
2029	289.828	549.623	1.013.649	684.589	1.205.197	**3.742.886**
2030	291.615	554.809	1.025.904	691.109	1.219.308	**3.782.745**
2031	293.337	559.907	1.037.940	697.631	1.233.333	**3.822.148**
2032	294.982	564.855	1.049.740	704.085	1.247.191	**3.860.853**
2033	296.534	569.592	1.061.209	710.401	1.260.749	**3.898.485**
2034	297.939	574.066	1.072.231	716.493	1.273.870	**3.934.599**

Nota. Elaboración propia en base a *Proyecciones provinciales de población 2010–2040*, por Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), 2022.

- Nivel socioeconómico: se incorpora el estrato medio-alto y alto, que representa el 24% de la población, según la medición de la consultora Moiguer (Infobae, 2025).

Figura 1

Estructura social de Argentina en el segundo trimestre de 2025.



Nota. Tomado de *Una Argentina en dólares y otra en pesos: el nuevo mapa de consumo que profundiza la brecha social,* por Infobae, 23 de junio de 2025, https://www.infobae.com/economia/2025/06/23/una-argentina-en-dolares-y-otra-en-pesos-el-nuevo-mapa-del-consumo-que-profundiza-la-brecha-social/.

c. Segmentación psicográfica

Se incluyen personas interesadas en terapias naturales y complementarias a la medicina convencional, con preferencia por productos con trazabilidad y respaldo sanitario formal.

d. Segmentación conductual

Se consideran los consumidores dispuestos a utilizar aceite de CBD bajo prescripción médica y a través de canales formales de adquisición, principalmente farmacias. Este comportamiento diferencia al mercado formal del consumo informal o artesanal.

En síntesis, el mercado relevante queda definido por la población del NOA de entre 15 a 64 años, perteneciente a los niveles socioeconómicos medio-alto y alto, con disposición a consumir aceite de CBD regulado bajo indicación médica y a través de farmacias habilitadas.

3.2.3. Cálculo del mercado objetivo

El cálculo del mercado objetivo se desarrolla inicialmente para el periodo 1, correspondiente al año 2025, con el fin de establecer un valor de referencia a partir del cual proyectar los periodos siguientes.

Mercado potencial. Corresponde a la población proyectada del NOA en el rango de 15 a 64 años para el año 2025, según las proyecciones del INDEC. Este valor asciende a 3.580.757 habitantes, resultado de la suma de los grupos quinquenales de edad para las provincias de Catamarca, Jujuy, Salta, Santiago del Estero y Tucumán. Para estimar el mercado potencial se aplica la proporción de población perteneciente a los niveles socioeconómicos medio-alto y alto, equivalente al 24% de acuerdo con la consultora Moiguer (2025).

$$\mathbf{3.580.757}\ \boldsymbol{personas}\ \times \mathbf{24\%} = \mathbf{859.382}\ \boldsymbol{personas}$$

El mercado potencial se estima en **859.382 personas**.

Mercado disponible. Se obtiene aplicando al mercado potencial la proporción de personas, que, según la encuesta realizada, manifestaron disposición a consumir aceite de CBD. Este valor corresponde al 66,2% del total.

$$\mathbf{859.382}\ \boldsymbol{personas}\ \times \mathbf{66,2\%} = \mathbf{568.911}\ \boldsymbol{personas}$$

El mercado disponible se estima en **568.911 personas**.

Mercado efectivo. Se obtiene aplicando al mercado disponible la proporción que consumiría bajo prescripción médica, valor que corresponde a 62,8%.

$$\mathbf{568.911}\ \boldsymbol{personas}\ \times \mathbf{62,8\%} = \mathbf{357.277}\ \boldsymbol{personas}$$

El mercado efectivo se estima en **357.277 personas**.

Mercado objetivo. Para el primer año se determina aplicando una captación del 2,5% sobre el mercado efectivo.

$$\mathbf{357.277}\ \boldsymbol{personas\ x}\ \mathbf{2,5\%} = \mathbf{8.932}\ \boldsymbol{personas}$$

El mercado objetivo se estima en **8.932 personas** para el primer periodo.

El porcentaje de penetración se define considerando las siguientes condiciones:

Competencia instalada. En el mercado argentino existen presentaciones de aceite de CBD de origen artesanal, industrial o importado con mayor disponibilidad inmediata.

Condiciones regulatorias. La normativa vigente establece que el acceso debe realizarse bajo prescripción médica y a través de farmacias habilitadas.

Nivel de precio. El aceite regulado presenta un valor ligeramente superior a los productos que se comercializan en el mercado formal, lo que condiciona la demanda inicial.

Etapa del mercado formal. Las etapas de cultivo, producción, distribución, comercialización, entre otras, se encuentran en desarrollo, lo que limita la cobertura y el acceso en los primeros periodos.

3.2.4. Proyección de la demanda

La proyección de la demanda de los periodos posteriores, se formula de igual manera, a partir de la población proyectada de las provincias del NOA en el rango de 15 a 64 años, utilizando los datos del INDEC para el periodo 2010-2040. El valor de referencia se obtiene sumando los grupos quinquenales de edad de 15-19 a 60-64 en cada provincia del NOA.

El cálculo aplica de manera constante los siguientes parámetros:

- Nivel socioeconómico medio-alto y alto: 24% (Moiguer, 2025).
- Disposición a consumir aceite de CBD: 66,2% (encuesta aplicada).
- Consumo bajo prescripción médica: 62,8% (encuesta aplicada).
- Consumo anual estimado por persona: 54 mL, equivalente a 3 gotas diarias (≈0,05 mL por gota) (Cannava, 2023).

La utilización de valores constantes para estos parámetros permite mantener la comparabilidad entre periodos y construir un modelo uniforme de estimación. De esta manera, las variaciones en la demanda proyectada dependen exclusivamente de la evolución demográfica del grupo etario considerado y de la tasa de penetración de mercado, que se establece de manera progresiva.

A continuación, se detalla la tabla de proyección de la demanda para los periodos 1 al 10, que corresponden desde el año 2025 al año 2034. Para definir la demanda de frascos por año, se tendrá en cuenta que corresponden a frascos con 10 mL de aceite cada uno.

Tabla 6

Proyección de la demanda.

PERÍ_ ODO	AÑO	POBLA_ CIÓN NOA 15-64 (PERS.)	NSE MEDIO-ALTO Y ALTO (%)	MERCADO POTENCIAL (PERS.)	DISPUES_ TOS A CONSUMIR (%)	MERCADO DISPONIBLE (PERS.)	CON RECETA (%)	MERCADO EFECTIVO (PERS.)	PENETRA_ CIÓN DE MERCADO (%)	MERCADO OBJETIVO (PERS.)	CONSUMO ANUAL POR PERSONA (ML/AÑO)	DEMANDA ACEITE (ML/AÑO)	DEMANDA FRASCOS (FRASCOS/ AÑO)
1	2025	3.580.757	24,00	859.382	66,20	568.911	62,80	357.277	2,50	8.932	54,00	482.328	48.232
2	2026	3.621.484	24,00	869.157	66,20	575.382	62,80	361.340	3,00	10.841	54,00	585.414	58.541
3	2027	3.662.111	24,00	878.907	66,20	581.837	62,80	365.394	3,50	12.789	54,00	690.606	69.060
4	2028	3.702.630	24,00	888.632	66,20	588.275	62,80	369.437	4,00	14.778	54,00	798.012	79.801
5	2029	3.742.886	24,00	898.293	66,20	594.670	62,80	373.453	5,00	18.673	54,00	1.008.342	100.834
6	2030	3.782.745	24,00	907.859	66,20	601.003	62,80	377.430	6,00	22.646	54,00	1.222.884	122.288
7	2031	3.822.148	24,00	917.316	66,20	607.264	62,80	381.362	7,00	26.696	54,00	1.441.584	144.158
8	2032	3.860.853	24,00	926.605	66,20	613.413	62,80	385.224	8,00	30.818	54,00	1.664.172	166.417
9	2033	3.898.485	24,00	935.637	66,20	619.392	62,80	388.979	8,50	33.064	54,00	1.785.456	178.545
10	2034	3.934.599	24,00	944.304	66,20	625.130	62,80	392.582	9,00	35.333	54,00	1.907.982	190.798

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

3.3. Análisis de Entorno

3.3.1. Macroentorno: PESTEL

El análisis PESTEL examina el entorno externo en el que se desarrollará el proyecto, considerando factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales que inciden en las operaciones y estrategias.

Político. La situación política en Argentina influye en la industria del cannabis medicinal, que se encuentra en proceso de regulación y sujeta a nuevas normativas, controles y ajustes según la administración vigente. Las modificaciones recientes sobre el cultivo para consumo propio tienen efectos indirectos en el sector industrial al incrementar la demanda de aceites regulados entre quienes no cumplen con los requisitos legales. La inestabilidad política afecta la previsión a largo plazo y puede incidir en la confianza de inversores y empresas. Factores como la presión impositiva, las restricciones a las exportaciones e importaciones y la variabilidad normativa forman parte de los elementos que condicionan la actividad.

Económico. El contexto económico nacional se caracteriza por inflación elevada, devaluación monetaria y variaciones en las tasas de interés. Estas condiciones reducen el poder adquisitivo de los consumidores y afectan la previsibilidad de las inversiones. La volatilidad económica exige ajustes constantes en estructuras de costos y precios. A nivel internacional, existe interés en productos derivados del cannabis regulado, lo que genera la posibilidad de exportaciones hacia países con marcos normativos consolidados.

Social. En el plano social, la percepción sobre el cannabis medicinal ha cambiado en los últimos años, con un aumento en la aceptación de productos naturales y terapéuticos. Persisten, sin embargo, ciertos prejuicios en sectores de la población. La demanda está vinculada también a

factores de acceso, como desigualdad socioeconómica, diferencias urbano-rurales y regulaciones provinciales. El papel de los profesionales de la salud es relevante en la difusión y concientización sobre un uso adecuado. La interacción con el sector farmacéutico y sanitario abre espacios para alianzas en investigación, distribución y posicionamiento de productos de CBD en el mercado formal. Asimismo, la industrialización de esta actividad ha generado empleo y ha aportado al desarrollo de economías regionales.

Tecnológico. Los avances tecnológicos han permitido mejorar los sistemas de cultivo, optimizar el uso de recursos y reforzar los controles de calidad. La trazabilidad de procesos productivos favorece transparencia y cumplimiento normativo. También se desarrollan innovaciones en envases que prolongan la conservación del producto. La inversión inicial en tecnología representa un desafío en términos de financiamiento, pero constituye un requisito para mantener competitividad y diferenciación.

Ecológico. El cumplimiento de normativas ambientales es un aspecto regulado en esta industria. La gestión de residuos, aguas residuales y emisiones se encuentra contemplada en las exigencias normativas aplicables a las distintas etapas productivas. El cultivo de cannabis tiene capacidad de absorber CO_2, lo que puede reducir la huella de carbono. El sistema hidropónico presenta ventajas de eficiencia en el uso de agua, espacio y nutrientes. En el caso de la extracción de CBD, el método con CO_2 supercrítico es un sistema cerrado y reciclable que reduce impactos ambientales, aunque requiere una inversión inicial elevada.

Legal. El marco legal del cannabis medicinal es dinámico y sujeto a cambios frecuentes, lo que genera incertidumbre regulatoria. Las empresas deben ajustarse a disposiciones nacionales, provinciales y municipales.

En síntesis, el análisis PESTEL muestra que el sector del cannabis medicinal en el NOA se desarrolla en un contexto caracterizado por un proceso de regulación en curso, un marco económico con limitaciones estructurales, cambios en la percepción social, incorporación de nuevas tecnologías, exigencias ambientales y un marco legal en constante actualización.

3.3.2. Microentorno: Las 5 fuerzas de Porter

El modelo de las 5 Fuerzas de Porter permite analizar la estructura competitiva de la industria del aceite de CBD en Argentina, identificando los factores que influyen en la dinámica del sector.

Figura 2

Las 5 fuerzas de Porter.



Nota. Elaboración propia, mayo de 2025.

Rivalidad entre competidores existentes. En Argentina coexisten dos circuitos para el aceite de CBD: un mercado formal, compuesto por especialidades medicinales registradas por la autoridad regulatoria y dispensadas bajo receta en farmacias, y un mercado informal, integrado por productos sin autorización sanitaria que circulan por canales no regulados. Dentro del

segmento formal se encuentran, entre otros, Kanbis, una especialidad medicinal de cannabidiol aprobada por ANMAT y de venta bajo receta en farmacias; Convupidiol, que opera dentro del circuito regulado de farmacovigilancia; Cannava CBD10, cuya comercialización en todo el país fue autorizada por ANMAT; y Federal, aceite de cannabis producido en La Rioja y dispensado con prescripción médica en farmacias. En contraste, el segmento informal reúne aceites y otros productos con CBD sin registro que se ofertan por e-commerce y redes sociales; periódicamente, ANMAT ordena prohibiciones de uso, distribución y comercialización por carecer de autorizaciones, como ocurrió con "Royal CBD Premium Line" y con presentaciones identificadas como "Cannavid" y "Cannatural", indicando falta de control sanitario y trazabilidad en ese circuito (ANMAT, 2025a, 2025b). Los principales factores que incrementan la rivalidad son la regulación y certificación, que establecen estándares diferenciados; el precio, que posiciona a los productos informales en segmentos sensibles al costo; la innovación en investigación y desarrollo, que introduce mejoras en la oferta formal; y las alianzas estratégicas entre laboratorios y farmacias, que amplían la capacidad de distribución y el respaldo profesional.

Se concluye que la rivalidad entre competidores es significativa debido a la coexistencia de un mercado formal regulado y un mercado informal con fuerte presencia y con precios más bajos.

Poder de negociación de los proveedores. El proceso productivo requiere insumos especializados, como sistemas de cultivo hidropónico, nutrientes específicos y equipos de extracción con CO_2 supercrítico. La oferta de proveedores locales es limitada, por lo que en muchos casos se depende de insumos importados. Además, la sustitución de estos insumos resulta difícil debido a las características técnicas necesarias para cumplir con los requisitos de producción

y control de calidad. Las condiciones que inciden en el poder de negociación de los proveedores son la escasez de actores en el mercado local, la dependencia tecnológica de insumos específicos y la concentración en pocos oferentes internacionales, lo que aumenta la exposición a precios elevados y plazos de suministro más largos.

Se concluye que el poder de negociación de los proveedores es significativo, debido a la limitada disponibilidad de oferentes locales y a la dependencia de insumos especializados importados.

Poder de negociación de los clientes. Los clientes principales son farmacias, que concentran la distribución de productos formales y poseen la capacidad de comparar precios y condiciones entre distintos laboratorios autorizados. Este papel les otorga margen de negociación frente a los productores. Entre los factores que explican su poder de negociación se encuentran el volumen de compra, dado que adquieren cantidades significativas; la sensibilidad al precio y calidad, ya que buscan mantener márgenes de ganancia estables; y la capacidad de sustitución, dado que pueden elegir entre distintos laboratorios formales para responder a su demanda.

Se concluye que el poder de negociación de los clientes es significativo, debido a la concentración de la distribución en farmacias y a su capacidad de influir en precios y condiciones de comercialización.

Amenaza de productos sustitutos. Proviene de alternativas que pueden cumplir funciones similares al aceite de CBD en distintos segmentos de consumo. Entre ellas se incluyen:

- Medicamentos farmacéuticos tradicionales de venta libre, como analgésicos y ansiolíticos.

- Cannabinoides alternativos en desarrollo dentro de la misma industria, como el cannabigerol (CBG) o el cannabinol (CBN).
- Cannabinoides sintéticos, que ofrecen efectos similares a menor costo.
- Aceites esenciales y suplementos naturales, utilizados por consumidores que buscan aliviar síntomas como estrés o dolor sin acudir al CBD.

Los cosméticos, alimentos y bebidas con CBD se consideran productos complementarios y no sustitutos directos del aceite.

Se concluye que la amenaza de sustitutos es moderada a significativa, ya que existen tanto fármacos tradicionales como cannabinoides alternativos que pueden desplazar parcialmente al aceite de CBD en ciertos segmentos de consumo.

Amenaza de nuevos competidores. El mercado del CBD en Argentina está en proceso de desarrollo, con iniciativas de gobiernos provinciales como Jujuy y La Rioja. El ingreso de nuevos actores está condicionado por la aprobación de la ANMAT y el cumplimiento de regulaciones sanitarias, lo que implica procesos largos y costos elevados. Las principales barreras son la necesidad de inversión inicial en infraestructura y tecnología, además de los requisitos normativos para garantizar calidad y trazabilidad. Como facilitadores, los proyectos estatales respaldados por fondos públicos pueden favorecer la incorporación de nuevos productores.

Se concluye que la amenaza de nuevos competidores es moderada, dado que existen barreras regulatorias y de inversión, aunque el apoyo estatal y el crecimiento de la demanda pueden estimular la entrada de nuevos actores.

El análisis de las cinco fuerzas de Porter muestra que la industria del aceite de CBD en Argentina se caracteriza por una alta rivalidad competitiva, un poder elevado de proveedores y clientes, la presencia de productos sustitutos relevantes y la posibilidad de ingreso de nuevos competidores en función de condiciones regulatorias y de inversión.

3.3.3. Oportunidades y Amenazas

A partir del análisis del macroentorno (PESTEL) y del microentorno (5 Fuerzas de Porter), se identifican los principales factores externos que inciden en el desarrollo del proyecto.

Oportunidades

- Marco legal que habilita la industrialización y comercialización del cannabis medicinal.
- Aceptación social y profesional en aumento respecto de los usos terapéuticos del CBD.
- Posibilidad de expandir el mercado a través de exportaciones hacia países con regulaciones consolidadas.
- Potencial de establecer vínculos con el sector farmacéutico mediante acuerdos de colaboración.
- Estructura competitiva en formación, lo que habilita la entrada para nuevos participantes.

Amenazas

- Cambios frecuentes en la normativa nacional, provincial o municipal vinculada al cannabis.
- Dependencia de las condiciones macroeconómicas del país, que afectan la demanda y los costos de producción.
- Incorporación de competidores con mayores recursos técnicos o financieros.

- Escasez y dependencia de insumos críticos para el cultivo y extracción, en su mayoría importados.
- Avances tecnológicos que, en caso de no ser incorporados, pueden generar desventajas productivas.
- Presencia del mercado informal de aceites de CBD, con precios inferiores y sin cumplimiento sanitario.
- Venta bajo receta, con autorización de profesional.

3.4. Análisis Interno: Fortalezas y Debilidades

El análisis interno identifica recursos, capacidades y limitaciones que condicionan el desarrollo del proyecto dentro del mercado del cannabis medicinal.

Fortalezas

- Implementación de tecnología de extracción con CO_2 supercrítico, con procedimientos validados, trazabilidad por lote y registros de proceso (capacidad operativa y de calidad).
- Sistema de cultivo hidropónico estandarizado, control de variables, rendimientos y homogeneidad de materia prima.
- Sistema de gestión de calidad y cumplimiento implementado (BPM, registros, capacitaciones y auditorías internas) que posibilita cumplir con certificaciones exigibles.
- Posicionamiento definido en el segmento formal con desarrollo de relaciones profesionales (médicos/farmacias) y materiales técnicos para respaldo de prescripción.

Debilidades

- Estructura de costos actual con presión sobre el costo unitario (equipos, insumos, controles analíticos), que reduce la flexibilidad para competir por precio.
- Capacidad comercial todavía acotada en el canal formal (pocas farmacias aliadas, cobertura territorial inicial, fuerza de visita médica en desarrollo).
- Dependencia de CAPEX y KNOW-HOW crítico (mantenimiento de equipos, perfiles técnicos especializados), con riesgo de cuellos de botella si no se planifica.
- Capital de trabajo limitado para sostener lotes, validaciones y stock de seguridad, lo que puede tensionar el nivel de servicio.

3.5. Análisis FODA

El análisis FODA integra los factores externos (oportunidades y amenazas) con los internos (fortalezas y debilidades), ofreciendo una visión global del proyecto. El análisis indica que el proyecto se apoya en **fortalezas** vinculadas a sus capacidades tecnológicas y operativas, así como en un posicionamiento deliberado en el canal formal con articulación técnico-profesional. Estas fortalezas se complementan con **oportunidades** externas asociadas a un marco regulatorio habilitante, una aceptación social y profesional en crecimiento, la posibilidad de alianzas con el sector farmacéutico y la apertura gradual de mercados internacionales en un entorno competitivo aún en consolidación. Al mismo tiempo, se identifican **debilidades** relacionadas con la presión sobre el costo unitario, una capacidad comercial todavía en desarrollo, la dependencia de capital y know-how críticos y restricciones de capital de trabajo. El entorno incluye **amenazas** derivadas de la variabilidad normativa, la macroeconomía y la dependencia de insumos importados, la entrada de competidores con mayores recursos, la evolución tecnológica, la presencia de oferta informal de bajo precio y la condición de venta bajo prescripción.

Este conjunto de factores constituye la base para diseñar estrategias que aprovechen las oportunidades, gestionen las amenazas, atiendan las debilidades y al mismo tiempo que potencien las fortalezas mediante eficiencia operativa, diferenciación por calidad y trazabilidad, desarrollo comercial progresivo y alianzas que consoliden ventajas sostenibles.

3.6. Marketing Mix

El plan de comercialización establece la estrategia para introducir el aceite de CBD en el mercado del NOA. A través del Marketing Mix, se definen las políticas vinculadas con **producto**, **precio**, **plaza** y **promoción**, en concordancia con las normativas vigentes para la venta bajo receta médica. El propósito es organizar de manera estructurada las acciones necesarias para viabilizar que el producto llegue al mercado formal con las condiciones de calidad, accesibilidad y trazabilidad exigidas, contemplando tanto a los consumidores como a los profesionales de la salud que intervienen en su prescripción y dispensación.

Producto. El producto corresponde a aceite de CBD con concentración del 10% (100 mg/mL), obtenido mediante un proceso que incluye cultivo hidropónico y extracción con CO_2 supercrítico, consideradas operaciones principales dentro del esquema productivo. Se prevé una única presentación en frasco de vidrio ámbar de 10 mL con cuentagotas, cierre de seguridad a prueba de apertura infantil (cuando corresponda según evaluación de riesgo y aprobación regulatoria), prospecto instructivo y tabla orientativa de dosificación. La elección de este formato se fundamenta en los resultados de la encuesta de mercado, donde la mayoría de los encuestados indicó preferencia por envases de 10 mL. El uso está destinado a fines medicinales. La condición de expendio será definida por ANMAT/INAME en el acto de autorización y se consignará en el rótulo aprobado.

El envase primario corresponde al frasco cuentagotas de vidrio ámbar y el secundario a la caja de acondicionamiento. Ambos cumplirán con las especificaciones de materiales farmacéuticos establecidas en la Farmacopea Argentina y con las disposiciones de BPM para acondicionamiento. El rotulado y prospecto se ajustarán a la normativa vigente de ANMAT/INAME, incluyendo al menos: denominación del producto, concentración, vía de administración, condición de venta, contenido neto, número de lote, fecha de vencimiento, condiciones de conservación, datos del titular y elaborador, y advertencias sanitarias correspondientes. La incorporación al Sistema Nacional de Trazabilidad de Medicamentos (SNT) se aplicará si ANMAT dispone su obligatoriedad para esta categoría.

Figura 3

Rótulo de frasco de aceite de CBD.



Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

1. Código QR; 2. Datos de contacto del elaborador / titular; 3. Nombre de producto; 4. Denominación de compuesto; 5. Advertencias y composición; 6. Identificación de lote y fechas; 7. Contenido neto; 8. Leyenda obligatoria de condición de venta.

Precio. El precio de venta se establece en USD 25,00 por frasco de 10 mL, equivalente a un monto que se ubica en un rango de $25.000 a $40.000 según la cotización vigente del dólar BNA venta al momento de la encuesta (agosto 2025). Esta decisión se sustenta en los resultados del relevamiento, en el que la mayoría de los participantes manifestó disposición a pagar dentro de ese intervalo. En el mercado formal, productos comparables se comercializan a valores cercanos a 19,40 USD por frasco, lo que sitúa a nuestro producto en un nivel superior. La diferencia responde a atributos vinculados con el sistema de cultivo hidropónico, el método de extracción con CO_2 supercrítico, la certificación regulatoria y los procesos de control y trazabilidad implementados. En este contexto, el precio fijado se alinea con el rango reportado en la encuesta, ya que se encuentra dentro del rango aceptado por los consumidores encuestados y se justifica por las características diferenciales del producto. Sin embargo, implica un posicionamiento en el segmento de mayor valor, lo que requerirá sostener la estrategia de comunicación en torno a la calidad y la seguridad del producto para asegurar su competitividad frente a la oferta existente.

Plaza. La estrategia de distribución se concentra exclusivamente en farmacias habilitadas, dado que este canal fue validado en la encuesta realizada en el NOA, donde la mayoría de los encuestados indicó que adquiriría el producto en este ámbito. Esta elección encuadra la comercialización en el circuito formal y regulado. La venta en farmacias estará sujeta a prescripción médica, conforme a lo establecido por la ANMAT. Para ello, será necesario que el producto cuente con la autorización sanitaria correspondiente, que incluye la aprobación del

registro, el rotulado y la condición de expendio. Asimismo, las farmacias que dispensen el producto deberán operar bajo las Buenas Prácticas de Distribución (BPD) y cumplir con las exigencias del SNT, en caso de que este se aplique a la categoría. La distribución se organizará desde un depósito propio ubicado en la planta de producción en Salta, que funcionará como punto de almacenamiento y despacho hacia las farmacias de cadena e independientes de las provincias que integran el NOA. En todos los casos se deberán respetar las condiciones de conservación definidas para el producto.

Promoción. Las acciones de promoción estarán enmarcadas en la normativa vigente, en particular a las disposiciones de ANMAT que regulan la información destinada a profesionales y pacientes. Esto implica que no se realizarán campañas masivas al público general, sino estrategias de comunicación dirigidas a médicos, farmacéuticos y demás profesionales de la salud autorizados para prescribir o dispensar el producto. De acuerdo con los resultados de la encuesta, una parte significativa de los encuestados manifestó que no consumiría aceite de CBD por falta de confianza o información, aunque cambiaría de opinión si el producto fuera indicado por un profesional. En este sentido, la promoción se enfocará en instancias de capacitación y difusión científica con el cuerpo médico y farmacéutico, a fin de reforzar el conocimiento sobre el uso medicinal del CBD y las condiciones de seguridad establecidas por la autoridad sanitaria. Asimismo, se prevé la elaboración de material técnico autorizado (prospectos, fichas de producto y comunicaciones avaladas por ANMAT) que acompañe al canal de farmacias. De forma complementaria, y siempre bajo los lineamientos regulatorios, se podrán utilizar redes sociales y medios tradicionales (radio y televisión) como espacios de difusión institucional y educativa, con énfasis en mensajes informativos validados por profesionales de la salud. Estos canales se seleccionan en función de

lo indicado en la encuesta, donde se identificó a las redes sociales como la principal fuente de información de quienes consumirían y no consumirían aceite de CBD.

3.7. Conclusiones

El estudio de mercado del aceite de CBD en el NOA se basó en investigación primaria y revisión de fuentes nacionales, lo que permitió caracterizar la demanda, los segmentos y el entorno competitivo. La estimación poblacional se realizó con proyecciones del INDEC y la segmentación consideró nivel socioeconómico, disposición de consumo y acceso por canal formal bajo prescripción. La evidencia relevada indica preferencia por la adquisición en farmacias y usos vinculados a dolor, ansiedad/estrés y trastornos del sueño. Con estos datos, y supuestos, se dimensionaron los mercados potencial, disponible, efectivo y objetivo de 2025–2034.

El entorno sectorial combina un marco regulatorio en desarrollo con condicionantes macroeconómicos y la coexistencia de un circuito formal regulado y una oferta informal sin trazabilidad. En el segmento formal, la rivalidad se explica por precios, certificaciones, I+D y acuerdos con farmacias; la estructura de costos incorpora proveedores especializados y, en ciertos casos, insumos importados. En este contexto, la inserción requiere gestión sistemática de cumplimiento y trazabilidad, planificación de capacidades y un desarrollo comercial progresivo en el canal farmacéutico.

El posicionamiento comercial se alinea con el canal formal: producto estandarizado y trazable, precios referenciados al segmento regulado, distribución en farmacias habilitadas y comunicación técnica dirigida a profesionales, conforme lineamientos vigentes. Estos resultados constituyen la base para la definición de capacidades productivas, estimación de costos y programación de abastecimiento en los capítulos técnicos y financieros.

4. ESTUDIO TÉCNICO

4.1. Introducción

Este capítulo desarrolla el encuadre técnico del proyecto de producción de aceite de CBD a partir de los procesos de cultivo hidropónico y obtención del aceite. Se describe la secuencia operativa, las etapas que la integran y la selección de los equipos principales y sus capacidades de referencia, junto con el control de calidad aplicable a cada etapa. Con estos elementos, se presentan los diagramas de bloques, de flujo y los balances de masa, a fin de cuantificar corrientes, mermas y consumos. Se desarrolla, además, un análisis de localización adecuada según criterios definidos, dentro de parques industriales de la provincia de Salta, a partir del cual, se determina la ubicación del proyecto y se define el layout funcional con flujos de personas y materiales.

4.2. Proceso de cultivo por sistema hidropónico

La hidroponía es un conjunto de técnicas de cultivo sin suelo en las que las raíces se desarrollan en soluciones nutritivas, con control sistemático de pH, conductividad eléctrica (CE) y composición mineral. El proceso comprende la preparación de la solución, su distribución a los contenedores, el monitoreo y ajuste periódico de pH/CE y la sanitización de circuitos y superficies en ciclos programados de operación. En términos generales, esta modalidad permite estandarizar el suministro mineral según el estado fenológico y optimizar el uso del agua, aunque demanda infraestructura básica, monitoreo continuo y rutinas de mantenimiento preventivo (Beltrano & Giménez, 2015; Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2013, 2021).

4.2.1. Selección de sistema hidropónico

Se selecciona **RDWC (Recirculating Deep Water Culture)** por su arquitectura con reservorio central y módulos interconectados, que habilita medición y corrección unificadas de pH

y CE, recirculación continua de la solución y manejo según consignas operativas de la aireación. En este sistema, las raíces permanecen inmersas en solución oxigenada, por lo que el oxígeno disuelto se vuelve una variable crítica para crecimiento y sanidad radicular; la centralización contribuye a condiciones homogéneas entre módulos y facilita escalado y sanitización repetible (FAO, 2013; Mullins et al., 2023; Nelson, Langellotto, & Nackley, 2025).

Figura 4

Sistema hidropónico RDWC.



Nota. Tomado de *Hydrotek: un emprendimiento argentino para la Industria del Cannabis*, por Industria Cannabis, 21 de junio de 2023, https://www.industriacannabis.com.ar/es/hydrotek-un-emprendimiento-argentino-para-la-industria-del-cannabis/.

4.2.2. Requerimientos nutritivos

En hidroponía, el manejo operativo se centra en pH y CE, ajustando la concentración según la etapa de cultivo y la respuesta del cultivo. En este proyecto, el agua de proceso ya se entrega tratada y de baja salinidad, por lo tanto, sobre esa base se dosifican nutrientes en el reservorio central de cada sistema para corregir parámetros. Para evitar precipitados, se preparan soluciones madre separadas y se aplican rutinas de sanitización y recambio programado de solución. Los

macronutrientes –N, P, K, Ca, Mg y S – sostienen procesos estructurales y funcionales de alto requerimiento: el **nitrógeno (N)** interviene en la síntesis de clorofila y proteínas, asociado al crecimiento vegetativo; el **fósforo (P)** participa en el desarrollo radicular y transferencia de energía; el **potasio (K)** regula el equilibrio hídrico y la apertura estomática; el **calcio (Ca)** contribuye a la integridad de pared y membrana celular, importante en tejidos jóvenes; el **magnesio (Mg)** es componente central de la clorofila y cofactor enzimático; y el **azufre (S)** integra aminoácidos y coenzimas. Los micronutrientes –Fe, Mn, Zn, Cu, B y Mo– actúan como cofactores claves: el **hierro (Fe)** es clave en la síntesis de clorofila y enzimas redox; **manganeso (Mn)** y **zinc (Zn)** participan en reacciones enzimáticas; **cobre (Cu)** y **boro (B)** aportan a la integridad de pared y desarrollo radicular; y el **molibdeno (Mo)** está asociado al metabolismo del nitrógeno. La calidad y rotulado de fertilizantes y sustratos, así como su compatibilidad, se atienden con criterios técnicos y trazabilidad para asegurar la correcta formulación y dosificación en el reservorio (FAO, 2013; Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2006, 2023; Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria [SENASA], 2024).

4.2.3. Etapas de cultivo por sistema hidropónico y control de calidad

El proceso de cultivo comprende, de manera secuencial, el tratamiento de agua de proceso, la selección de semilla y verificación normativa, la germinación en propagadores, el trasplante a módulos RDWC, el crecimiento vegetativo, la floración, la cosecha, el secado y curado, y la preparación y almacenamiento de la materia prima para extracción. En cada etapa se aplican controles específicos sobre solución nutritiva, ambiente, iluminación, sanidad, trazabilidad documental y verificación metrológica, con criterios de aceptación definidos, acciones correctivas ante desvíos y registros por lote que permiten la liberación o retención en el flujo de trabajo.

Figura 5

Etapas de cultivo por sistema hidropónico RDWC.



Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

- **Etapa 1 – Tratamiento de agua de proceso**

El agua de proceso se abastece desde un pozo propio del Parque Industrial de Salta. Dado que no se dispone de información previa sobre su composición, se adopta un esquema de tratamiento general con el fin de obtener agua base de baja salinidad y baja alcalinidad, apta para la formulación de la solución nutritiva y la operación estable del sistema RDWC. Como condición de arranque, se efectúa una caracterización físico-química y microbiológica representativa (pH, CE, turbidez, sólidos suspendidos/sedimentables, dureza, alcalinidad, aniones y cationes mayoritarios, Fe y Mg, y recuentos microbiológicos) conforme a métodos normalizados (American Public Health Association [APHA], American Water Works Association [AWWA] & Water Enviroment Federation [WEF], 2017).

El tren de proceso opera de la siguiente manera: el agua del pozo ingresa a una unidad de bombeo con variador de frecuencia que estabiliza caudal y registra presión/volumen; a continuación, atraviesa una filtración de medios (arena–antracita) para reducción de turbidez y retención de sólidos, derivando los retrolavados a un tanque intermedio para su posterior tratamiento. Luego pasa por un lecho de carbón activado granular (GAC), orientado a remover compuestos de olor/sabor y a reducir eventuales oxidantes residuales de pretratamientos específicos, disminuyendo el ensuciamiento orgánico de membranas. Antes de la desalación se incorpora un pulido por cartuchos en serie (20 µm y 5 µm), gobernado por diferencial de presión, para proteger el sistema principal. De acuerdo con los resultados analíticos iniciales, y cuando la dureza o los índices de saturación así lo indiquen, se prevé un ablandamiento por intercambio iónico como etapa condicionada; del mismo modo, si la turbidez o el índice de ensuciamiento (SDI) lo justifican, se incorpora ultrafiltración como barrera a coloides y microbiología. El módulo de ósmosis inversa (RO) realiza la reducción principal de sales y conductividad, generando una base de agua con baja alcalinidad. Como salvaguarda microbiológica, la línea de agua tratada cuenta con desinfección por radiación UV (254 nm) en lazo de recirculación. El permeado de RO se almacena en tanques de PEAD de 10 m^3 con tapa y venteo filtrado, con agitación suave y recirculación continua a través del reactor UV para evitar estancamientos. Los concentrados y retrolavados se recolectan en un tanque para su tratamiento en la planta de efluentes (APHA, AWWA & WEF, 2017; Metcalf & Eddy, 2014; United States Environmental Protection Agency [U.S. EPA], 2006). La distribución a cultivo se realiza desde el tanque de agua tratada hacia los tanques centrales de cada sistema RDWC mediante un manifold y anillos sectorizados. En esta etapa no se adicionan nutrientes, esto se efectúa posteriormente y de manera específica en cada tanque central RDWC, de acuerdo con la fenología del cultivo.

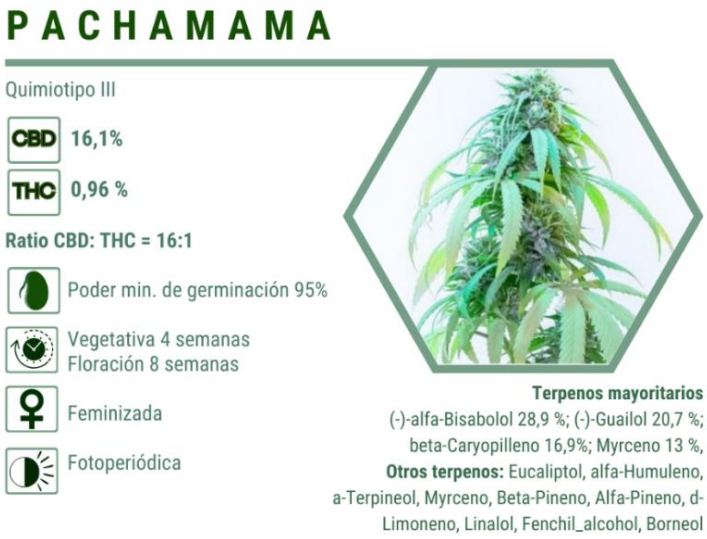
Control de calidad. En esta etapa se confirma la calidad del agua base y la continuidad operativa del sistema. Se realiza monitoreo continuo de pH y CE, caudales y presiones diferenciales en filtros y membranas; muestreo periódico del agua tratada (pH/CE diario; turbidez semanal; verificación operativa del sistema UV y control microbiológico indicativo mensual); y mantenimiento programado (retrolavados, recambio de cartuchos por ΔP, limpiezas CIP de RO por caída de rechazo o aumento de ΔP, y sanitización de tanque y lazo). Estos controles permiten verificar que el agua distribuida a RDWC cumpla las consignas internas de baja salinidad y baja alcalinidad y que la solución nutritiva pueda formularse con estabilidad de pH/CE en las etapas siguientes (APHA, AWWA & WEF, 2017; U.S. EPA, 2006).

- **Etapa 2 — Selección de semilla y cumplimiento normativo**

Se elige la semilla adecuada y se verifica el pleno cumplimiento de la normativa vigente para su adquisición y uso. Todo el proceso se enmarca en las leyes nacionales aplicables y en las reglamentaciones del INASE sobre la comercialización y uso de material vegetal autorizado. Se selecciona la variedad Pachamama (quimiotipo III, desarrollada por CONICET) por su perfil cannabinoide predominante en CBD (~16%) con THC bajo (~1%), lo que la clasifica como cáñamo no psicoactivo apto para uso terapéutico bajo el marco legal argentino (Cannabis Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas [CONICET], 2023; CONICET, 2023). Antes de la siembra, se comprueba que la variedad esté debidamente inscripta en el Catálogo Nacional de Cultivares del INASE o cuente con autorización vigente.

Figura 6

Características técnicas de la semilla Pachamama.



Nota. Elaboración propia en base a *El CONICET presentó 6 variedades de cannabis: cómo son y cuáles pueden comprarse*, por Revista THC, 22 de mayo de 2023, https://revistathc.com/2023/05/22/el-conicet-presento-6-variedades-de-cannabis-como-son-y-cuales-pueden-comprarse/.

Control de calidad. Se inspecciona el 100% del lote de semillas para confirmar la identidad varietal y la documentación. Esto implica revisar que cada envase posea el rótulo oficial correspondiente y que el número de lote coincida con la factura de compra y el certificado de análisis (CoA). Si falta algún documento o la variedad no estuviese registrada en INASE, se impide su uso y el lote queda retenido hasta aclarar la situación. Esta verificación inicial permite confirmar que solo se utilicen semillas autorizadas y con análisis certificados. En caso de no conformidad, se notifica inmediatamente a los responsables técnicos y de calidad, de manera que el material se aísla y no se siembra hasta resolver el desvío. Solo tras superar todos estos controles, la etapa de siembra puede iniciarse. La trazabilidad queda asentada en registros del lote.

- **Etapa 3 — Germinación**

Se realiza en tapones de lana de roca, elegidos por su capacidad de retener humedad y a la vez airear la zona radicular de las plántulas. Se siembran las semillas en cubos de 36 × 36 × 40 mm, colocados en bandejas multiceldas para mantener las plántulas separadas, evitando su entrelazamiento. Antes de la siembra, el sustrato se pre-hidrata ligeramente sin saturarlo, cada semilla se coloca a unos 6–12 mm de profundidad y se cubre levemente. Durante la fase de imbibición y emergencia, el riego es suave y diario, monitoreando que la lana de roca permanezca húmeda pero no encharcada. Inicialmente se mantienen las bandejas en oscuridad hasta la aparición de cotiledones. Al emerger las plántulas, se descubren gradualmente y se exponen a luz moderada para evitar etiolación, manteniendo aún alta la humedad ambiental y ventilando periódicamente para prevenir condensación excesiva o ataque de hongos (FAO, 2003).

Control de calidad. Se monitorean cuidadosamente las condiciones ambientales durante la germinación. La temperatura de la sala se mide un par de veces al día, asegurando que se mantenga en 22–26 °C; si se detecta desviación, se ajustan los sistemas de climatización para corregirla. De igual modo, la humedad relativa (HR) se vigila para permanecer en torno al 80–90% antes de la emergencia; cuando la HR cae por debajo del rango, se humedece el ambiente, cubriendo bandejas o usando humidificadores, y si supera el nivel deseado, se ventila ligeramente para evitar saturación. Cada riego se prepara con agua ajustada a pH 5,5–6,5, comprobado en cada aplicación con un medidor calibrado; cualquier desviación de pH se corrige inmediatamente mediante ácido o base hasta situarlo en el rango óptimo. También se evalúa la tasa de germinación: diariamente se contabiliza el número de plántulas emergidas en una muestra de las celdas. Se espera alcanzar al menos ~80% de plántulas emergidas para la fecha objetivo; si la proporción es inferior, se pueden extender unos días la fase de germinación o resembrar las celdas faltantes para

compensar (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG] del Ecuador, INIAP & UCE, 2025). Todos estos datos se registran en la planilla del lote. Ante cualquier desviación, el operario realiza correcciones inmediatas (ajustar climatización, humedecer/ventilar, rectificar pH) y lo notifica al analista de calidad y al responsable de producción. Estos evalúan si es necesario tomar acciones adicionales o descartar el lote. De este modo se procura que solo continuarán a etapas posteriores aquellas plántulas que han germinado.

- **Etapa 4 — Trasplante a RDWC**

Cuando las plántulas desarrollan sus primeras hojas y las raíces empiezan a asomar por la base del cubo de lana de roca, se realiza el trasplante. Cada plug con su plántula se coloca dentro de una canastilla plástica rellena con un sustrato inerte de soporte y esta canastilla se inserta en los módulos hidropónicos. Inicialmente, se ajusta el nivel de la solución nutritiva, de modo que apenas toque la base del plug, se evite su saturación por completo, asegurando que las raíces tengan acceso a humedad, pero también a oxígeno. El sistema RDWC cuenta con aireación continua mediante difusores de burbujas en cada tanque, manteniendo un nivel objetivo de OD en la rizosfera. A partir de este punto y durante todo el ciclo de cultivo, la solución nutritiva circula permanentemente entre los módulos y un tanque central, efectuándose recambios parciales programados para evitar la acumulación de sales y desequilibrios iónicos (Beltrano & Giménez, 2015; INTA, 2015). Los residuos vegetales generados durante el trasplante se eliminan siguiendo los procedimientos de higiene establecidos, manteniendo limpia el área de cultivo (FAO, 2003; INTA, 2015).

Control de calidad. Tras el trasplante, los controles se enfocan en que las condiciones hidropónicas y climáticas permanezcan dentro de parámetros establecidos para evitar estrés fisiológico de las plántulas. Cada día se mide la temperatura de la solución nutritiva, que debe estar

en ~20–22 °C; si la solución se enfría o calienta fuera de este rango, se actúa sobre el sistema de control térmico para corregir. El pH de la solución se monitoriza dos veces al día, buscando mantenerlo entre 5,5–6,0. Se toman muestras tanto del tanque principal como de algunos módulos periféricos para asegurar uniformidad; ante cualquier lectura fuera de rango, se ajusta agregando correctores o modificando la solución nutritiva. De igual manera, se mide la CE dos veces al día (etapa inicial: ~0,6–1,2 mS/cm). Si la CE se desvía, se realizan ajustes: diluir con agua si está concentrada o añadir fertilizante si está por debajo del nivel requerido. Un parámetro crítico es el OD: se verifica a diario, tanto en el tanque central como en algunos puntos distantes del circuito, para confirmar que el OD se mantiene ≥ 7 mg/L. Si se detectara OD por debajo de ~6 mg/L, se revisa el funcionamiento de bombas y difusores de aire, incrementando el flujo o limpiando difusores obstruidos para restablecer la oxigenación. En paralelo, se controla el clima del cultivo: la temperatura del aire debe permanecer en 22–26 °C y la HR en 65–80%. Se usan termohigrómetros ubicados en distintos puntos de la sala y se registran las lecturas diarias; de haber desvíos, se ajusta la ventilación, humidificación o deshumidificación para volver al rango objetivo. Todos estos parámetros y correcciones se anotan en los registros del lote. Si alguna condición crítica no pudiera corregirse rápidamente, el lote se mantiene en observación e incluso se detiene su avance de etapa hasta resolver el problema. En casos graves en que no se logre restablecer las condiciones adecuadas, podría descartarse el lote antes de invertir más tiempo en él.

- **Etapa 5 — Crecimiento vegetativo**

En esta fase las plantas se mantienen en estado vegetativo activo bajo un fotoperiodo extendido de 18 horas luz/6 horas oscuridad para impedir la inducción floral. Gracias a este régimen lumínico, las plantas siguen produciendo follaje y estructura sin florecer prematuramente

(Cannabis CONICET, 2023). En el sistema, se continúa la recirculación constante de la solución nutritiva con aireación permanente. A lo largo de esta etapa, las plantas desarrollan de manera sostenida tallos y hojas. Se ajusta la nutrición para apoyar este crecimiento: la solución nutritiva provee una alta proporción de N, sin descuidar P, K, secundarios y micronutrientes, manteniendo un balance completo (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], 2024).

Control de calidad. En etapa se intensifica el monitoreo para asegurar un ambiente de crecimiento adecuado y prevenir problemas antes de la floración. Se verifica diariamente el fotoperiodo: los temporizadores de iluminación deben encender y apagar exactamente en los horarios programados. Cualquier falla se corrige para evitar estrés o inducción floral inadvertida. El pH se mide mañana y tarde, y se corrige de ser necesario para permanecer dentro del rango (5,6–5,9). La CE se comprueba también dos veces al día; conforme las plantas crecen, la CE objetivo se sitúa entre ~1,0 y 1,8 mS/cm. Si el medidor indica valores fuera de este intervalo, se ajusta la concentración de nutrientes (MAG del Ecuador, INIAP & UCE, 2025). El OD se mantiene bajo observación continua, confirmando niveles ≥ 7 mg/L; si hubiese indicios de reducción en oxígeno, se aumenta la aireación o se limpia el sistema de aire para asegurar oxigenación suficiente. La temperatura de la solución nutritiva sigue controlada en ~20–22 °C, registrándose diariamente. En cuanto al clima, se monitorea la temperatura del aire para que permanezca dentro de 22–28 °C; si se acerca a los límites, se actúa sobre los equipos de calefacción, enfriamiento o la ventilación. La HR ambiente se regula en el rango 50–70% empleando deshumidificadores o humidificadores. Además, se controla la iluminación diaria recibida por las plantas: semanalmente se mide la densidad de flujo de fotones fotosintéticos (PPFD) en distintos puntos del cultivo y se calcula el DLI (integral de luz diaria). Se estima entregar alrededor de 25–35 mol/m²/día; si las

mediciones indican menos luz de la prevista, se ajusta la potencia o la altura de las lámparas para alcanzar el rango deseado (Cannabis CONICET, 2023). En paralelo, se implementa un Manejo Integrado de Plagas (MIP). El personal de cultivo inspecciona al menos una vez por semana un muestreo de plantas con lupa de mano, buscando signos de insectos, ácaros o enfermedades. En esta etapa solo se tolera un daño foliar mínimo y presencia prácticamente nula de plagas. Si se detecta algún foco incipiente, se toman medidas inmediatas localizadas: eliminación manual de hojas afectadas, aplicación de controles biológicos o medidas correctivas. Todo hallazgo y acción se documenta en el registro fitosanitario. Con estos controles, el cultivo vegetativo llega en buen estado fitosanitario y con vigor adecuado a la siguiente fase. Cualquier parámetro fuera de especificación se corrige de inmediato y se deja constancia en los registros junto con su solución. El gerente de producción y el área de calidad revisan periódicamente estos registros para asegurar que se están cumpliendo los criterios establecidos.

- **Etapa 6 — Floración**

Para inducir la floración en este cultivar fotoperiódico, se cambia el fotoperiodo a 12 horas de luz/12 horas de oscuridad continuas. Este cambio señaliza a las plantas que es momento de desarrollar inflorescencias. Durante la fase de floración, se ajustan ciertos parámetros ambientales en favor de la calidad del producto final. En cuanto a la nutrición, al iniciar floración se modifica la fórmula nutritiva: se disminuye la proporción de N y se incrementan P y K, nutrientes esenciales para la formación de flores y resina. Se continúa proporcionando micronutrientes críticos según las recomendaciones del plan de fertilización, pero enfocando el programa a apoyar la floración abundante y sana (IMTA, 2024). La variedad Pachamama tiene un periodo de floración estimado de unas 8 semanas en interior (Cannabis CONICET, 2023). Sin embargo, la determinación del

momento exacto de cosecha se basa no solo en el tiempo transcurrido, sino en la madurez de los tricomas y el perfil cannabinoide deseado. Hacia el final de floración, se monitorean las flores con lupa de aumento (60x) observando los tricomas glandulares: el punto objetivo para obtener alto CBD con mínimo THC es cuando la mayoría de tricomas pasan de transparentes a color lechoso (blanco) y apenas unos pocos empiezan a adquirir un color ámbar (Cannabis CONICET, 2023; MAG del Ecuador, INIAP & UCE, 2025). Una vez alcanzado este grado de madurez, se procede a la cosecha inmediata. Resulta necesario evitar retrasos innecesarios, ya que una sobre maduración podría degradar cannabinoides o terpenos.

Control de calidad. Durante la floración se intensifican los cuidados y registros, ya que esta etapa determina en gran medida la calidad final del producto. Cada día se supervisa el fotoperiodo 12/12 horas: se comprueba que las luces se apaguen y enciendan según lo programado y que durante las 12 horas de oscuridad la sala permanezca totalmente a oscuras. Si se detecta alguna infiltración de luz en el periodo nocturno, se corrige de inmediato, ya que incluso breves interrupciones en la oscuridad pueden estresar a las plantas o revertir parcialmente la inducción floral. El pH de la solución nutritiva se mide mañana y tarde, permitiendo ahora un intervalo ligeramente superior (5,8–6,4). Cualquier lectura fuera de este rango se ajusta enseguida. La CE se controla igualmente dos veces al día (~1,2–2,2 mS/cm); si la CE baja demasiado o sube, el operario ajusta agregando solución nutriente o agua pura para restablecer el nivel objetivo. Se continúa vigilando el OD diariamente, asegurando ≥7 mg/L; en floración las raíces son voluminosas y la demanda de oxígeno alta, por lo que, si el OD comienza a caer, se intensifica la aireación o se limpia el circuito para prevenir zonas con flujo insuficiente. La temperatura de la solución se mantiene controlada en ~20–22 °C, sin excepción, ya que temperaturas elevadas en el

tanque podrían favorecer patógenos radiculares que comprometerían la cosecha. Las condiciones de ambiente aéreo también se registran: se toman lecturas al menos dos veces al día de la temperatura y HR de la sala, verificando que rondan 20–26 °C y 40–55%. En caso de desviación, se actúa de inmediato, encendiendo deshumidificadores o aumentando la ventilación; si la temperatura nocturna es demasiado baja, se ajusta la calefacción. Adicionalmente, se comprueba la intensidad lumínica entregada: generalmente en floración se aumenta la densidad de luz para lograr un DLI en el orden de 35–45 mol/m²/día (MAG del Ecuador, INIAP & UCE, 2025). Cada semana se mide la iluminación en distintos puntos y se promedian los valores; si se detecta que las plantas están recibiendo menos luz de la deseada, se reubican las lámparas o se sube la potencia hasta alcanzar la dosis lumínica óptima. En el aspecto fitosanitario, durante la floración el umbral de tolerancia de plagas es prácticamente cero, se inspecciona buscando indicios de plagas o mohos en los cogollos. Si se llegase a detectar la presencia establecida de alguna plaga o síntomas de enfermedad se considera que el nivel supera lo aceptable. En tal caso, se implementan medidas de control a nivel de todo el lote, se puede aislar el lote afectado para evitar propagación, cada incidencia y su tratamiento se anotan. Con las medidas preventivas tomadas, no se esperan infestaciones significativas en floración; estos controles permiten que se aborde rápidamente sin perder la cosecha. Todas las actividades de control en floración quedan registradas. Antes de pasar a cosecha, el gerente de producción revisa que se hayan cumplido los criterios clave de esta etapa, por lo tanto, solo con su conformidad se autoriza a iniciar la cosecha del lote.

- **Etapa 7 — Cosecha**

La cosecha se planifica en función del punto óptimo de madurez de las flores. La recolección se realiza planta por planta o por lotes, procurando minimizar el tiempo entre el corte

y el acondicionamiento post-cosecha. El personal utiliza herramientas de corte desinfectadas y EPP para evitar contaminar el material. Se cortan ramas individuales con sus cogollos y luego se eliminan las hojas que no contienen resina, descartándolas como residuos vegetales. Las inflorescencias completas se colocan en recipientes limpios e identificados con el número de lote, y se trasladan a la sala de secado. Durante este traslado se evita exponer las flores al calor o a la luz directa, para no degradar cannabinoides ni terpenos (MAG del Ecuador, INIAP & UCE, 2025).

Control de calidad. Antes y durante la cosecha se realizan controles que verifican que solo se coseche en el momento adecuado y bajo condiciones higiénicas. En los días previos, el operario de cultivo y el analista de calidad revisan una muestra representativa de plantas para confirmar la madurez de tricomas. Si se observa una gran cantidad de tricomas transparentes o, por el contrario, muchos tricomas ámbar, se decide postergar o, eventualmente, adelantar la cosecha para alcanzar el perfil óptimo. Paralelamente, se controla la higiene del proceso: antes de comenzar, todas las herramientas de corte, mesas de trabajo y contenedores se esterilizan o desinfectan según el procedimiento. Se verifica mediante inspección visual y listados de chequeo que no haya superficies sucias ni fuentes de contaminación en el área de cosecha. Durante la operación, periódicamente el gerente de producción revisa que se mantengan las prácticas sanitarias. Si se detecta alguna desviación, se detiene la cosecha en esa sección hasta corregirlo. Todo el personal está instruido en estas buenas prácticas y cualquier incidencia se registra. Otro control crítico es el pesaje del material cosechado, la báscula utilizada se calibra antes de iniciar y luego se pesa el 100% del material cosechado de cada lote. El peso total fresco obtenido se compara con el rendimiento esperado según la cantidad de plantas y su tamaño; debería estar dentro de un margen razonable. Si surgiera una discrepancia significativa, se realiza un reconteo inmediato y se

investigan posibles causas. El peso final se registra oficialmente. Este control de inventario verifica que lo cosechado está contabilizado y asociado al lote correspondiente, lo cual es necesario para la trazabilidad y para evitar pérdidas o desvíos de materia prima. Concluida la cosecha, el gerente de producción revisa y firma los registros de cosecha, autorizando el paso a la etapa siguiente.

- **Etapa 8 — Secado y curado**

Tras la cosecha, las flores recién cortadas se someten a un proceso de secado controlado, con el fin de remover la mayor parte del agua que contienen de forma lenta y uniforme. El secado se realiza en una sala oscura con buena ventilación. Los cogollos se disponen en bandejas perforadas, de manera que quede espacio para la circulación de aire alrededor de todo el material. Se emplean extractores de aire que renuevan constantemente el ambiente, extrayendo la humedad que evapora de las plantas. Se procura que el movimiento de aire no sea demasiado brusco directamente sobre las flores sino más bien una corriente suave y homogénea en la sala. Bajo estas condiciones, el secado suele tardar entre 7–14 días, dependiendo del volumen y densidad de las flores cosechadas y de su contenido inicial de agua. El criterio práctico para finalizar el secado es que los cogollos hayan perdido suficiente humedad hasta sentirse secos al tacto, pero aun ligeramente esponjosos (INIA, 2007; MAG del Ecuador, INIAP & UCE, 2025).

Al concluir el secado, las flores pasan a un período de curado, que consiste en almacenar las flores secas en envases herméticos de grado alimenticio, en un lugar fresco, seco y oscuro durante varias semanas. Dentro de los envases, los cogollos terminan de equilibrar su humedad interna: pequeñas cantidades de humedad residual migran desde el interior del tejido hacia la superficie. Para evitar acumulación de humedad en el envase, durante la primera fase del curado se realizan aperturas de los mismos brevemente para ventilar y liberar esa humedad, y luego se

vuelven a cerrar. Este procedimiento se hace especialmente durante la primera semana de curado, luego con menor frecuencia conforme la humedad se estabiliza en el nivel deseado (Royal Queen Seeds, 2019). El curado generalmente se extiende por 2 a 4 semanas. Durante este tiempo, además de homogenizar la humedad, ocurren lentamente procesos químicos beneficiosos (se degrada la clorofila remanente y mejora del aroma). El resultado es un producto final con perfil organoléptico compatible con especificaciones. Tras el curado, las flores están listas para su uso.

Control de calidad. Tanto en secado como en curado se mantienen controles ambientales estrictos y se monitorea la humedad del producto para verificar que se alcancen los valores objetivo sin superar límites que favorezcan mohos. Durante el secado, se registran temperatura y HR de la sala al menos dos veces al día usando higrómetros de máxima y mínima o dataloggers. La temperatura debe sostenerse en el rango 18–22 °C y la HR entre 45–55%. Si la temperatura se sale de rango, se incrementa la ventilación o se utiliza aire acondicionado ligero para bajarla; si baja de 18 °C, se puede reducir la extracción de aire o añadir una fuente leve de calor para no enlentecer demasiado el secado. En cuanto a la humedad, si la HR de la sala sube por encima de 55%, se aceleran los extractores o se añaden deshumidificadores, evitando que el secado se detenga o que proliferen hongos. Por el contrario, si la HR cae por debajo de 40–45%, se podría reducir un poco la ventilación o introducir ligeramente humedad para que el secado no sea demasiado rápido en la periferia del cogollo. Cada cierto tiempo durante el secado, el analista de calidad toma muestras de flores para medir su actividad de agua (Aw). Se busca que el Aw vaya disminuyendo hacia ~0,60 o menos, que es un nivel considerado seguro donde no crecen la mayoría de mohos patógenos (INIA, 2007). Estas mediciones se hacen con un medidor de actividad de agua, colocando un par de cogollos en la celda de medición. Adicionalmente, se puede usar una

termobalanza o estufa de secado para medir directamente el porcentaje de humedad de la muestra; el objetivo es llegar al ~10–12% en peso. Todos los resultados se anotan y solo cuando los valores indican que las flores están suficientemente secas se da por terminada la etapa de secado.

Durante el curado, se colocan higrómetros en algunos envases o se mide periódicamente la HR interna abriendo brevemente el envase e introduciendo un sensor. En los primeros días, si la HR interna sube por encima de 65%, significa que aún sale humedad del interior de las flores; en tal caso, se intensifican las aperturas de los envases hasta que descienda a ~60%. Si, por el contrario, algún envase tuviera HR interna muy baja (<55%), podría indicar un secado excesivo; aunque esto usualmente no requiere corrección, se puede incorporar una hoja fresca de cánnabis en ese envase por unas horas para rehidratarlo. Durante todo el curado, se inspeccionan visualmente las flores en cada apertura: si se detectara algún signo de moho en el cogollo, ese envase se separa inmediatamente y no se usa. Al final del curado, se verifica nuevamente la humedad final con métodos gravimétricos para confirmar que siguen en el rango 10–13%. Solo cuando estos controles permiten confirmar que la materia prima está seca, homogénea y libre de contaminantes, el lote se libera para su almacenamiento final. En caso de cualquier desviación en esta etapa, el lote se pone en cuarentena y no se destina a extracción hasta resolver el problema, pudiendo llegar a descartarlo si no cumple los estándares de calidad y seguridad.

- **Etapa 9 — Preparación y almacenamiento de materia prima**

Una vez curadas las flores, se someten a un acondicionamiento que consiste en quitar manualmente los tallos restantes. Esta operación se realiza en una mesa limpia, con tijeras esterilizadas y guantes. Las flores recortadas obtenidas representan la materia prima lista, que se envasan en recipientes herméticos para su almacenamiento. Se suelen emplear recipientes rígidos

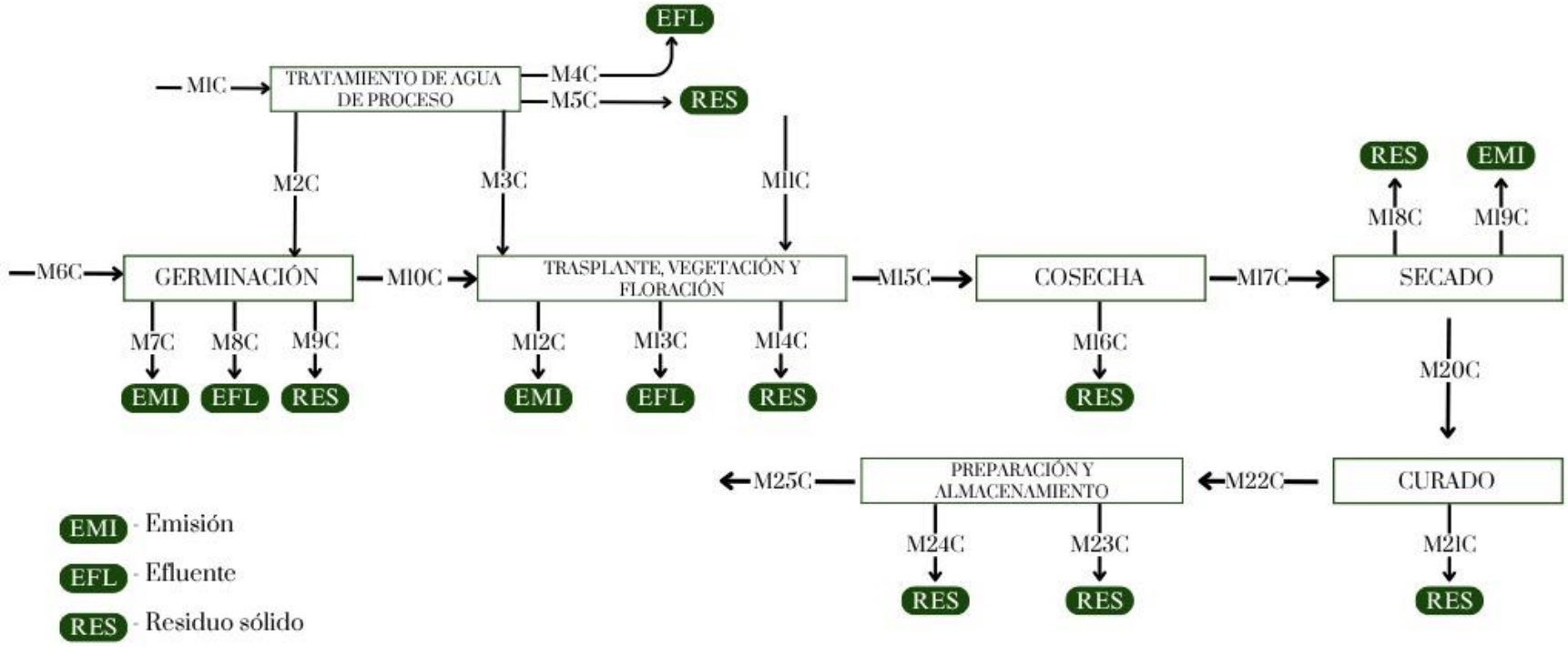
de grado alimenticio, con características que permiten proteger el contenido de la luz. Cada envase se etiqueta con la identificación del lote, fecha de envasado y peso neto del material. El almacenamiento se realiza en un área destinada a materia prima seca (MAG del Ecuador, INIAP & UCE, 2025). Estas condiciones reducen la degradación de cannabinoides y terpenos durante el almacenamiento. Se define también la vida útil estimada de la materia prima, que suele considerarse un máximo de 6 a 12 meses de almacenamiento para uso farmacéutico.

Control de calidad. Se verifica que el envasado y las condiciones de depósito sean óptimas para conservar la calidad del material. Antes de cerrar cada envase, un operario inspecciona las flores para asegurar que no entren tallos restantes ni materiales extraños. Luego, durante el almacenamiento, se controla el ambiente del espacio de almacenamiento: se registran temperatura y HR del depósito, y se mantienen los valores entre 10–15 °C y < 60%. Si la temperatura del almacén excediera 15 °C, se enciende refrigeración o se reubican temporalmente los lotes a una cámara fría; si la HR subiera, se utilizan deshumidificadores. Semanalmente, se realiza una ronda de inspección: el analista de calidad revisa una muestra de envases comprobando integridad, prestando atención a cualquier signo de humedad interna, como gotas de condensación o flores pegajosas, que indicarían un secado insuficiente o re-humidificación, por lo que ese lote se pondría en cuarentena para investigarlo. Antes de utilizar el lote en la extracción, se hace un control final de humedad del material: se toma una muestra compuesta y se mide su actividad de agua o % de humedad para confirmar que aún está en el rango seguro. Si el material hubiera absorbido humedad durante el almacenamiento, no se procesa hasta corregirlo y demostrar está en condiciones. Solo se autoriza la liberación del lote hacia la extracción de aceite de CBD, cuando todos estos criterios finales de calidad se cumplen.

4.2.4. Diagrama de bloques y descripción de corrientes

Figura 7

Diagrama de bloques de proceso de cultivo por sistema hidropónico.



Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Tabla 7

Cuadro explicativo de corrientes/flujos de proceso de cultivo por sistema hidropónico.

OPERACIÓN	CORRIENTE/ FLUJO	NOMBRE	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
Tratamiento de agua de proceso	M1C	Agua de pozo	Entrada	Representa el agua cruda captada del pozo del Parque Industrial de Salta.
	M2C	Agua tratada para germinación	Salida	Representa el agua base de baja salinidad/alcalinidad destinada a riegos de germinación.
	M3C	Agua tratada para trasplante, vegetación y floración	Salida	Representa el agua base para llenado/reposición en tanques centrales de cada sistema RDWC.
	M4C	Efluentes de rechazo/retrolavados	Salida	Representa el concentrado de RO y retrolavados enviados a la PTE.
	M5C	Residuos de filtración	Salida	Representa los medios agotados/cartuchos y sólidos retenidos para gestión como residuo.
Germinación	M6C	Semillas Pachamama	Entrada	Representa las semillas seleccionadas y certificadas que ingresan a propagadores.
	M2C	Agua tratada para germinación	Entrada	Representa el flujo de agua destinado a hidratar el medio de germinación y permitir la activación del proceso biológico.
	M7C	Agua evaporada	Salida	Representa la pérdida de agua en forma de vapor durante la etapa de germinación.
	M8C	Excedente o escurrido	Salida	Representa el agua drenada del medio de germinación luego de alcanzar la capacidad de retención del sustrato.
	M9C	Plántulas no viables	Salida	Representa los plantines que no desarrollan estructuras adecuadas y se retiran del proceso.
	M10C	Plántulas viables	Salida	Representa los plantines que completan la germinación y pasan a la etapa de trasplante.
Trasplante, vegetación y floración	M10C	Plántulas viables	Entrada	Representa el ingreso de plántulas a las unidades de cultivo hidropónico para iniciar el desarrollo vegetativo.
	M3C	Agua tratada para trasplante, vegetación y floración	Entrada	Representa el flujo de agua destinado a llenado y reposiciones en el tanque central de cada sistema RDWC.
	M11C	Insumos de nutrientes y correctores de pH	Entrada	Representa los nutrientes que se dosificaran en el tanque central del sistema RDWC para formar la solución nutritiva.
	M12C	Evapotranspiración	Salida	Representa la pérdida de agua resultante de la transpiración de las plantas y la evaporación del sistema.

OPERACIÓN	CORRIENTE/ FLUJO	NOMBRE	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
	M13C	Purga o efluente de líquidos de solución nutritiva	Salida	Representa la fracción de solución nutritiva drenada para mantener parámetros de calidad en el sistema.
	M14C	Merma de biomasa o biomasa descartada	Salida	Representa los restos vegetales generados por poda o descarte de plantas no conformes.
	M15C	Plantas p/ cosechar	Salida	Representa las plantas que completan el ciclo de crecimiento y se destinan a la cosecha.
	M15C	Plantas p/ cosechar	Entrada	Representa el flujo de plantas maduras que ingresan a la etapa de corte y separación.
Cosecha	M16C	Restos vegetales verdes	Salida	Representa las hojas, tallos y fracciones no utilizadas obtenidas en la cosecha.
	M17C	Flores frescas con secado inicial	Salida	Representa las flores obtenidas tras la cosecha, con humedad inicial, que pasan a secado.
	M17C	Flores frescas con secado inicial	Entrada	Representa las flores con humedad inicial que ingresan a las unidades de secado controlado.
Secado	M18C	Merma por manipulación	Salida	Representa las pérdidas asociadas al manejo durante la etapa de secado.
	M19C	Humedad removida	Salida	Representa el agua eliminada en forma de vapor durante el proceso de secado.
	M20C	Flores secas	Salida	Representa las flores con contenido de humedad reducido, listas para el proceso de curado.
	M20C	Flores secas	Entrada	Representa las flores secas que ingresan a la etapa de curado en contenedores controlados, en este caso frascos.
Curado	M21C	Merma por manipulación	Salida	Representa las pérdidas menores originadas en el manejo de flores durante el curado.
	M22C	Flores curadas	Salida	Representa las flores estabilizadas en humedad y características organolépticas, aptas para almacenamiento.
	M22C	Flores curadas	Entrada	Representa las flores destinadas a selección, fraccionamiento y acondicionamiento.
	M23C	Merma por manipulación	Salida	Representa las pérdidas por manipulación y clasificación final.
Preparación y almacenamiento	M24C	Restos vegetales verdes	Salida	Representa el material vegetal no aprovechable separado en la etapa de preparación.
	M25C	Biomasa de cannabis vegetal	Salida	Representa las flores acondicionadas, preparadas y almacenadas como materia prima para el posterior proceso de molienda.

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

4.2.5. Balance de masa

Para el correspondiente balance de masa, se toma como referencia final del módulo de cultivo a 100,00 kg de biomasa vegetal acondicionada, materia prima que será utilizada posteriormente en el proceso de obtención de aceite de CBD.

Para ello, tenemos en cuenta las siguientes consideraciones clave para determinar, mediante cálculos, los valores de las corrientes de entrada y salida en cada etapa del proceso.

Recuperación del sistema de ósmosis inversa (RO). Se adopta 70 % de recuperación para el tratamiento de agua subterránea con pretratamiento convencional, dentro del rango 50–85 % reportado para sistemas RO de agua (U.S. EPA, 2023).

Purga del sistema recirculante. Se considera una purga del 10 % del volumen repuesto para control de sales y mantenimiento de la calidad de la solución nutritiva (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998; Bugbee, 2004; UF/IFAS, 2016).

Dosificación global de nutrientes. Se adopta 4 mL de concentrado por litro de agua (total A+B), consistente con tablas comerciales que indican ≈15 mL por 3,79 L (≈3,96 mL/L) (General Hydroponics, 2023).

Eficiencia de uso del agua del cultivo. Se considera un consumo de 0,30 litros por gramo de biomasa seca en condiciones de invernadero (Collado & Hernández, 2024).

Rendimiento medio por planta. Se adopta 0,61 kg de flor seca (0 % H_2O) por planta, según ensayos de la Universidad de Vermont (Darby, Gupta, Bruce, & Ziegler, 2018).

Índice de cosecha. Se utiliza 0,60 como proporción de biomasa aérea seca que corresponde a flor seca (Alden, Karwoski, & Rodriguez-Morrison, 2024).

Humedad al momento de la cosecha. Se adopta 75 % como contenido de agua promedio en el tejido fresco de inflorescencias (Oregon State University Extension, 2022).

Humedad del producto final para almacenamiento. Se fija en ≈10 % de contenido de agua (AOAC International, 2020).

Contenido hídrico del taco al trasplante. Se adopta 75 % de contenido hídrico del sustrato en el momento del trasplante (Grodan, s.f.).

Recarga previa al trasplante. Se aplica una recarga equivalente al 50 % del agua retenida para restablecer el 75 % de humedad del taco (Grodan, s.f.).

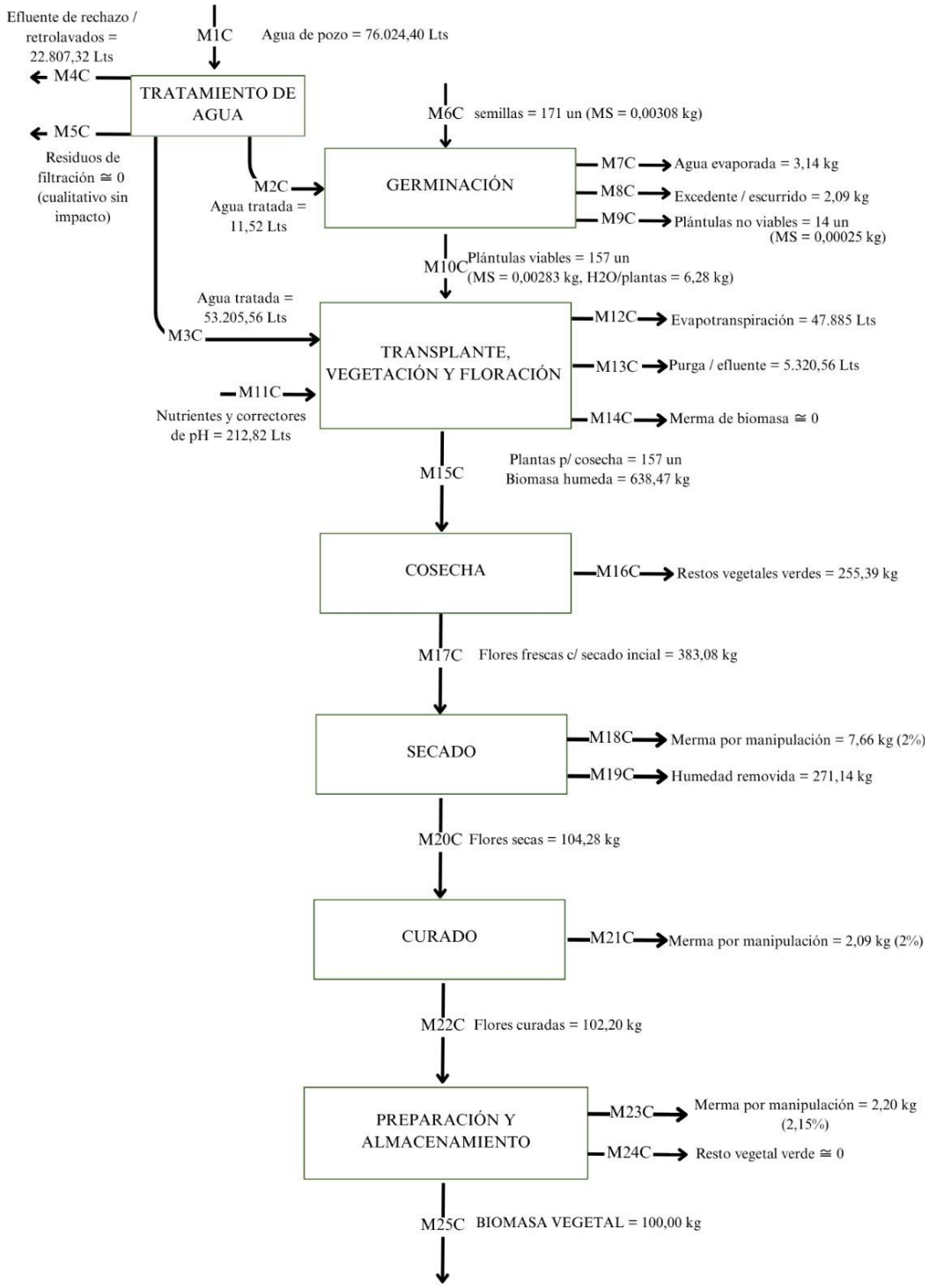
Mermas por manipulación. Se considera 2 % en secado, 2 % en curado y 2,15 % en preparación, para cerrar el balance de masa total (Oregon State University Extension, 2022).

Convención para el agua. Se adopta la equivalencia 1 L ≈ 1 kg en los balances hídricos y de evapotranspiración (APHA, AWWA, & WEF, 2017).

Residuos de filtración. Se adoptan de forma cualitativa, por lo tanto, no tienen impacto sobre el balance de masa. Se consideran en el diagrama debido a que permite identificar un residuo sólido a gestionar.

Figura 8

Balance de masa de proceso de cultivo por sistema hidropónico.

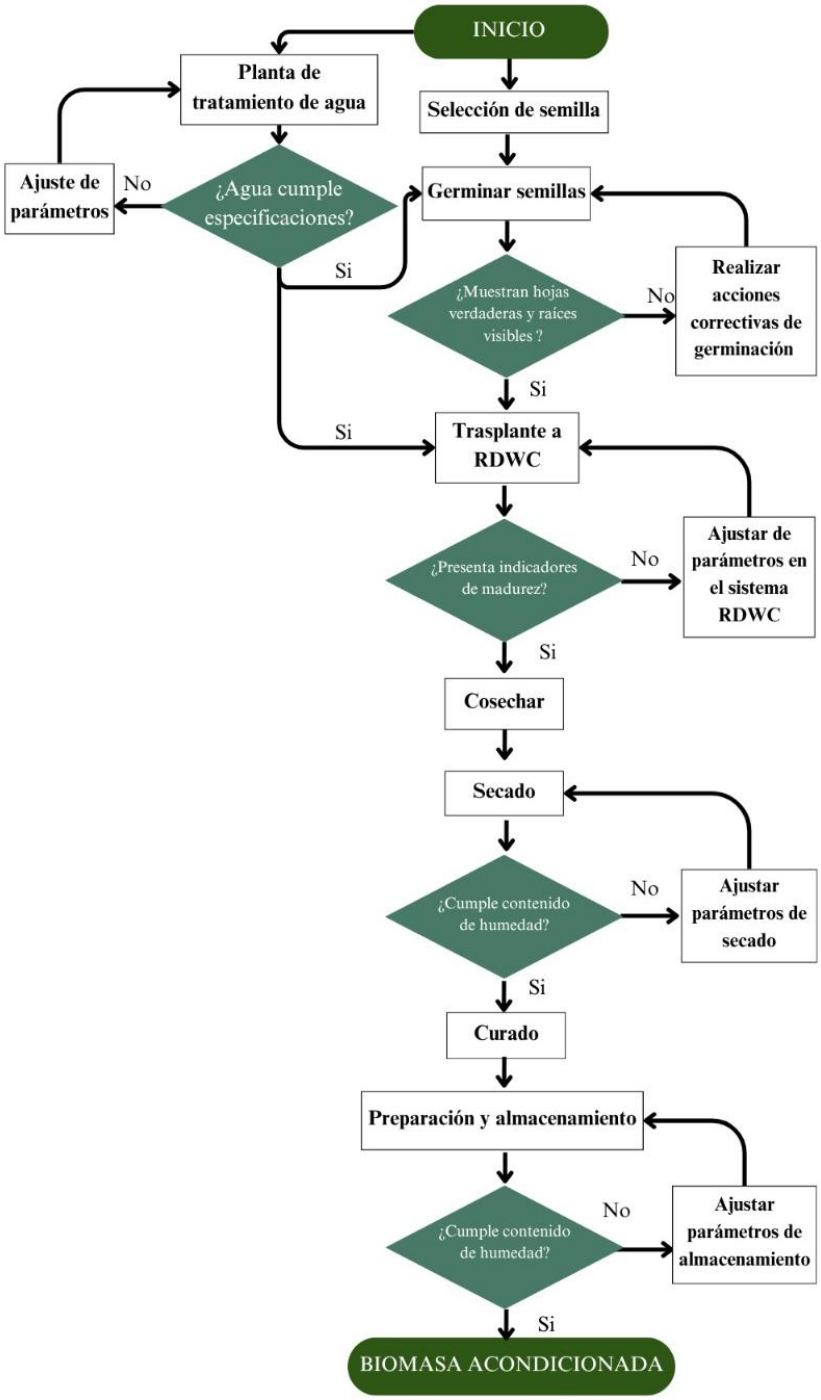


Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

4.2.7. Diagrama de flujo

Figura 9

Diagrama de flujo de proceso de cultivo por sistema hidropónico.



Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

4.3. Proceso de obtención de aceite de CBD y control de calidad

Luego de completar el proceso de cultivo, se procede a implementar el proceso de obtención de aceite de CBD. Se adopta la extracción con CO_2 en condiciones supercríticas. Para llevar a cabo el proceso, se desarrolla una secuencia de etapas, donde se aplican procedimientos y controles para verificar el cumplimiento de especificaciones de calidad, así como concentraciones acordes y la conservación dentro de rangos especificados del perfil de cannabinoides y terpenos.

4.3.1. Etapas de acondicionamiento de la materia prima previas a la extracción del CBD

- **Etapa 1 — Molienda**

En el acondicionamiento, la biomasa vegetal se somete a una reducción de tamaño mediante un molino de cuchillas. El objetivo es obtener partículas de tamaño de distribución acotada, en el rango de 1–2 mm, lo cual aumenta la superficie de contacto entre la biomasa y el CO_2 supercrítico durante la extracción. Se opera con velocidades de corte altas, pero sin generar calor excesivo; en el proyecto, se considera un molino tipo FRITSCH Pulverisette 19, usando tamices intercambiables de malla US #10–#18, para clasificar el tamaño de partícula resultante. Durante la molienda, la biomasa debe tener una humedad cercana al 10%. Conforme el molino tritura, el material pasa por el tamiz seleccionado; las partículas dentro del rango deseado son recolectadas para continuar el proceso, mientras que la fracción de finos se separa y se gestiona como merma. Se estima aproximadamente una merma de ~1% del material inicial debido a estos finos y pérdidas adheridas al equipo, lo cual se toma en cuenta en el balance de masa. Se requiere limitar el calentamiento de la biomasa durante la molienda: se controla que la temperatura de salida del material molido no supere 35 °C, ya que a mayores temperaturas se pueden volatilizar terpenos aromáticos o iniciar degradación de cannabinoides. Para lograrlo, se puede moler en intervalos

cortos. Por otra parte, entre lotes de molienda se realiza una limpieza completa del molino, desmontando y limpiando las cuchillas, la cámara de molienda y los tamices, a fin de prevenir contaminación cruzada entre distintos lotes de cannabis o acumulación de residuos (Castillo Cruz & Rico Nieto, 2020). El modelo de molino mencionado está diseñado para desmontar sin herramientas la cámara y los elementos cortantes, facilitando una limpieza ágil y completa.

Figura 10

Molino de corte PULVERISETTE 19.



Nota. Tomado de Molino de corte PULVERISETTE 19 – Velocidad variable 50–700 rpm, por Instrumentalia, septiembre de 2025, https://instrumentalia.com.ar/product/molino-de-corte-pulverisette-19-velocidad-variable-50-700-rpm/.

Control de calidad. Antes de iniciar la molienda, se verifica la humedad de la biomasa, se toma una muestra compuesta de la flor curada y se comprueba que la humedad está en el rango 9–11%. Si resultara más alta de lo esperado, podría indicarse un secado o curado adicional antes de moler, ya que un exceso de humedad dificultaría el triturado y la posterior extracción; si fuera demasiado baja, se tendrá cuidado con el polvo generado y se humedece levemente el lote para evitar pérdidas. Durante la operación, se mide la temperatura del material molido inmediatamente

al salir del molino para confirmar que se mantiene < 35 °C; si se detectara que el material sale caliente, se puede reducir la velocidad de rotación, introducir pausas entre tandas de molienda, o mejorar la ventilación del equipo. Asimismo, tras finalizar la molienda de un lote y antes de comenzar otro, se inspecciona la máquina conforme a un procedimiento estandarizado de limpieza: el criterio es que no quede arrastre visible de material vegetal previo. Se utiliza una checklist donde el operario y/o analista de calidad aseguran que todas las partes están limpias. Si se encuentra residuo, se repite la limpieza y solo con el molino limpio se autoriza moler el siguiente lote. Estos controles permiten verificar que el material molido cumpla las condiciones requeridas de tamaño y calidad.

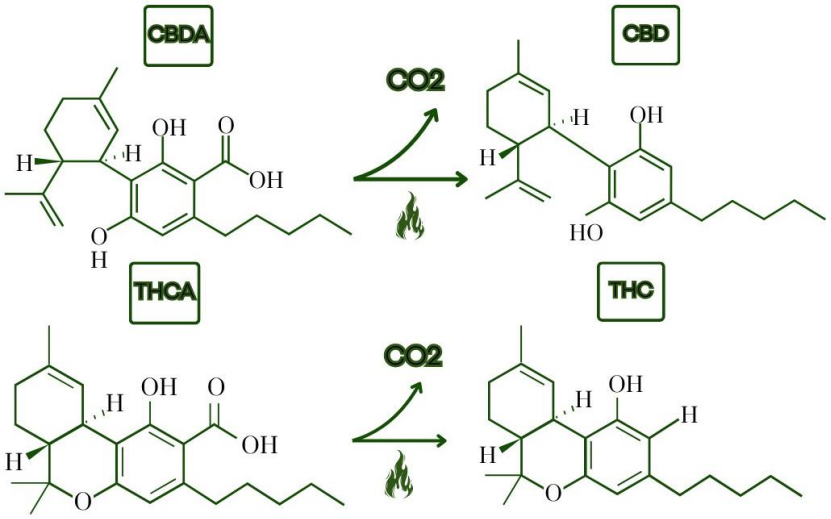
- **Etapa 2 — Descarboxilación**

La biomasa molida se somete a una operación térmica para convertir los ácidos cannabinoides, CBDA y THCA, en sus formas neutras, CBD y THC. Se fijan parámetros de descarboxilación de 115 °C durante 45 minutos, rango con el que se logra ≥ 95% de conversión de CBDA a CBD sin degradación significativa. Es importante notar que el tiempo se contabiliza una vez que el material ha alcanzado la temperatura de consigna; es decir, el horno primero se calienta a 115 °C, se estabiliza, y desde ese punto se empieza a contar el tiempo de exposición de la biomasa. La biomasa molida se extiende en bandejas formando una capa homogénea de espesor no mayor a ~15 mm, lo cual facilita que el calor penetre uniformemente en todo el material. El horno de laboratorio utilizado en el proyecto, IKA Oven 125, cuenta con circulación forzada de aire/ventilación interna, lo que ayuda a distribuir el calor de forma homogénea en las bandejas y obtener la misma temperatura en toda la muestra. Durante la descarboxilación, el horno ventila al exterior la mezcla de gases generados, ya que permitir la salida de estos vapores previene la

sobrepresión y para minimizar reabsorción en la biomasa, lo que podría impactar el perfil organoléptico. Inmediatamente al terminar el ciclo de calor, la biomasa descarboxilada se retira y se lleva al extractor de CO_2 para comenzar la extracción (Castillo Cruz & Rico Nieto, 2020).

Figura 11

Descarboxilación del CBDA y THCA.



Nota. Elaboración propia, mayo de 2025.

Figura 12

Horno de secado IKA Oven 125 Control-Dry.



Nota. Tomado de Horno de secado IKA Oven 125 Control-Dry, por *Instrumentalia*, septiembre de 2025, https://instrumentalia.com.ar/product/horno-de-secado-ika-oven-125-control-dry/.

Control de calidad. La calidad se gestiona controlando el ciclo térmico y la eficacia de la conversión química. El horno utilizado tiene calibraciones trazables y se documenta que se realizó el proceso a 115 °C por 45 min con la carga especificada. Si se cargó demasiada biomasa en una bandeja y la temperatura no se mantuvo, podría repetirse el ciclo con menos cantidad por tanda. Tras la descarboxilación, se toma una pequeña muestra de biomasa y se analiza por cromatografía líquida (HPLC-DAD) para comprobar la conversión de CBDA a CBD: el resultado esperado es una conversión alta, ≥ 95%, y además que no se observe incremento significativo de compuestos de degradación como el cannabinol (CBN). El analista de calidad prepara la muestra y corre el ensayo comparando contra patrones de CBD y CBN (International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use [ICH], 2023). Si la conversión fuera insuficiente, se podría reprocesar el lote ajustando los parámetros térmicos y volver a analizar antes de continuar. También se verifica la humedad posdescarboxilación: se espera que esté dentro de 8–10%. Si estuviera por encima, se puede extender un poco más el secado sin exceder mucho tiempo, o usar un paso adicional de secado controlado antes de extraer, ya que humedad >10% puede generar hielo en las válvulas de expansión del extractor de CO_2 o disminuye la eficiencia. Antes de la extracción, el operario/analista comprueba que la densidad aparente del lecho esté en un rango razonable. Si la densidad estuviera fuera de lo normal, se podría revisar el empaque para evitar problemas de canalización durante la extracción supercrítica. Por último, se revisa la composición cannabinoide inicial contra el historial de esa variedad: debe concordar con lo esperado. Si hubiera una discrepancia, se indaga si fue problema analítico o de proceso antes de continuar. Solo tras pasar estos chequeos de calidad, se autoriza a iniciar la extracción.

Figura 13

Cromatógrafo líquido de alta presión Shimadzu LC-2050 (serie i-Series).



Nota. Tomado de i-Series (HPLC/UHPLC), por Shimadzu Latinoamérica, septiembre de 2025, https://www.shimadzu-la.com/an/products/liquid-chromatography/hplcuhplc/i-series/index.html.

4.3.2. Etapa de extracción de aceite crudo de CBD

- **Etapa 3 — Extracción con fluido supercrítico**

En esta etapa central, la biomasa descarboxilada se somete a la extracción de sus principios activos usando CO_2 en estado supercrítico, que actúa como solvente con afinidad diferencial capaz de disolver cannabinoides y otros compuestos lipofílicos de la planta. El proceso se lleva a cabo bajo los parámetros definidos de presión y temperatura. Para lograr estas condiciones, el CO_2, de grado alimentario, es comprimido mediante una bomba de alta presión y precalentado a través de un intercambiador de calor hasta alcanzar el estado supercrítico (superior a 7,38 MPa y 31 °C). Una vez en condiciones, el CO_2 supercrítico se introduce en el recipiente extractor que contiene la biomasa molida. El fluido percola a través del lecho de material, solubilizando los compuestos de interés, además de co-extraer sustancias como ceras, lípidos y clorofilas. Al salir del extractor, la corriente cargada de extracto pasa a una etapa de separación por despresurización: se dirige a uno

o más separadores donde se reduce la presión de golpe o gradualmente. Al bajar la presión, el CO_2 vuelve al estado gaseoso y pierde gran parte de su poder disolvente, precipitando, los compuestos extraídos que llevaba disueltos. De esta forma, en los separadores se acumula el extracto bruto, una mezcla oleosa de resina de cannabis con cannabinoides, terpenos, ceras, mientras que el CO_2 gaseoso se recupera. El equipo suele recircular el CO_2: el gas separado se re-comprime y enfría nuevamente, retornándolo al estado supercrítico para continuar el ciclo de extracción, haciendo el proceso con mayor aprovechamiento de CO_2 y disminuyendo consumos. Solo se purga una pequeña porción de CO_2 al final o entre corridas para limpiar impurezas volátiles, pero en general es un sistema de circuito cerrado (Beckman, 2004). La biomasa vegetal, una vez agotada se retira del extractor al final como residuo sólido, que será gestionado como residuo orgánico. La extracción confluye típicamente en un extracto oleoso que luego requiere refinamiento. La duración del proceso por lote puede variar desde 1–2 horas hasta varias horas, dependiendo del tamaño del extractor, la cantidad de biomasa, la tasa de flujo de CO_2 y la eficiencia deseada (Castillo Cruz & Rico Nieto, 2020). Una ventaja operativa de la extracción con CO_2 es que el extracto resultante con niveles no cuantificables de solventes residuales. Esto se justifica por varios factores: primero, las propiedades físico-químicas del CO_2 hacen que a condiciones atmosféricas sea un gas inerte, al liberar la presión, el CO_2 se volatiliza completamente y no permanece disuelto en la matriz oleosa, a diferencia de disolventes orgánicos líquidos que pueden dejar trazas (Beckman, 2004). Segundo, el proceso está diseñado para recuperar gran parte del CO_2 empleado; tras la separación, el gas se recicla, de modo que cualquier cantidad remanente en el extracto es mínima y se elimina durante la depuración normal del aparato. Tercero, la evidencia empírica y las normas lo respaldan: las farmacopeas como USP <467> ni siquiera listan al CO_2 como solvente a controlar, enfocados solo en solventes orgánicos (United States Pharmacopeial Convention

[USP], 2019). Por lo tanto, al terminar esta etapa, obtenemos un extracto crudo de cannabis rico en CBD, con niveles despreciables de solvente residual.

Figura 14

Extractor de CO_2 supercrítico extraktLAB e-180.



Nota. Tomado de e-180 CO_2 Extraction Equipment, por extraktLAB, septiembre de 2025, https://extraktlab.com/e180-equipment/.

Control de calidad. Durante la extracción supercrítica se monitorean los parámetros clave para verificar que el proceso se mantiene dentro de las condiciones validadas. La presión y temperatura en el extractor deben permanecer en 34 ± 0,5 MPa y 55 ± 2 °C respectivamente. Sensores electrónicos conectados al PLC del equipo registran estos valores continuamente y el operario revisa las tendencias y alarmas cada 15 minutos para corroborar estabilidad. Si por algún motivo la presión o temperatura se desvían, se ajustan de inmediato las válvulas o la potencia de calentamiento para re-estabilizar, o incluso se pausa el ciclo si la desviación es significativa, retomando solo al corregirla. También se controla el caudal de CO_2 a través del sistema: este debe

permanecer dentro del set-point establecido para garantizar un tiempo de residencia adecuado del fluido en el lecho. Si el caudal variase, se revisa la causa. Relacionado a ello, se observa la caída de presión a través del lecho (ΔP): si la presión de entrada es 34 MPa y súbitamente la de salida cae mucho más de lo esperado, podría haber taponamiento; o viceversa, si ΔP es casi cero, podría haber canalización, ante signos, se puede interrumpir el proceso, despresurizar, re-compactar o redistribuir la carga de biomasa y volver a presurizar para continuar, asegurando contacto uniforme. Una vez finalizada la extracción, se evalúa la potencia del extracto crudo en términos de concentración de CBD (mg de CBD/gramo de aceite). Se toma una alícuota representativa del aceite crudo obtenido y se analiza por HPLC-DAD, comparando con estándares de CBD (Castillo Cruz & Rico Nieto, 2020). Este resultado permite verificar si el extracto está dentro de la ventana esperada de concentración. En el caso de no obtener lo esperado, podrían tomarse acciones como extender el tiempo de extracción para capturar más CBD o recircular el extracto a través de nueva biomasa para aumentarlo. Sin embargo, normalmente con las condiciones elegidas se alcanza una extracción satisfactoria en una sola pasada. Adicionalmente, se lleva un balance de masa riguroso: se pesa la biomasa inicial, el extracto obtenido y la biomasa gastada, contabilizando el CO_2 utilizado, aunque este se recicla. Criterio ±5% de cierre de balance, si hay una discrepancia mayor, se investiga la posible causa. Ningún lote debe avanzar sin que su balance esté explicado. Tras la extracción supercrítica, no aplica control de CO_2 residual; se mantiene control de solventes orgánicos cuando corresponda. El extracto crudo se identifica por lote y se envía con su documentación de proceso a las fases de winterización y filtración siguientes.

4.3.3. Etapas de refinamiento de aceite crudo de CBD

- **Etapa 4 — Winterización**

Consiste en la eliminación de ceras, grasas y otros componentes no objetivo que fueron co-extraídos junto con los cannabinoides. Para lograrlo, se disuelve el extracto oleoso crudo en un solvente orgánico, en este caso, etanol de grado alimentario/farmacéutico, ≥95% v/v, y luego se enfría la solución a temperatura sub-ambiente, durante un período prolongado. Con el enfriamiento, las ceras y lípidos de alto punto de fusión precipitan formando sólidos, mientras que los cannabinoides (CBD, THC) y terpenos permanecen disueltos en el etanol frío. Este proceso aprovecha que las ceras tienen temperaturas de solidificación más altas, formando cristales o agregados a bajas temperaturas, los cuales luego pueden filtrarse. En la práctica, se mezcla el extracto con el etanol en una proporción alrededor de 1 g de extracto:10 mL de etanol. Esta dilución asegura que la solución no quede demasiado viscosa y que los sólidos puedan separarse con facilidad. Una vez mezclado, se introduce en un ultrafreezer (en el proyecto, UF500-86LH) ajustado a la temperatura deseada. El tiempo de residencia en el frío es de aproximadamente 24 horas, durante las cuales no se agita la mezcla. El sistema de frío cuenta con control de temperatura para mantener dentro de ±5 °C la consigna, y se registra la temperatura-tiempo para asegurar que no hubo fluctuaciones significativas. Al cabo del periodo de enfriamiento, se obtiene una suspensión: el líquido (etanol con cannabinoides) más un sedimento blanco-amarillento de ceras precipitadas. La mezcla se somete luego a filtración para separar los sólidos (Castillo Cruz & Rico Nieto, 2020). Asimismo, el etanol usado proviene en parte de recuperación: tras las filtraciones y evaporaciones previas, el etanol se condensa y se reutiliza en lotes siguientes, complementado con etanol fresco para reponer pérdidas, minimizando el desperdicio. En términos regulatorios, el etanol es considerado un solvente de Clase 3 (baja toxicidad) según ICH Q3C, lo que implica que tiene límites de residuo permisivos en productos no estériles (ICH, 2021; USP, 2019, 2024). Aun así, se controlará su completa remoción en etapas posteriores.

Figura 15

Ultracongelador horizontal Righi UF500-86LH.



Nota. Tomado de Ultracongelador horizontal UF500-86LH, por Righi Industria Argentina, septiembre de 2025, https://www.ultrafreezer.com.ar/UF500-86LH.php.

Control de calidad. Antes de realizar la winterización, se comprueba que el etanol cumpla con las especificaciones: grado ≥95% y apto. Si el solvente no cumpliese, se reemplaza por uno de calidad apropiada. Durante la mezcla, se asegura la proporción extracto:etanol midiendo con precisión la cantidad de extracto y el volumen de etanol añadidos; el operario registra estos datos en la planilla de carga, ya que una desviación en esta proporción podría dificultar la precipitación. Luego, la mezcla se coloca en el ultrafreezer programado a la temperatura objetivo, que monitorea con un registrador. La temperatura debe mantenerse entre –20 y –40 °C, y se verifica que efectivamente se alcanzó y sostuvo por ~24h. Si por algún motivo la temperatura no llegó a la meta o se interrumpió el frío antes de tiempo, se extiende el tiempo de winterización o se reprograma hasta cumplir las condiciones completas. Un punto crítico de calidad es la conservación de la potencia: se analiza una muestra del extracto antes de winterizar y otra después para comparar la concentración de CBD. Se espera que la pérdida de cannabinoides en esta etapa sea mínima; cuantitativamente, se establece que la variación es de ≤ 5% (criterio de aceptación). Esto implica que prácticamente todo el CBD quedó en la fase líquida y no fue eliminado junto con las ceras. Si

se detectara una merma mayor de potencia, podría indicar que se perdieron compuestos deseados, por lo que se revisaría el procedimiento y se recuperaría ese material (Castillo Cruz & Rico Nieto, 2020). El analista de calidad usa HPLC-DAD para la comparación de las muestras midiendo antes y después.

- **Etapa 5 — Filtración al vacío**

Tras la winterización, es necesario separar las ceras solidificadas del líquido que contiene los cannabinoides disueltos en etanol. Esto se realiza mediante una filtración al vacío, la suspensión enfriada se vierte sobre un sistema de filtración (tanque de filtración de acero inoxidable de 50 L) que contiene un medio filtrante. Se emplea una bomba de vacío para succionar el líquido a través del filtro, reteniendo las ceras en el medio y permitiendo que el filtrado (etanol + cannabinoides) pase a un recipiente colector limpio debajo. Dado que las ceras pueden volver a disolverse si la mezcla se calienta, se controla que toda la filtración ocurra a baja temperatura, para ello, se pre-enfria el tanque de filtración y el filtro. Antes de comenzar, se pre-humedece el filtro con etanol frío para evitar que absorba selectivamente al inicio o cause canalizaciones por zonas secas. Se suele usar un esquema de filtrado en etapas de porosidad decreciente: primero un filtro más grueso (20–50 µm) que retiene las partículas mayores, luego por otro medio más fino (5–10 µm) para atrapar partículas pequeñas o sedimento fino, e incluso un tercer pulido final (1–0,45 µm) si se busca una claridad total. Esta estrategia evita que un único filtro fino se tape rápidamente; en lugar de eso, las impurezas se van removiendo escalonadamente. La aplicación de vacío se controla, se trabaja con un vacío en el rango operativo especificado que genera un diferencial de presión (ΔP) a través del medio filtrante de aproximadamente $\leq 0{,}6$ bar, por encima de eso podría forzar el paso de finos o romper la "torta" de filtración formada por las ceras acumuladas. Se ajusta

la potencia de la bomba para mantener el flujo de filtrado en un rango manejable. La filtración puede tomar varias horas para un lote de varios litros de solución. Al terminar, en el filtro quedará una torta de ceras y sólidos; esta se recoge, se pesa y se gestiona como residuo. El filtrado frío, que ahora es una solución de cannabinoides limpia de ceras, se envía a la etapa de evaporación de solvente para retirar el etanol y obtener el aceite crudo purificado (Castillo Cruz & Rico Nieto, 2020).

Figura 16

Filtro industrial al vacío de acero inoxidable.



Nota. Tomado de Industrial Stainless Steel Vacuum Filter for Herb Oil, por Made-in-China.com (listado del proveedor Yuanhuai), septiembre de 2025, https://es.made-in-china.com/co_yuanhuai/product_Industrial-Stainless-Steel-Vacuum-Filter-for-Herb-Oil_rongyuihg.html.

Control de calidad. Durante la filtración, se vigilan varias condiciones. En primer lugar, la temperatura de la mezcla se verifica constantemente para asegurar que permanece por debajo de –20 °C. Se utiliza un termómetro para medir el líquido en el embudo a intervalos regulares; si se detecta que está subiendo, se pausa y re-enfria el equipo. Mantener el frío evita que ceras vuelvan a disolverse, lo cual podría enturbiar el producto final. En segundo lugar, se monitorea el

nivel de vacío y la ΔP a través del filtro: un vacuómetro indica la presión en el recipiente inferior, y se calcula la ΔP respecto a la atmósfera. Se registra que el vacío se mantenga en el rango –0,6 a –0,9 bar y que no exceda el diferencial establecido. Si la filtración se vuelve muy lenta, en lugar de simplemente aumentar el vacío, se opta por cambiar o limpiar el medio filtrante. Se verifica que la secuencia de medios filtrantes se siga según el plan, asegurando que se usaron los tamices adecuados y en orden. Si el filtrado final aún presentara turbidez, se repite la filtración fina hasta lograr claridad. Al terminar, se pesa la torta de ceras, esta masa se compara con lo esperado según el contenido original de ceras de la planta, cualquier desviación grande genera una investigación. En general, estos controles evidencian que la filtración remueva eficazmente las impurezas sólidas sin pérdidas significativas de cannabinoides. En cuanto a seguridad y calidad, también se verifica que todo el proceso se haga con buena ventilación, dado el uso de etanol, y equipos puestos a tierra para evitar riesgos de estática, cumpliendo así las BPM y requisitos de seguridad (ICH, 2021; USP, 2019). Al finalizar esta etapa, se tiene un filtrado clarificado de cannabinoides en etanol.

- **Etapa 6 — Evaporación de solventes**

En esta etapa, se retira el etanol de la solución filtrada, obteniendo el aceite crudo concentrado libre de solvente. Para ello se emplea un evaporador rotativo, equipo de uso habitual de laboratorio/industria para la recuperación de solventes. El principio es calentar la solución en un matraz giratorio bajo condiciones de vacío parcial, de modo que el etanol hierve a una temperatura más baja de lo normal y se volatiliza, siendo luego condensado y recogido, mientras el material de interés queda en el matraz. El matraz con la solución se sumerge parcialmente en este baño. Se aplica vacío con una bomba controlable hasta alcanzar una presión tal que la temperatura de vapor del etanol sea aproximadamente la del baño. A presión atmosférica el etanol

hierve a ~78 °C, pero bajo vacío puede hacerlo a mucho menos. De esta manera, el extracto nunca necesita calentarse a temperaturas altas que podrían degradar los cannabinoides. El matraz se mantiene en rotación constante, se incorporan piedritas de ebullición para evitar golpes de ebullición. El vapor de etanol que se genera asciende por el cuello del matraz hacia un condensador refrigerado, donde se condensa y gotea a un frasco colector. Así se recupera ≥95% del etanol. Mientras tanto, el volumen de líquido en el matraz rotatorio va disminuyendo y volviéndose más viscoso a medida que queda principalmente el aceite. Es importante monitorear la temperatura del vapor para asegurarse de que se está evaporando etanol y no otros compuestos; la temperatura de vapor debe corresponder a la de ebullición del etanol bajo ese vacío. Si empezara a subir más allá, se detiene la evaporación. Como referencia, el CBD tiene un punto de ebullición mucho más alto, reportado alrededor de 160–180 °C a presión atmosférica, por lo que bajo las condiciones de vacío leves del rotavapor no va a evaporarse, quedará íntegramente en el residuo oleoso. Al finalizar, se obtiene en el matraz un aceite crudo (concentrado de cannabinoides y terpenos, ya sin etanol) y en el colector se tiene el etanol condensado. Se suele conseguir recuperar al menos el 95% del etanol utilizado, que puede reutilizarse en futuras winterizaciones tras verificar su pureza. El aceite crudo resultante, está listo para las etapas finales de formulación (Castillo Cruz & Rico Nieto, 2020).

Figura 17

Evaporador rotativo con condensadores verticales y sistema de vacío.



Nota. Tomado de 2–50L Double Vertical Condensers Rotary Vacuum Filtration Evaporator with Chiller and Vacuum Pump, por Made-in-China.com (listado del proveedor Zhengzhou Well-Known Instrument & Equipment Co., Ltd.), septiembre de 2025, https://es.made-in-china.com/co_zzwellknown/product_2-50L-Double-Vertical-Condensers-Rotary-Vacuum-Filtration-Evaporator-with-Chiller-and-Vacuum-Pump_uounuhheiy.html.

Control de calidad. El enfoque de control es evitar la degradación del extracto y recuperar de forma segura el solvente. Se supervisan los parámetros del evaporador: la temperatura del baño se mantiene en 40–50 °C y el vacío se regula para lograr una ebullición estable del etanol. Estos parámetros se registran continuamente o en intervalos frecuentes. Si el vapor del etanol deja de observarse o si la temperatura de vapor empieza a subir acercándose a 60–70 °C, se reduce el calentamiento o se rompe el vacío para no sobrecalentar el aceite. La eficiencia de recuperación de solvente se comprueba midiendo el volumen (o peso) de etanol recuperado en el colector al final, comparándolo con el que se agregó inicialmente en la winterización. Se espera ≥ 95% de recuperación; si es significativamente menor, podría haber pérdidas por fuga de vapor o retención en el residuo, lo cual se investigaría. Un control crítico es verificar que el contenido de solvente

residual en el aceite crudo cumpla límites ICH Q3C/USP. Aunque tras el rotavapor normalmente queda muy poco etanol, se realiza un análisis específico de solventes residuales por cromatografía de gases con detector FID y muestreador de espacio de cabeza (HS-GC-FID) en una alícuota del aceite (USP <467>). El límite establecido para etanol en un producto no estéril es de 5.000 ppm (0,5%) (ICH 2021; USP, 2019), pero generalmente se logra mucho menos. Si el resultado analítico arrojara un valor superior al límite, se puede re-evaporar el extracto al vacío por más tiempo o bajo condiciones más fuertes y volver a medir hasta asegurar que esté por debajo del umbral antes de proceder (ICH, 2021). Adicionalmente, se verifica la potencia de cannabinoides post-evaporación mediante HPLC-DAD. Esto confirma que no hubo pérdida ni degradación significativa de CBD durante la evaporación. Si se observara algún descenso inesperado de potencia, se revisa si ocurrió oxidación o si quedó algo de compuesto en el residuo de las paredes. En resumen, al final de esta etapa debemos tener un aceite crudo concentrado, sin solventes por encima de límites, y con su contenido de CBD sin variación significativa. Solo entonces se autoriza avanzar al mezclado.

Figura 18

Cromatógrafo de gases Nexis GC-2030 y muestreador headspace Serie HS-20 NX de Shimadzu.



Nota. Tomado de Shimadzu Latinoamérica, septiembre de 2025, https://www.shimadzu-la.com/an/products/gas-chromatography/gas-chromatograph/nexis-gc-2030/index.html.

Nota. Tomado de Shimadzu Latinoamérica, septiembre de 2025, https://www.shimadzu-la.com/an/products/gas-chromatography/gc-accessories-components/hs-20-nx-series/index.html.

4.3.4. Etapas de obtención de aceite de CBD

- **Etapa 7 — Mezclado y homogenización**

En esta etapa, el aceite crudo concentrado se combina con los demás componentes de la formulación final para obtener el aceite de CBD para envasar. El extracto rico en CBD se diluye en un aceite portador comestible (aceite de oliva de grado alimentario/farmacéutico). Este paso permite alcanzar que el producto final tenga la concentración de CBD deseada y que esté distribuido de manera homogénea en todo el lote de producto. Para realizar la mezcla, se utiliza un tanque mezclador-homogeneizador de acero inoxidable, equipado con un agitador mecánico de velocidad variable y un homogeneizador de alto cizallamiento integrado. El tanque posee además una camisa de calentamiento/enfriamiento que permite controlar la temperatura durante la mezcla, útil para ajustar la viscosidad del aceite si fuera necesario. El proceso típicamente comienza añadiendo al tanque el aceite portador, calentándolo ligeramente si está muy viscoso (30–40 °C) y luego incorporando lentamente el extracto concentrado de CBD. El agitador se pone en marcha para ir dispersando el extracto en el aceite base. Una vez incorporado todo el extracto, se incrementa la velocidad de agitación y se enciende el homogeneizador de alto cizallamiento. Este homogeneizador crea un efecto de turbulencia y cizalla que rompe cualquier aglomerado y asegura que los cannabinoides se dispersen uniformemente a nivel microscópico en el aceite portador. Se realizan ciclos de homogenización de cierta duración (1–5 minutos) intercalados con agitación lenta, hasta obtener una mezcla homogénea. Durante el proceso, se monitorea la temperatura del líquido, ya que la homogenización a alta velocidad puede calentar la mezcla; la camisa del tanque se usa para disipar calor o proporcionar enfriamiento si es necesario. Una vez que la mezcla es uniforme, se toma una muestra para verificar la concentración de CBD, si la no coincide con la

especificación, se ajusta añadiendo un poco más de extracto o aceite y mezclando de nuevo. Lograda la especificación, el lote de aceite está listo para ser envasado.

Figura 19

Tanque mezclador con homogeneizador industrial de acero inoxidable.



Nota. Tomado de Homogenizer Mixer Tank / Homogenizer Mixing Tank, por Alibaba.com (proveedor Guangzhou Itop Industry Technology Co., Ltd.), septiembre de 2025, https://www.alibaba.com/product-detail/Homogenizer-Mixer-tank-Homogenizer-Mixing-tank_1601247829961.html.

Control de calidad. Se siguen los parámetros establecidos en el procedimiento de formulación para asegurar la consistencia del producto. Se registran las velocidades de agitación utilizadas, los tiempos de mezcla y homogenización, y la temperatura de proceso. Estos deben corresponder a lo validado en lotes de prueba. Si difiere, el gerente de producción ordena prolongar la mezcla o ajustar las condiciones y repetir la verificación antes de envasar. El parámetro crítico de calidad aquí es la concentración de CBD, así como su uniformidad. Se toman varias muestras del tanque a distintos niveles (superior, medio, inferior) y en distintos momentos (al inicio, a mitad y al final del llenado) y se analiza el contenido de CBD por HPLC-DAD. El resultado debe mostrar

que la potencia está dentro de 95-105% del valor nominal y que todas las muestras concuerdan. Para evaluar la uniformidad intra-lote, se calcula la desviación estándar relativa (RSD) de las concentraciones medidas en las alícuotas; se espera un RSD ≤ 5%, indicando uniformidad aceptable. Si una muestra se sale de rango o su variabilidad es alta, se considera que el lote no está bien homogenizado; en tal caso, no se libera para envasado hasta corregir la mezcla. También, se confirma la identidad del compuesto activo: el pico de CBD en el cromatograma debe alinear en tiempo de retención y espectro UV con el estándar de CBD, confirmando que no hubo confusión de ingredientes. Otro control es la verificación de que no queden solventes residuales del proceso previo; se vuelve a analizar si es necesario por HS-GC, buscando etanol en el producto a granel. El límite es 5.000 ppm y típicamente es indetectable, pero se documenta para cumplir ICH Q3C. Además, se evalúan las propiedades físicas y el aspecto del aceite formulado: se mide la densidad, con un picnómetro y/o la viscosidad, con un viscosímetro, y se comparan con los valores esperados para la formulación. Un aceite de CBD en aceite de oliva debe ser de apariencia clara, ligeramente amarillento verdoso, con ausencia de turbidez/sedimentos. Cualquier anomalía implicaría que la mezcla no fue adecuada o hay contaminación, y requeriría reprocesar o descartar. Solo cuando los ítems de control del lote están conformes se autoriza la pre-liberación para envasado. El Gerente de Producción revisa una checklist firmada por control de calidad, si algo no estuviera conforme, no se inicia el envasado y se abre un desvío o se gestiona una acción correctiva/preventiva.

4.3.5. Etapas de envasado de aceite de CBD

- **Etapa 8 — Esterilización de frascos**

Antes de envasar el aceite de CBD, es necesario asegurar que los envases y sus componentes estén libres de contaminantes microbiológicos y partículas. La esterilización de los

frascos reduce la carga microbiana inicial y evita contaminaciones que pudieran estropear el producto durante su vida útil. Para esto, se emplea una esterilización por vapor en autoclave. Los frascos se colocan en cestas dentro de la cámara de autoclave, se cierra y se corre un ciclo estándar de vapor a alta presión. La autoclave empleada (EV-24D de Novatech) tiene capacidad de 24 litros, control digital de temperatura y tiempo, y logra esas condiciones con una potencia de ~2 kW. Los frascos se disponen abiertos para que el vapor contacte todas las superficies internas. Tras completarse el tiempo, el equipo libera la presión y los frascos se dejan enfriar y secar en una sala limpia. Una vez fríos, se manipulan con guantes estériles y se mantienen en un entorno controlado hasta el llenado. La capacidad de la autoclave dicta cuántos frascos pueden procesarse por ciclo. Para frascos de 10 mL (de ~22 mm de diámetro), en una cámara de 25 cm x 50 cm se colocan 144-216 frascos por ciclo en cestas distribuidas en niveles. Considerando un ciclo completo de calentamiento, esterilización, enfriamiento de ~60 minutos, se esterilizan entre 150–200 frascos por hora. Estos números son suficientes para lotes pequeños-medianos. Tras la esterilización, los frascos se mantienen cerrados con un material estéril hasta usarlos. Las pipetas cuentagotas y tapas de goma, se desinfectan con alcohol al 70% y se secan en flujo laminar antes del uso inmediato.

Figura 20

Autoclave digital semiautomática EV-24D Novatech.



Nota. Tomado de Autoclave digital semiautomática EV-24D, por *Equipo Novatech*, septiembre de 2025, https://equiponovatech.com/producto/autoclave-digital-semiautomatica-ev-24d/.

Control de calidad. La esterilización se controla mediante indicadores físicos y químicos para asegurar la efectividad. Cada ciclo de autoclave lleva integradas sondas que registran la temperatura, presión y duración. El analista de calidad revisa el registro del ciclo para confirmar que se lograron. Adicionalmente, se usan indicadores químicos (cintas de esterilización) colocados en puntos representativos entre los frascos; su criterio de aceptación es cambio de color conforme especificación, confirmando que el vapor penetró y alcanzó la temperatura requerida. Si algún indicador no pasa, el lote de frascos de ese ciclo se considera no estéril y se reprocesa con un nuevo ciclo, ajustando parámetros si fue un tema de carga demasiado grande. También se verifica que tras el ciclo los frascos salgan íntegros y secos. Si hubiera fracturas o si muchos frascos presentan humedad interna, se revisa la carga o el secado. Solo los frascos esterilizados correctamente y en buen estado se liberan para el llenado. Se lleva un registro de esterilización por lote de envases, ligado al lote de producción.

- **Etapa 9 — Envasado, taponado y etiquetado**

Finalmente, el aceite de CBD formulado se envasa en sus frascos finales para distribución. Este proceso incluye la dosificación del líquido en los frascos, el colocado de tapa/gotero y el etiquetado de cada unidad. Se considera una línea de envasado automatizada de pequeño-mediano volumen. El aceite a granel, una vez homogenizado y aprobado, se transfiere desde el tanque mezclador a un tanque de almacenamiento intermedio que alimenta la llenadora. Se utilizan mangueras sanitarias de grado alimenticio/farmacéutico para conducir el producto hasta la

máquina dosificadora, evitando la exposición al aire. La máquina está configurada para el volumen de 10 mL por frasco. Esta máquina tiene sistema volumétrico de alta precisión, logrando una tolerancia de proceso de ±1%. Además, incorpora sensores que sincronizan las operaciones: si no hay un frasco en posición, no dosifica ("no botella/no llenado"), y similar con el tapado. Tras cada llenado, la línea avanza el frasco a la estación de tapado, donde un mecanismo coloca la pipeta dentro del cuello y enrosca la tapa consistentemente. La eficiencia objetivo de este mecanismo es de ≥99%. Es importante ajustar el par de apriete del taponado: por debajo del rango validado puede haber fugas, por encima del rango validado puede romper la tapa o dificultar su apertura. En la salida de la tapadora, los frascos cerrados pasan a la máquina etiquetadora. Esta coloca etiquetas autoadhesivas preimpresas en cada frasco. El equipo de etiquetado dispone de un rollo de etiquetas y un aplicador que sincroniza con la cinta transportadora: detecta la presencia del frasco y pega la etiqueta con precisión. Tras el etiquetado, el producto final está listo para su embalaje.

Figura 21

Línea automática de llenado y tapado para aceites esenciales.



Nota. Tomado de L40 Essential Oil Filling Capping Machine, por BW Filling Machine (PowerRig), septiembre de 2025, https://bwfillingmachine.com/es/filling-machine/l40-essential-oil-filling-capping-machine/.

Figura 22

Etiquetadora automática para frascos cilíndricos.



Nota. Tomado de Fully Automatic High Accuracy Round Bottle Labeling Machine, por Made-in-China.com (proveedor Gainjoys), septiembre de 2025, https://gainjoys1.en.made-in-china.com/product/bJCpghsynnYj/China-Fully-Automatic-High-Accuracy-Bottom-Flat-Stick-Labeling-Machine.html.

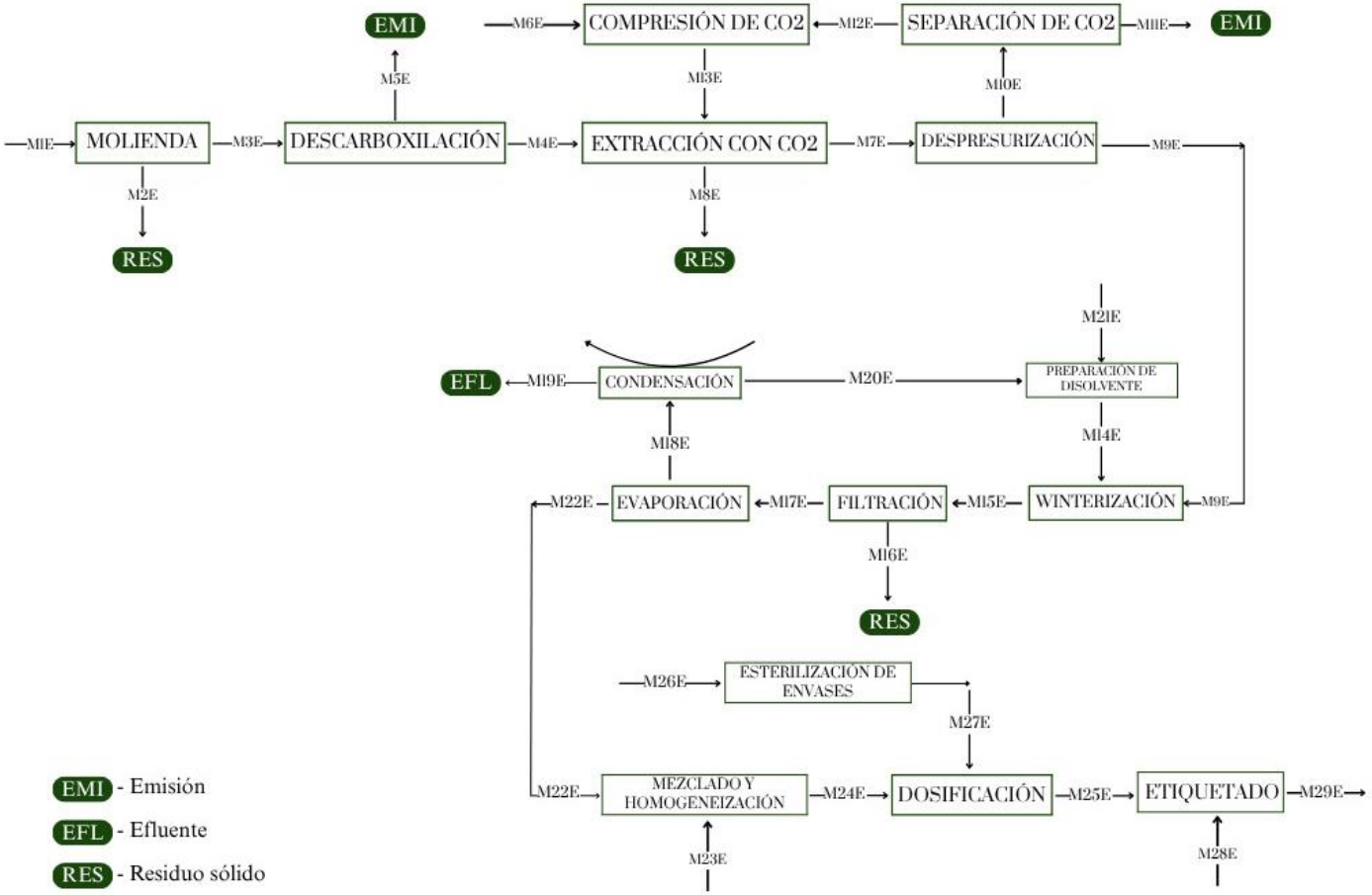
Control de calidad. Uno de los principales controles es verificar el volumen dosificado en los frascos. Al inicio de la corrida y luego periódicamente (cada 15–30 minutos), el operario de producción retira unos cuantos frascos llenos y mide el volumen de llenado. Dado que es complicado medir 10 mL exactos directamente, se suele hacer de forma gravimétrica: se pesa el frasco vacío y luego el lleno, y conociendo la densidad del aceite se calcula el volumen, o más sencillamente, si la densidad es cercana a 1 (en aceites, ~0.92 g/mL), se puede asumir casi 1 g ~ 1 mL con pequeña corrección. Se espera que el promedio esté muy cerca de 10,0 mL y ninguna unidad fuera de tolerancia (±1%, es decir entre 9,9 y 10,1 mL). Si se detecta desviación, la máquina dosificadora se reajusta inmediatamente y los frascos desde la última verificación conocida buena se aíslan. Otro control es el par de cierre de las tapas: una muestra representativa se prueba con un torquímetro para ver cuán apretados quedaron, deben estar dentro del rango validado. Si alguno

falla, se regula el cabezal de rosca de la máquina y se vuelve a ajustar, también se comprueba la integridad del sellado: se toman algunos frascos, se invierten o se agitan ligeramente para verificar que no haya fugas por la tapa ni goteos por el gotero. Un frasco mal sellado implicaría contaminación y pérdida. En cuanto al etiquetado, se inspecciona visualmente que las etiquetas estén correctamente colocadas, alineadas sin torcer, al mismo nivel en cada frasco, bien adheridas y legibles. Se toma una muestra de unidades y se mide la posición de la etiqueta; una tolerancia de ±1 mm es aceptable y se verifica que la información impresa sea legible conforme especificaciones. Si hay problema, se detiene la máquina y se corrige la calibración o se reemplazan rollos. Los frascos mal etiquetados se retiran. Todo este control se documenta en registros de producción: planilla de llenado, planilla de torque y cierre, planilla de verificación de etiquetado. Finalmente, se retiene una muestra del lote final para análisis de laboratorio de control de calidad final, donde típicamente se confirma la concentración de CBD del producto terminado, se verifica que los límites de solventes residuales y metales pesados cumplen la normativa y se realiza un control microbiológico (USP <61>, <62>) para garantizar que la carga microbiana está dentro de los límites para productos no estériles (USP <1111>) (ICH, 2022; USP, 2007, 2008a, 2008b). Solo tras pasar conforme a criterios de aceptación todos estos controles, el lote de aceite de CBD se libera para su embalaje y posterior distribución.

4.3.6. Diagrama de bloques y descripción de corrientes

Figura 23

Diagrama de bloques de proceso de obtención de aceite de CBD.



Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Tabla 8

Cuadro explicativo de corrientes/flujos de proceso de obtención de aceite de CBD.

OPERACIONES	CORRIENTE/ FLUJO	NOMBRE	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
Molienda	M1E	Biomasa de cannabis vegetal	Entrada	Representa la corriente del material vegetal que producimos anteriormente y que almacenamos como nuestra materia prima, la cual ya se prevé curado y con una humedad adecuada para ingresar al molino y disminuir el tamaño de la partícula.
	M2E	Mermas de molienda	Salida	Representa la corriente del material residual compuesto por partículas finas de cannabis que no son adecuadas para la extracción debido a su tamaño reducido y posible pérdida de compuestos volátiles. Esta fracción puede descartarse o reutilizarse en otros procesos.
	M3E	Cannabis molido	Salida	Representa la biomasa molida con tamaño de partícula reducido y homogéneo, lista para someterse a los procesos siguientes.
Descarboxilación	M3E	Cannabis molido	Entrada	Representa la corriente que lleva el material molido y que aún contiene los cannabinoides en su forma ácida que ingresa al horno, donde se lleva a cabo el proceso de descarboxilación.
	M4E	Cannabis descarboxilado	Salida	Representa la corriente de biomasa que ha pasado por el proceso de descarboxilación, lo que ha transformado la mayor parte de CBDA a CBD. Este material está listo para proceder con el proceso de extracción de CBD con CO2 supercrítico.
	M5E	Residuos de descarboxilación	Salida	Representa la corriente de mezcla de gases y compuestos volátiles generados durante el proceso de descarboxilación, como CO2, terpenos evaporados y trazas de humedad.
Extracción con CO2	M4E	Cannabis descarboxilado	Entrada	Representa la corriente que corresponde a la biomasa procesada en el horno que fue sometida a una descarboxilación, que se encuentra lista para ingresar al extractor donde se extraen los cannabinoides de interés.
	M7E	Extracto con CO2	Salida	Representa la corriente del material que corresponde al extracto final, que es mezcla de CO2 supercrítico y extracto de CBD disuelto, que será procesado en la cámara de despresurización para separar el CO2 del extracto crudo.
	M8E	Residuos vegetales	Salida	Representa la corriente del residuo vegetal, que se refiere a la biomasa agotada que queda como residuo en el extractor, donde se encuentran componentes que el CO2 no logra extraer y que contiene niveles reducidos de THC y CBD.
	M13E	CO2 alimentado	Entrada	Representa la corriente que proviene del compresor, y corresponde a una mezcla de CO2 puro y CO2 recirculado, en estado supercrítico generado a alta presión y temperatura para actura como solvente de los cannabinoides.

OPERACIONES	CORRIENTE/ FLUJO	NOMBRE	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
Compresión de CO2	M6E	CO2 fresco	Entrada	Representa la corriente de CO2 puro, nuevo, incorporado al sistema para mantener la eficiencia del proceso.
	M12E	Reciclo de CO2	Entrada	Representa la corriente que es CO2 recuperado del separador, que será recomprimido para su reutilización.
	M13E	CO2 alimentado	Salida	Esta corriente es la responsable de alimentar el extractor con el solvente CO2, y que corresponde a una mezcla de CO2 puro y CO2 recirculado, compromido a estado supercrítico.
Despresurización	M7E	Extracto con CO2	Entrada	Representa la corriente que corresponde a la mezcla de CO2 supercrítico y extracto de cannabinoides de interés, proveniente del extractor.
	M9E	Extracto crudo de cannabis	Salida	Representa la corriente que corresponde al extracto crudo obtenido, con los cannabinoides de interés, ceras que deben ser retiradas y niveles despreciables de residuo de solvente. Este material es el ingresa a la posterior etapa de refinamiento.
Separación de CO2	M10E	CO2 separado del extracto	Salida	Representa la corriente del CO2 liberado del extracto, que es enviado al separador para lograr su recuperación.
	M10E	CO2 separado del extracto	Entrada	Representa la corriente del CO2 separado del extracto, en estado gaseoso, que proviene de la cámara de despresurización.
	M11E	Purga de CO2	Salida	Representa la corriente de la fracción del CO2 que se purga del sistema para evitar la acumulación de impurezas.
	M12E	Reciclo de CO2	Salida	Representa la corriente de CO2 que será comprimido nuevamente para ser reutilizado en la extracción.
Winterización	M9E	Extracto crudo de cannabis	Entrada	Representa la corriente que contiene el extracto crudo de cannabis que proviene de la cámara de despresurización, y que contiene impurezas, terpenos y cannabinoides.
	M14E	Etanol alimentado	Entrada	Representa la corriente de adición del etanol a la muestra que se mezcla con el extracto de crudo de cannabis. Es el disolvente utilizado para diluir el extracto y facilitar a la separación de impurezas, terpenos, ceras.
Filtración	M15E	Extracto winterizado	Salida	Representa la corriente que contiene la mezcla de aceite de cannabis con etanol, donde las ceras ya han precipitado.
	M15E	Extracto winterizado	Entrada	Representa la corriente del extracto winterizado, que es la mezcla de aceite con etanol y las ceras precipitadas.
	M16E	Ceras	Salida	Representa la corriente de salida de las ceras, lípidos y otras impurezas.

OPERACIONES	CORRIENTE/ FLUJO	NOMBRE	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
Evaporación de etanol	M17E	Aceite con etanol	Salida	Representa la corriente que contiene a los cannabinoides, aún disuelto en etanol.
	M17E	Aceite con etanol	Entrada	Representa la corriente de filtrado que proviene del filtro, que es mezcla de aceite de cannabis con etanol.
	M18E	Etanol evaporado	Salida	Representa la corriente del etanol evaporado, proveniente de la separación de la solución extracto-solvente.
	M22E	Aceite crudo de cannabis	Salida	Esta corriente representa cantidad de aceite crudo de cannabis, que será de utilización en otra etapa para la obtención de aceite de CBD, y que se encuentra sin etanol.
Condensación de etanol	M18E	Etanol evaporado	Entrada	Representa la corriente del etanol evaporado, proveniente de la separación de la solución extracto-solvente. Contiene el etanol puro.
	M19E	Purga de etanol	Salida	Representa la corriente de purga de una pequeña cantidad de etanol, que se elimina del sistema para evitar la acumulación de impurezas.
	M20E	Etanol reciclado	Salida	Representa la corriente de etanol recuperado que será reutilizado.
Preparación de disolvente	M14E	Etanol alimentado	Salida	Representa a la corriente de etanol, producto de la mezcla de etanol fresco y etanol reciclado, y que posteriormente ingresa al enfriador.
	M20E	Etanol reciclado	Entrada	Representa la corriente de etanol reciclado, recuperado del condensador, para posteriormente retornar al mezclador y ser reutilizado en el proceso.
	M21E	Etanol fresco	Entrada	Representa la corriente de etanol nuevo, que se agrega al sistema para compensar las pérdidas en la purga.
Mezcla y Homogeneización	M22E	Aceite crudo de cannabis	Entrada	Representa la corriente del aceite extraído del evaporador con una alta concentración de cannabinoides y sin etanol.
	M23E	Aceite portador	Entrada	Representa la corriente de aceite vegetal, en este caso aceite de oliva, que actúa como vehículo para la formulación del producto final.
	M24E	Aceite mezclado y homogeneizado	Salida	Representa la corriente del producto resultante de la mezcla de los dos aceites, con distribución uniforme de los compuestos, debido a la homogeneización.
Esterilización de envases	M26E	Frascos vacíos	Entrada	Representa la corriente de envases/frascos de vidrio o plástico sin tratar.
	M27E	Frascos esterilizados	Salida	Representa la corriente de envases/frascos esterelizados, limpios y listos para su llenado.
Dosificación	M24E	Aceite mezclado y homogeneizado	Entrada	Representa la corriente de mezcla de aceite de CBD con aceite de oliva lista para el envasado.

OPERACIONES	CORRIENTE/ FLUJO	NOMBRE	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
Etiquetado	M27E	Frascos esterilizados	Entrada	Representa la corriente de envases/frascos esterelizados, limpios y listos para su llenado.
	M25E	Frascos con aceite de CBD	Salida	Representa la corriente con frascos de aceite de CBD, listos para ser etiquetadas.
	M25E	Frascos con aceite de CBD	Entrada	Representa la corriente de frascos con aceite de CBD que se encuentran listas para ser etiquetadas.
	M28E	Etiquetas adhesivas para el producto.	Entrada	Representa la corriente de etiquetas adhesivas que se colocan en los frascos y que contienen información relevante del producto.
	M29E	Frascos con aceite de CBD etiquetados (producto final)	Salida	Representa la corriente de frascos con aceite de CBD ya etiquetadas, listas para su posterior embalaje y distribución.

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

4.3.7. Balance de masa

Para el correspondiente balance de masa, se toma como referencia final del módulo de obtención de aceite de CBD a 100 unidades de frascos con aceite etiquetados, listos para proceder posteriormente a su embalaje. Para ello, tenemos en cuenta las siguientes consideraciones clave para determinar, mediante cálculos, los valores de las corrientes de entrada y salida en cada etapa.

Producto de referencia y potencia. Se fija 100 frascos × 10 mL, con 100 mg/mL de CBD (1.000 mg por frasco), valor presente en formulaciones comerciales en Argentina; se usa esta potencia para calcular la masa total de CBD a formular (CANNAVA, s.f.; Elea Phoenix, s.f.).

Relación CBD:THC de la genética. Para estimar el THC concomitante en el aceite (cálculo de "cannabinoides totales"), se adopta la relación CBD:THC = 16:1 reportada para el cultivar "Pachamama" (CONICET) (Cannabis CONICET, 2023).

Merma de molienda. Se aplica 1 % del material de entrada como pérdida, criterio de borde seguro cuando se usa FRITSCH PULVERISETTE 19 (FRITSCH, 2020).

Descarboxilación (condiciones de cálculo). Conversión estequiométrica CBDA → CBD + CO_2 al 100 % a 140 °C durante 30 min para balancear la masa de cannabinoides; además, humedad final de biomasa ≈2,5 % tras el horneado (Castillo Cruz & Rico Nieto, 2020). Para cuantificar la pérdida por CO_2, se usan masas molares: CBDA 358,5 g/mol y CBD 314,5 g/mol; la fracción perdida por molécula descarboxilada es 44,0/358,5 ≈ 12,27 % (PubChem, 2024).

Extracción con CO_2 supercrítico. Se emplean 34 MPa y 328 K (55 °C) y 45 min como condiciones base; el CO_2 requerido se calcula con la ecuación de Rovetto (solubilidad), y para el cierre del lazo se fija 96 % de reciclaje y 4 % de purga (Castillo Cruz & Rico Nieto, 2020).

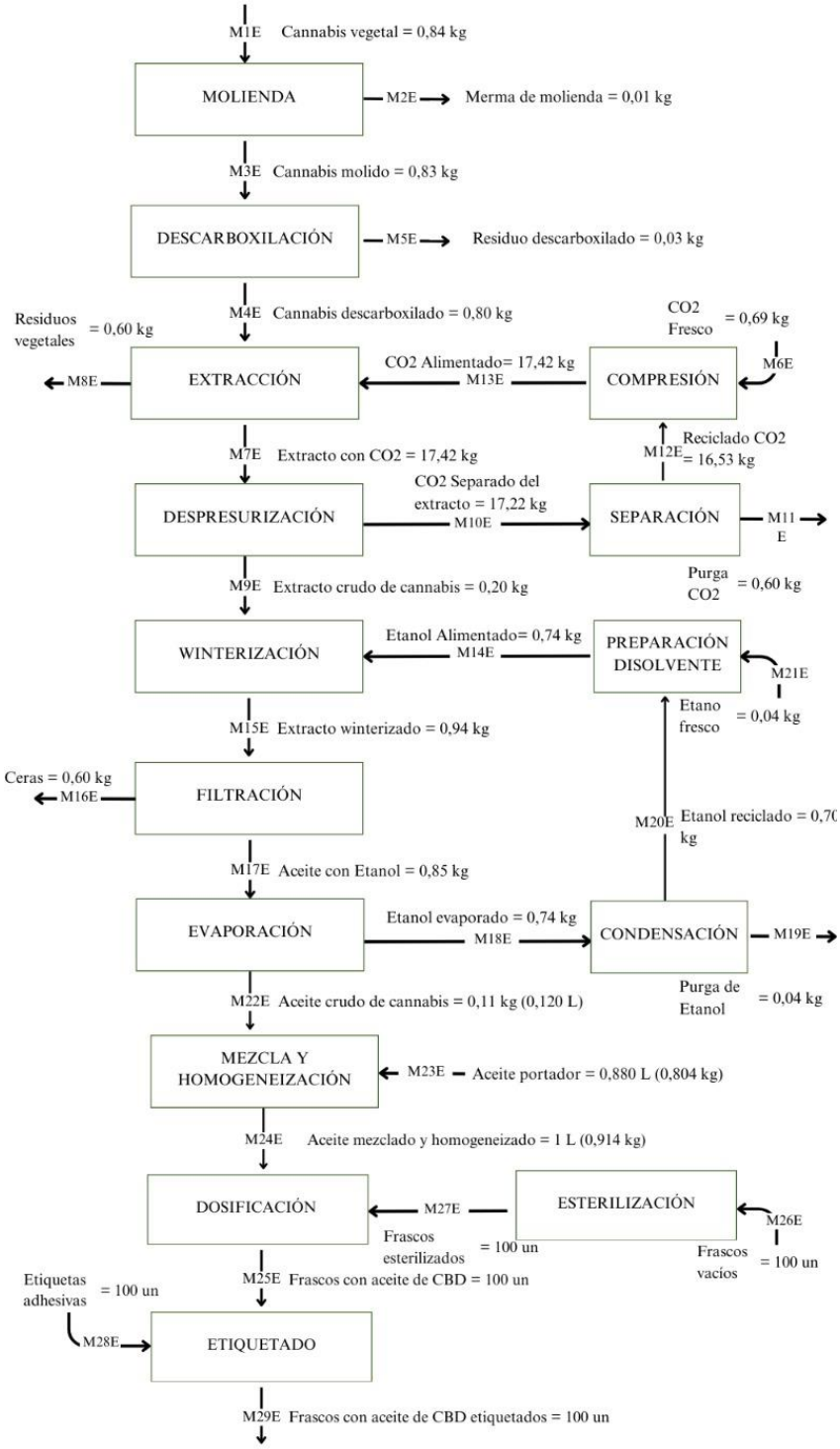
Winterización con etanol (relación solvente/aceite y frío). Para estimar la masa/volumen de etanol a cargar y la masa de ceras retiradas, se adopta 10 mL de etanol por gramo de extracto y enfriamiento ≤ −20 °C a −80 °C por ≈24 h (Addo et al., 2022; Cole-Parmer, 2019; Sorting Robotics, 2024).

Recuperación de etanol (cierre de solvente). Para balancear entradas/salidas del lazo de solvente se considera 95 % de recuperación (condensación/reciclado) y 5 % de reposición/purga (Delta Separations/aaronequipment, s.f.; Heidolph, 2022).

Aceite portador (conversión masa–volumen). Para calcular la masa de aceite de oliva necesaria para completar el volumen total (descontando el aceite crudo), se adopta $\rho = 0{,}910–0{,}916$ kg/L (se usa 0,914 kg/L en los cálculos) (Codex Alimentarius, 2015/2024).

Figura 24

Balance de masa de proceso de obtención de aceite de CBD.

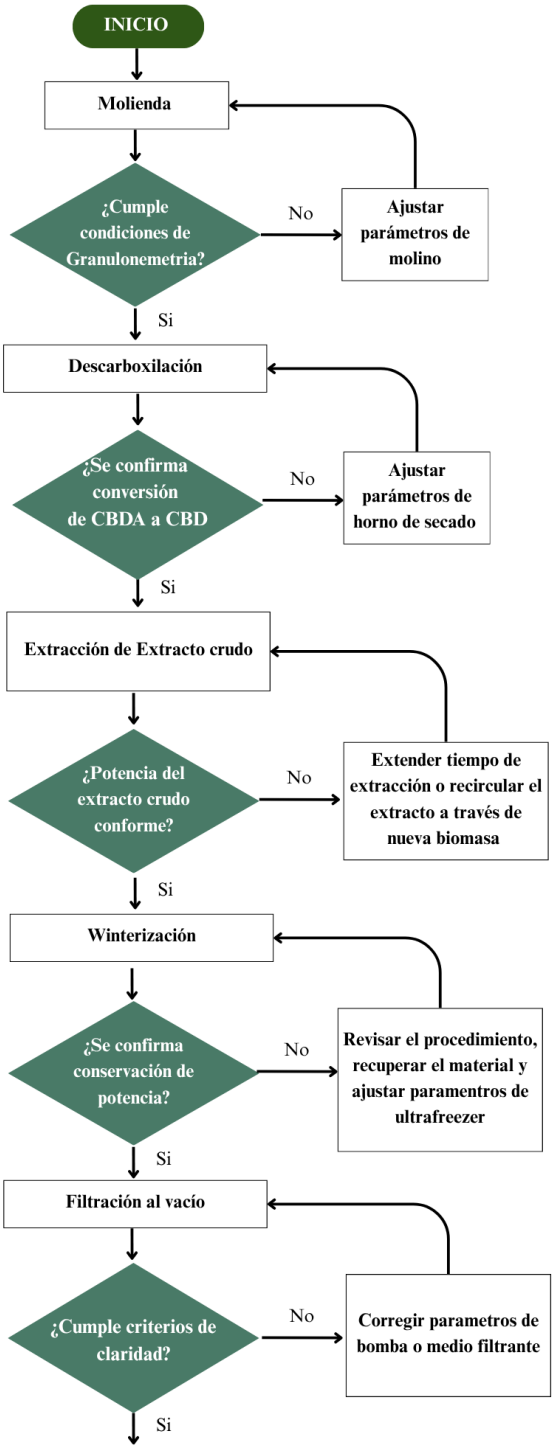


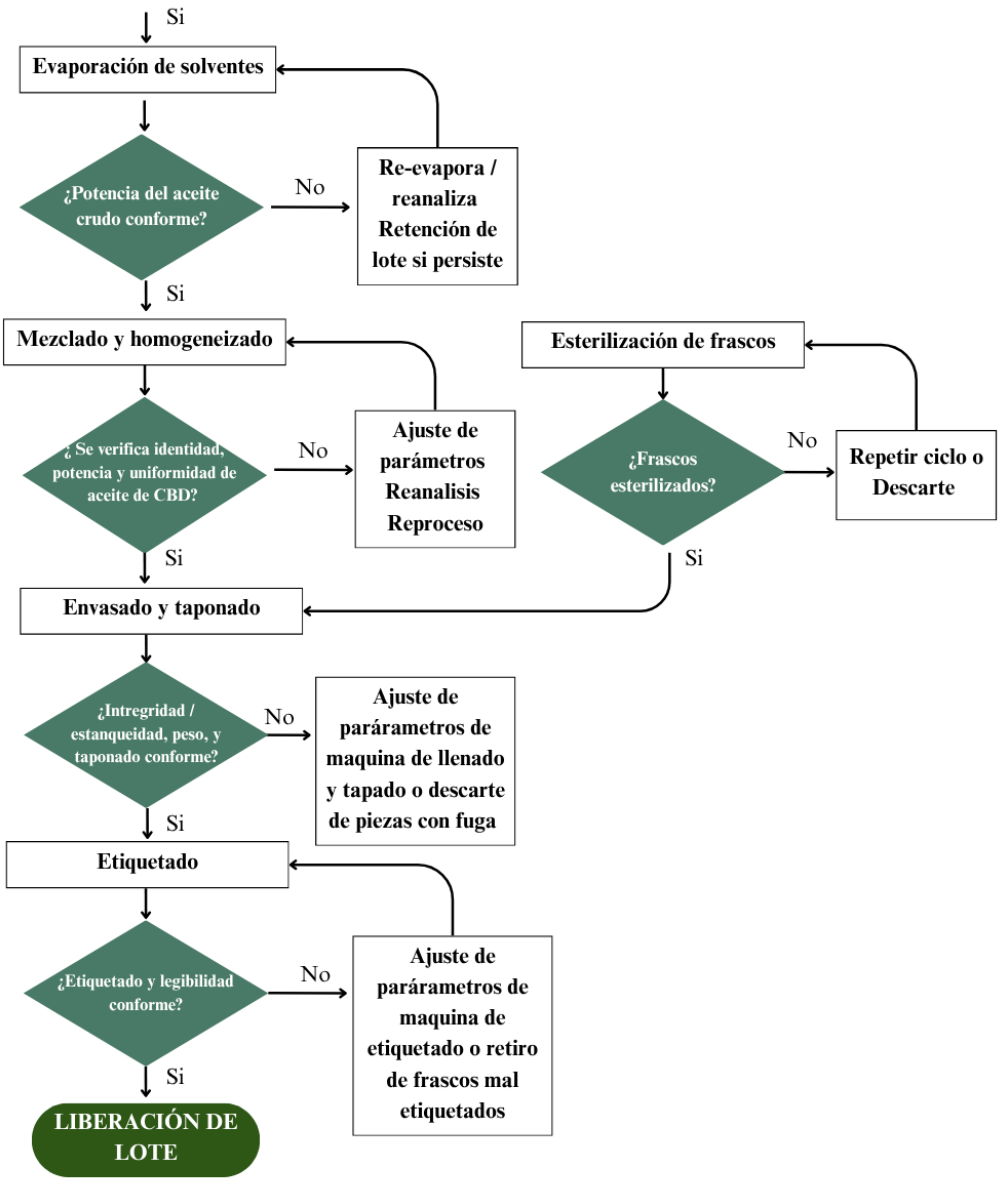
Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

4.3.8. Diagrama de flujo

Figura 25

Diagrama de flujo de proceso de obtención de aceite de CBD.





Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

4.4. Embalaje de producto final

El sistema de empaque se estructura en tres niveles y se implementa en coherencia con la Disp. ANMAT 6431/2022. En este marco, se seleccionan materiales aptos para el uso previsto.

Nivel primario: envase en contacto con el producto. Se utiliza un frasco ámbar de vidrio de 10 mL con gotero y cierre a rosca provisto de dispositivo de evidencia de apertura. El rotulado del envase primario y las leyendas de conservación se alinean con el programa de estabilidad y con los requerimientos de la Disposición ANMAT 6431/2022.

Figura 26

Frasco cuentagotas de vidrio ámbar de 10 mL con pipeta y tapa de seguridad.



Nota. Tomado de Frasco colirio gotero 10 cc con pipeta de vidrio × 24 unidades, por Mercado Libre Argentina, septiembre de 2025, https://www.mercadolibre.com.ar/frasco-colirio-gotero-10cc-con-pipeta-de-vidrio-24-unidades/up/MLAU278344232?pdp_filters=item_id:MLA783775114.

Nivel secundario: unidad de venta. Cada frasco se acondiciona en un estuche individual de 3 x 3 x 8,5 cm, dentro del cual se incorpora el prospecto. El estuche identifica, como mínimo, denominación del producto, concentración, composición/ingredientes, número de lote, fecha de vencimiento y condiciones de almacenamiento, garantizando mediante rótulo y registros, la trazabilidad y la concordancia con el expediente sanitario conforme la Disposición ANMAT 6431/2022.

Figura 27

Estuche blanco de cartulina para frasco gotero de 10 mL.



Nota. Tomado de Estuche blanco para gotero 10 mL (3 × 3 × 8,5) × 100 unidades, por Mercado Libre Argentina, septiembre de 2025, https://www.mercadolibre.com.ar/estuche-blanco-para-gotero-10-ml--3-x-3-x-85-x-100-unidades/up/MLAU305623640.

Nivel terciario: distribución y unitarización. Los estuches se agrupan manualmente en cajas corrugadas estándar de 20 x 15 x 15 cm. La matriz de carga interna se define para proteger el producto y optimizar la ocupación: con estuches de 3 x 3 cm, la caja admite 20 unidades en 4 x 5, manteniendo holguras para rellenos o separadores y evitando deformaciones del embalaje. Para la manipulación y el almacenamiento, los bultos se identifican con símbolos gráficos normalizados (frágil, este lado arriba) según ISO 780. La unidad de carga en pallet se fija mediante film estirable.

Figura 28

Caja de cartón corrugado para embalaje (20 × 15 × 15 cm).



Nota. Tomado de Cajas cartón corrugado 20×15×15 × 1 unidad – Embalaje/Mudanzas, por Mercado Libre Argentina, septiembre de 2025, https://www.mercadolibre.com.ar/cajas-carton-corrugado-20x15x15-x-1-uni-embalaje-mudanzas/up/MLAU2919829216.

Con respecto a la compatibilidad con los pallets, se toma como referencia al pallet ARLOG, con dimensiones de 1.200 x 1.000 x 145 mm. Las cajas terciarias se disponen sin voladizo orientando la arista de 15 cm sobre el lado de 1.200 mm y la arista de 20 cm sobre el lado de 1.000 mm, lo que permite una grilla por capa de 8 x 5, con un total de 40 cajas por capa. Con ocho capas, la altura es ≈ 1.200 mm, a la que se suma la altura del pallet, resultando ≈ 1,345 m totales. Con 20 estuches por caja, la unidad de carga totaliza 320 cajas por pallet, equivalentes a 6.400 unidades terminadas. La estabilización de la unidad de carga se realiza mediante película estirable, cantoneras y, cuando corresponda, flejado. Los bultos de expedición se rotulan con los símbolos normalizados para manipuleo y almacenamiento según ISO 780 y con etiquetas operativas y se registran en remitos/packing list, asegurando trazabilidad documental-física.

Figura 29

Pallet de madera tipo ARLOG para carga y transporte industrial.



Nota. Tomado de Pallet ARLOG, por Intrapal, septiembre de 2025, https://intrapal.com.ar/productos/pallet-arlog/.

4.5. Localización

Para la selección de la ubicación del proyecto, se decidió realizar una comparativa zonal entre tres parques industriales de la provincia de Salta. Estos son: Parque Industrial de la Ciudad de Salta, de General Güemes y de General Mosconi. Se eligen estas ubicaciones porque, a diferencia de zonas urbanas residenciales, en los parques industriales está habilitada la radicación de industrias de este tipo y cuentan con infraestructuras adecuadas para nuestras necesidades.

El proyecto contempla el uso de infraestructuras industriales para el cultivo hidropónico y áreas de procesamiento para extraer el CBD, además de oficinas administrativas y laboratorios. Dado el carácter industrial, se requiere un entorno donde se puedan suministrar servicios esenciales y donde la gestión de residuos se realice de forma segura y conforme a la normativa ambiental.

Parque Industrial de Salta. Ubicado al sureste de la Ciudad de Salta, cerca del río Arias/Arenales, con más de 150 hectáreas. Está completamente equipado con infraestructura de servicios (agua corriente propia, red eléctrica de media tensión, gas natural, alcantarillado, telecomunicaciones). Se accede por Av. Rodríguez Durañona conectando con rutas provinciales y circunvalaciones de la ciudad.

Parque Industrial de General Güemes. Ubicado 50 km al sureste de Salta Capital, a las afueras de la ciudad de Gral. Güemes, sobre la Ruta Nacional 34 (km 1.132). Posee unas 430 hectáreas de superficie activa planificada. Su localización está en el nudo logístico del NOA, con acceso directo tanto a la RN34 como a la RN9, que conectan hacia el sur del país y hacia Bolivia. Posee infraestructura completa de servicios (calles internas pavimentadas, energía, agua potable, gas natural, internet, desagües).

Parque Industrial de General Mosconi. Ubicado en el norte de la provincia de Salta (Departamento San Martín), dentro de la localidad de Gral. Enrique Mosconi, sobre la RN 34 (km 1.425). Se encuentra a ~340 km de la Ciudad de Salta, muy próximo a Tartagal y relativamente cerca de la frontera con Bolivia. Es un parque industrial con un predio oficial de alrededor de 24 hectáreas habilitadas. Cuenta con los servicios básicos instalados: agua industrial, energía eléctrica, gas natural, telefonía e internet, calles pavimentadas y desagües pluviales.

4.5.1. Factores de evaluación y peso asignado

Se consideraron siete factores críticos:

Disponibilidad de energía eléctrica (15%). Considera la existencia y confiabilidad del suministro eléctrico en la zona. Incluye la capacidad de la red para abastecer el consumo elevado, la calidad y estabilidad del servicio (mínimos cortes o fluctuaciones) y la posibilidad de contar con líneas de media tensión o subestaciones cercanas para soportar la demanda industrial. El factor es crítico, ya que el cultivo hidropónico y el procesamiento de aceite dependen de energía continua.

Disponibilidad de agua (15%). Considera la fuente, cantidad y confiabilidad del abastecimiento de agua en cada ubicación. El cultivo hidropónico requiere un suministro constante de agua para preparar soluciones nutritivas, y el proceso de extracción puede usar agua en enfriamiento o limpieza. Se evalúa si el parque cuenta con red de agua potable o industrial propia, la capacidad, y la regularidad del servicio. También se toma en cuenta la disposición de efluentes líquidos: existencia de desagües o plantas de tratamiento para aguas residuales industriales. Este factor es crítico porque sin agua adecuada el sistema hidropónico no puede operar correctamente.

Disponibilidad y costo de mano de obra (10%). Engloba la cantidad y calificación de la fuerza laboral local, así como el costo salarial promedio. Se analiza si cerca de la ubicación hay suficiente mano de obra calificada para los puestos clave y mano de obra general para tareas operativas. Este factor tiene un peso medio porque operar una planta de estas características requiere talento humano disponible; sin personal idóneo o suficiente, el proyecto no sería viable, o implicaría costos extra de reubicación de personal externo.

Logística y costos de transporte (15%). Evalúa la facilidad de acceso y distribución, así como los costos asociados para transporte de insumos y productos. Aquí se analiza la conectividad vial, la disponibilidad de opciones de transporte de carga y la distancia a los principales centros logísticos o de consumo que inciden en el costo por km. Dado que el mercado objetivo abarca el NOA, es importante que la ubicación permita enviar el producto terminado de forma eficiente. Este factor es crítico ya que la competitividad del negocio puede depender de los gastos logísticos.

Cercanía de proveedores (10%). Mide la proximidad a las fuentes de insumos clave y servicios proveedores para la operación. Incluye considerar de dónde se obtendrán insumos agrícolas, insumos industriales, así como disponibilidad local de servicios técnicos. Una ubicación cercana a proveedores facilita el aprovisionamiento rápido y a menor costo. Por el contrario, implicaría depender de traer insumos desde otras provincias con mayor costo y tiempo. Este factor tiene un peso medio, porque si bien es importante contar con insumos a tiempo, estos pueden almacenarse o traerse periódicamente.

Cercanía del mercado consumidor (15%). Considera la proximidad a los centros de demanda de nuestro producto y las facilidades para la distribución comercial. Estar cerca de los mercados regionales supone ventajas en tiempos de entrega, costos de envío y networking

comercial. Aquí se analiza la distancia a las principales ciudades del NOA. Una ubicación central puede servir como hub logístico. Este factor se pondera con peso crítico, dado que, con buenos sistemas de transporte, se puede distribuir desde cualquier punto, cuanto más cerca estemos de un gran centro urbano, más fácil será manejar la comercialización y responder al mercado.

Costo y disponibilidad de terrenos (20%). Considera el costo de adquisición o alquiler y la disponibilidad de espacio suficiente para instalar la planta y futuras expansiones. Se toma en cuenta el precio de venta o alquiler en cada PI, existencia de parcelas libres, y posibilidades de ampliación en caso de crecimiento. Este factor tiene el mayor peso relativo por su incidencia en la inversión inicial, inversión en adecuaciones edilicias y la escalabilidad del proyecto.

4.5.2. Calificación de factores por zona y evaluación de localización por matriz ponderada

Disponibilidad de energía eléctrica

Salta (5/5). El PI opera con distribución en media tensión y cercanía a centros de transformación, lo que facilita acometidas dimensionadas a demanda y ampliaciones de potencia sin modificaciones estructurales mayores.

Gral. Güemes (4/5). La red interna y el entorno de infraestructura se diseñaron para usos industriales con posibilidad de crecimiento. La factibilidad de conexión es adecuada y admite escalamiento, aunque el aumento de ocupación del parque puede requerir refuerzos de capacidad y coordinación de obras de media tensión a mediano plazo.

Gral. Mosconi (3/5). La red disponible habilita la operación estándar, pero la localización presenta mayor exposición a interrupciones y variaciones. Para un proceso con cargas sensibles se recomienda prever respaldo (grupo electrógeno y UPS).

Disponibilidad de agua

Salta (4/5). El parque dispone de abastecimiento por red y pozos propios con distribución interna. La base de caudal y la presión son estables para la escala proyectada, con evacuación mediante desagües del parque.

Gral. Güemes (4/5). El servicio contempla provisión para procesos industriales con caudal y presión compatibles. La coordinación con la administración del parque permite programar demandas pico sin afectar continuidad.

Gral. Mosconi (2/5). Existen intermitencias en la distribución del agua. Para garantizar operación se requiere esquema de reservas mayores, monitoreo de caudales disponibles y plan de contingencia frente a variaciones de servicio.

Disponibilidad y costo de mano de obra

Salta (5/5). La capital concentra oferta de perfiles técnicos y profesionales para operación, control de calidad y laboratorio, además de servicios especializados. La cobertura es atendible sin relocalizaciones extensas y con tiempos de reemplazo acotados.

Gral. Güemes (4/5). La base local cubre funciones operativas y técnicas intermedias. La proximidad a Salta y Jujuy posibilita incorporar perfiles específicos mediante traslados diarios, con impacto moderado en costos de personal.

Gral. Mosconi (2/5). La oferta de perfiles calificados es reducida. Posiciones técnicas y de laboratorio requerirían reclutamiento fuera de la zona, con mayores costos de incorporación y mayor exposición a vacancias.

Logística y costos de transporte

Salta (4/5). Los accesos urbanos conectan con la red troncal regional, permitiendo abastecimiento y despacho en ventanas operativas razonables hacia capitales del NOA, a través de transporte carretero y servicios logísticos locales.

Gral. Güemes (4/5). La ubicación sobre corredores troncales y la cercanía a servicios ferroviarios reducen tiempos y costos de traslado tanto para insumos como para producto terminado. La posibilidad de articular nodos (carretero/ferroviario) amplía alternativas operativas y soporta incrementos de volumen sin cambios sustanciales.

Gral. Mosconi (2/5). Las distancias a nodos logísticos y principales centros de consumo aumenta el lead time y los costos por kilómetro. La planificación exige mayores stocks de seguridad y programaciones de transporte con antelación para mantener niveles de servicio.

Cercanía de proveedores

Salta (5/5). La concentración de insumos agrícolas e industriales, servicios técnicos y laboratorios permite reposición rápida de críticos, contratación de mantenimientos y calibraciones en plazos cortos y reducción de tiempos de inactividad.

Gral. Güemes (4/5). La oferta local del parque se complementa con provisión diaria desde Salta y Jujuy. Para insumos y servicios de mayor especialización se recurre a la capital con plazos acotados, manteniendo inventarios operativos estándar.

Gral. Mosconi (2/5). La dependencia de proveedores distantes incrementa plazos y costos de reposición. Se requiere plan de abastecimiento con mayor cobertura de stock para mitigar riesgos de quiebre y contingencias de mantenimiento.

Cercanía del mercado consumidor

Salta (5/5). La proximidad a la demanda regional y a los actores institucionales facilita entregas de corta distancia, gestión comercial y soporte posventa. La distribución al resto del NOA se realiza con frecuencias regulares desde la capital.

Gral. Güemes (4/5). La localización próxima a Salta y Jujuy permite coberturas similares en tiempos de entrega. La interacción con clientes e instituciones se realiza con traslados cortos a la capital cuando corresponde.

Gral. Mosconi (2/5). El mercado inmediato es acotado y las capitales provinciales se encuentran a mayor distancia, incrementando tiempos de entrega y costos comerciales.

Costo y disponibilidad de terrenos

Salta (3/5). La disponibilidad actual dentro del parque es limitada y los valores relativos son más altos. El asentamiento del proyecto aprovecha infraestructura existente, aunque la posibilidad de expansión es menor, pudiendo requerir soluciones fuera del predio ante crecimientos relevantes.

Gral. Güemes (5/5). Existe oferta de lotes con valores competitivos y alternativas de ampliación dentro del mismo parque, ya que se encuentra en etapa de expansión, por lo tanto, es posible considerar la disponibilidad de terrenos.

Gral. Mosconi (4/5). Hay disponibilidad de parcelas a bajo costo en un parque de menor escala total. La expansión sostenida podría requerir nuevas superficies fuera del predio en horizontes de mayor crecimiento.

Tabla 9

Método cuantitativo por puntos para localización.

FACTOR	PESO	PI SALTA		PI GRAL. GÜEMES		PI GRAL. MOSCONI	
		CALIFI_CACIÓN	PONDE_RACIÓN	CALIFI_CACIÓN	PONDE_RACIÓN	CALIFI_CACIÓN	PONDE_RACIÓN
Disponibilidad de energía eléctrica	0,15	5	0,75	4	0,6	3	0,45
Disponibilidad de agua	0,15	5	0,6	4	0,6	2	0,3
Disponibilidad y costo de mano de obra	0,1	5	0,5	4	0,4	2	0,2
Logística y costos de transporte	0,15	4	0,6	4	0,6	2	0,3
Cercanía de proveedores	0,10	5	0,5	4	0,4	2	0,2
Cercanía del mercado consumidor	0,15	5	0,75	4	0,6	2	0,3
Costo y disponibilidad de terrenos	0,2	3	0,6	5	1	4	0,8
TOTAL	**1**		**4,45**		**4,2**		**2,55**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

En función de los resultados obtenidos, la localización en el PI de Salta resulta la alternativa preferente según la matriz. La decisión se sostiene, por la disponibilidad y confiabilidad de los servicios críticos que demanda el proceso y la disponibilidad de mano de obra calificada en la capital provincial. La proximidad a proveedores reduce tiempos de reposición y de intervención ante contingencias, lo que mejora la continuidad operativa. En el mismo sentido, la cercanía al mercado regional simplifica la distribución y la gestión comercial. Si bien el PI de General Güemes presenta ventajas en logística troncal y en disponibilidad de suelo, en esta etapa, radicar la planta en la capital salteña presenta ventajas operativas identificadas. El PI de General Mosconi, por su parte, presenta restricciones en abastecimiento de agua, distancia a proveedores y mercados, y menor oferta de perfiles técnicos, condiciones que incrementan costos y riesgos de continuidad.

En consecuencia, se propone seleccionar la localización del proyecto en el PI de Salta. Como medida de gestión, se sugiere mantener el PI de General Güemes como opción de expansión/ contingencia operativa.

4.5.3. Ubicación seleccionada, macrolocalización y microlocalización

El inmueble a alquilar está ubicado sobre Av. Rodríguez Durañona, con nave de techo parabólico, oficinas administrativas, sala de reuniones, área de comedor, laboratorio y vestuarios con duchas. Dispone de agua, gas y energía eléctrica. La superficie total del predio es de ≈3.900 m², con ≈1.250 m² cubiertos, y el alquiler del mismo es de USD 4.000/mes.

Con respecto a la macrolocalización, las imágenes sitúan el predio dentro del sistema territorial del NOA y, a escala metropolitana, dentro del área de Salta. La primera imagen muestra la posición relativa del PI de Salta respecto del corredor vial RN 9–RN 34 y su relación con las capitales provinciales del NOA. La segunda imagen aproxima la escala urbana para representar los accesos desde la trama de Salta al parque y su vinculación con circunvalaciones y colectoras.

Figura 30

Macrolocalización del proyecto (imagen 1).



Figura 31

Macrolocalización del proyecto (imagen 2).



Nota. Tomados de *Google Maps*, capturado en septiembre de 2025, https://www.google.com/maps.

Con respecto a la microlocalización, las imágenes documentan el emplazamiento específico sobre Av. Rodríguez Durañona y el entorno inmediato de carácter industrial. La primera imagen satelital identifica frentes y accesos, y continuidad de calzadas aptas para tránsito pesado. La segunda imagen delimita el lote mediante polígono de medición y consigna las métricas obtenidas de forma aproximada, permitiendo reconocer la implantación de la nave respecto del frente, los retiros laterales y la superficie disponible para playa de maniobras, estacionamiento y eventuales ampliaciones, así como la ubicación funcional de accesos y posibles acometidas de servicios dentro del predio.

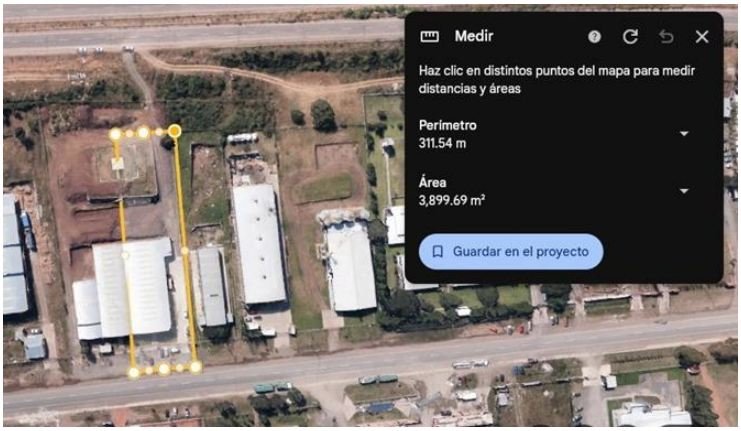
Figura 32

Microlocalización del proyecto (imagen 1).



Figura 33

Microlocalización del proyecto (imagen 2).



Nota. Tomados de *Google Earth Pro*, capturado en septiembre de 2025, https://earth.google.com.

4.6. Layout

El layout se desarrolla en una nave industrial con bloque administrativo integrado con delimitación constructiva al frente y áreas técnicas y productivas dentro del volumen principal. La distribución se define a partir de las dimensiones disponibles, los accesos existentes y los requerimientos de proceso para cultivo hidropónico RDWC, acondicionamiento de MP y obtención de aceite de CBD.

El criterio de diseño establece una secuencia funcional continua para materiales y personal, con pasillos técnicos dimensionados para operación y mantenimiento, segregación física de laboratorio y plantas de tratamiento, y reservas perimetrales para instalaciones. Las circulaciones se plantean minimizando cruces entre flujos limpios, operaciones con solventes, y se prevén distancias entre equipos y locales según necesidades de operación y ventilación.

A continuación, se detallan los sectores que componen el layout de la planta, identificados con su número de referencia correspondiente.

Tabla 10

Identificación de sectores del layout de la planta productiva.

N°	SECTOR
1	Oficina
2	Oficina
3	Recepción
4	Oficina
5	Baños
6	Cocina/comedor
7	Baños y vestuarios
8	Oficina
9	Sala de capacitaciones y reuniones
10	Oficina
11	Sector de germinación
12	Sala de cultivo hidropónico
13	Sala de secado y curado
14	Sala de preparación y almacenamiento de MP
15	Sala de acondicionamiento de la MP
16	Sala de extracción de aceite crudo de CBD
17	Sala de refinamiento de aceite crudo de CBD
18	Sala de obtención de aceite de CBD
19	Sala de envasado de aceite de CBD
20	Sala de embalaje de producto final
21	Laboratorio de calidad
22	Laboratorio de tratamiento de agua de proceso
23	Laboratorio de tratamiento de efluente

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Figura 34

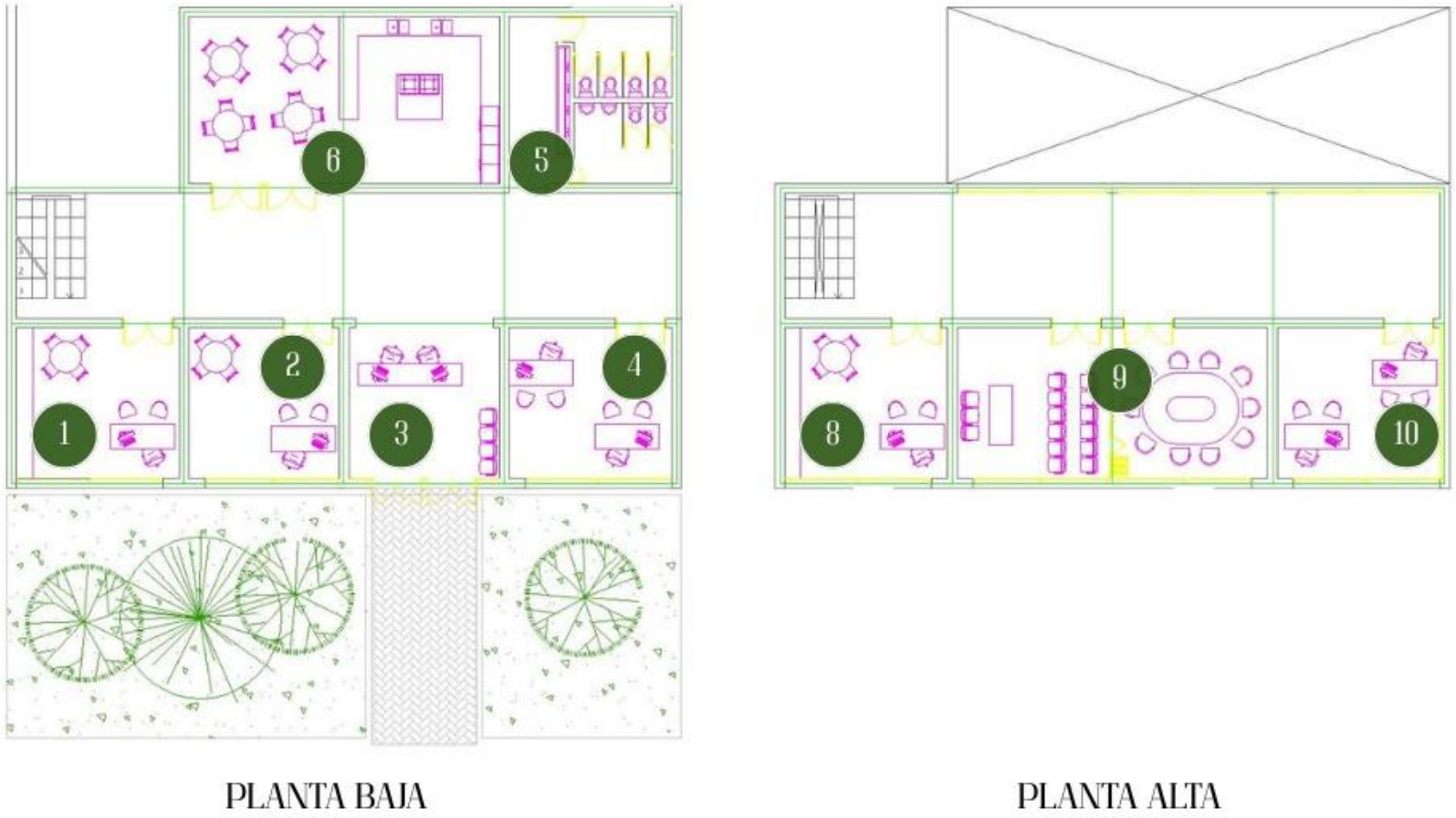
Layout general del proyecto: planta alta y planta baja.



Nota. Elaboración propia en *AutoCAD*, septiembre de 2025.

Figura 35

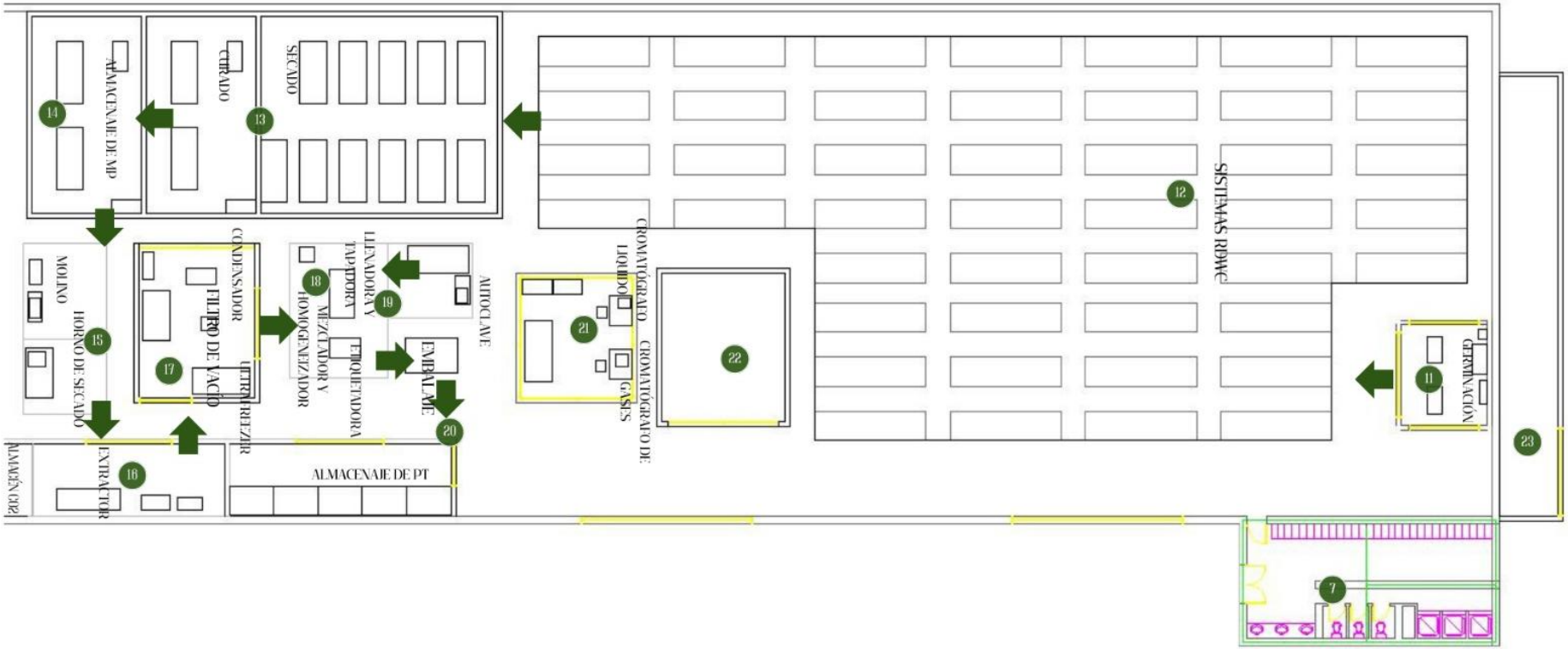
Layout del área administrativa de la planta.



Nota. Elaboración propia en *AutoCAD*, septiembre de 2025.

Figura 36

Layout del área de producción de la planta.



Nota. Elaboración propia en *AutoCAD*, septiembre de 2025.

4.7. Conclusiones

El capítulo establece la ruta de proceso y los parámetros técnicos de referencia. Se realiza el cultivo en sistema RDWC con los controles necesarios para obtener la materia prima y, en forma integrada, se desarrolla el proceso de obtención de aceite de CBD mediante acondicionamiento, extracción con CO_2, refinamiento, formulación y envasado. Los diagramas y balances permiten estimar capacidades, consumos y utilidades; el plan de control de calidad define puntos de muestreo, criterios de liberación por etapa y de producto, y responsables. El análisis de localización en la provincia de Salta conduce a la selección del emplazamiento y, en consecuencia, a la determinación del layout consistente con los equipos y a los espacios requeridos. Con estas definiciones, el estudio técnico provee el fundamento técnico para el desarrollo de los capítulos organizacional, ambiental y económico que continúan el documento.

5. ESTUDIO ORGANIZACIONAL

5.1. Introducción

El presente capítulo expone la estructura y la gestión organizativa previstas para un proyecto en etapa inicial dedicado a la producción, control de calidad y comercialización de aceite de CBD bajo el marco regulatorio vigente. Se consideran áreas funcionales con jerarquías simplificadas y posibles acumulaciones de responsabilidades por persona. Se presentan la misión, visión y valores que orientan la gestión, el organigrama con la distribución jerárquica y funcional, y el manual de funciones con la definición de roles y responsabilidades. Se caracteriza la dotación requerida, los perfiles de puestos clave y los regímenes de jornada aplicables, así como los convenios colectivos y su alcance según actividad. Asimismo, se describen los servicios tercerizados necesarios para asegurar trazabilidad, cumplimiento normativo y continuidad operativa, y se establecen interfaces de trabajo con asesores externos. El capítulo proporciona un mapa organizacional que actúa como insumo para la planificación operativa, la coordinación entre áreas y el control interno.

5.2. Misión

Mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas mediante la producción y comercialización de aceite de CBD de alta calidad, garantizando un proceso controlado y seguro desde el cultivo hasta el producto final.

5.3. Visión

Ser la empresa líder en Argentina en la producción de aceite de CBD de grado medicinal, destacándonos por la calidad, transparencia y sustentabilidad de nuestros procesos. Buscamos consolidarnos como la opción de referencia en el mercado, promoviendo el acceso responsable a

productos derivados del cannabis, impulsando la investigación científica y contribuyendo al desarrollo de un sector regulado y confiable.

5.4. Valores

Calidad y seguridad. Garantizamos que cada etapa de producción cumpla con los estándares de pureza y eficacia, asegurando la confianza de clientes y profesionales de la salud.

Sostenibilidad. Implementamos prácticas responsables en el cultivo hidropónico y en la producción, minimizando el impacto ambiental mediante el uso eficiente de los recursos y la reducción de residuos.

Compromiso con la salud. Nos orientamos a ofrecer soluciones terapéuticas que contribuyan al bienestar de nuestros consumidores, respaldando nuestros productos con investigación y desarrollo en conjunto con el sector médico y científico.

Ética. Actuamos con responsabilidad y honestidad en cada etapa, asegurando el cumplimiento de normativas legales y promoviendo la educación sobre el uso seguro de CBD.

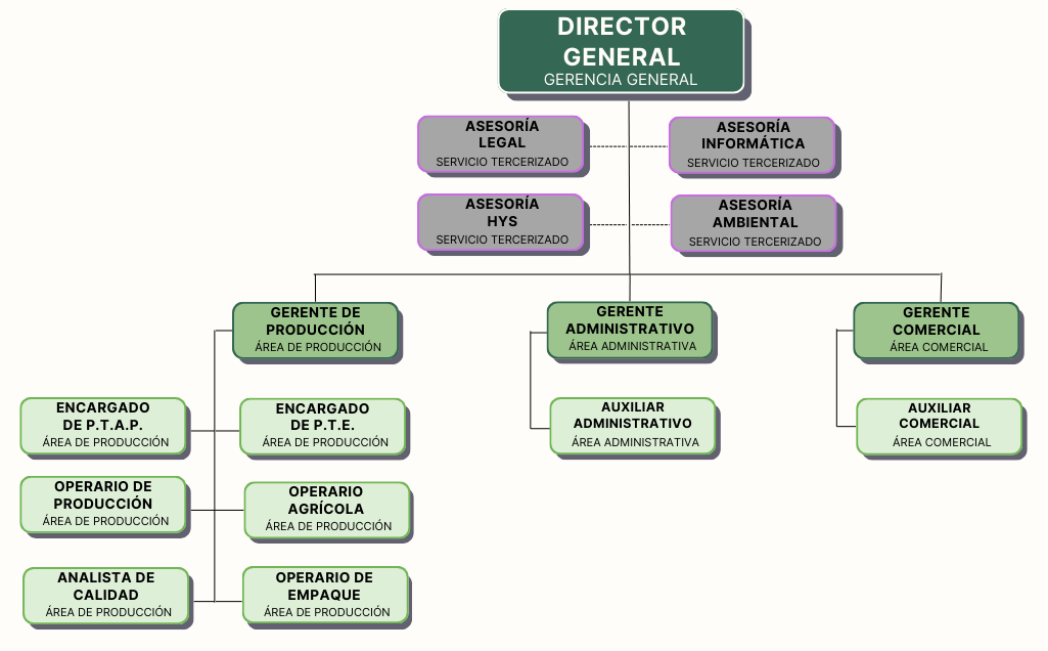
5.5. Estructura organizativa

5.5.1. Organigrama

El organigrama de la empresa define la estructura organizativa, incluyendo los niveles jerárquicos, áreas funcionales y responsabilidades de cada puesto de trabajo. La estructura se define de la siguiente manera:

Figura 37

Organigrama.



Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

5.5.2. Descripción de puestos y funciones

Para el funcionamiento de la empresa y la coordinación de los procesos productivos, administrativos y comerciales, se establecen de manera estructurada los puestos de trabajo. Se describen las funciones y responsabilidades de cada puesto, la jerarquía organizativa, los requisitos mínimos y las habilidades requeridas para su desempeño.

Tabla 11

Manual de funciones de puestos de trabajo.

1. Información básica del puesto	
Nombre del cargo:	Director General
Área:	Gerencia General
Responde a:	Accionistas
Subordinados a cargo:	Toda la organización
2. Naturaleza del puesto	

Conducción ejecutiva. Define estrategia, asigna recursos y controla resultados para asegurar la sostenibilidad del negocio.
3. Funciones y responsabilidades
1. Planificar la estrategia a corto/mediano/largo plazo. 2. Establecer objetivos, políticas y métricas de gestión. 3. Controlar desempeño de áreas y aprobar planes/presupuestos. 4. Representar a la empresa ante organismos y terceros. 5. Asegurar cumplimiento normativo (legal, ambiental, calidad, H&S).

4. Requisitos Mínimos para el puesto	
Formación académica:	Grado en Adm. de Empresas/Economía/Ing. Industrial o afines; posgrado en gestión administrativa(deseable).
Experiencia:	≥5 años en dirección o gerencias generales.
Habilidades:	1. Liderazgo. 2. Análisis financiero y de riesgos. 3. Toma de decisiones. 4. Comunicación y negociación. 5. Trabajo en equipo.
Conocimientos adicionales:	1. Dominio avanzado de Microsoft Office. 2. Dominio Software ERP de gestión. 3. Inglés avanzado. Nota: requerimiento de inglés avanzado para interpretación de documentación técnica y normativa, negociación con proveedores y revisión de manuales.

1. Información básica del puesto	
Nombre del cargo:	Gerente de Producción
Área:	Producción
Responde a:	Director General
Subordinados a cargo:	Encargado de P.T.A.P. Encargado de P.T.E. Analista de calidad Operario agrícola Operario de producción Operario de empaque/almacén

2. Naturaleza del puesto
Planifica, coordina y controla cultivo hidropónico, extracción/refinado y empaque. Asegura utilidades (agua de proceso), tratamiento de efluentes, calidad y seguridad.
3. Funciones y responsabilidades
1. Planificar la producción y asignar recursos por etapa. 2. Coordinar ejecución de cultivo, extracción/refinado y empaque. 3. Revisar registros y liberar/retener producto según desvíos. 4. Dirigir y capacitar al equipo; coordinar auditorías e inspecciones. 5. Gestionar mantenimiento preventivo/correctivo y repuestos críticos. 6. Coordinar PTAP y PTE con Calidad, Ambiental e HyS.

4. Requisitos Mínimos para el puesto	
Formación académica:	Ing. Agronómica/Química/Industrial/Electromecánica o afines; posgrado en hidroponía/cannabis (deseable).
Experiencia:	≥5 años en gerencias de producción.

Habilidades:	1. Gestión integral de procesos. 2. Análisis de datos. 3. Toma de decisiones. 4. Gestión de mantenimiento. 5. Trabajo en equipo.
Conocimientos adicionales:	1. Dominio avanzado de Microsoft Office. 2. Dominio Software ERP de producción. 3. Normativas aplicables a cannabis medicinal. 4. Inglés avanzado. Nota: requerimiento de inglés avanzado para revisión de manuales de equipos, procedimientos y documentación técnica.

1. Información básica del puesto	
Nombre del cargo:	Gerente Administrativo
Área:	Administrativa
Responde a:	Director General
Subordinados a cargo:	Auxiliar administrativo

2. Naturaleza del puesto

Administra finanzas, contabilidad, compras y RR.HH. de acuerdo con normas fiscales y laborales.

3. Funciones y responsabilidades

1. Planificar y controlar flujo de fondos y estados financieros.
2. Elaborar reportes contables/financieros.
3. Gestionar compras y contratos; negociar con proveedores.
4. Administrar nómina, selección y capacitación.
5. Verificar cumplimiento fiscal/laboral y soportar auditorías.

4. Requisitos Mínimos para el puesto

Formación académica:	Contador/Adm. de Empresas/RR.HH. o afines; posgrado en finanzas/tributación (deseable).
Experiencia:	≥3 años en gerencias administrativas.
Habilidades:	1. Liderazgo. 2. Análisis y resolución de problemas. 3. Negociación. 4. Gestión por indicadores. 5. Trabajo en equipo.
Conocimientos adicionales:	1. Dominio avanzado de Microsoft Office. 2. Dominio Software ERP de contabilidad/finanzas/compras/recursos humanos. 3. Normativas fiscal y comercial. 4. Normativas contables y de auditoría. 5. Normativas de gestión de contratos, de servicios, compras o laborales. 6. Inglés intermedio-avanzado. Nota: Requerimiento de inglés intermedio - avanzado para negociación con proveedores, gestión de contratos y compras.

1. Información básica del puesto	
Nombre del cargo:	Gerente Comercial
Área:	Comercial
Responde a:	Director General
Subordinados a cargo:	Auxiliar comercial

2. Naturaleza del puesto

Diseña y ejecuta estrategias comerciales y controla ventas, definición de precios y distribución.
3. Funciones y responsabilidades
1. Planificar estrategias de marketing/ventas y metas. 2. Coordinar gestión de ventas, stock y cadena de suministro. 3. Negociar con clientes clave y acuerdos comerciales. 4. Analizar mercado/competencia y definir precios/promociones. 5. Controlar documentación de despacho y facturación. 6. Dirigir y capacitar al equipo comercial.

4. Requisitos Mínimos para el puesto	
Formación académica:	Lic. en Marketing/Adm. de Empresas o afines; posgrado comercial (deseable).
Experiencia:	≥3 años en áreas comerciales/ventas.
Habilidades:	1. Liderazgo. 2. Negociación. 3. Planificación comercial. 4. Análisis de métricas. 5. Comunicación. 6. Trabajo en equipo.
Conocimientos adicionales:	1. Dominio avanzado de Microsoft Office. 2. Dominio Software ERP de ventas/facturación. 3. Normativas comerciales, logísticas y de distribución. 4. Marketing digital. 5. Inglés intermedio - avanzado. Nota: requerimiento de inglés intermedio - avanzado para compra de materiales comerciales, gestión de contratos y análisis de mercado.

1. Información básica del puesto	
Nombre del cargo:	Encargado de Planta de Tratamiento de Efluentes (P.T.E.)
Área:	Producción
Responde a:	Gerente de Producción
Subordinados a cargo:	No posee

2. Naturaleza del puesto
Opera y mantiene el PTE, asegurando parámetros de vuelco y trazabilidad.
3. Funciones y responsabilidades
1. Planificar y ejecutar la operación diaria; asegurar continuidad. 2. Controlar límites de vuelco y permisos; calibrar/verificar instrumentos. 3. Gestionar reactivos, lodos y residuos con registros y manifiestos. 4. Mantener planillas y reportes al prestador; atender inspecciones. 5. Aplicar POE y planes de contingencia; coordinar con Producción/Calidad.

4. Requisitos Mínimos para el puesto	
Formación académica:	Ing. Química/Industrial/Alimentos o afines; posgrado en tratamiento (deseable).
Experiencia:	≥2 años en plantas de efluentes/potabilización.
Habilidades:	1. Operación y mantenimiento. 2. Lectura de planos. 3. Gestión documental. 4. Detección de desvíos. 5. Seguridad. 6. Trabajo en equipo.

Conocimientos adicionales:	1. Dominio intermedio de Microsoft Office. 2. Manejo de instrumentos de medición. 3. Conocimiento del marco normativo local de efluentes.

1. Información básica del puesto	
Nombre del cargo:	Encargado de Planta de Tratamiento de Agua de Proceso (P.T.A.P.)
Área:	Producción
Responde a:	Gerente de Producción
Subordinados a cargo:	No posee

2. Naturaleza del puesto

Planifica, opera y mantiene la PTAP para cumplir consignas de pH/CE/caudal y asegurar suministro al sistema hidropónico.

3. Funciones y responsabilidades

1. Asegurar producción diaria según consignas.
2. Supervisar parámetros y ejecutar retrolavados/limpiezas/cambios de medios.
3. Gestionar stocks de químicos/consumibles y repuestos.
4. Mantener planillas y reportes; coordinar verificaciones y servicios.
5. Aplicar POE y seguridad química; coordinar con Producción/Calidad.
6. Proponer mejoras para reducir consumos y paradas.

4. Requisitos Mínimos para el puesto

Formación académica:	Ing. Química/Industrial/Alimentos o afines.
Experiencia:	≥2 años en tratamiento de agua de proceso.
Habilidades:	1. Operación y mantenimiento. 2. Lectura de planos. 3. Gestión documental. 4. Seguridad. 5. Trabajo en equipo.
Conocimientos adicionales:	1. Dominio intermedio de Microsoft Office. 2. Software ERP de inventario. 3. Manejo de instrumentos de medición. 4. Conocimiento del marco normativo local de efluentes.

1. Información básica del puesto	
Nombre del cargo:	Analista de calidad
Área:	Producción
Responde a:	Gerente de Producción
Subordinados a cargo:	No posee

2. Naturaleza del puesto

Ejecuta control de calidad de materias primas, proceso y producto; emite informes para liberar/retener/rechazar.

3. Funciones y responsabilidades

1. Planificar muestreo y trazabilidad por lote en cultivo y proceso.
2. Realizar ensayos, verificar idoneidad del sistema y control de instrumentos.
3. Comparar contra especificaciones y reportar resultados y acciones.
4. Capacitar al personal en muestreo y registros; asistir auditorías.

4. Requisitos Mínimos para el puesto

Formación académica:	Lic. en Química/Bioquímica/Farmacia o afines.
Experiencia:	≥2 años en control de calidad industrial.

Habilidades:	1. Gestión documental. 2. ensayos instrumentales. 3. Análisis crítico. 4. Gestión de desvíos. 5. Trabajo en equipo.
Conocimientos adicionales:	1. Dominio intermedio de Microsoft Office. 2. Conocimiento técnico de cromatógrafos e instrumentos de medición. 3. Guías y farmacopeas relacionadas directamente con materia prima utilizada en procesos de cultivo y de obtención de aceite de CBD. 4. Normativas aplicables a cannabis medicinal. 5. Inglés intermedio - avanzado. Nota: requerimiento de inglés intermedio - avanzado para interpretación de guías, manuales de equipos, software de equipos, interacción con laboratorios externos.

1. Información básica del puesto	
Nombre del cargo:	Operario Agrícola
Área:	Producción
Responde a:	Gerente de Producción
Subordinados a cargo:	No posee

2. Naturaleza del puesto

Opera el sistema hidropónico y realiza controles y registros en su etapa.

3. Funciones y responsabilidades

1. Preparar nutrientes y monitorear parámetros.
2. Ejecutar limpieza/sanitización y manejo integrado de plagas.
3. Muestrear cultivo y biomasa; realizar postcosecha.
4. Registrar datos y asegurar trazabilidad.

4. Requisitos Mínimos para el puesto

Formación académica:	Técnico Agrónomo o estudiante de Ing. Agronómica.
Experiencia:	≥1 año en cultivos controlados (no excluyente).
Habilidades:	1. Trabajo con POE. 2. Registro. 3. Uso de instrumentos. 4. Orden. 5. Trabajo en equipo.
Conocimientos adicionales:	1. Dominio intermedio de Microsoft Office. 2. Conocimientos básicos en cultivo hidropónico. 3. Inglés básico (no excluyente). Nota: requerimiento de inglés básico (no excluyente) para comprensión lectora de etiquetas/hojas técnicas de equipos, materiales, señales de seguridad, entre otros.

1. Información básica del puesto	
Nombre del cargo:	Operario de Producción
Área:	Producción
Responde a:	Gerente de Producción
Subordinados a cargo:	No posee

2. Naturaleza del puesto

Opera equipos de extracción/refinado, ejecuta controles, limpieza y registros.

3. Funciones y responsabilidades

1. Operar sistemas/equipos del proceso de aceite de CBD.
2. Preparar cargas, verificar parámetros y registrar variables.
3. Muestrear producto intermedio y remitir al laboratorio.
4. Cumplir POE de seguridad, EPP y sanitización.
5. Completar documentación de lote y trazabilidad.

4. Requisitos Mínimos para el puesto

Formación académica:	Técnico Químico o estudiante de Ing. Química/Industrial.
Experiencia:	≥1 año en procesos industriales (no excluyente).
Habilidades:	1. Operación segura. 2. Registro preciso. 3. Orden/limpieza. 4. Trabajo en equipo.
Conocimientos adicionales:	1. Dominio intermedio de Microsoft Office. 2. Conocimientos técnicos de extracción y refinamiento básicos. 3. Inglés intermedio. Nota: requerimiento de inglés intermedio para comprensión lectora de manuales de equipos, formularios, términos operativos, etiquetas/hojas técnicas de equipos, materiales, señales de seguridad, entre otros.

1. Información básica del puesto

Nombre del cargo:	Operario de Empaque y Almacén
Área:	Producción
Responde a:	Gerente de Producción
Subordinados a cargo:	No posee

2. Naturaleza del puesto

Realiza empaque secundario/terciario y gestiona movimiento e inventario de producto y materiales.

3. Funciones y responsabilidades

1. Verificar limpieza, materiales y registros antes de iniciar.
2. Ejecutar empaque manual y armado de cajas máster.
3. Controlar integridad de envases, cierre y rotulado; verificar lote/vencimiento.
4. Registrar cantidades y reconciliar materiales.
5. Identificar y mover producto (cuarentena/liberado/no conforme).
6. Aplicar criterios de almacenamiento (condiciones, estiba, FIFO/LIFO) y preparar despachos internos.
7. Registrar ingresos/egresos y ubicaciones en ERP.

4. Requisitos Mínimos para el puesto

Formación académica:	Tecnicatura en Logística (deseable).
Experiencia:	≥1 año en empaque/depósito (no excluyente).
Habilidades:	1. Organización. 2. Inventarios. 3. trazabilidad. 4. Manejo de rótulos. 5. Trabajo en equipo.
Conocimientos adicionales:	1. Dominio intermedio de Microsoft Office. 2. Software ERP de inventario. 3. Nociones de BPM en empaque. 4. Criterios LIFO/FIFO, estiba, paletizado. 5. Manipulación manual de cargas y uso básico de elementos de movimiento interno.

1. Información básica del puesto

Nombre del cargo:	Auxiliar Administrativo
Área:	Administrativa
Responde a:	Gerente Administrativo
Subordinados a cargo:	No posee

2. Naturaleza del puesto

Brinda soporte contable, de compras y archivo conforme a POE.

3. Funciones y responsabilidades

1. Registrar operaciones y conciliaciones; gestionar pagos.
2. Elaborar reportes internos.
3. Emitir órdenes de compra y seguimiento de proveedores.
4. Solicitar y comparar presupuestos.
5. Archivar y actualizar documentación y soportes de auditoría.

4. Requisitos Mínimos para el puesto

Formación académica:	Estudiante/graduado en Contador/Adm. de Empresas o afines.
Experiencia:	≥1 año en administración/contabilidad/compras (no excluyente).
Habilidades:	Análisis y organización; negociación básica; confidencialidad; gestión del tiempo; trabajo en equipo.
Conocimientos adicionales:	1. Dominio intermedio de Microsoft Office. 2. Software ERP de contabilidad/finanzas/compras. 3. Inglés intermedio. Nota: requerimiento de inglés intermedio para negociación con proveedores.

1. Información básica del puesto

Nombre del cargo:	Auxiliar Comercial
Área:	Comercial
Responde a:	Gerente Comercial
Subordinados a cargo:	No posee

2. Naturaleza del puesto

Soporte operativo a ventas, marketing y logística de distribución.

3. Funciones y responsabilidades

1. Asistir en atención/gestión de clientes y seguimiento de pedidos.
2. Elaborar reportes y tableros comerciales.
3. Preparar materiales comerciales y coordinar publicaciones digitales.
4. Gestionar documentación de despachos y coordinación con transporte.
5. Mantener base de datos de precios/promociones y coordinar facturación/cobranzas con Administración.

4. Requisitos Mínimos para el puesto

Formación académica:	Estudiante/graduado en Marketing/Adm. de Empresas o afines.
Experiencia:	≥1 año en soporte comercial/ventas (no excluyente).
Habilidades:	1. Organización y manejo de datos. 2. Comunicación. 3. Seguimiento de tareas. 4. Trabajo en equipo.
Conocimientos adicionales:	1. Dominio intermedio de Microsoft Office. 2. Software ERP de ventas/facturación.

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

5.6. Estructura de personal

El proyecto contempla una dotación de personal diseñada para cubrir las funciones directivas, operativas, técnicas y de apoyo administrativo – comercial necesarias para garantizar el funcionamiento de la planta. Se detalla la cantidad de personal para cada puesto de trabajo:

Tabla 12

Cantidad de personal por cada puesto de trabajo.

ÁREA	PUESTO	CANTIDAD
Dirección General	Gerente General	1 (uno)
Producción	Gerente de Producción	1 (uno)
	Encargado de Planta de Tratamiento de Efluentes	1 (uno)
	Encargado de Planta de Tratamiento de Agua de Proceso	1 (uno)
	Analista de calidad	2 (dos)
	Operario de producción	4 (cuatro)
	Operario agrícola	4 (cuatro)
	Operario de empaque y almacén	2 (dos)
Administración	Gerente de Administración	1 (uno)
	Auxiliar administrativo	1 (uno)
Comercial	Gerente Comercial	1 (uno)
	Auxiliar comercial	1 (uno)

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

5.7. Convenios Colectivos de Trabajo (CCT) aplicables

La producción de aceite de CBD comprende actividades industriales y agrarias. La aplicación de convenios y regímenes se determina por la tarea desempeñada.

Actividades industriales/administrativas vinculadas a la producción de aceite. El personal técnico, administrativo y obrero de laboratorios (analista de calidad, operarios/as de producción, de empaque y almacén, auxiliar administrativo y comercial, encargados de planta de tratamiento de agua de proceso y de efluentes) se encuadra en el CCT 42/89 de la Federación de Asociaciones de Trabajadores de la Sanidad Argentina (FATSA) (FATSA, 2025).

Actividades de cultivo hidropónico. Las tareas de cultivo se rigen por la Ley 26727 (Régimen de Trabajo Agrario) y por las resoluciones de la Comisión Nacional de Trabajo Agrario (CNTA), en tanto marco sectorial aplicable a la actividad agraria. Hasta que se dicte un convenio colectivo específico para el cultivo de cannabis, se aplican las disposiciones generales del régimen agrario y las resoluciones CNTA citadas (CNTA, 2025; Ley 26727, 2011).

5.8. Jornada laboral

La jornada se establece conforme a la Ley 11544 de Jornada de Trabajo, que no puede exceder 8 horas diarias o 48 horas semanales, y a la Ley 20744 de Contrato de Trabajo (LCT) en lo relativo a descansos, trabajo nocturno y horas suplementarias, junto con los convenios/regímenes aplicables. La jornada laboral adoptada corresponde de lunes a viernes, de 08:00 a 16:00 (Ley 11544, 1929; Ley 20744, 1974).

Personal fuera de convenio. Corresponde al director general y gerentes. Se aplican los topes horarios de la Ley 11544 y las reglas complementarias de la LCT (Ley 11544, 1929).

Operarios/as agrícolas. Se aplica la Ley 26727 de Régimen de Trabajo Agrario, que fija 8 horas diarias y 44 horas semanales como máximo (Ley 26727, 2011).

Personal encuadrado en CCT 42/89 FATSA. Corresponde a operarios/as de producción, operario de empaque y almacén, analista de calidad, auxiliar administrativo, auxiliar comercial, encargados de planta de tratamiento de agua de proceso y tratamiento de efluentes. Corresponde el CCT 42/89 – Sanidad (Laboratorios de especialidades medicinales y/o veterinarias). El convenio es compatible con 8 horas diarias y 48 horas semanales como tope. Si se requirieran esquemas rotativos o nocturnos, se aplicarán las previsiones específicas del CCT (FATSA, 2025).

5.9. Servicios tercerizados

La tercerización cubre funciones críticas para cumplimiento normativo, soporte técnico especializado y continuidad operativa. Cada servicio trabaja con alcance definido, entregables verificables y puntos de interfaz con responsables internos.

5.9.1. Asesoría legal y regulatoria

Alcance. Releva, interpreta y actualiza el marco legal aplicable (nacional, provincial y municipal), la normativa de ANMAT e INASE, y gestiona licencias, habilitaciones y permisos. Adecuación de documentación de procesos (BPM, estabilidad, rotulado, trazabilidad vegetal) y coordina con la normativa laboral, de higiene y seguridad y ambiental cuando impacta.

Verificables. La asesoría entrega una matriz normativa por área con obligaciones, responsables y evidencias requeridas; un plan de trámites con cronograma, requisitos y circuitos; legajos de habilitación por organismo y modelos documentales estandarizados. Incluye reportes de cambios normativos con análisis de impacto y minutas de inspección. Toda la documentación se aloja en un repositorio o ERP con versionado y control de vigencia.

Puntos de interfaz. La interlocución principal se mantiene con Dirección General para priorización y aprobaciones, con Producción y Calidad para especificaciones, BPM y liberación de lote, y con las áreas Administrativa y Comercial para contratos, facturación, rotulado y materiales. Se coordina transversalmente con H&S y con Asesoría Ambiental, y se mantiene vínculo operativo con organismos competentes en inspecciones y renovaciones.

5.9.2. Servicio informático (ERP, infraestructura y ciberseguridad)

Alcance. Implementa y opera un sistema ERP corporativo integrado que abarca las áreas Comercial, Administrativa y de Producción. Integra registros de calidad y datos de proceso, y administra la infraestructura tecnológica y seguridad de la información mediante gestión de riesgos, controles de acceso, registro de eventos, tratamiento de vulnerabilidades e incidentes y continuidad operativa.

Verificables. Se entregan las parametrizaciones del ERP (maestros de datos, estructuras de producto, listas de materiales, flujos y permisos), las integraciones y tableros de control para las áreas de Producción, Calidad, Comercial y Administrativa, así como manuales de usuario y procedimientos operativos de TI. Se mantienen bitácoras de respaldo con pruebas de restauración, planes de continuidad y respuesta a incidentes, informes de pruebas y matrices de riesgos.

Puntos de interfaz. El área Comercial interactúa para la gestión de precios, cartera, pedidos y reportes; la Administrativa para compras, stock, contabilidad y recursos humanos; Producción para órdenes, consumos, costos y trazabilidad; y Calidad para registros y reportes de liberación. Dirección General define prioridades y recibe el seguimiento de indicadores. El proveedor coordina con ciberseguridad y los responsables de proceso para implementar controles, resolver incidentes y ejecutar cambios planificados.

5.9.3. Asesoría de higiene y seguridad en el trabajo

Alcance. Diseña e implementa el sistema de H&S conforme a la normativa, incluyendo identificación de peligros, evaluación de riesgos, capacitación, entrega y control de EPP, condiciones edilicias, planes de emergencia y lucha contra incendios. Articula con la Ley 24557 para la relación con la ART y medicina laboral, abarcando programas preventivos, exámenes, investigación de accidentes y planes de mejora. Integración con procedimientos de planta para

ventilación, control de atmósferas, manipulación y almacenamiento de sustancias, orden y limpieza, ergonomía, bloqueo y etiquetado, equipos a presión, protección eléctrica y señalización.

Verificables. Se elabora un programa anual con objetivos, cronograma y responsables, una matriz de peligros y riesgos por área y proceso, y un plan de capacitación con legajos del personal y constancias de entrega de EPP. Se generan procedimientos de trabajo seguro y se registran desvíos y acciones correctivas. Se documentan mediciones higiénicas, investigaciones de incidentes, además de reportes a Dirección y actas de interacción con ART y autoridades.

Puntos de interfaz. La interfaz operativa principal es con la Gerencia de Producción para coordinar tareas críticas, con Asesoría Ambiental para compatibilidad en almacenamiento y emergencias, y con Asesoría Legal para adecuación documental y atención de inspecciones. Dirección General aprueba el programa anual y la ART participa en prevención y auditorías.

5.9.4. Asesoría ambiental

Alcance. Implementa el sistema de gestión ambiental conforme a la normativa, abarcando la elaboración de EIA, planes de gestión de residuos sólidos, efluentes y emisiones, y monitoreos periódicos. Tramita y renueva permisos y certificaciones ambientales exigidos por la jurisdicción. Gestiona residuos peligrosos e industriales según la normativa, define puntos de muestreo y frecuencias, establece criterios para transporte externo de sustancias y residuos, y coordinación de planes de respuesta a derrames y contingencias, con capacitación integrada a higiene y seguridad.

Verificables. La asesoría entrega el EIA y el PGA con matriz de aspectos e impactos, el programa de monitoreos y medidas de control, la matriz legal con obligaciones y responsables, el cronograma de permisos y los legajos ambientales del establecimiento. Provee procedimientos

para segregación, almacenamiento, rotulado, manifiestos y emergencias, junto con los registros y contratos con operadores y transportistas habilitados y los certificados de disposición final. Presenta reportes de monitoreo, indicadores, planes de mejora y actas de capacitación del personal.

Puntos de interfaz. La coordinación se realiza con Producción para operación, almacenamiento y gestión de residuos, con H&S para prácticas operativas y de emergencia coherentes, y con Asesoría Legal para presentaciones, permisos e inspecciones. El área Administrativa gestiona los contratos con operadores y la documentación contable asociada, mientras que Dirección General aprueba los planes y recibe los reportes de desempeño ambiental.

5.10. Conclusiones

El diseño organizativo desarrollado delimita relaciones de autoridad y coordinación para los procesos de cultivo, tratamiento de agua, tratamiento de efluentes, extracción, control de calidad, empaque, comercial y administración. La asignación de responsabilidades por puesto y los perfiles técnicos definidos integran operación, mantenimiento, aseguramiento de la calidad y soporte administrativo-comercial. La distribución de dotación por áreas se adecua a los regímenes de jornada y a las reglas de los CCT aplicables. La incorporación de asesorías externas establece entregables verificables y mecanismos de seguimiento en materias regulatoria, ambiental, de higiene y seguridad y de sistemas. En conjunto, el capítulo establece un marco operativo y de control para la gestión por procesos, la coordinación interdepartamental y el cumplimiento normativo a lo largo de la producción y la comercialización.

6. ESTUDIO AMBIENTAL

6.1. Introducción

Este capítulo incorpora la dimensión ambiental del proyecto desde la definición de responsabilidades hasta la operación cotidiana de planta. Presenta cómo se organiza el equipo interdisciplinario y cómo se vinculan los procedimientos del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y los POE con el marco normativo aplicable. Sobre la base del diagrama de bloques y de los balances de masa, se describen de forma sistemática las corrientes de residuos, efluentes y emisiones, se establecen criterios de clasificación y rutas de gestión, y se incluyen condiciones de higiene y seguridad asociadas a CO_2 y etanol, junto con los EPP requeridos. La valoración de impactos se realiza con la metodología de Conesa, a fin de vincular cada aspecto relevante con medidas de prevención, mitigación y seguimiento. El objetivo es disponer de un marco operativo verificable: responsabilidades definidas, parámetros medibles, evidencias de trazabilidad y criterios de mejora continua.

6.2. Equipo interdisciplinario

La Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIAS) de este proyecto requiere integrar competencias técnicas, regulatorias y operativas que ningún perfil individual cubre por completo. Se requiere un equipo interdisciplinario para identificar y cuantificar consumos, residuos, efluentes y emisiones, verificar el cumplimiento legal y la trazabilidad, gestionar riesgos identificados, convertir los hallazgos en decisiones operativas y presupuestarias, mantener procesos de mejora bajo un SGA y POE. Para ello, se determina la composición y funciones del equipo interdisciplinario.

Director General. Establece la política ambiental y de seguridad, aprueba PGA y POE, asigna recursos para eficiencia de agua/energía y controles de atmósferas y, recibe y evalúa el informe ambiental mensual.

Gerencia de Producción. Opera procesos con criterios ambientales, implementa POE, registra consumos, residuos, emisiones y efluentes, gestiona almacenamiento y rotulado de químicos, coordina respuesta ante incidentes.

Gerencia de Administración. Mantiene la trazabilidad regulatoria, gestiona contratos con transportistas/operadores habilitados, archiva permisos, manifiestos y seguros, coordina capacitaciones ambientales y de seguridad obligatorias.

Operario de Cultivo. Ejecuta el sistema RDWC conforme POE, prepara solución nutritiva con registros de purgas, segrega restos vegetales, mantiene orden y limpieza del área.

Operario de Producción. Opera etapas con CO_2 y etanol con ventilación y detección, gestiona derrames y residuos peligrosos, completa checklists de seguridad y desempeño ambiental.

Operario de Empaque. Verifica integridad de envases y rotulado, minimiza residuos asimilables a urbanos, mantiene registros de egresos de residuos.

Analista de Calidad. Define y ejecuta muestreos de proceso y efluentes, valida resultados analíticos y balances, emite no conformidades, constata acciones correctivas antes de liberar etapas/producto.

Encargado de Tratamiento de Agua y Efluentes. Planifica, opera y monitorea sistemas de agua de proceso y planta de tratamiento de agua residual, mantiene balance hídrico, controla cumplimiento de límites y permisos, reporta KPIs ambientales.

Asesoría Ambiental (tercerizada). Coordina la EIAS y SGA, elabora matrices de aspectos e impactos legal-ambiental, prepara contenidos técnicos de permisos y programas de monitoreo, define indicadores, realiza auditorías y capacitaciones ambientales, emite informes mensuales.

Asesoría de Higiene y Seguridad en el Trabajo (tercerizada). Identifica peligros y evalúa riesgos, define EPP, verifica puesta a tierra, dimensiona ventilación y control de atmósferas, determina medios de extinción, elabora plan de emergencias y simulacros en coordinación con la ART, coordina el programa de capacitación en seguridad y realiza mediciones higiénicas.

Asesoría Legal (tercerizada). Tramita habilitaciones y permisos, atiende inspecciones, gestiona descargos y recursos, verifica la consistencia jurídica de contratos y registros regulatorios (manifiestos, certificados), reporta el estado regulatorio a Dirección General.

6.3. Análisis ambiental del proceso de cultivo por sistema hidropónico

Se identifican y codifican las corrientes por operación conforme al diagrama de bloques del capítulo técnico, indicando para cada una el origen, el tipo y la clasificación. Las estimaciones mensuales de residuos se calculan a partir del balance de masa correspondiente al módulo productivo base, equivalente a 100 kg de biomasa seca por ciclo, con el fin de estandarizar la evaluación ambiental. La clasificación y la gestión se ajustan al marco normativo nacional, provincial y municipal aplicable.

Los efluentes líquidos clasificados como "Efluente industrial no peligroso" (M4C, M8C, y M13C) se gestionan bajo Permiso de Vuelco del prestador Aguas del Norte (ENRESP), con definición de punto de muestreo, parámetros y condiciones de descarga. Se toman muestras, se

analizan y se comparan con los límites del Anexo II del Marco Regulatorio de los servicios sanitarios de Salta; si cumplen y hay Permiso de Vuelco vigente, se descargan por el punto autorizado; si no cumplen, se prioriza su recirculación o reúso interno en planta o, en su defecto, su tratamiento previo. En todos los casos se registran caudales, parámetros y destino. Los residuos sólidos industriales no peligrosos identificados como "sólido vegetal controlado" (M9C, M14C, M16C, M18C, M21C, M23C y M24C) se segregan en origen y se etiquetan con identificación de lote y fecha. Se inutilizan y se acopian en recipientes cerrados, se registran cantidades y pesos y se gestionan mediante operador habilitado, con remito de retiro y trazabilidad documentada, sin encuadre preliminar como residuo peligroso. Los residuos sólidos asociados al reemplazo de medios filtrantes y cartuchos de la planta de tratamiento de agua de proceso (M5C), clasificados como industriales no peligrosos, se segregan en origen, se etiquetan, se acopian en recipientes cerrados resistentes al goteo, se registran cantidades y pesos y se gestionan con operador habilitado. Las emisiones atmosféricas no gestionables como residuo sólido (M7C, M12C y M19C) se controlan operativamente mediante sistemas de ventilación y deshumidificación, con registros de parámetros, verificación de sensores y registro de calibración/verificación de instrumentos durante su gestión. Las estimaciones mensuales de generación corresponden a valores promedio obtenidos a partir del balance de masa del proceso de cultivo por sistema hidropónico y de la proyección de demanda de agua asociada al cultivo de biomasa vegetal acondicionada.

Tabla 13

Residuos identificados de proceso de cultivo por sistema hidropónico.

OPERACIÓN	CORRIENTE/ FLUJO	NOMBRE	TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	ESTIMATIVO MENSUAL
Tratamiento de agua de proceso	M4C	Efluentes de tratamiento	Efluente	Efluente industrial no peligroso	≈ 7.600,00 L/mes
	M5C	Residuos de filtración	Residuo sólido	Industrial no peligroso (Solido vegetal controlado)	≈ 3 kg/mes
	M7C	Agua evaporada	Emisión	No gestionable (emisión)	≈ 1,065 kg/mes
Germinación	M8C	Excedente o escurrido	Efluente	Efluente industrial No Peligroso	≈ 0,709 kg/mes
	M9C	Plántulas no viables	Residuo sólido	Industrial No Peligroso (Solido vegetal controlado)	≈ 0 kg/mes
	M12C	Evapotranspiración	Emisión	No gestionable (emisión)	≈ 16.248,58 L/mes
Trasplante, vegetación y floración	M13C	Purga o efluente de líquidos de solución nutritiva	Efluente	Efluente industrial No Peligroso	≈ 1.805,40 L/mes
	M14C	Merma de biomasa o biomasa descartada	Residuo sólido	Industrial No Peligroso (Solido vegetal controlado)	≈ 0 kg/mes
Cosecha	M16C	Restos vegetales verdes	Residuo sólido	Industrial No Peligroso (Solido vegetal controlado)	≈ 86,66 kg/mes
Secado	M18C	Merma por manipulación	Residuo sólido	Industrial No Peligroso (Solido vegetal controlado)	≈ 2,599 kg/mes
	M19C	Humedad removida	Efluente	Efluente industrial No Peligroso	≈ 95,005 kg/mes
Curado	M21C	Merma por manipulación	Residuo sólido	Industrial No Peligroso (Solido vegetal controlado)	≈ 0,709 kg/mes
Preparación y almacenamiento	M23C	Merma por manipulación	Residuo sólido	Industrial No Peligroso (Solido vegetal controlado)	≈ 0,747 kg/mes
	M24C	Restos vegetales verdes	Residuo sólido	Industrial No Peligroso (Solido vegetal controlado)	≈ 0 kg/mes

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

6.4. Análisis ambiental del proceso de obtención de aceite de CBD

En continuidad con el análisis del proceso de cultivo, se identifican y codifican las corrientes del proceso de obtención de aceite de CBD conforme al diagrama de bloques del capítulo técnico. Para cada corriente se detalla el origen, tipo y clasificación. Las estimaciones mensuales se calculan en función del balance de masa correspondiente al módulo de producción de 100 frascos por ciclo, asegurando uniformidad en la caracterización ambiental. La clasificación y la gestión se encuadran en el marco normativo nacional, provincial y municipal aplicable.

Los residuos líquidos y sólidos que contengan etanol se clasifican como "Residuos Peligrosos – Y42 (Disolventes orgánicos), H3 (inflamable)", correspondientes a las corrientes M16E (ceras) y M19E (purga de etanol). Estas corrientes se gestionan con captura en sistema cerrado, rotulado específico, almacenamiento temporal en el sector de inflamables y retiro bajo manifiesto por operador habilitado conforme a la Ley 24051 y el Decreto 831/1993. Se registran los volúmenes, números de manifiesto, transportista y operador autorizado, manteniendo trazabilidad y cumplimiento normativo. Los residuos sólidos industriales no peligrosos identificados como "sólido vegetal controlado" (M2E y M8E) se segregan en origen, se etiquetan con identificación de lote y fecha, se inutilizan y acopian en recipientes cerrados, registrándose cantidades y pesos. Su gestión se realiza mediante operador habilitado, con remito de retiro y trazabilidad documentada, sin encuadre preliminar como residuo peligroso. Las emisiones atmosféricas no gestionables como residuo sólido (M5E y M11E) se controlan mediante ventilación localizada, venteos a línea exterior y detección de concentración en ambiente. Se registran los parámetros de operación, alarmas y mantenimiento, verificando sensores y calibraciones. El carbón activado utilizado para adsorción de gases se gestiona como residuo

sólido, clasificándose como Y42 si presenta contacto con solventes. Las estimaciones mensuales de generación corresponden a valores promedio obtenidos a partir del balance de masa del proceso de obtención de aceite de CBD, según se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 14

Residuos identificados de proceso de obtención de aceite de CBD.

OPERACIÓN	CORRIENTE/ FLUJO	NOMBRE	TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	ESTIMACIÓN MENSUAL
Molienda	M2E	Mermas de molienda	Residuo sólido	Industrial No Peligroso (Solido vegetal controlado)	0,404 kg/mes
Descarboxilación	M5E	Residuos de descarboxilación	Emisión	No gestionable (emisión)	1,212 kg/mes (gas)
Extracción con CO_2	M8E	Residuos vegetales	Residuo sólido	Industrial No Peligroso (Solido vegetal controlado)	24,238 kg/mes
Separación con CO_2	M11E	Purga de CO2	Emisión	No gestionable (emisión)	24,238 kg/mes (gas)
Filtración	M16E	Ceras	Residuo sólido	Residuos Peligrosos - Y42 (Disolventes orgánicos), H3 (inflamable)	24,238 kg/mes
Condensación	M19E	Purga de etanol	Efluente	Residuos Peligrosos - Y42 (Disolventes orgánicos), H3 (inflamable)	1,616 kg/mes (≈ 2,05 L/mes, ρ≈0,79)

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

6.5. Condiciones de higiene y seguridad

Se abordan las condiciones de higiene y seguridad aplicables a las operaciones de cultivo y producción de aceite de CBD, considerando los riesgos asociados al uso de sustancias críticas, así como las medidas de protección personal mínimas para proteger la integridad de los trabajadores. La incorporación de este análisis responde a las exigencias de la Ley 19587 y su Decreto 351/1979, en concordancia con la Ley 24557 y la normativa provincial que refuerza su aplicación en Salta. Estas disposiciones requieren identificar los peligros propios de la actividad,

establecer planes de prevención, manejo y cuidado de sustancias, seleccionar y proveer EPP adecuados y asegurar la capacitación continua del personal.

6.5.1. Manejo y cuidado de CO_2

El CO_2 se utiliza como solvente en condiciones dentro de un sistema cerrado con recuperación y recirculación. Su manipulación y gestión se encuentra regulada por la Ley 19587 y su Decreto 351/1979. A nivel ambiental, rigen la Ley 25675 y, en la Provincia de Salta, la Ley 7070. En el plano municipal, la Ordenanza 12745 exige el EIAS, donde debe documentarse el manejo seguro de gases comprimidos. Los valores límite de exposición y el protocolo de medición de contaminantes del aire en el ambiente de trabajo se ajustan a la Resolución SRT 861/2015 y la normativa complementaria.

Las precauciones específicas para el manejo de cilindros de CO_2 se detallan a continuación.

Cilindros certificados y vigentes. Recibir solo cilindros con placa legible y prueba hidrostática vigente; retirar de servicio las unidades golpeadas o con válvulas dañadas.

Tapón y capucha de válvula. Mantener el capuchón durante transporte y traslados internos; retirarlo únicamente en el punto de uso con el cilindro ya asegurado.

Transporte interno seguro. Mover cilindros solo con carros porta-cilindros y capuchón colocado; no rodarlos ni levantarlos por la válvula.

Sujeción física/posición. Almacenar y usar en vertical, firmemente sujetos, lejos de fuentes de calor/radiación solar; mantener en temperatura ambiente.

Áreas ventiladas y extracción a ras de piso. Por ser más denso que el aire, disponer ventilación mecánica con extracción baja y renovación suficiente para mantener ≤ 0,5 % v/v (5.000 ppm) como promedio de 8 hs (Superintendencia de Riesgos del Trabajo [SRT] 861/2015).

Detección fija y alarmas. Instalar detectores en zonas de cilindros/equipos, con set-points escalonados que activen ventilación y procedimientos de evacuación; calibración y mantenimiento documentados (European Industrial Gases Association [EIGA], 2023).

Reguladores y conexiones adecuados. Usar reguladores/mangueras compatibles con CO_2; prohibir aceites/grasas; verificación de fugas con solución jabonosa.

Venteo de purgas a exterior. Conducir purgas a una línea de venteo exterior con válvula antirretorno; no descargar a la sala de proceso (EIGA, 2023).

Orden, segregación y señalización. Separar cilindros llenos/vacíos, rotular estado y conservar pasillos libres para acceso/emergencia; señalizar "Gas comprimido – Asfixiante" y "Uso de EPP".

Control de exposición. Ante lecturas elevadas o síntomas (somnolencia, cefalea), detener tareas, ventilar y actuar según protocolo de agentes químicos de la SRT (SRT 861/2015, 2015).

Capacitación y registros documentados. Capacitar en cambio de cilindros, uso de reguladores, detección de alarmas y respuesta a emergencias; registrar inspecciones, calibraciones y capacitaciones.

EPP mínimo: gafas químicas, guantes adecuados (criogénicos si hay superficies frías por expansión) y calzado de seguridad; para rescates en atmósferas deficientes de oxígeno, ingreso solo con equipo de respiración autónomo y brigada entrenada.

6.5.2. Manejo y cuidado de etanol

El etanol grado farmacéutico (96 % v/v) se utiliza como solvente en winterización, filtración y evaporación. Se clasifica como líquido inflamable Clase 3 (ONU), por lo que su gestión requiere condiciones edilicias, ventilación, EPP y planes de emergencia conforme la Ley 19587 y Decreto 351/79, y encuadre de residuos bajo Ley 24051 (Y42 – disolventes orgánicos, H3 – inflamable). A nivel provincial/municipal se integran los requisitos de inscripción de generadores, manifiestos y planes de contingencia dentro del EIAS.

Las precauciones específicas para el manejo de etanol en bidón se detallan a continuación.

Recepción y verificación. Aceptar sólo envases certificados, con rótulo legible y precintos intactos; archivar la Hoja de Datos de Seguridad junto con el remito.

Almacenamiento. Guardar en armarios ignífugos metálicos (≤120 L), con bandeja de contención (≥110 %), en áreas ventiladas y señalizadas con carteles de "Líquido inflamable – Etanol" y de prohibición de ignición.

Movimiento interno y transporte. Trasladar únicamente en carros antiestáticos con bandeja de contención; no arrastrar ni volcar; pasillos siempre despejados.

Uso en equipos y trasvase. Efectuar trasvases en campanas con velocidad frontal de 0,5 m/s o extracción inferior a 20–40 cm del piso; todos los recipientes y mangueras deben conectarse a tierra y estar equipotencializados (National Fire Protection Association [NFPA], 2019a, 2019b).

Ventilación y detección. Mantener ventilación mecánica continua y colocar detectores calibrados a 10 % LEL (Límite Inferior de Explosividad) (prealarma), 20 % LEL (evacuación) y 40 % LEL (alarma alta).

Plan de emergencias. Disponer en el área extintores de polvo químico seco ABC (5 kg) y CO_2 (5 kg) ubicados a ≤15 m; disponer duchas de seguridad y lavaojos.

Residuos y purgas. La purga de etanol (M19E) y ceras contaminadas (M16E) se capturan en envases homologados y se rotulan "Residuos Peligrosos – Y42 (H3)", se acopian en armarios ignífugos y se entregan a un operador habilitado con manifiesto nacional y registro provincial. Si las ceras se someten a desolventización efectiva y se verifica ausencia de solvente residual, pueden reclasificarse como residuo industrial no peligroso.

Derrames. Contener con absorbentes inertes, recolectar en envase homologado y gestionar como Y42. Si se superan 20 % LEL en el ambiente, interviene la brigada.

EPP. Guantes de nitrilo (≥8 mil), gafas químicas, pantalla facial en trasvases, ropa FR o antiestática según volumen, y calzado dieléctrico. En winterización se añaden guantes criogénicos.

Registros. Registrar entradas/consumos, purgas entregadas, calibración de detectores, inspecciones de ventilación/extintores, y capacitaciones; integrar todo al PGA y a la matriz legal.

6.5.3. Elementos de protección personal (EPP)

Los EPP son obligatorios según tarea y se registran en legajos individuales de entrega y capacitación. La gerencia de producción mantiene legajos de entrega/uso en planta; gerencia de administración archiva certificados de capacitación y aptos; la asesoría de higiene y seguridad define y actualiza la matriz por tarea. El director general, gerente administrativo, gerente comercial y auxiliares no requieren EPP en tareas administrativas; sólo aplican calzado antideslizante para visitas a planta y los que correspondan si ingresan a áreas operativas. La brigada interna se

conforma con personal operativo designado y entrenado; el equipo de respiración autónomo y casco se asignan y custodian exclusivamente para esa brigada.

Tabla 15

Elementos de protección personal (EPP).

EPP	IMAGEN DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN Y USO	TAREA TÍPICA	PELIGRO CONTROLADO	USUARIO
Gafas químicas cerradas		Ocular sellado frente a salpicaduras (etanol, soluciones), nieblas y chorros. Obligatorio en contacto químico.	Pesaje/ajuste de pH; trasvases de etanol; winterización; filtración; rotavapor; manipulación de residuos peligrosos	Salpicaduras químicas; irritación ocular	- Operario agrícola - Operario de producción - Analista de calidad - Gerente de Producción (inspecciones en área húmeda/química)
Lentes de seguridad abiertos (impacto)		Protección contra partículas; no aptos para líquidos.	Poda/despalillado; molienda; tareas mecánicas livianas sin químicos	Partículas sólidas; polvo vegetal	- Operario agrícola - Operario de producción - Operario de empaque y almacén
Pantalla facial		Escudo integral ante chorros/vertidos, ruptura de vacío y vidrio caliente.	Trasvases de etanol; aperturas de rotavapor; filtración; purgas controladas	Proyección de líquidos; calor radiante	- Operario de producción - Gerente de Producción (si interviene en maniobra)
Guantes de nitrilo desechables 6 mil (~0,15 mm)		Barrera química ligera; buena destreza; cambio frecuente.	Pesaje de sales; ajuste de pH; limpieza liviana	Salpicaduras leves; irritación dérmica	- Operario agrícola - Analista de calidad
Guantes de nitrilo desechables 8 mil (~0,20 mm)		Mayor tiempo de ruptura con etanol/extractos.	Trasvases de etanol; winterización; filtración; rotavapor; residuos peligrosos	Contacto con solventes; dermatitis	- Operario de producción
Guantes de nitrilo reutilizables		Para exposición prolongada a etanol/limpieza; lavado y secado según POE.	Limpieza con etanol; trasvases prolongados	Solventes; maceración cutánea	- Operario de producción
Guantes criogénicos		Protección térmica ≤ −20 °C; combinar con nitrilo (barrera química + térmica).	Winterización; filtración en frío; manejo de líneas con escarcha	Quemaduras por frío; salpicaduras frías	- Operario de producción
Guantes térmicos		Aislamiento para horno y vidrio caliente; agarre seguro.	Descarboxilación; manipulación de balones del rotavapor	Quemaduras térmicas	- Operario de producción

EPP	IMAGEN DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN Y USO	TAREA TÍPICA	PELIGRO CONTROLADO	USUARIO
Guantes anticorte		Resistencia mecánica para manejo de biomasa y cortes ligeros.	Poda; despalillado; preparación de material	Cortes; abrasiones	- Operario agrícola - Operario de empaque y almacén
Overol antiestático		Ropa disipativa de estática en áreas con etanol.	Winterización; trasvases; filtración; rotavapor	Descarga electrostática; ignición	- Operario de producción
Mameluco ignífugo antiestático		Prenda FR + ESD para mayor carga de fuego/volumen de etanol.	Trasvases > 1 L; gestión simultánea de múltiples residuos peligrosos	Flash fire; estática	- Operario de producción
Delantal químico		Protección frontal adicional.	Preparación de soluciones; trasvases; tratamiento de efluentes	Salpicaduras frontales	- Operario agrícola - Operario de producción
Calzado antideslizante		Suela de alta tracción para pisos húmedos.	Operación general; lavados; tránsito	Resbalones/caídas	- Todo el personal
Calzado dieléctrico		Aislación en áreas con equipos eléctricos y humedad.	Hidroponía; áreas con tableros cercanos; refinamiento	Riesgo eléctrico indirecto	- Operario agrícola - Operario de producción - Gerente de Producción (ingresos supervisados)
Barbijo - Respirador N95		Filtración de polvo vegetal; recambio por carga/tiempo.	Poda; molienda; limpieza de molino	Inhalación de partículas	- Operario agrícola - Operario de producción
Respirador media cara con cartuchos para vapores orgánicos		Protección frente a vapores de etanol cuando lo determine Higiene y Seguridad por medición; no apto para atmósferas peligrosas.	Trasvases en campana/ventilación limitada; gestión de residuos peligrosos	Vapores irritantes; exposición sub-umbral del LIE/LEL	- Operario de producción - Analista de calidad (según evaluación)
Protectores auditivos (orejeras/tapones)		Selección por nivel; usar si > 85 dB(A).	Molienda; compresores	Hipoacusia	- Operario agrícola - Operario de producción
Casco de seguridad		Protección craneal en montajes/altura y emergencias.	Montajes puntuales; tareas de brigada	Golpe por objetos; caída de objetos	- Brigada interna
Equipo de respiración autónomo (SCBA)		Uso exclusivo de brigada interna entrenada.	Rescate/cierre seguro ante $CO_2 \geq 1,5$ % v/v, $O_2 <$ 19,5 %, o etanol ≥ 20 % del LIE/LEL	Asfixia; atmósfera explosiva	- Brigada interna

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

6.6. Tratamiento de efluentes para vuelco a red

El efluente industrial integra las corrientes M4C (rechazo de ósmosis inversa y retrolavados de la PTAP), M8C (excedente o escurrido de germinación) y M13C (purga de solución nutritiva). La planta se dimensiona para 10 m³/d con línea compacta y operación estable. El objetivo es adecuar el efluente a la calidad "líquido cloacal tipo doméstico sin tratamiento" exigida por el Marco Regulatorio de los Servicios Sanitarios de Salta para descarga a red cloacal, cumpliendo límites del Anexo II y condiciones particulares del prestador (Aguas del Norte/ENRESP). El prestador puede fijar condiciones adicionales, limitar caudales, intimar adecuaciones y suspender la conexión ante incumplimientos.

Tabla 16

Parámetros y límites máximos del efluente cloacal doméstico susceptible de ser descargado en la red colectora pública.

PARÁMETROS DETERMINANTES	LÍMITE MÁXIMO	PARÁMETROS DETERMINANTES	LÍMITE MÁXIMO
pH	5,5 - 10	Hidrocarburos (mg/l)	5
SSEE (mg/l)	100	Cromo Total (mg/l)	0,2
Sólidos Sedimentables compactos (en 10 minutos)	0,5	SRAO detergentes (mg/l)	5
Sólidos Sedimentables (en 2 horas)	10	Cadmio (mg/l)	0,1
Sulfuros (mg/l)	1	Plomo (mg/l)	0,5
Temperatura	45°	Mercurio (mg/l)	0,005
DBO sobre muestra bruta (mg/l)	300	Arsénico (mg/l)	0,1
DQO sobre muestra bruta (mg/l)	500	Boro (mg/l)	0,5
Oxígeno consumido del KMnO4 (mg/l)	120	Sustancias Fenólicas (mg/l)	0,5
Cianuro CN (mg/l)	0,1	Plaguicidas y herbicídas	Ídem agua potable

Nota. Tomado del Anexo II de *Nuevo Marco Regulatorio para la Prestación de los Servicios Sanitarios de la Provincia de Salta* (Decreto P.E.P. 3652/10), Aguas del Norte, 2010, https://www.aguasdelnortesalta.com.ar/archivos/marco_regulatorio.pdf.

A continuación, se detalla, de forma secuencial, cada etapa y equipos del sistema.

Caracterización y control en origen. Muestreo representativo de M4C, M8C, M13C y del mixto post-ecualización para pH, CE, SSEE/sedimentables, DBO/DQO, T°, SRAO, sulfuros, hidrocarburos, metales totales (incluido Cr), As, B, CN, fenoles y microbiología. Esta información define la severidad del tratamiento**,** dosis químicas**,** reglas de segregación y criterios de dilución interna de M9C con M4C/M15C (APHA, AWWA & WEF, 2017; Metcalf & Eddy, 2014).

Tamizado de ingreso y by-pass sellado. Tamiz de 2–3 mm para retener fibras y sólidos gruesos. By-pass sellado de uso exclusivo en contingencias hidráulicas autorizadas, manteniendo la operatividad del sistema (Metcalf & Eddy, 2014).

Ecualización aireada (8–12 hs). Homogeneiza caudales y cargas, amortigua picos, oxida parcialmente reductores y permite dilución interna controlada de M13C con M4C y M18C cuando la conductividad excede lo previsto. Instrumentación en línea (pH, CE, T°) y alarmas (APHA, AWWA & WEF, 2017; Metcalf & Eddy, 2014).

Ajuste de pH (6,5–7,5). Lazo de control ácido/base (ej. soda cáustica, ácido sulfúrico o clorhídrico) para optimizar la coagulación y resguardar equipos posteriores (Metcalf & Eddy, 2014).

Coagulación–floculación. Dosificación de coagulante (ej, PAC) y polímero aniónico: desestabiliza coloides, arrastra sólidos finos y una fracción de metales traza, reduciendo turbidez

y parte de la DQO. Mezcla rápida seguida de agitación lenta para formar flóculos densos y decantables (APHA, AWWA & WEF, 2017; Metcalf & Eddy, 2014).

Clarificación primaria. Decantador lamelar de alta tasa para separar lodos por gravedad; flotación por aire disuelto (DAF) como alternativa si hay espumas por tensioactivos. Lodos a espesado y gestión autorizada (Metcalf & Eddy, 2014).

Filtración granular + cartuchos 50→10 µm. Filtro de arena de lecho profundo seguido de cartuchos: reduce SSEE remanente para cumplir el límite y proteger las etapas de pulido específico (APHA, AWWA & WEF, 2017).

Pulidos específicos (según análisis).

Carbón Activado Granular (GAC) o Carbón Activado en Polvo (PACc): reducción de SRAO y fenoles.

Intercambio iónico selectivo o **RO parcial:** control de boro cuando supera 0,5 mg/L.

Medios adsorbentes específicos: captura de Cd, Pb, As u otros metales.

Tratamiento biológico por Biorreactor de Membrana (MBR) (condicional a DBO/DQO). Biorreactor aireado con membranas sumergidas para remover materia orgánica y entregar un efluente con muy baja concentración de sólidos; operación en continuo o en by-pass/stand-by según caracterización (Metcalf & Eddy, 2014).

Desinfección final. UV para evitar subproductos de cloro; logra la inactivación microbiológica (WHO, 2017).

Cámara de muestreo y punto de entrega. Obra accesible, ventilada y apta para muestreo manual/automático; es el punto oficial de verificación respecto del Anexo II y de las condiciones particulares del permiso de vuelco (Aguas del Norte/ENRESP).

Con respecto al manejo por corrientes, la estrategia de tratamiento se define diferenciando origen y carga de cada corriente. La regla general es evitar mezclar corrientes "limpias" con corrientes "cargadas", salvo cuando una dilución controlada facilite el cumplimiento de límites sin trasladar el problema aguas abajo. Todas las corrientes pasan por verificación analítica rutinaria para ajustar dosis químicas y activar, cuando corresponda, los pulidos definidos para el tren de tratamiento.

M4C — Rechazo de ósmosis inversa y retrolavados de la PTAP (excedentes/escurridos del sistema). Es un efluente mayormente inorgánico, con sales disueltas elevadas y pH variable. Se trata mediante **ecualización aireada** (8–12 h) para homogeneizar caudal y conductividad; **ajuste de pH** (6,5–7,5) para ubicar el medio en la ventana de mejor desempeño coagulante y proteger equipos; **coagulación–floculación** (coagulante y polímero aniónico) para desestabilizar coloides y arrastrar sólidos finos y una fracción de metales traza; **clarificación** en decantador lamelar para cumplir límites de sólidos sedimentables y descargar la carga a filtración; **filtración en dos etapas** (arena de lecho profundo y cartucho 50→10 μm) para asegurar SSEE ≤ 100 mg/L y proteger pulidos; **pulido específico de boro** mediante intercambio iónico selectivo o RO parcial cuando el mixto supera 0,5 mg/L; **desinfección final** por UV; y **descarga** por cámara de muestreo oficial con toma representativa para verificación.

M13C — Purga de solución nutritiva. Presenta la mayor criticidad por salinidad y posible presencia de tensioactivos (SRAO) si coincide con limpiezas. Antes del tren estándar se

aplica **dilución interna** 1:3 a 1:5 con M4C y/o M8C para moderar conductividad y fuerza iónica, con registro de proporciones y horarios. Luego sigue **ecualización aireada**, **ajuste de pH** (6,5–7,5), **coagulación–floculación** y **clarificación**; se utiliza **DAF** cuando se observen espumas por SRAO, y se mantiene lamelar cuando prima la sedimentación. Continúa con **filtración doble** (arena y cartucho) para cumplir SSEE y estabilizar desinfección; se dosifica **carbón activado en polvo (PAC)** cuando SRAO > 5 mg/L para abatir detergentes y orgánicos traza sin sobredimensionar etapas; finaliza con **desinfección** y **descarga** por cámara de muestreo según permiso, registrando información operativa y analítica.

M8C — Excedente o escurrido de germinación. Es un efluente de menor carga relativa que puede emplearse como diluyente interno de M13C cuando la conductividad del mixto lo requiera. Una vez integrado al mixto, transita el mismo tren estándar indicado para M4C.

La descarga a red cloacal requiere permiso formal y una operación bajo condiciones monitorizadas. El prestador puede fijar límites complementarios, caudales máximos y frecuencias de control. La descarga requiere obtener la Autorización de Descarga a Red Cloacal (Permiso de Vuelco). Para ello, se debe presentar la siguiente documentación: solicitud formal de factibilidad y autorización; memoria técnica del sistema de tratamiento y P&ID; planos de instalaciones sanitarias y nexo de conexión, firmados por profesional matriculado; resultados analíticos de corrientes y del efluente tratado contra Anexo II del Marco Regulatorio; programa de monitoreo y plan de contingencias; compromiso de operación y mantenimiento. Una vez verificada la adecuación y habilitada la obra, el prestador emite la Autorización de Descarga con condiciones particulares de control, caudal y parámetros, la cual debe cumplirse en forma continua. Una vez

emitida la autorización, la planta opera dentro de los límites fijados por el prestador, manteniendo trazabilidad completa.

6.7. Análisis de impacto ambiental

En el proyecto, se identifican y cuantifican los impactos ambientales en cada etapa del proceso, para implementar estrategias de manejo sostenible. Un adecuado análisis de estos impactos orienta medidas para reducir efectos negativos y aprovechar beneficios de la actividad.

6.7.1. Matriz de Vicente Conesa Fernández – Vitora

Se aplicó la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández-Vitora, para evaluar impactos ambientales potenciales mediante una matriz de interacción que asigna una importancia relativa (I) a cada impacto identificado. Se jerarquizan los efectos negativos y positivos del proyecto, para la implementación de estrategias de mitigación y compensación ambiental. Siguiendo la Guía Metodológica para la EIA, se procederá a determinar el nivel de importancia (I) de cada impacto ambiental, considerando factores como su magnitud, duración, reversibilidad y área de afectación. Se establecen medidas necesarias para minimizar los impactos negativos y maximizar la eficiencia de los recursos utilizados (Conesa, 1993).

Para evaluar los impactos ambientales se emplea la siguiente ecuación:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Signo (±). Indica el carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) del impacto.

Intensidad (i). Grado de incidencia o severidad de la acción sobre el factor afectado, en el ámbito específico donde ocurre.

Extensión (EX). Extensión o área de influencia del impacto en el entorno del proyecto.

Momento (MO). Tiempo entre el inicio de la acción y la manifestación del impacto.

Persistencia (PE). Duración del efecto una vez manifestado.

Reversibilidad (RV). Capacidad de que las condiciones vuelvan naturalmente al estado inicial una vez cesa la acción.

Sinergia (SI). Si el impacto se ve potenciado por la combinación con otros efectos simples.

Acumulación (AC). Indica si el efecto se acumula progresivamente con repeticiones de la acción (impacto acumulativo) o si permanece simple/constante.

Efecto (EF). Diferencia si el impacto es directo (resultado inmediato de la acción) o indirecto (mediado por otros cambios).

Periodicidad (PR). Frecuencia de ocurrencia del impacto.

Recuperabilidad (MC). Posibilidad de reconstruir o restaurar el factor afectado mediante acción humana (medidas correctivas).

El desarrollo de la ecuación de importancia del impacto es llevado a cabo mediante el modelo propuesto en el siguiente cuadro (Conesa, 1993):

Tabla 17

Escala de valoración de impacto ambiental.

Signo		**Intensidad (i)**	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Total	12
Extensión (EX)		**Momento (MO)**	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	8

Crítica	12		
Persistencia (PE)		**Reversibilidad (RV)**	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		**Acumulación (AC)**	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		**Periodicidad (PR)**	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)		**Importancia (I)**	
Recuperable Inmediato	1	I = ± [3i +2EX+MO+PE +RV +SI +AC +EF+ PR +MC]	
Recuperable Inmediato	2		
Mitigable	4		

Nota. Tomado de *Metodología para el Cálculo de las Matrices Ambientales*, Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la Provincia del Chubut, 2015, https://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf.

El resultado I es un número que típicamente oscila entre 13 (impacto mínimo) y 100 (impacto máximo). Por convención, el valor se toma negativo (–I) para impactos adversos y positivo (+I) para impactos beneficiosos. Según la Guía metodológica de Conesa, los impactos negativos se clasifican en rangos cualitativos en función de I (Conesa, 1993):

Tabla 18

Matriz de valoración de la magnitud e importancia de los impactos.

Valor I (13 y 100)	Calificación	Significado
<25	BAJO	La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto en cuestión.
25≥ <50	MODERADO	La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.

Valor I (13 y 100)	Calificación	Significado
50≥ <75	SEVERO	La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un período prolongado.
≥ 75	CRÍTICO	La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna.

Tabla 19

Criterios para la determinación de la significancia del impacto ambiental.

Valor I Ponderado	Calificación	Categoría
<25	BAJO	
25≥ <50	MODERADO	
50≥ <75	SEVERO	
≥ 75	CRÍTICO	
Los valores con signo + se consideran de impacto nulo.		

Nota. Tomado de *Metodología para el Cálculo de las Matrices Ambientales*, Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la Provincia del Chubut, 2015, https://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf.

6.7.2. Análisis y resultados de impactos ambientales

Se evaluaron los principales impactos ambientales potenciales de nuestro proyecto.

Gestión del agua. El proyecto presenta impacto negativo por consumo y generación de efluentes. La recirculación reduce la intensidad a un nivel bajo, con extensión local limitada a la planta y la red cloacal receptora. El efecto es directo e inmediato durante la operación y de persistencia temporal; con tratamiento y Permiso de Vuelco, el impacto resulta reversible en el corto plazo. **I = −27 (Moderado).**

Consumo energético. El uso de electricidad en iluminación, climatización y equipos de proceso genera un impacto negativo de intensidad media-alta. La extensión es regional al

involucrar la red eléctrica; el efecto es directo y continuo mientras el sistema opera, con persistencia temporal. La reversibilidad se vincula con mejoras de eficiencia y, en su caso, incorporación de energías renovables. **I = −47 (Moderado).**

Residuos sólidos. Los residuos del cultivo y del proceso hasta el producto final configuran un impacto negativo de intensidad baja. La extensión es local y el efecto es directo e intermitente por lotes. La persistencia se mantiene temporal gracias al retiro programado. Con el plan de gestión la reversibilidad es alta. **I = −27 (Moderado).**

Fertilizantes y nutrientes. El uso de soluciones nutritivas concentradas implica un impacto negativo potencial. La dosificación controlada mantiene la intensidad baja, con extensión puntual en el sistema y, eventualmente, en purgas de efluente. El efecto es directo y de persistencia temporal; el circuito cerrado y el tratamiento favorecen la reversibilidad. **I = −22 (Bajo).**

Ausencia de pesticidas químicos. La no utilización de plaguicidas de síntesis representa un aspecto positivo. Disminuye el riesgo de contaminación en suelo, agua y biota, con extensión local y efecto directo asociado al manejo agronómico. La condición se sostiene mientras se mantenga la estrategia preventiva física/biológica. **I = +13 (Positivo).**

Uso, recuperación y gestión de etanol. El empleo de etanol 96% en winterización y limpieza, con recuperación en circuito cerrado, presenta un impacto negativo asociado al carácter inflamable y su clasificación Y42 cuando se desecha. La intensidad es media por posible emisión fugitiva o derrame; extensión local; efecto directo e inmediato y persistencia temporal. La reversibilidad es factible mediante limpieza, ventilación y gestión de residuo. **I = −34 (Moderado).**

Uso, recuperación y gestión de CO_2. El uso de CO_2 supercrítico como solvente de extracción y su recirculación reducen la generación de residuos peligrosos. El impacto es positivo, con intensidad baja-moderada; extensión local; efecto directo en cada ciclo de extracción. Las purgas controladas reducen la persistencia. **I = +26 (Positivo).**

Emisiones y liberación de gases. Se consideran las emisiones de descarboxilación, vapores residuales de etanol durante evaporación y olores del cultivo/proceso. La intensidad es baja-moderada, la extensión local y el efecto directo e inmediato durante la operación; la persistencia es corta con ventilación localizada y filtrado. **I = −33 (Moderado).**

Materiales sintéticos. El uso de plásticos y otros materiales con vida útil finita genera un impacto negativo de intensidad baja. La extensión es puntual y el efecto directo y esporádico (reemplazos). La persistencia puede ser alta si no se reciclan; la recuperabilidad mejora con estrategias de reutilización, reciclaje y disposición adecuada. **I = −22 (Bajo).**

Transporte de insumos y producto. La logística aporta emisiones y ruido asociados al transporte por carretera. La intensidad es media, con extensión regional; el efecto es directo y periódico conforme a abastecimiento y distribución; la persistencia es temporal aunque las emisiones se acumulan a escala atmosférica. La mitigación se orienta a optimización de rutas y flota. **I = −33 (Moderado).**

Ruido de equipos. El funcionamiento de bombas, compresores y ventiladores produce impacto negativo de intensidad baja, con extensión local. El efecto es directo e intermitente y la persistencia temporal; el control acústico en salas, más EPP cuando corresponda, facilita la reversibilidad. **I = −27 (Moderado).**

En la siguiente matriz se sintetizan los valores asignados a cada impacto identificado, de acuerdo con la metodología de Conesa:

Tabla 20

Resultados de la matriz de valoración de impactos ambientales del proyecto.

ACCIÓN	(+/-)	(i)	(EX)	(MO)	(PE)	(RV)	(SI)	(AC)	(EF)	(PR)	(MC)	(I)	CALIFICACIÓN
Gestión del agua	-	2	2	3	2	2	1	1	3	3	2	**-27**	**MODERADO**
Consumo energético	-	8	3	3	2	2	1	1	3	3	2	**-47**	**MODERADO**
Residuos sólidos	-	2	2	3	2	2	1	1	3	3	2	**-27**	**MODERADO**
Fertilizantes y nutrientes	-	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	**-22**	**BAJO**
Ausencia de pesticidas químicos	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**NULO**
Uso, gestión y recuperación de Etanol	-	3	2	4	2	3	2	2	4	3	2	**-35**	**MODERADO**
Uso, gestión y recuperación de CO2	+	2	2	3	2	2	1	1	2	3	2	**26**	**NULO**
Emisiones atmosféricas	-	4	2	3	2	2	1	1	3	3	2	**-33**	**MODERADO**
Transporte	-	3	2	4	2	2	2	1	4	3	2	**-33**	**MODERADO**
Materiales sintéticos	-	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	**-22**	**BAJO**
Ruido industrial	-	2	2	3	2	2	1	1	3	3	2	**-27**	**MODERADO**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025, en base a la *Metodología para el Cálculo de las Matrices Ambientales* (Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la Provincia del Chubut, 2015).

Los valores positivos corresponden a impactos beneficiosos, considerados de efecto nulo, no requieren mitigación adicional. Los valores negativos se clasifican según la escala de Conesa. En este proyecto, no se registran impactos severos ni críticos, indicando que, con las medidas de gestión planteadas los efectos adversos se mantienen en niveles aceptables.

6.7.3. Mitigación de impactos ambientales

A continuación, se describen las principales estrategias de mitigación del proyecto, alineadas con la normativa vigente y las mejores prácticas.

Agua y efluentes. Se emplean sistemas hidropónicos cerrados con recirculación de soluciones nutritivas. Las purgas se minimizan y, cuando ocurren, se destinan a reúso interno (riego de áreas verdes o limpieza) cuando es técnicamente viable. Antes de la descarga a la red cloacal, el efluente pasa por tratamiento integral para cumplir el Permiso de Vuelco y sus parámetros, de modo que la calidad resultante sea compatible con efluente doméstico.

Energía. Se aplican medidas de eficiencia: iluminación LED de alta eficacia, controladores en climatización y extracción, y gestión operativa para ajuste de cargas. Se evalúa la incorporación de fuentes renovables o contratos de suministro de energía de origen renovable para reducir emisiones indirectas de Gases de Efectos Invernaderos (GEI).

Residuos sólidos urbanos e industriales. Se aplica un plan de manejo con segregación en origen, recolección diferenciada y disposición segura. Se incluyen asimilables a urbanos (papel, cartón, plásticos, entre otros), reciclables limpios (PEAD, PET, vidrio, chatarra, entre otros) con acopio y entrega a recuperadores, y residuos industriales no peligrosos del proceso: sólido vegetal controlado y residuos de filtración, con inutilización y trazabilidad. Los auxiliares (film, pallets, cajas) se valorizan si están limpios. Se mantienen áreas de acopio señalizadas para evitar mezclas.

Residuos peligrosos. Los desechos peligrosos se almacenan en recipientes homologados dentro de gabinetes ignífugos con contención secundaria, rotulados según normativa (ej. Y42, H3). Se lleva registro y se retiran periódicamente mediante operador habilitado para tratamiento o disposición autorizada. Se prioriza la reducción en origen mediante recuperación de etanol.

Nutrientes y soluciones. Se implementa uso racional de nutrientes con monitoreo continuo de pH y CE y ajuste de dosis según requerimientos del cultivo. Las purgas inevitables se conducen

al sistema de tratamiento para evitar aportes eutrofizantes; cuando procede, se evalúa su reúso diluido en áreas no productivas dentro del predio.

Control de plagas sin pesticidas. Se aplica MIP con medidas preventivas (control de humedad, filtrado de aire, monitoreo con trampas) y métodos biológicos u orgánicos cuando corresponde, evitando el uso de plaguicidas de síntesis.

Manejo de solventes (etanol). Se operan POE específicos para transferencias y almacenamiento: ventilación forzada, conexión a tierra y equipotencialización, limitación de stock en armarios ignífugos con cubetas, y detección fija de vapores. Ante derrames, se activan los planes de contingencia con absorbentes inertes, ventilación, limpieza con EPP y contención del residuo para gestión como peligroso mediante operador habilitado.

Manejo de CO_2. El sistema de extracción cuenta con venteo exterior controlado y detectores fijos que activan alarmas y ventilación adicional si se superan umbrales. Los cilindros se almacenan en áreas ventiladas, fijados verticalmente y señalizados. El personal recibe capacitación para operación y respuesta ante fugas.

Materiales y residuos plásticos. Se priorizan materiales durables y reutilizables, reduciendo piezas desechables. Al final de vida útil, los polímeros (PEAD, PP, PVC, entre otros) se limpian, segregan y envían a recicladores especializados. Se mantienen rutinas de limpieza para evitar dispersión de fragmentos.

Logística y transporte. Se optimizan viajes y se priorizan proveedores cercanos cuando es posible. La flota cumple mantenimiento y VTV; los conductores reciben capacitación en conducción eficiente y se evalúa la incorporación futura de vehículos eléctricos.

Ruido y vibraciones. Los equipos se montan con elementos antivibración y, cuando corresponde, en gabinetes o salas con aislamiento. Se mantiene una franja perimetral arbolada y se programan operaciones ruidosas en horario diurno. Se controla periódicamente el nivel sonoro en el límite del predio y se utiliza protección auditiva cuando superan 85 dB(A).

6.8. Conclusiones

El Estudio Ambiental presenta una síntesis integral del proyecto y define cómo se controlan sus interacciones con el entorno. La aplicación de Conesa indica impactos mayormente bajos o moderados y sin categorías severas o críticas, siempre condicionados al cumplimiento de las medidas previstas. Quedan establecidos: una gestión del agua con recirculación y tratamiento que habilita el vuelco bajo permiso; una estrategia energética orientada a eficiencia; un esquema de residuos con clasificación, trazabilidad y operadores habilitados para los peligrosos; controles específicos para solventes y atmósferas integrados a higiene y seguridad; y un programa de monitoreo que enlaza parámetros de proceso, registros y auditorías internas. El capítulo especifica responsables, qué se mide, con qué umbrales se decide y cómo se documenta. Asimismo, define los mecanismos de respuesta y mejora, a fin de que el proyecto opere con condiciones para prevenir, reducir y controlar impactos a lo largo del ciclo productivo, evidenciar cumplimiento regulatorio y mantener la mejora continua.

7. ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO

7.1. Introducción

En el presente capítulo se desarrolla el estudio económico-financiero del proyecto, que comprende la estimación de los consumos, costos y gastos vinculados a la operación, así como la determinación de las inversiones requeridas para su ejecución. Asimismo, se presentan los ingresos esperados a partir de la proyección de la demanda, a fin de construir el flujo de fondos correspondiente. Con base en dichos resultados se realiza la evaluación económica y financiera del proyecto, destinada a determinar su viabilidad en el horizonte de análisis definido.

7.2. Cotización del dólar

Debido a la variación monetaria en Argentina, los cálculos económicos – financieros del proyecto se presentan en dólares estadounidenses (USD). Para ello, se utiliza como referencia el tipo de cambio vendedor del Banco de la Nación Argentina (BNA Venta) correspondiente a la fecha en que se relevó cada valor. Así, todos los montos originalmente expresados en pesos argentinos (ARS) se convirtieron a USD al momento de su registro. Se utilizaron dos valores de referencia, para la conversión de costos de maquinaria, servicios y materiales:

Tabla 21

Cotización del dólar BNA venta.

FECHA	VALOR
04/04/25	$1.095,50
19/09/25	$1.515,00

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.3. Costos operativos

Se describe la estructura de costos operativos del proyecto, que incluye las erogaciones necesarias para sostener la producción, los servicios de apoyo y la gestión. Integra costos directos e indirectos para determinar el costo total de producción y operación.

7.3.1. Costos de materia prima e insumos

Se determinan las cantidades y costos de materia prima e insumos para el proyecto. Los valores se basan en el balance de masa desarrollado en el estudio técnico y la proyección de demanda anual de frascos por período. Con base en la demanda anual de frascos y del coeficiente de cálculo de biomasa por frasco del balance de masa, se determinan las cantidades base.

Tabla 22

Demanda de biomasa seca y demanda de frascos de aceite de CBD por periodos.

DEMANDA DE BIOMASA SECA		
PERÍODO	**AÑO**	**BIOMASA (kg)**
1	2025	405,15
2	2026	491,71
3	2027	580,10
4	2028	669,33
5	2029	845,01
6	2030	1.027,22
7	2031	1.211,00
8	2032	1.397,90
9	2033	1.499,77
10	2034	1.601,10

DEMANDA DE FRASCOS DE ACEITE DE CBD		
PERÍODO	**AÑO**	**FRASCOS (un)**
1	2025	48.232
2	2026	58.541
3	2027	69.060
4	2028	79.801
5	2029	100.834
6	2030	122.288
7	2031	144.158
8	2032	166.417
9	2033	178.545
10	2034	190.798

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Los consumos se expresan en dos niveles. Por una parte, el proceso de cultivo, donde se tendrán en cuenta los insumos requeridos para obtener 1 kg de biomasa seca, como base de cálculo. Por otra parte, el proceso de obtención y posterior empaque, donde se tendrán en cuenta los

insumos requeridos por unidad de producto final, como referencia. Los coeficientes técnicos se obtienen del balance de masa y de especificaciones técnicas de los insumos.

Tabla 23

Cantidades de materia prima por kg de biomasa seca y por frasco de aceite de CBD.

POR KG DE BIOMASA SECA	
INSUMO	**CANTIDAD/kg DE BIOMASA SECA**
Semilla	1,71 un/kg
Plug de germinación	1,71 un/kg
Bandeja x 72 celdas	0,02375 un/kg
Nutriente concentrado	1,06411 L/kg

POR FRASCO DE ACEITE DE CBD	
INSUMO	**CANTIDAD/FRASCO DE ACEITE DE CBD**
Biomasa seca	0,0084 kg/frasco
CO_2	0,0069 kg/frasco
Etanol	0,000507 L/frasco
Aceite portador	0,0088 L/frasco
Frasco x 10mL	1 un/frasco
Estuche secundario	1 un/frasco
Etiqueta	1 un/frasco
Caja corrugada	0,05 un/frasco

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Cada insumo se reporta con su presentación comercial, el precio de la presentación en USD y la cantidad contenida en dicha presentación. El costo unitario se obtiene dividiendo el precio de la presentación por la cantidad de la misma en la unidad de cálculo.

Tabla 24

Costos unitarios de materia prima.

CONCEPTO	PRESENTACIÓN	PRECIO (USD)	COSTO UNITARIO
Semilla	5 unidades	40,06	8,01 USD/un
Bandeja de germinación x 72 celdas	10 unidades	18,67	1,87 USD/un
Plug de germinación	50 unidades	14,28	0,29 USD/un
Nutrientes minerales (concentrado)	20 litros	115,84	5,79 USD/L
CO_2	10 kg	198,47	19,85 USD/kg
Aceite de oliva	5 litros	84,78	16,96 USD/L
Etanol	5 litros	11,68	2,34 USD/L
Frasco x 10 mL	20 unidades	13,55	0,68 USD/un
Estuche secundario 3x3x8,5 cm	100 unidades	14,52	0,15 USD/un
Caja corrugada 20x15x15 cm	25 unidades	5,65	0,23 USD/un

Etiqueta autoadhesiva	1 unidad	0,20	0,20 USD/un

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

El costo total de materia prima por periodo resulta de la suma de subtotales de proceso de cultivo, de obtención y empaque. Los resultados se reportan en USD para cada período.

Tabla 25

Costos anuales de materia prima.

CONCEPTO	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Semilla	5.522,30	6.709,60	7.915,40	9.143,50	11.540,20
Bandeja de germinación	196,9	239,2	282,1	325,7	410,8
Plug de germinación	17,90	21,80	257,70	29,60	37,40
Nutrientes minerales	2.482,70	3.018,50	3.563,40	4.117,80	5.203,00
CO_2	6.234,10	7.582,70	8.958,00	10.362,00	13.097,00
Aceite de oliva	57,00	69,30	81,50	94,20	118,90
Etanol	7.128,50	8.664,40	10.238,00	11.846,00	14.988,00
Frasco x 10 mL	32.795,80	39.829,90	46.961,00	54.227,00	68.567,00
Estuche secundario	7.019,00	8.519,00	10.050,00	11.613,00	14.675,00
Caja corrugada	9.573,00	11.620,00	13.710,00	15.843,00	20.021,00
Etiqueta autoadhesiva	545,80	662,40	781,50	903,00	1.141,00
TOTAL	**71.573,00**	**86.936,80**	**102.798,60**	**118.504,80**	**149.799,30**

CONCEPTO	PERÍODO 6	PERÍODO 7	PERÍODO 8	PERÍODO 9	PERÍODO 10
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Semilla	14.075,00	16.555,00	19.126,00	20.512,00	21.960,00
Bandeja de germinación	502,1	591,1	682,6	732,7	784,1
Plug de germinación	45,60	53,60	61,90	66,30	71,00
Nutrientes minerales	6.332,00	7.463,00	8.620,00	9.242,00	9.885,00
CO_2	16.708,00	19.911,00	23.134,00	24.783,00	26.523,00
Aceite de oliva	145,20	171,80	197,90	212,20	226,30
Etanol	18.348,00	21.777,00	25.239,00	27.028,00	28.642,00
Frasco x 10 mL	83.002,00	97.839,00	112.945,00	121.193,00	129.442,00
Estuche secundario	17.956,00	21.094,00	24.765,00	26.739,00	28.094,00

Caja corrugada	24.269,00	28.624,00	33.103,00	35.398,00	37.849,00
Etiqueta autoadhesiva	1.386,00	1.634,00	1.895,00	2.032,00	2.158,00
TOTAL	**182.768,90**	**215.713,50**	**249.769,40**	**267.938,20**	**285.634,40**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.3.2. Suministro y consumo eléctrico

Para el cálculo del consumo se consideran los artefactos eléctricos. El huso horario se desagrega por bandas horarias: hora pico de 18:00 a 23:00, hora valle de 23:00 a 05:00 y hora resto de 05:00 a 18:00. Para cada equipo se registra su potencia unitaria, cantidad, horas/día en cada banda y días/mes. El consumo mensual total es la suma de las tres bandas.

Primero, se releva el escenario de consumo para los periodos 1 al 5, sin ampliaciones, detallados en la Tabla 26 y luego para los periodos 6 al 10, incorporando las cargas adicionales previstas en la inversión de ampliación, según la Tabla 27.

Con los datos de los consumos y a partir del cuadro tarifario de EDESA (septiembre 2025), adjuntado en el apartado de anexos, se calcula el costo mensual del suministro eléctrico. La valorización utiliza los precios de energía activa por banda, el cargo por potencia contratada, el cargo por potencia en punta, el cargo fijo y los impuestos correspondientes. La tarifa de aplicación seleccionada es la Tarifa 3 – Baja Tensión Mediana Demanda, ya que la potencia contratada prevista para el suministro se ubica entre 50 y 100 kW. La potencia contratada equivale a la capacidad máxima reservada con la distribuidora y la potencia en punta es la demanda máxima efectivamente medida en la franja 18:00 a 23:00.

Sobre esta base se realizan los cálculos de costo de suministro eléctrico para ambos escenarios, especificados en la Tabla 28 para el costo mensual y en la Tabla 29 para el costo anual.

Tabla 26

Consumo eléctrico de artefactos.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA (kW)	POTENCIA TOTAL (kW)	HS/DÍA - PICO	HS/DÍA - RESTO	HS/DÍA - VALLE	DÍAS/ MES	kWh/MES– PICO	kWh/MES– RESTO	kWh/MES– VALLE	kWh/MES – TOTAL
Aire acondicionado cultivo	15	1,100	16,500	1	4	1	30	495,00	1.980,00	495,00	2.970,00
Aire acondicionado oficinas	7	1,200	8,400	0	4	0	22	0,00	739,20	0,00	739,20
Autoclave	1	1,500	1,500	0	1	0	20	0,00	30,00	0,00	30,00
Calefactor aire cultivo	15	2,000	30,000	0	2	0	30	0,00	1.800,00	0,00	1.800,00
Calefactor de agua	23	0,050	1,150	5	13	6	30	172,50	448,50	207,00	828,00
Controladores pH/CE	45	0,003	0,135	5	13	6	30	20,25	52,65	24,30	97,20
Enfriadores de agua	23	0,100	2,300	5	13	6	30	345,00	897,00	414,00	1.656,00
Etiquetadora	1	0,300	0,300	0	2	0	20	0,00	12,00	0,00	12,00
Evaporador	1	3,000	3,000	0	5	1	20	0,00	300,00	60,00	360,00
Filtro de vacío	1	0,500	0,500	0	2	0	20	0,00	20,00	0,00	20,00
Heladera comedor	1	0,100	0,100	5	13	6	30	15,00	39,00	18,00	72,00
High-bay industrial	34	0,125	4,250	0	10	0	22	0,00	935,00	0,00	935,00
Horno de secado	1	3,000	3,000	0	5	1	20	0,00	300,00	60,00	360,00
Horno eléctrico comedor	1	1,600	1,600	0	1	0	22	0,00	17,60	0,00	17,60
Impresoras multifunción	2	0,020	0,040	0	2	0	22	0,00	1,76	0,00	1,76
Lector código de barras	1	0,010	0,010	0	2	0	22	0,00	0,44	0,00	0,44
Luces LED cultivo	45	0,600	27,000	0	8	4	30	0,00	6.480,00	3.240,00	9.720,00
Máquina de llenado/tapado	1	0,800	0,800	0	2	0	20	0,00	32,00	0,00	32,00
Mezclador/homogeneizador	1	1,500	1,500	0	2	0	20	0,00	60,00	0,00	60,00
Microondas comedor	1	1,200	1,200	0	1	0	22	0,00	13,20	0,00	13,20
Molino de cuchillas	1	2,000	2,000	0	2	0	20	0,00	80,00	0,00	80,00
Notebooks	14	0,050	0,700	0	8	0	22	0,00	123,20	0,00	123,20
Otros	1	1,000	1,000	5	13	6	30	150,00	390,00	180,00	720,00
Panel LED 60×60 (oficinas)	73	0,040	2,920	0	10	0	22	0,00	642,40	0,00	642,40
Sensores T/HR	45	0,001	0,045	5	13	6	30	6,75	17,55	8,10	32,40

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA (kW)	POTENCIA TOTAL (kW)	HS/DÍA - PICO	HS/DÍA - RESTO	HS/DÍA - VALLE	DÍAS/ MES	kWh/MES– PICO	kWh/MES– RESTO	kWh/MES– VALLE	kWh/MES – TOTAL
Sistema RDWC (bombas)	45	0,080	3,600	5	13	6	30	540,00	1.404,00	648,00	2.592,00
Teléfonos VoIP	9	0,003	0,027	5	13	6	30	4,05	10,53	4,86	19,44
Tratamiento de agua	1	2,700	2,700	5	13	6	30	405,00	1.053,00	486,00	1.944,00
Tratamiento de efluentes	1	4,200	4,200	5	13	6	30	630,00	1.638,00	756,00	3.024,00
Ultrafreezer −86 °C	1	0,700	0,700	5	13	6	30	105,00	273,00	126,00	504,00
Extractor CO_2 supercrítico	1	7,000	7,000	0	5	3	20	0,00	700,00	420,00	1.120,00
TOTAL								**2.888,55**	**20.490,03**	**7.147,26**	**30.525,84**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Tabla 27

Consumo eléctrico de artefactos - Ampliación.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA (kW)	POTENCIA TOTAL (kW)	HS/DÍA - PICO	HS/DÍA - RESTO	HS/DÍA - VALLE	DÍAS/ MES	kWh/MES– PICO	kWh/MES– RESTO	kWh/MES– VALLE	kWh/MES – TOTAL
Aire acondicionado cultivo	30	1,100	33,000	1	4	1	30	990,00	3.960,00	990,00	5.940,00
Aire acondicionado oficinas	7	1,200	8,400	0	4	0	22	0,00	739,20	0,00	739,20
Autoclave	2	1,500	3,000	0	1	0	20	0,00	60,00	0,00	60,00
Calefactor aire cultivo	30	2,000	60,000	0	2	0	30	0,00	3.600,00	0,00	3.600,00
Calefactor de agua	46	0,050	2,300	5	13	6	30	345,00	897,00	414,00	1.656,00
Controladores pH/CE	45	0,003	0,135	5	13	6	30	20,25	52,65	24,30	97,20
Enfriadores de agua	46	0,100	4,600	5	13	6	30	690,00	1.794,00	828,00	3.312,00
Etiquetadora	2	0,300	0,600	0	2	0	20	0,00	24,00	0,00	24,00
Evaporador	2	3,000	6,000	0	5	1	20	0,00	600,00	120,00	720,00
Filtro de vacío	2	0,500	1,000	0	2	0	20	0,00	40,00	0,00	40,00
Heladera comedor	1	0,100	0,100	5	13	6	30	15,00	39,00	18,00	72,00

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA (kW)	POTENCIA TOTAL (kW)	HS/DÍA - PICO	HS/DÍA - RESTO	HS/DÍA - VALLE	DÍAS/ MES	kWh/MES– PICO	kWh/MES– RESTO	kWh/MES– VALLE	kWh/MES – TOTAL
High-bay industrial	68	0,125	8,500	0	10	0	22	0,00	1.870,00	0,00	1.870,00
Horno de secado	2	3,000	6,000	0	5	1	20	0,00	600,00	120,00	720,00
Horno eléctrico comedor	1	1,600	1,600	0	1	0	22	0,00	17,60	0,00	17,60
Impresoras multifunción	2	0,020	0,040	0	2	0	22	0,00	1,76	0,00	1,76
Lector código de barras	1	0,010	0,010	0	2	0	22	0,00	0,44	0,00	0,44
Luces LED cultivo	90	0,600	54,000	0	8	4	30	0,00	12.960,00	6.480,00	19.440,00
Máquina de llenado/tapado	2	0,800	1,600	0	2	0	20	0,00	64,00	0,00	64,00
Mezclador/homogeneizador	2	1,500	3,000	0	2	0	20	0,00	120,00	0,00	120,00
Microondas comedor	1	1,200	1,200	0	1	0	22	0,00	13,20	0,00	13,20
Molino de cuchillas	2	2,000	4,000	0	2	0	20	0,00	160,00	0,00	160,00
Otros	1	1,000	1,000	5	13	6	30	150,00	390,00	180,00	720,00
Notebooks	14	0,050	0,700	0	8	0	22	0,00	123,20	0,00	123,20
Panel LED 60×60 (oficinas)	73	0,040	2,920	0	10	0	22	0,00	642,40	0,00	642,40
Sensores T/HR	45	0,001	0,045	5	13	6	30	6,75	17,55	8,10	32,40
Sistema RDWC (bombas)	90	0,080	7,200	5	13	6	30	1.080,00	2.808,00	1.296,00	5.184,00
Teléfonos VoIP	9	0,003	0,027	5	13	6	30	4,05	10,53	4,86	19,44
Tratamiento de agua	1	2,700	2,700	5	13	6	30	405,00	1.053,00	486,00	1.944,00
Tratamiento de efluentes	1	4,200	4,200	5	13	6	30	630,00	1.638,00	756,00	3.024,00
Ultrafreezer −86 °C	2	0,700	1,400	5	13	6	30	210,00	546,00	252,00	1.008,00
Extractor CO_2 supercrítico	2	7,000	14,000	0	5	3	20	0,00	1.400,00	840,00	2.240,00
TOTAL								**4.546,05**	**36.241,53**	**12.817,26**	**53.604,84**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Tabla 28

Costo mensual de suministro eléctrico para escenario base y escenario con ampliación.

CONCEPTO	CANTIDAD		PRECIO UNITARIO (ARS)	SUBTOTAL (ARS)
Energía - Pico	2.888,55	kWh	249,97	722.036,69
Energía - Resto	20.490,03	kWh	248,38	5.089.293,16
Energía - Valle	7.147,26	kWh	247,12	1.766.265,20
Cargo por potencia contratada	80,00	kW	22.886,75	1.830.940,00
Cargo por potencia en punta	40,00	kW	3.413,16	136.526,40
Cargo fijo mensual	-	-	26.797,52	26.797,52
Subtotal antes de impuestos	-	-	-	9.571.858,97
IVA 21%	-	-	-	2.010.090,38
TOTAL MENSUAL (ARS)				**11.581.949,35**
TOTAL MENSUAL (USD)				**7.644,85**

CONCEPTO	CANTIDAD		PRECIO UNITARIO (ARS)	SUBTOTAL
Energía - Pico	4.546,05	kWh	249,97	1.136.353,84
Energía - Resto	36.241,53	kWh	248,38	9.001.634,98
Energía - Valle	12.817,26	kWh	247,12	3.167.462,81
Cargo por potencia contratada	80,00	kW	22.886,75	1.830.940,00
Cargo por potencia en punta	40,00	kW	3.413,16	136.526,40
Cargo fijo mensual	-	-	26.797,52	26.797,52
Subtotal antes de impuestos	-	-	-	15.299.715,56
IVA 21%	-	-	-	3.212.940,27
TOTAL MENSUAL (ARS)				**18.512.655,82**
TOTAL MENSUAL (USD)				**12.219,57**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Tabla 29

Costos anuales de suministro eléctrico.

CONCEPTO	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Suministro eléctrico	91.738,21	91.738,21	91.738,21	91.738,21	91.738,21
TOTAL	**91.738,21**	**91.738,21**	**91.738,21**	**91.738,21**	**91.738,21**

CONCEPTO	PERÍODO 6	PERÍODO 7	PERÍODO 8	PERÍODO 9	PERÍODO 10
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Suministro eléctrico	146.634,90	146.634,90	146.634,90	146.634,90	146.634,90
TOTAL	**146.634,90**	**146.634,90**	**146.634,90**	**146.634,90**	**146.634,90**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.3.3. Consumo de agua

Para calcular el consumo mensual se consideraron los equipos y servicios que requieren agua. A partir del consumo diario aproximado de cada concepto y de los días de operación mensual se obtienen los volúmenes totales para el escenario inicial y el escenario de ampliación.

El cálculo incorpora la operación de la planta de tratamiento de agua de proceso, la cual alimenta los sistemas RDWC a partir del agua del pozo del Parque Industrial de Salta, el consumo sanitario y de cocina/limpieza de áreas en función de una dotación de 20 personas, el equipo para esterilizar frascos y la planta de tratamiento de efluentes.

Tabla 30

Consumo mensual de agua para escenario base y escenario con ampliación.

CONCEPTO	CONSUMO DIARIO (m³/día)	DÍAS	CONSUMO MENSUAL (m³/mes)
Sistema RDWC	1,30	30	39,00
Planta de tratamiento de agua (retrolavados y limpieza en sitio)	0,55	30	16,50
Baños (uso sanitario del personal)	0,50	26	13,00
Cocina y limpieza de áreas	0,25	26	6,50
Autoclave para esterilización (1 equipo)	0,02	20	0,40
Planta de tratamiento de efluentes (lavados y mantenimiento)	0,05	30	1,50
TOTAL	**2,67**		**76,90**

CONCEPTO	CONSUMO DIARIO (m³/día)	DÍAS	CONSUMO MENSUAL (m³/mes)
Sistema RDWC	2,60	30	78,00
Planta de tratamiento de agua (retrolavados y limpieza en sitio)	1,10	30	33,00
Baños (uso sanitario del personal)	0,50	26	13,00
Cocina y limpieza de áreas	0,25	26	6,50
Autoclave para esterilización (2 equipos)	0,04	20	0,80
Planta de tratamiento de efluentes (lavados y mantenimiento)	0,10	30	3,00
TOTAL	**2,43**		**134,30**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

El costo mensual se determinó aplicando el cuadro tarifario de Aguas del Norte vigente a septiembre de 2025, bajo la Categoría Industrial con servicio medido (Categoría F), con servicio facturado de Agua y Cloaca correspondiente a la Zona 3, debido a que la ubicación del establecimiento se encuentra en área metropolitana. El consumo proyectado en el escenario inicial se encuentra en el tramo de 50 a 100 m³/mes, por lo que corresponde aplicar un coeficiente de 1,30

sobre el precio unitario del m³. En el escenario con ampliación, el consumo se encuentra en el tramo de 100 a 500 m³/mes, motivo por el cual se aplica el coeficiente de 1,50. Se adopta el medidor de 25 mm de diámetro nominal, ya que responde técnicamente a los caudales máximos previstos (~1,2 m³/h en escenario base y ~2,4 m³/h en ampliación), con velocidades de paso del agua inferiores a 2,5 m/s, dentro del rango recomendado por la IRAM 2433 y el Manual de Hidráulica de AIDIS (2020) para instalaciones industriales de consumo medio. Este diámetro permite una medición adecuada en caudales de operación normal, reduce pérdidas de carga, permite absorber picos de demanda y reduce el cargo fijo por sobredimensionamiento del medidor. Con estos parámetros de entrada, la facturación se calcula mediante la fórmula establecida por el prestador:

$$Factura\ básica\ (FB) = Cargo\ fijo + Precio\ m^3 x\ Coef.de\ Consumo\ x\ Consumo\ en\ m^3$$

Tabla 31

Costo mensual de consumo de agua para escenario base y escenario con ampliación.

CONCEPTO	CANTIDAD		COEFICIENTE DE CONSUMO	PRECIO UNITARIO (ARS)	SUBTOTAL
Consumo mensual de agua	76,90	m³	1,30	1.317,45	131.705,48
Cargo fijo mensual	-	-	-	470.643,32	470.643,32
TOTAL MENSUAL (ARS)					**602.348,80**
TOTAL MENSUAL (USD)					**397,59**

CONCEPTO	CANTIDAD		COEFICIENTE DE CONSUMO	PRECIO UNITARIO (ARS)	SUBTOTAL
Consumo mensual de agua	134,30	m³	1,50	1.317,45	265.400,30
Cargo fijo mensual	-	-	-	470.643,32	470.643,32
TOTAL MENSUAL (ARS)					**736.043,62**
TOTAL MENSUAL (USD)					**485,84**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

En consecuencia, se obtiene una estimación mensual en pesos, la cual convertimos a dólares, lo que nos permite definir el costo anual del servicio.

Tabla 32

Costos anuales de consumo de agua.

CONCEPTO	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Servicio de agua y cloaca	4.771,08	4.771,08	4.771,08	4.771,08	4.771,08
TOTAL	**4.771,08**	**4.771,08**	**4.771,08**	**4.771,08**	**4.771,08**

CONCEPTO	PERÍODO 6	PERÍODO 7	PERÍODO 8	PERÍODO 9	PERÍODO 10
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Servicio de agua y cloaca	5.830,05	5.830,05	5.830,05	5.830,05	5.830,05
TOTAL	**5.830,05**	**5.830,05**	**5.830,05**	**5.830,05**	**5.830,05**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.3.4. Costos de mano de obra

El costo de mano de obra del proyecto se determina conforme a los CCT aplicables a cada actividad. En el caso del personal técnico, administrativo, de laboratorio, de empaque y de tratamiento de agua/efluentes, la relación laboral se encuadra en el CCT 42/89 de FATSA. Para los operarios agrícolas, cuya tarea corresponde al sistema de cultivo hidropónico, se aplica la Ley 26727 de Régimen de Trabajo Agrario y las resoluciones de la CNTA, resulta aplicable la Resolución 174/2025 que establece las remuneraciones mínimas del personal permanente. Se adopta provisoriamente, el valor correspondiente a la categoría "Planta química calificado" del CCT 42/89 de FATSA, para los encargados de las plantas de tratamiento de agua/efluentes, por similitud de complejidad y responsabilidad. Respecto de los puestos de gerencia, se encuadran

fuera de convenio. Para su valuación, se utilizaron valores de referencia de rangos de remuneración de mercado de cargos equivalentes en el sector industrial farmacéutico.

Los criterios de cálculo de los costos de mano de obra se ajustan a lo dispuesto en el marco normativo laboral general sobre remuneraciones, Sueldo Anual Complementario (SAC) y contribuciones patronales publicada por el Ministerio de Trabajo y en el portal oficial de derechos laborales. Primero, se considera el salario básico mensual de cada categoría según la escala vigente. Luego, se incorpora el SAC, que de acuerdo con la legislación argentina consiste en el 50% de la mejor remuneración semestral y que, a los fines de cálculo, se prorratea en doce meses equivalentes a un doceavo adicional sobre el básico mensual. Además, se adicionan las contribuciones patronales, que comprenden los aportes obligatorios a jubilación, PAMI, obra social, Fondo Nacional de Empleo y seguro de vida, que equivalen a una tasa efectiva aproximada del 25,8% sobre remunerativos (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2025). Finalmente, se incorpora el costo del Seguro de Riesgos del Trabajo (ART), que se estima en 5,5% de la masa salarial conforme al rango de alícuotas vigente en el mercado para actividades industriales, agrarias y de saneamiento ambiental, cuyas tasas suelen ubicarse entre 4% y 8% según el nivel de riesgo.

A continuación, se presenta el cálculo del costo anual de mano de obra, teniendo en cuenta la dotación definida para el proyecto y aplicando los criterios señalados. Para efectos de conversión monetaria, todos los montos calculados en ARS se expresan en USD, aplicando el tipo de cambio vendedor del BNA (19/09/2025).

Tabla 33

Costo anual de mano de obra.

PUESTO (CONVENIO)	BÁSICO (ARS)	SAC (1/12) (ARS)	CONTRIB. 25,8% (ARS)	ART 5,5% (ARS)	COSTO UNITARIO (ARS/mes)	CANT. (un)	COSTO TOTAL MENSUAL (ARS/mes)	COSTO TOTAL ANUAL (ARS/año)	COSTO TOTAL ANUAL (USD/año)
Gerente General (Fuera de conv.)	5.000.000,00	416.666,67	1.290.000,00	275.000,00	6.981.666,67	1	6.981.666,67	83.780.000,00	55.300,33
Gerente de Producción (Fuera de conv.)	4.000.000,00	333.333,33	1.032.000,00	220.000,00	5.585.333,33	1	5.585.333,33	67.024.000,00	44.240,26
Gerente de Administración (Fuera de conv.)	3.500.000,00	291.666,67	903.000,00	192.500,00	4.887.166,67	1	4.887.166,67	58.646.000,00	38.710,23
Gerente Comercial (Fuera de conv.)	3.500.000,00	291.666,67	903.000,00	192.500,00	4.887.166,67	1	4.887.166,67	58.646.000,00	38.710,23
Encargado PTAP – Encargado PTE (FATSA Planta químico calificado)	1.995.736,48	166.311,37	514.900,01	109.765,51	2.786.713,37	2	2.786.713,37	33.440.560,46	22.072,98
Analista de calidad (FATSA Univ. B)	2.316.393,45	193.032,79	597.629,51	127.401,64	3.234.457,39	2	6.468.914,77	77.626.977,30	51.238,93
Operario producción (FATSA Calificado)	1.648.841,72	137.403,48	425.401,16	90.686,29	2.302.332,66	4	9.209.330,62	110.511.967,44	72.945,19
Operario agrícola (CNTA Peón general)	891.530,07	74.294,17	230.014,76	49.034,15	1.244.873,15	4	4.979.492,62	59.753.911,41	39.441,53
Operario empaque/almacén (FATSA Semi-calif.)	1.492.411,81	124.367,65	385.042,25	82.082,65	2.083.904,36	2	4.167.808,71	50.013.704,58	33.012,35
Auxiliar administrativo (FATSA Aux. 4ª)	1.344.367,07	112.030,59	346.846,70	73.940,19	1.877.184,55	1	1.877.184,55	22.526.214,62	14.868,79
Auxiliar comercial (FATSA Aux. 4ª)	1.344.367,07	112.030,59	346.846,70	73.940,19	1.877.184,55	1	1.877.184,55	22.526.214,62	14.868,79
TOTAL							**56.494.675,91**	**677.936.110,89**	**447.482,58**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.3.5. Gastos de mantenimiento y reparaciones

Estos gastos se estiman como un porcentaje del valor de los equipos incorporados en cada período. Para la proyección, se aplica un 4% anual sobre el costo de adquisición de los equipos del período en que se ponen en servicio. El monto resultante incluye actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. Cuando se produzcan nuevas incorporaciones de equipos en períodos posteriores, el 4% se calculará sobre el valor actualizado.

Tabla 34

Costos anuales de mantenimiento y reparaciones.

CONCEPTO	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Mantenimiento y reparaciones	17.242,23	17.242,23	17.242,23	17.242,23	17.242,23
TOTAL	**17.242,23**	**17.242,23**	**17.242,23**	**17.242,23**	**17.242,23**

CONCEPTO	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Mantenimiento y reparaciones	23.464,46	23.464,46	23.464,46	23.464,46	23.464,46
TOTAL	**23.464,46**	**23.464,46**	**23.464,46**	**23.464,46**	**23.464,46**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.3.6. Costos de materiales auxiliares y elementos de seguridad

Se computan como costos operativos los materiales auxiliares y los EPP requeridos en todos los procesos. El cálculo distingue: compras anuales de consumibles, recargas y reposiciones por desgaste/uso; y compras cada cinco años de equipos y elementos durables, incluyendo herramientas y equipos menores como bienes de baja rotación. Las cantidades de EPP se dimensionan según dotación, tipo de tarea y exposición; se asigna una unidad por usuario y stocks mínimos por área, con reposiciones anuales según consumo y programas de higiene y seguridad.

Delantales, overoles, guantes reutilizables, protectores auditivos, gafas y pantallas se reemplazan anualmente por desgaste, contaminación o no conformidad. Los extintores se dimensionan según clase de riesgo y sector, conforme a la Ley 19587 y Decreto 351/79; el costo anual incluye recargas y reposición de insumos de botiquín, mientras que a cinco años se consideran cuerpos/equipos de extintores, gabinetes de botiquines y señalización asociados a la adecuación edilicia.

Tabla 35

Costo de materiales auxiliares y elementos de seguridad cada 5 años y anual.

ÍTEM	CANT.	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
Caja de herramientas	1	209,04	209,04
Taladro eléctrico + juego de mechas	1	79,87	79,87
Escalera plegable	1	119,67	119,67
Extintor de PQS ABC de 5 kg	12	65,84	790,08
Extintor de CO_2 de 5 kg	4	301,22	1.204,88
Extintor de espuma de 6 litros	2	245,54	491,08
Botiquín de primes auxilios	4	27,29	109,16
Cartel/señal de seguridad	20	3,93	78,60
Luces de emergencia	6	11,34	68,04
Respirador media cara + cartucho OV	8	42,20	337,60
Equipo de respiración autónoma	2	1.848,18	3.696,36
Casco de seguridad	6	4,72	28,32
TOTAL			**7.212,70**

ÍTEM	CANT.	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
Gafas químicas cerradas	12	2,70	32,40
Gafas/lentes abiertos (impacto)	10	3,76	37,60
Pantalla facial	6	9,95	59,70
Par de guantes criogénicos	4	41,32	165,28
Par de guantes térmicos	3	11,21	33,63
Par de guantes dieléctricos	4	40,26	161,04
Par de guantes anticorte	8	5,29	42,32
Overol químico antiestático	8	5,41	43,28
Mameluco antiestático	5	173,89	869,45
Delantal químico	9	8,16	73,44
Calzado antideslizante	7	21,12	147,84
Protectores auditivos	12	4,19	50,28
Calzado dieléctrico	12	34,40	412,80
Cartuchos de respirador media cara	32	13,33	426,67
Recarga de extintor PQS ABC	12	13,20	158,42

Recarga de extintor CO_2	4	59,41	237,62
Recarga de extintor de espuma	2	39,60	79,21
Guantes nitril 6 mil x 100 un	74	3,49	258,54
Guantes nitrilo 8 mil x 100 un	44	32,65	1.436,72
Par de guantes nitrilo reutilizables	6	2,48	14,88
Barbijo N95	132	3,29	434,28
TOTAL			**5.175,39**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.3.7. Costo total de producción

Con los costos del proceso productivo calculados, el costo total de producción se determina integrando los componentes estimados.

Tabla 36

Costos totales de producción.

CONCEPTO	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Materia prima	71.573,00	86.936,80	102.798,60	118.504,80	149.799,30
Consumo eléctrico	91.738,21	91.738,21	91.738,21	91.738,21	91.738,21
Consumo de agua	4.771,08	4.771,08	4.771,08	4.771,08	4.771,08
Mano de obra	447.482,58	447.482,58	447.482,58	447.482,58	447.482,58
Mantenimiento y reparaciones	17.242,23	17.242,23	17.242,23	17.242,23	17.242,23
Materiales auxiliares y EPP	12.388,09	5.175,39	5.175,39	5.175,39	5.175,39
TOTAL	**645.195,20**	**653.346,30**	**669.208,10**	**684.914,30**	**716.208,80**

CONCEPTO	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Materia prima	182.768,90	215.713,50	249.769,40	267.938,20	285.634,40
Consumo eléctrico	146.634,90	146.634,90	146.634,90	146.634,90	146.634,90
Consumo de agua	5.830,05	5.830,05	5.830,05	5.830,05	5.830,05
Mano de obra	447.482,58	447.482,58	447.482,58	447.482,58	447.482,58
Mantenimiento y reparaciones	23.464,46	23.464,46	23.464,46	23.464,46	23.464,46

Materiales auxiliares y EPP	12.388,09	5.175,39	5.175,39	5.175,39	5.175,39
TOTAL	**818.568,98**	**844.300,88**	**878.356,78**	**896.525,58**	**914.221,78**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.3.8. Gastos administrativos

Se clasifican como gastos administrativos los servicios de asesoría legal, informática, higiene y seguridad y gestión ambiental, junto con los gastos de oficina y limpieza.

El alcance de cada asesoría está detallado en el capítulo organizacional, donde se describen sus responsabilidades. Para oficina se incluyen insumos como resmas de papel, tóner, artículos de librería, entre otros, y para limpieza se contemplan servicios periódicos de aseo y sanitización de oficinas, además de provisión y reposición de consumibles como detergentes, paños, bolsas, entre otros. Los montos asociados a estos conceptos se estiman con relevamiento de mercado, utilizando cotizaciones de proveedores, tarifas publicadas y referencias de contratos similares.

Tabla 37

Gasto administrativo anual.

CONCEPTO	COSTO MENSUAL (USD/mes)	COSTO ANUAL (USD/año)
Asesoría Legal	190,00	2.280,00
Asesoría Informática	250,00	3.000,00
Asesoría Higiene y Seguridad	130,00	1.560,00
Asesoría Ambiental	190,00	2.280,00
Gastos de oficina	100,00	1.200,00
Gastos de limpieza	40,00	480,00
TOTAL	**900,00**	**10.800,00**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.3.9. Gastos de comercialización

Los gastos de comercialización comprenden publicidad y promoción en formatos permitidos (material técnico, actividades de formación y difusión científica con profesionales),

acciones de marketing digital de alcance institucional y educativo, y costos de distribución asociados al transporte desde el depósito a los clientes. Para su proyección, se aplica 5% de los ingresos por ventas de cada periodo.

Tabla 38

Gastos de comercialización anual.

CONCEPTO	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Gastos de comercialización	60.290,00	73.176,25	86.325,00	99.751,25	126.042,50
TOTAL	**60.290,00**	**73.176,25**	**86.325,00**	**99.751,25**	**126.042,50**

CONCEPTO	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Gastos de comercialización	152.860,00	180.197,50	208.021,25	223.181,25	238.497,50
TOTAL	**152.860,00**	**180.197,50**	**208.021,25**	**223.181,25**	**238.497,50**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.3.10. Costos de alquiler

De acuerdo con la localización definida en el Parque Industrial de Salta, cuyo costo mensual establecido es de USD 4.000,00, el costo anual por periodo equivale a USD 48.000,00.

7.3.11. Costos totales de operación

El costo total de operación se determina a partir de la integración de todos los costos previamente calculados. A continuación, se presenta el cálculo consolidado.

Tabla 39

Costos anuales totales de operación.

CONCEPTO	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5

	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Costos de producción	645.195,20	653.346,30	669.208,10	684.914,30	716.208,80
Gastos administrativos	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00
Gastos de comercialización	60.290,00	73.176,25	86.325,00	99.751,25	126.042,50
Costos de alquiler	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00
TOTAL	**764.285,20**	**785.322,55**	**814.333,10**	**843.465,55**	**901.051,30**

CONCEPTO	PERÍODO 6	PERÍODO 7	PERÍODO 8	PERÍODO 9	PERÍODO 10
	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
Costos de producción	818.568,98	844.300,88	878.356,78	896.525,58	914.221,78
Gastos administrativos	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00
Gastos de comercialización	152.860,00	180.197,50	208.021,25	223.181,25	238.497,50
Costos de alquiler	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00
TOTAL	**1.030.228,98**	**1.083.298,38**	**1.145.178,03**	**1.178.506,83**	**1.211.519,28**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.4. Inversiones

Las inversiones previstas para la implementación y la ampliación del proyecto se agrupan en activos tangibles e intangibles. Se incluyen los bienes y obras necesarias para iniciar operaciones, y los recursos destinados a la organización y puesta en marcha.

7.4.1. Activos tangibles

Los activos tangibles comprenden los bienes físicos necesarios para el desarrollo de las actividades productivas, administrativas y de soporte. Se distinguen tres categorías: maquinarias, mobiliario, equipamiento e instrumentos, y adecuación edilicia.

En maquinaria, para el periodo 0, se prevé la adquisición de equipos para las etapas de cultivo hidropónico, obtención de aceite, control de calidad y tratamiento de agua y efluentes.

Tabla 40

Inversión inicial en maquinarias.

SECTOR	EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO (USD/UN)	PRECIO TOTAL (USD)
Cultivo hidropónico	Sistema RDWC Hidroponia	45	721,13	32.450,85
	Enfriador de agua	23	405,35	9.323,05
	Calefactor de agua	23	17,97	413,31
	Aire acondicionado	15	658,65	9.879,75
	Calefactor de aire	15	80,51	1.207,65
	Luz LED de cultivo	45	385,21	17.334,45
Obtención de aceite de CBD	Molino de cuchillas	1	8.920,00	8.920,00
	Horno de secado	1	4.423,00	4.423,00
	Extractor de CO2 supercrítico	1	50.000,00	50.000,00
	Ultrafreezer	1	3.695,00	3.695,00
	Filtro de vacío	1	1.200,00	1.200,00
	Evaporador de filtración al vacío	1	2.612,00	2.612,00
	Tanque mezclador y homogeneizador	1	2.377,83	2.377,83
	Autoclave digital semiautomática	1	1.155,19	1.155,19
	Máquina de llenado y tapado	1	9.565,69	9.565,69
	Máquina etiquetadora	1	998,00	998,00
Control de calidad	Cromatógrafo líquido de alta eficacia con detector de arreglo de diodos	1	35.500,00	35.500,00
	Cromatógrafo de gases con muestreador automático de espacio de cabeza	1	40.000,00	40.000,00
Tratamiento de agua	Planta de tratamiento de agua de proceso	1	120.000,00	110.000,00
	Planta de tratamiento de efluentes industriales	1	95.000,00	90.000,00
TOTAL				**431.055,77**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

En mobiliario, equipamiento e instrumentos, para el periodo 0, se incluyen los bienes necesarios para administración, laboratorio, comedor y almacén, así como el instrumental de medición y control de calidad.

Tabla 41

Inversión inicial en mobiliario, equipamiento e instrumentos.

SECTOR	EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD/UN)	PRECIO TOTAL (USD)

Administración/ Oficinas	Escritorio	7	116,42	814,94
	Silla ergonómica	7	103,56	724,92
	Notebook	14	1.337,49	18.724,86
	Impresora multifunción (en red)	2	516,96	1.033,92
	Teléfono de escritorio/VOIP	9	73,78	664,02
	Mesa de reunión	1	470,69	470,69
	Aire acondicionado (oficinas + sala)	7	775,90	5.431,30
	Panel De Led 60x60	73	35,61	2599,53
	Colgante Industrial Highbay Led Alta Potencia	34	67,84	2.306,56
	Mesadas de acero inoxidable	9	287,79	2.590,10
	Sillas de laboratorio	4	286,10	1.144,39
	Estantería Reforzada Ventilada c/ bandeja perforada	11	184,82	2.033,00
	Estanteria Reforzada	7	62,38	436,63
	Gabinete para almacenamiento de inflamables	1	2.601,94	2.601,94
	Gabinete para cilindro de CO2	1	3.094,88	3.094,88
	Armario Metalico Reforzado Oficina	7	297,04	2.079,25
Producción/ Laboratorio de calidad	Mesa de trabajo embalaje	1	429,04	429,04
	Lockers / casilleros	1	606,45	606,45
	Lavaojos / ducha de seguridad	1	461,32	461,32
	Data-loggers de temperatura/humedad	4	69,31	277,23
	Termohigrómetro	2	27,37	54,74
	Medidor de pH - CE	2	147,00	294,01
	Medidor de OD	1	320,13	320,13
	Medidor de PPFD o sensor de luz	1	336,09	336,09
	Balanza analítica o de precisión	1	565,67	565,67
	Medidor de actividad de agua	1	780,88	780,88
	Termobalanza	1	967,61	967,61
	Lupa de ampliación para inspección	2	6,98	13,97
	Viscosímetro	1	2.640,26	2.640,26
	Pictómetro	1	105,69	105,69
Comedor	Mesa comedor + 6 sillas	2	282,98	565,96
	Microondas	1	136,03	136,03
	Heladera	1	416,17	416,17
	Horno eléctrico	1	87,63	87,63
Almacén/ Logística	Estante metálico	2	1.064,17	2.128,34
	Frascos 2.2 litros almacenamiento MP	2200	2,64	5.808,58
	Racks almacenamiento pallets	2	128,00	256,00
	Armario metálico	2	817,17	1.634,34
	Carro de carga	1	48,61	48,61
	Lector de código de barras	1	70,29	70,29
	Escalera para depósito	1	51,02	51,02

	Pallet jack / zorra manual	1	119,34	119,34
	Apilador Elevador Semi Electrico	1	3.206,05	3.206,05
	Pallet ARLOG	10	8,61	86,12
TOTAL				**69.218,51**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

En adecuación edilicia, el periodo 0 comprende trabajos de mejora y puesta a punto, como refuerzos y terminaciones en pisos, cerramientos de áreas de cultivo y proceso, adecuaciones eléctricas y de servicios menores, acondicionamiento de depósito y circulaciones, y construcción de la pileta de espera del efluente tratado previo al vuelco a la red cloacal. La adecuación edilicia inicial comprende la ampliación de 350 m² de nave industrial, con las adecuaciones internas imprescindibles para su puesta en marcha. Para valorizarla se adopta como precio unitario el costo de m² de nave/galpón metálico publicado por el Consejo Profesional de Agrimensores, Ingenieros y Profesionales Afines (COPAIPA) – Salta (COPAIPA, 2025) para el mes de julio 2025, y se adiciona un porcentaje de readecuación de servicios básicos del 10% sobre la obra civil.

Tabla 42

Inversión inicial en adecuación edilicia.

CONCEPTO	SUPERF. APROX. (m²)	PRECIO UNITARIO (ARS/m²)	SUBTOTAL OBRA BASE (ARS)	READECUACIÓN EDILICIA 10% (ARS)	COSTO TOTAL (ARS)	COSTO TOTAL (USD)
Adecuación edilicia inicial	350,00	693.348,98	242.672.143,00	24.267.214,30	266.939.357,30	**176.197,60**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.4.2. Activos intangibles

Los activos intangibles del proyecto se presentan para efectos del estudio como erogaciones para iniciar las operaciones y cumplir con la normativa aplicable, la competencia técnica del equipo y la disponibilidad operativa del proceso. Estos se agrupan en tres componentes:

Gastos legales para puesta en marcha, que incluye costos de habilitaciones, permisos, sellados y honorarios profesionales necesarios para el inicio de actividades.

Gastos operativos para puesta en marcha, que incluyen costos de arranque operativo para llevar los activos físicos a condición operativa: montaje y pruebas, calibraciones y verificaciones iniciales, elaboración de documentación, adecuaciones de servicios, seguros iniciales, logística y otros costos asociados a la transición desde instalación a operación. Para la proyección, se estima un 8% aplicado sobre la inversión total en equipos.

Capacitación de personal, que comprende la formación requerida para la operación segura y conforme a procedimientos: gestión y liderazgo para jefaturas, normativas legales y administrativas aplicables, buenas prácticas de manufactura, higiene y seguridad industrial, técnicas específicas de cultivo hidropónico, producción de aceite de CBD, comercial/marketing, control de calidad instrumental y gestión ambiental y de efluentes.

Tabla 43

Tipo y costo de capacitaciones.

TIPO DE CAPACITACIÓN	CANT.	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Gestión y liderazgo	4	200,00	800,00
Normativas legales y administrativas	3	200,00	600,00
Buenas prácticas de manufactura	8	300,00	2.400,00
Higiene y Seguridad Industrial	12	100,00	1.200,00
Técnicas de cultivo hidropónico	5	500,00	2.500,00
Producción de aceite de CBD	4	500,00	2.000,00
Marketing y estrategias comerciales	2	200,00	400,00
Control de calidad y análisis instrumental	4	400,00	1.600,00
Gestión ambiental y tratamiento de efluentes	1	300,00	300,00
TOTAL			**11.800,00**

Tabla 44

Inversión en activos intangibles.

DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL (USD)
Gastos legales para puesta en marcha	2.850,00
Gastos operativos para puesta en marcha	40.021,94
Capacitación del personal	11.800,00
TOTAL	**42.871,94**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.4.3. Inversión inicial

La inversión inicial del proyecto se compone de los activos fijos tangibles e intangibles definidos para el período 0. Para cubrir variaciones de precios, ajustes de alcance y contingencias menores de aprovisionamiento e instalación, se incluye 5% por imprevistos.

Tabla 45

Inversión inicial.

CONCEPTO	COSTO TOTAL (USD)
Activos fijos tangibles	676.471,88
Activos fijos intangibles	42.871,94
SUBTOTAL	**719.343,82**
Imprevistos (5%)	35.967,19
TOTAL	**755.311,01**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.4.4. Inversión de ampliación

En el periodo 6, se amplía la capacidad para cubrir la demanda en los periodos posteriores.

Para maquinaria, se prevé una nueva inversión que duplica la dotación productiva exclusivamente en los bloques de cultivo hidropónico y de producción de aceite de CBD, para atender el incremento de demanda proyectado.

Tabla 46

Inversión de ampliación en maquinarias.

SECTOR	EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO (USD/UN)	PRECIO TOTAL (USD)
Cultivo hidropónico	Sistema RDWC Hidroponia	45	721,13	32.450,85
	Enfriador de agua	23	405,35	9.323,05
	Calefactor de agua	23	17,97	413,31
	Aire acondicionado	15	658,65	9.879,75
	Calefactor de aire	15	80,51	1.207,65
	Luz LED de cultivo	45	385,21	17.334,45
Obtención de aceite de CBD	Molino de cuchillas	1	8.920,00	8.920,00
	Horno de secado	1	4.423,00	4.423,00
	Extractor de CO2 supercrítico	1	50.000,00	50.000,00
	Ultrafreezer	1	3.695,00	3.695,00
	Filtro de vacío	1	1.200,00	1.200,00
	Evaporador de filtración al vacío	1	2.612,00	2.612,00
	Tanque mezclador y homogeneizador	1	2.377,83	2.377,83
	Autoclave digital semiautomática	1	1.155,19	1.155,19
	Máquina de llenado y tapado	1	9.565,69	9.565,69
	Máquina etiquetadora	1	998,00	998,00
TOTAL				**155.555,77**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Para mobiliario, equipamiento e instrumentos, se incluye equipamiento de apoyo.

Tabla 47

Inversión de ampliación en mobiliario, equipamiento e instrumentos.

SECTOR	EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD/UN)	PRECIO TOTAL (USD)
Producción	Colgante Industrial Highbay Led	34	67,84	2.306,56
	Mesadas de acero inoxidable	2	287,79	575,58
	Estantería Reforzada Ventilada c/ bandeja perforada	11	184,82	2033,00
	Estanteria Reforzada	4	62,38	249,50
	Estantería Reforzada Ventilada	2	122,49	244,98
Almacén/Logística	Estante metálico	2	1.064,17	2.128,34
	Armario metálico	2	817,17	1.634,34
	Frascos 2.2 litros almacenamiento MP	2200	2,64	5.808,58

	Pallet ARLOG	10	8,61	86,12
TOTAL				**15.067,01**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

Para adecuación edilicia, se proyecta una ampliación, consistente en la construcción de una nueva nave o la extensión de la existente, con adecuación de infraestructura y servicios para alojar la expansión de áreas de cultivo y de proceso. Consiste en una construcción de 400 m² adicionales de nave industrial para alojar la expansión de cultivo y extracción. Para valorizarla se adopta como precio unitario el costo por m² de nave/galpón metálico publicado por COPAIPA – Salta (COPAIPA, 2025), para el mes de julio 2025, y se adiciona un porcentaje de readecuación de servicios básicos del 10% sobre la obra civil.

Tabla 48

Inversión de ampliación en adecuación edilicia.

CONCEPTO	SUPERF. APROX. (m²)	PRECIO UNITARIO (ARS/m²)	SUBTOTAL OBRA BASE (ARS)	READECUACIÓN EDILICIA 10% (ARS)	COSTO TOTAL (ARS)	COSTO TOTAL (USD)
Adecuación edilicia de ampliación	400,00	693.348,98	277.339.592,00	27.733.959,20	305.073.551,20	**201.368,68**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

La inversión de ampliación del proyecto se compone de la siguiente manera:

Tabla 49

Inversión de ampliación.

CONCEPTO	COSTO TOTAL (USD)
Maquinaria	155.555,77
Mobiliario, equipamiento e instrumentos	15.067,01
Adecuación edilicia	201.368,68
TOTAL	**371.991,46**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.5. Amortizaciones y depreciaciones

La asignación del costo de los activos a lo largo de su vida útil se determina mediante el método lineal, calculando una cuota anual constante. Se consideran tres clases de activos tangibles: maquinaria, mobiliario, equipamiento e instrumentación y adecuaciones edilicias. Las vidas útiles consideradas son: 10 años para las dos primeras clases y 20 años para la tercera. Se incluyen, además, los activos tangibles correspondientes a la ampliación del proyecto.

Tabla 50

Amortizaciones y depreciaciones.

ACTIVOS	VIDA ÚTIL	VALOR (USD)	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5
Maquinaria	10	431.055,77	43.105,58	43.105,58	43.105,58	43.105,58	43.105,58
Mobiliario, equipamiento e instrumentación	10	69.218,51	6.921,85	6.921,85	6.921,85	6.921,85	6.921,85
Adecuación edilicia	20	176.197,60	8.809,88	8.809,88	8.809,88	8.809,88	8.809,88
Maquinaria - Ampliación	10	155.555,77					
Mob., equip. e inst. - Ampliación	10	15.067,01					
Adec. edil. - Ampliación	20	201.368,68					
TOTAL			**58.837,31**	**58.837,31**	**58.837,31**	**58.837,31**	**58.837,31**

ACTIVOS	VIDA ÚTIL	VALOR (USD)	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
Maquinaria	10	431.055,77	43.105,58	43.105,58	43.105,58	43.105,58	43.105,58
Mobiliario, equipamiento e instrumentación	10	69.218,51	6.921,85	6.921,85	6.921,85	6.921,85	6.921,85
Adecuación edilicia	20	176.197,60	8.809,88	8.809,88	8.809,88	8.809,88	8.809,88
Maq. - Ampliación	10	155.555,77	15.555,58	15.555,58	15.555,58	15.555,58	15.555,58
Mob., equip. e inst. - Ampliación	10	15.067,01	1.506,70	1.506,70	1.506,70	1.506,70	1.506,70
Adec. edil. - Ampliación	20	201.368,68	10.068,43	10.068,43	10.068,43	10.068,43	10.068,43
TOTAL			**85.968,02**	**85.968,02**	**85.968,02**	**85.968,02**	**85.968,02**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.6. Precio de venta

El precio de venta unitario del producto se fija en USD 25,00 por frasco de 10 mL. Su determinación se basa en la estructura de costos y en los parámetros operativos del proyecto, que incluyen materia prima, costos directos e indirectos de producción, y la política comercial definida, con un margen acorde al modelo económico previsto.

7.7. Ingresos por ventas

Se estiman con base en la proyección de demanda anual de frascos y del precio de venta unitario. A continuación, se detallan los ingresos por ventas estimados para cada periodo.

Tabla 51

Ingresos por ventas.

CONCEPTO	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5
Demanda de frascos (un/año)	48.232	58.541	69.060	79.801	100.834
Precio de venta (USD/un)	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
INGRESO ANUAL (USD)	**1.205.800,00**	**1.463.525,00**	**1.726.500,00**	**1.995.025,00**	**2.520.850,00**

CONCEPTO	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
Demanda de frascos (un/año)	122.288	144.158	166.417	178.545	190.798
Precio de venta (USD/un)	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
INGRESO ANUAL (USD)	**3.057.200,00**	**3.603.950,00**	**4.160.425,00**	**4.463.625,00**	**4.769.950,00**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.8. Capital de trabajo

Se estima un capital de trabajo equivalente a 60 días de operación, calculado sobre la base de los costos operativos proyectados. Este monto cubre los requerimientos de cajas iniciales (compras, inventarios y gastos corrientes) y a sostener el abastecimiento para la producción durante la etapa de inicio.

Tabla 52

Capital de trabajo.

CONCEPTO	PERÍODO 0
	COSTO ANUAL (USD)
Costos de producción	645.195,20
Gastos administrativos	10.800,00
Gastos de comercialización	60.290,00
Costos de alquiler	48.000,00
Activos tangibles	676.471,88
Activos intangibles	42.871,94
TOTAL	**1.483.629,02**
Costo diario	4.064,74
CAPITAL DE TRABAJO (60 DÍAS)	**243.884,22**

7.9. Valor de desecho

El valor de desecho se determinó como el valor residual contable de los activos al final del horizonte de evaluación. Se parte de la inversión inicial y de ampliación realizadas, se les descuentan las amortizaciones y depreciaciones acumuladas hasta el final del horizonte de análisis, porque representan la porción de valor de los activos que se fue consumiendo a lo largo del tiempo.

Tabla 53

Valor de desecho.

CONCEPTO	MONTO (USD)
Inversión inicial	755.311,01
Inversión de ampliación	371.991,46
Amortizaciones y depreciaciones	724.026,64
TOTAL	**403.275,83**

7.10. Flujo de fondos

Con la información previamente calculada y recopilada, se elabora el flujo de fondo del proyecto. Este análisis permite estimar ingresos y egresos en el tiempo, identificar posibles déficits o superávits de caja y medir el desempeño mediante indicadores financieros, para la toma de decisiones y la planificación.

Tabla 54

Flujo de fondos del proyecto.

CONCEPTO	PERIODO 0	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
INGRESOS AFECTOS A IMPUESTOS											
Ingresos por venta (+)		1.205.800,00	1.463.525,00	1.726.500,00	1.995.025,00	2.520.850,00	3.057.200,00	3.603.950,00	4.160.425,00	4.463.625,00	4.769.950,00
EGRESOS AFECTOS A IMPUESTOS											
Costos de producción (-)		645.195,20	653.346,30	669.208,10	684.914,30	716.208,80	818.568,98	844.300,88	878.356,78	896.525,58	914.221,78
Gastos de administración (-)		10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00
Gastos de comercialización (-)		60.290,00	73.176,25	86.325,00	99.751,25	126.042,50	152.860,00	180.197,50	208.021,25	223.181,25	238.497,50
GASTOS NO DESEMBOLSABLES											
Depreciación y amortización (-)		58.837,31	58.837,31	58.837,31	58.837,31	58.837,31	85.968,02	85.968,02	85.968,02	85.968,02	85.968,02
CÁLCULO POR IMPUESTOS											
Utilidad antes de impuesto (=)		430.677,49	667.365,14	901.329,59	1.140.722,14	1.608.961,39	1.989.003,00	2.482.683,60	2.977.278,95	3.247.150,15	3.520.462,70
Impuesto Ganancia (35%) (-)		150.737,12	233.577,80	315.465,36	399.252,75	563.136,49	696.151,05	868.939,26	1.042.047,63	1.136.502,55	1.232.161,94
Utilidad después de impuesto (=)		279.940,37	433.787,34	585.864,24	741.469,39	1.045.824,91	1.292.851,95	1.613.744,34	1.935.231,32	2.110.647,60	2.288.300,75
AJUSTES POR GASTOS NO DESEMBOLSABLES											
Depreciación y amortización (+)		58.837,31	58.837,31	58.837,31	58.837,31	58.837,31	85.968,02	85.968,02	85.968,02	85.968,02	85.968,02
EGRESOS NO AFECTOS A IMPUESTOS											
Inversión inicial (-)	755.311,01										
Inversión de ampliación (-)							371.991,46				
Capital de trabajo (-)	243.884,22										
BENEFICIOS NO AFECTOS A IMPUESTOS											
Valor de desecho (+)											403.275,83
Recupero de Capital de Trabajo (+)											243.884,22
FLUJO DE CAJA											
Flujo neto	**-999.195,24**	**338.777,68**	**492.624,65**	**644.701,54**	**800.306,70**	**1.104.662,21**	**1.006.828,51**	**1.699.712,36**	**2.021.199,34**	**2.196.615,62**	**3.021.428,83**
Flujo acumulado	**-999.195,24**	**-660.417,56**	**-167.792,91**	**476.908,64**	**1.277.215,34**	**2.381.877,55**	**2.284.043,85**	**3.983.756,21**	**6.004.955,54**	**8.201.571,16**	**11.222.999,99**

Nota. Elaboración propia, septiembre de 2025.

7.11. Evaluación del proyecto

La evaluación económica y financiera del proyecto se realiza considerando los ingresos proyectados, la inversión inicial y los riesgos asociados. Para ello, se aplican herramientas que permiten valorar la rentabilidad esperada y respaldar la toma de decisiones.

7.11.1. Tasa de Descuento

La tasa de descuento actualiza los flujos de caja futuros al momento presente y refleja el valor del dinero en el tiempo y los riesgos específicos del país y del sector. En este análisis, se calcula a partir de dos componentes, con fecha de referencia 19/09/2025:

Tasa libre de riesgo: rendimiento del bono del Tesoro de EE.UU a 10 años: **4,14%** (Datosmacro, 2025).

Riesgo país de Argentina: prima de riesgo macroeconómica, política y financiera del país: **1.473** puntos básicos (**14,73%**) (Ámbito, 2025).

$$Tasa\ de\ descuento = Tasa\ libre\ de\ riesgo + Riesgo\ país$$

$$Tasa\ de\ descuento = 4{,}14\% + 14{,}73\%$$

$$\boldsymbol{Tasa\ de\ descuento = 18{,}87\%}$$

Esta tasa se usa como referencia para el cálculo del VAN del proyecto.

7.11.2. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN estima el valor presente de los flujos de caja del proyecto, descontados a una tasa determinada. En este caso, se utiliza una tasa de descuento del 18,87%.

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+r)^t} - I_0$$

Donde: F_t: flujo de caja neta en el periodo t; r: tasa de descuento; t: año del flujo; I_0: inversión inicial; n: número total de periodos.

Con los flujos netos del proyecto y la tasa de descuento establecida, el cálculo arroja un resultado de **VAN = 3.255.256,84 USD**.

El resultado positivo indica que, al descontar todos los flujos de caja a la tasa de 18,87%, el valor presente de los ingresos supera al valor presente de los egresos, incluida la inversión inicial. En términos técnicos, esto indica que el proyecto presenta una rentabilidad superior al costo de capital considerado.

7.11.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la tasa que estima la rentabilidad interna del proyecto a lo largo del tiempo, en función de los flujos de fondos proyectados. Indica la tasa máxima que puede adoptarse como tasa de descuento sin que el proyecto pierda su equilibrio financiero.

Técnicamente, la TIR corresponde a la tasa que hace que el VAN sea igual a cero. En otras palabras, es el punto de equilibrio entre la inversión inicial y los beneficios futuros del proyecto, actualizados en el tiempo.

$$0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+TIR)^t} - I_0$$

Con los flujos del proyecto, el cálculo de la TIR arroja un valor de **60,84%.**

Al compararse con la tasa de descuento utilizada en este análisis (18,87%), se observa que la TIR es superior. Esto indica que la rentabilidad interna del proyecto excede al costo de capital

adoptado como referencia. En este caso, la TIR positiva y mayor que la tasa de descuento indica que el proyecto resulta conveniente en términos financieros bajo las condiciones planteadas.

7.11.4. Periodo de Recupero

El periodo de recupero representa el tiempo requerido para cubrir la inversión inicial mediante los flujos de caja netos generados anualmente. Este indicador expresa cuántos años y fracciones de año se requieren hasta que el flujo acumulado pasa a ser no negativo, es decir, cuando los ingresos acumulados igualan o superan los desembolsos acumulados.

Para este proyecto, se consideran la inversión inicial total y los flujos de caja previamente calculados. Con el flujo acumulado, se observa que el permanece negativo hasta el periodo 2 y se vuelve positivo en el periodo 3, por lo tanto, la recuperación ocurre en el tercer año.

La estimación se realiza con la siguiente formula:

$$PR = n + \frac{|FA_n|}{F_{n+1}}$$

Donde: PR: período de recupero; n: último año con flujo acumulado negativo; FA_n: flujo acumulado al final del año n; F_{n+1}: flujo neto del año en el que el acumulado pasa a ser no negativo.

$$PR = 2 + \frac{167.792{,}91}{644.701{,}54}$$

$$\boldsymbol{PR = 2{,}26\ años}$$

Con los valores obtenidos, el periodo de recupero estimado es de **2,26 años** (aproximadamente **2 años y 3 meses**), lo que señala que a partir de ese momento la inversión inicial queda cubierta por los flujos netos acumulados. Dentro del horizonte temporal de 10 años,

este resultado muestra que la recuperación de la inversión se produce en una etapa inicial del cronograma financiero.

7.12. Conclusiones

El capítulo integró los consumos técnicos, los costos y gastos operativos, las inversiones (iniciales, ampliaciones y capital de trabajo) y los ingresos estimados a partir de la proyección de demanda, construyendo un flujo de fondos a diez años. Los parámetros económicos se basaron en un relevamiento de precios y condiciones vigente en el período de referencia (cotizaciones de proveedores, listas y tarifas públicas, escalas salariales y aranceles), mientras que los consumos provienen de balances de masa, fichas técnicas de equipos y supuestos de utilización y merma. Además, se incorporaron criterios de depreciación y amortización e incidencia impositiva conforme normativa aplicable.

Bajo estos supuestos, y con una tasa de descuento del **18,87%**, los indicadores obtenidos son: **VAN = 3.255.256,84 USD**, **TIR = 60,84 %** y **período de recupero = 2,26 años (2 años y 3 meses)**. La TIR resultó superior a la tasa de descuento adoptada y el recupero se ubica dentro del horizonte de evaluación. Estos resultados dependen de los supuestos de precios, volúmenes de producción y venta, costos de insumos y energía, estructura de gastos, cronograma de inversiones y costo de capital; eventuales variaciones en dichas variables podrían modificar las métricas estimadas. Con la información y criterios utilizados, el capítulo presenta el desempeño económico-financiero esperado del proyecto y los elementos que lo respaldan.

8. CONCLUSIONES

El estudio de factibilidad para el cultivo hidropónico de *Cannabis sativa* y la producción y comercialización de aceite de CBD indicó la viabilidad legal, de mercado, técnica, organizacional, ambiental y económica del proyecto. La revisión normativa y el diseño de procesos con puntos de control en cada etapa permitieron obtener un producto con trazabilidad y concentración especificada, disminuyendo la incertidumbre asociada a ofertas informales y aumentando la disponibilidad de formulaciones habilitadas, en un contexto donde la evidencia científica internacional y nacional respalda el uso del CBD en indicaciones específicas dentro del sistema de salud.

Desde la perspectiva de mercado, se identificó demanda de aceite de CBD en canales formales. La elasticidad al precio observada en las encuestas, en un contexto inflacionario, indicó la necesidad de mantener una relación precio–calidad coherente y una política comercial flexible para favorecer la adopción del producto y su continuidad de operación.

En el plano operativo y ambiental, el esquema hidropónico recirculante y la extracción con CO_2 supercrítico, junto con la aplicación de una matriz de impacto (método de Conesa), permitieron gestionar de forma preventiva los aspectos relevantes (consumo de agua y energía, residuos orgánicos y peligrosos, efluentes) con procedimientos normalizados (BPA/BPM) y programas de monitoreo.

El análisis económico a 10 años se estructuró con base en estimaciones de consumos (energía, agua, insumos), costos directos e indirectos, gastos operativos e ingresos por ventas, verificando la coherencia entre la escala técnica propuesta y la estructura de costos e ingresos

proyectada. Los indicadores obtenidos (VAN, TIR y período de recupero) indicaron la factibilidad económica en los escenarios analizados.

A nivel territorial, el proyecto contribuye a la cadena de valor del NOA, mediante agregado de valor local, encadenamientos con proveedores y empleo especializado. Para el desarrollo futuro, se identifican líneas potenciales: expansión de capacidad según demanda regional, diversificación de presentaciones con el mismo esquema de control, mejoras en eficiencia energética, evaluación de otras variedades/cannabinoides y, conforme a la normativa aplicable, gestión comercial para exportación a mercados habilitados.

Finalmente, el proyecto de grado constituyó una instancia formativa para sus autores como futuros Ingenieros Industriales, al integrar y aplicar, en un contexto real, los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera. La experiencia consolidó una práctica profesional enfocada en cumplimiento regulatorio, trazabilidad y seguridad de los procesos, estableciendo bases operativas para la implementación, la mejora continua y posible escalamiento del sistema propuesto.

REFERENCIAS

Addo, P. W. (2022). *Winterization of cannabis extracts* [entrada]. PubMed. Recuperado de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36557913/

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (2021a). *Disposición 8504/2021*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposición-8504-2021-356781

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (2021b). *Presentación ANMAT sobre cannabis* [diapositivas]. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat_cannb_esteban_serra.pdf

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (2022). *Disposición publicada en Boletín Oficial (16/08/2022)*. Boletín Oficial de la República Argentina. Recuperado de https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/268637/20220816

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (2025). *ANMAT prohíbe la comercialización de productos alimenticios ilegales de la marca Royal CBD*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/noticias/anmat-prohibe-la-comercializacion-de-productos-alimenticios-ilegales-de-la-marca-royal-cbd

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (2025). *Disposición publicada en Boletín Oficial (16/07/2025)*. Boletín Oficial de la República Argentina. Recuperado de https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/328435/20250716

Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal. (2023). *Norma publicada en Boletín Oficial*. Boletín Oficial de la República Argentina. Recuperado de https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/294964/20230927

Ámbito. (2025). *Riesgo país Argentina*. Ambito.com. Recuperado de https://www.ambito.com/contenidos/riesgo-pais.html

Alden, J., Karwoski, A., & Rodriguez-Morrison, V. (2024). *Light spectrum effects in controlled environment horticulture*. HortScience. Recuperado de https://journals.ashs.org/view/journals/hortsci/59/10/article-p1511.xml

Allen, L., Pereira, N., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO 56)*. FAO. Recuperado de https://www.fao.org/4/x0490e/x0490e00.htm

American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. StandardMethods.org. Recuperado de https://www.standardmethods.org/doi/book/10.2105/smww.2882

AOAC International. (2020). *SMPR® for Moisture in Hemp and Cannabis*. AOAC.org. Recuperado de https://www.aoac.org/wp-content/uploads/2020/02/Hemp-Cannabis-Moisture-SMPRv6_.pdf

ArgenCann; CIO Investigación. (2021). *Informe ArgenCann 2021*. ArgenCann.org. Recuperado de https://www.argencann.org/wp-content/uploads/2022/07/Informe-Argencann-2021-digital.pdf

Beltrano, J., & Giménez, D. (2015). *Fisiología y bioquímica vegetal aplicada* [compilación]. SEDICI–UNLP. Recuperado de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf

Beckman, P. A. (2004). *Derivatization methods for GC analysis of cannabinoids*. ScienceDirect. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0896844603000299

Boletín Oficial de la Provincia de Salta. (2023). *Acto administrativo publicado*. BoletinOficialSalta.gob.ar. Recuperado de https://boletinoficialsalta.gob.ar/instrumento.php?cXdlcnR5dGFibGE9QXwxMDAxMTA1MzJxd2VydHk=

Bugbee, B. (2004). *Greenhouse crop management* [guía]. UF/IFAS. Recuperado de https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1274

Cannabis CONICET. (2023). *Catálogo Cannabis CONICET*. Universidad Nacional Arturo Jauretche. Recuperado de https://cannabisconicet.unaj.edu.ar/wp-content/uploads/sites/53/2023/06/CATALOGO-CANNABIS-CONICET_final_web.pdf

Cannava. (2023). *Prospecto CBD10*. Cannava.com.ar. Recuperado de https://www.cannava.com.ar/prospecto-cbd10

Caraballo, R., Reyes Valenzuela, G., & Dermijian, G. (2022). *Uso de cannabis medicinal en niños con encefalopatías epilépticas farmacorresistentes: Experiencia en Hospital Garrahan.* Medicina Infantil, XXIX(3). Recuperado de https://www.medicinainfantil.org.ar/index.php/2022-volumen-xxix/numero-3/594-uso-

de-cannabis-medicinal-en-ninos-con-encefalopatias-epilepticas-farmacorresistentes-experiencia-en-hospital-garrahan

Castillo Cruz, S., & Rico Nieto, L. (2020). *Extracción y purificación de compuestos en cannabis* [trabajo académico]. Repositorio Universidad de América. Recuperado de https://repository.uamerica.edu.co/bitstreams/82021b86-ab3e-4ca8-acdd-57ed9fa541be/download

Centro de Estudios de la Cultura Cannábica – THC. (2020). *Resultados de la encuesta CECCa–THC*. EncuestaCannabis.ar. Recuperado de https://encuestacannabis.ar/resultados/

Codex Alimentarius. (2015/2024). *CXS 033-1981: Codex General Standard for Edible Fats and Oils*. FAO/WHO Codex. Recuperado de https://www.fao.org/input/download/standards/88/CXS_033e_2015.pdf

Cole-Parmer. (2019). *Dewaxing oil: Winterization steps*. ColeParmer.com. Recuperado de https://www.coleparmer.com/tech-article/dewaxing-oil-winterization-steps

Collado, L., & Hernández, J. (2024). *Cannabidiol: Clinical overview*. PMC/NIH. Recuperado de https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11190854/

Comisión Nacional de Trabajo Agrario. (2025). *Resolución 174/2025*. CTsalta.com.ar. Recuperado de https://www.ctsalta.com.ar/wp-content/uploads/2025/07/2025-Resolucion-N°-174-25-CNTA-Permanente.pdf

Concejo Deliberante de la Ciudad de Salta. (1980). *Ordenanza 3276*. Municipalidad de Salta. Recuperado de https://municipalidadsalta.gob.ar/wp-content/uploads/2017/03/Ordenanza-3276.pdf

Concejo Deliberante de la Ciudad de Salta. (1989). *Código de Medio Ambiente (compilado)*. UTUTO. Recuperado de https://ututo.org/sma/digesto/codma/node2.htm

Concejo Deliberante de la Ciudad de Salta. (2010). *CPUA – Compendio (enero 2020)*. Municipalidad de Salta. Recuperado de https://municipalidadsalta.gob.ar/wp-content/uploads/2020/11/CPUA_Compendio-ENERO-2020.pdf

Concejo Deliberante de la Ciudad de Salta. (2017). *Ordenanza 15.292*. Citymis. Recuperado de https://citymis.co/web/adds/salta/descargas/ordenanza-15292.pdf

Concejo Deliberante de la Ciudad de Salta. (2022). *Sitio institucional*. CDSalta.gob.ar. Recuperado de https://cdsalta.gob.ar/

Concejo Deliberante de Salta. (2017). *Ordenanza Municipal N.º 15.415-2017*. Municipalidad de Salta. Recuperado de https://municipalidadsalta.gob.ar/wp-content/uploads/2021/10/Ordenanza-Municipal-N°-15.415-2017.pdf

Conesa, A. (1993). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. UNAM. Recuperado de https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1613/Asignaturas/1818/Archivo1.5036.pdf

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (2023). *Semillas de cannabis con tecnología CONICET*. CONICET.gov.ar. Recuperado de https://www.conicet.gov.ar/por-primera-vez-se-comercializaran-semillas-de-cannabis-medicinal-con-tecnologia-conicet/

COPAIPA. (2025). *Costos de la construcción – Julio 2025* [planilla]. COPAIPA.org.ar. Recuperado de https://copaipa.org.ar/Descarga/costos_de_la_construccion/2025/costosJulio2025.xls

Datosmacro. (2025). *Bono del Tesoro de EE. UU.* Expansión / Datosmacro. Recuperado de https://datosmacro.expansion.com/bono/usa

Darby, H., Gupta, M., Bruce, D., & Ziegler, E. (2018). *Hemp trial results*. University of Vermont ScholarWorks. Recuperado de https://scholarworks.uvm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1321&context=nwcsp

Decreto 1365/2010 (Provincia de Salta). (2010). *Reglamentación/acto administrativo*. Boletín Oficial de la Provincia de Salta. Recuperado de https://boletinoficialsalta.gob.ar/instrumento.php?cXdlcnR5dGFibGE9RHwxMzY1LzEwJmRhdGE9MTU4Mjdxd2VydHk=

Decreto 3097/2000 (Provincia de Salta). (2000). *Reglamenta Ley 7070*. MAGyP. Recuperado de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/producciones_sostenibles/legislacion/provincial/_archivos/000001-Agroquimicos/000017-Salta/309700-decreto%203097-00%20reglamenta%20ley%207070%20salta.pdf

Decreto 351/1979 (Argentina). (1979). *Reglamentación de la Ley 19.587*. Infoleg. Recuperado de https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/32030/texact.htm

Decreto 405/2023 (Argentina). (2023). *Decreto nacional (cannabis)*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-405-2023-387800/texto

Decreto 831/1993 (Argentina). (1993). *Reglamentación de la Ley 24.051*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-831-1993-12830

Delta Separations. (s.f.). *CUP Series – Ethanol extraction system*. SciSol Inc. Recuperado de https://www.scisolinc.com/product/ethanol-extraction-system-cup-series/

European Industrial Gases Association. (2023). *Página institucional*. EIGA.eu. Recuperado de https://www.eiga.eu

Federación Argentina de Trabajadores de la Sanidad Argentina. (2025). *CCT 42 – Actualización 2025*. Sanidad.org.ar. Recuperado de https://www.sanidad.org.ar/ContentManager/Files/ContentFileManager/acciongremial/cct_pdfs/c42/cct42_actualizacion_2025.pdf

Ferreirós Gago, M. L., Petrungaro, V., Copertari, P., Barabini, N., Bugna, J., Vicentín, E., & Lede, R. (2017). *Cannabinoides y epilepsia.* Ciencia Reguladora (ANMAT), 4(1). Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cannabinoides_y_epilepsia_articulo_4_no_1.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2003). *Water management in agriculture*. FAO.org. Recuperado de https://www.fao.org/4/ah501s/ah501s.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *Horticulture for sustainable development*. FAO.org. Recuperado de https://www.fao.org/4/i3284e/i3284e.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *The State of Food and Agriculture 2021*. FAO Open Knowledge. Recuperado de https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b920e1ae-feed-43e4-b64e-4e73a1a48a1d/content

Fundación CANNA. (s.f.). *Sistema endocannabinoide*. Fundación-CANNA.es. Recuperado de https://www.fundacion-canna.es/sistema-endocannabinoide

General Hydroponics. (2023). *Flora Series feedcharts*. GeneralHydroponics.com. Recuperado de https://generalhydroponics.com/resources/flora-series-feedcharts/

Grodan. (s.f.). *Rockwool Grodan Cube AO36/3/40 (14080800)*. Hummert.com. Recuperado de https://www.hummert.com/rockwool-grodan-cube-ao36-3-40-14080800

Hasdeu, S., Álvarez, J., Milone, C., Sanguiné, V., Lamfre, L., & Iusef Venturini, N. (2022). *Cannabidiol para la epilepsia resistente a fármacos en Argentina: Evaluación de tecnología sanitaria.* Revista Argentina de Salud Pública, 14, e80. Recuperado de https://rasp.msal.gov.ar/index.php/rasp/article/view/785

Heidolph. (2022). *Efficient high-purity distillation of botanical extracts* [nota técnica]. Heidolph.com. Recuperado de https://heidolph.com/emea/en/Knowledge/Efficient%20high-purity%20distillation%20of%20botanical%20extracts~kb24086

Infobae. (2025, 23 de junio). *Una Argentina en dólares y otra en pesos: el nuevo mapa del consumo…*. Infobae.com. Recuperado de https://www.infobae.com/economia/2025/06/23/una-argentina-en-dolares-y-otra-en-pesos-el-nuevo-mapa-del-consumo-que-profundiza-la-brecha-social/

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2024). *Sistema de hidroponía para huerto* (Ecoagua). IMTA.gob.mx. Recuperado de https://www.imta.gob.mx/gobmx/DOI/ecoagua/ecoagua-sistema-hidroponia-para-huerto.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). *Indicadores temáticos* (Tema 2). Indec.gob.ar. Recuperado de https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-24-85

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ecuador). (2006). *Guía técnica* [recurso]. Pubs.ext.vt.edu. Recuperado de https://www.pubs.ext.vt.edu/content/pubs_ext_vt_edu/en/SPES/spes-465/spes-465.html

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ecuador). (2007). *Documento técnico* [recurso]. SEDICI–UNLP. Recuperado de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ecuador). (2023). *Actualización técnica* [recurso]. Pubs.ext.vt.edu. Recuperado de https://www.pubs.ext.vt.edu/content/pubs_ext_vt_edu/en/SPES/spes-465/spes-465.html

Instituto Nacional de Semillas. (2022). *Disposición publicada en Boletín Oficial*. Boletín Oficial de la República Argentina. Recuperado de https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/265629/20220705

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2015). *Reactores UASB para tratamiento de efluentes* [artículo]. Repositorio INTA. Recuperado de https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/472/RIA_2015_VOLUMEN%2041_N%C2%BA2_p.208-214.pdf

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2022). *El INTA consolida su rol estratégico en el desarrollo del cannabis*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-inta-consolida-su-rol-estrategico-en-el-desarrollo-del-cannabis

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria & Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2022). *Bases – Programa de investigación y desarrollo en cannabis* (compilado de enlaces). Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2022/04/bases_-_programa_de_investigacion_y_desarrollo_en_cannabis.pdf

International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. (2021). *Q3C(R8): Impurities—Guideline for residual solvents*. ICH.org (database). Recuperado de https://database.ich.org/sites/default/files/ICH_Q3C-R8_Guideline_Step4_2021_0422_1.pdf

International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. (2022). *Q9(R1): Quality risk management*. ICH.org. Recuperado de https://database.ich.org/sites/default/files/ICH_Q9%28R1%29_Guideline_Step4_2022_1219.pdf

International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. (2023). *Q2(R2): Validation of analytical procedures*. ICH.org. Recuperado de https://database.ich.org/sites/default/files/ICH_Q2%28R2%29_Guideline_2023_1130.pdf

Ley 11.544 (Argentina). (1929). *Jornada de trabajo*. Infoleg. Recuperado de https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=63368

Ley 19.587 (Argentina). (1972). *Higiene y seguridad en el trabajo*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-19587-17612

Ley 20.744 (Argentina). (1974). *Ley de Contrato de Trabajo*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-20744-25552

Ley 24.051 (Argentina). (1991). *Residuos peligrosos*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-24051-450

Ley 25.675 (Argentina). (2002). *Ley General del Ambiente*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25675-79980

Ley 25.916 (Argentina). (2004). *Gestión integral de residuos domiciliarios*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25916-98327

Ley 26.727 (Argentina). (2011). *Régimen de trabajo agrario*. Infoleg. Recuperado de https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=192152

Ley 27.350 (Argentina). (2017). *Investigación médica y uso medicinal del cannabis*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27350-273801

Ley 27.669 (Argentina). (2022). *Marco regulatorio cannabis medicinal y cáñamo industrial*. Boletín Oficial de la República Argentina. Recuperado de https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/263212/20220526

Ley 7017 (Provincia de Salta). (1998). *Aguas de la Provincia de Salta*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/agua-salta.pdf

Ley 7070 (Provincia de Salta). (1999). *Agroquímicos*. Boletín Oficial de la Provincia de Salta. Recuperado de https://boletinoficialsalta.gob.ar/instrumento.php?cXdlcnR5dGFibGE9THw3MDcwcXdlcnR5=

Ley 7467 (Provincia de Salta). (2007). *Ley provincial*. Cámara de Diputados de Salta. Recuperado de https://www.diputadosalta.gob.ar/digesto_leyes/501/download_file

Ley 7996 (Provincia de Salta). (2017). *Ley provincial*. Boletín Oficial de la Provincia de Salta. Recuperado de https://boletinoficialsalta.gob.ar/instrumento.php?cXdlcnR5dGFibGE9THw3OTk2cXdlcnR5=

Ley 8223 (Provincia de Salta). (2020). *Ley provincial*. Boletín Oficial de la Provincia de Salta. Recuperado de

https://boletinoficialsalta.gob.ar/instrumento.php?cXdlcnR5dGFibGE9THw4MjIzcXdlcnR5=

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador; INIAP; UCE. (2025). *Manual técnico de cáñamo*. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Recuperado de https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2025/04/Manual-Técnico-de-Cañamo-Auspiciantes_compressed.pdf

Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (5.ª ed.). ABPsoil (vista previa). Recuperado de https://www.abpsoil.com/images/Books/Wastewater_Engineering_Treatment_Resource_Recovery_Metcalf_Eddy_5th.pdf

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2022). *Bases: Programa de investigación y desarrollo en cannabis*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2022/04/bases_-_programa_de_investigacion_y_desarrollo_en_cannabis.pdf

Ministerio de Salud de la Nación. (2018). *Cannabis medicinal para pacientes con epilepsia refractaria*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cannabis-medicinal-pacientes-epilepsia-refractaria.pdf

Ministerio de Salud de la Nación. (2021). *Manual sobre cannabis*. Argentina.gob.ar. Recuperado de

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_cannabis_24_ago_1024x_768px.pdf

Ministerio de Salud de la Nación. (2022). *Resolución (11/04/2022)*. Boletín Oficial de la República Argentina. Recuperado de https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/260768/20220411

Ministerio de Salud de la Nación. (2023). *Portal temático: Cannabis*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/salud/cannabis

Ministerio de Salud de la Nación. (s.f.). *Cannabis medicinal: Preguntas frecuentes*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/salud/cannabis-medicinal/frecuentes

Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. (2025). *Salario: conocé tus derechos*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/trabajo/buscastrabajo/conocetusderechos/salario

Municipalidad de Salta. (2019). *Boletín Oficial Municipal N.º 2.333 (Tributaria P.I.D.U.A.)*. Municipalidad de Salta. Recuperado de https://municipalidadsalta.gob.ar/boletin/boletin-oficial-municipal-n-2-333-tributaria-p-i-d-u-a-con-firma-digital/

Municipalidad de Salta. (s.f.). *Habilitaciones comerciales*. Municipalidad de Salta. Recuperado de https://municipalidadsalta.gob.ar/tramites/habilitaciones-comerciales/

Mullins, J., et al. (2023). *SPES-464: Greenhouse hemp production*. Virginia Cooperative Extension. Recuperado de

https://www.pubs.ext.vt.edu/content/pubs_ext_vt_edu/en/SPES/spes-464/spes-464.html

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2017). *The health effects of cannabis and cannabinoids: The current state of evidence and recommendations for research.* National Academies Press. Recuperado de https://nap.nationalacademies.org/resource/24625/Cannabis_committee_conclusions.pdf

National Fire Protection Association. (2019). *NFPA 45: Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals*. NFPA.org. Recuperado de https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-45-standard-development/45

National Fire Protection Association. (2019). *NFPA 77: Recommended Practice on Static Electricity*. NFPA.org. Recuperado de https://www.nfpa.org/product/nfpa-77-recommended-practice/p0077code

National Institute for Health and Care Excellence. (2019). *Cannabis-based medicinal products (NG144)*. Recuperado de https://www.nice.org.uk/guidance/ng144

Nelson, D., Langellotto, G., & Nackley, L. (2025). *EM 9455: Post-harvest handling of hemp for CBD production*. Oregon State University Extension. Recuperado de https://extension.oregonstate.edu/sites/extd8/files/catalog/auto/EM9455.pdf

Observatorio Argentino de Drogas. (2011). *Una mirada específica sobre la problemática del consumo de marihuana*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2020/10/oad_2011._una_mirada_especifica_sobre_la_problematica_del_consumo_de_marihuana.pdf

Observatorio Argentino de Drogas. (2019). *Mortalidad relacionada al consumo de sustancias psicoactivas*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/oad_2021_mortalidad_relacionada_al_consumo_de_sustancias_psicoactivas_2019.pdf

Oregon State University Extension. (2022). *Post-harvest processing of hemp flowers*. OSU Extension. Recuperado de https://extension.oregonstate.edu/catalog/post-harvest-processing-hemp-flowers

PubChem. (2024). *Cannabidiolic acid*; *Cannabidiol* [fichas]. NIH. Recuperado de https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cannabidiolic-acid y https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cannabidiol

Resolución 224/2006 (Provincia de Salta). (2006). *Resolución provincial*. Ecofield (compilación). Recuperado de https://www.ecofield.net/Legales/Salta/res224-06_SAL.htm

Royal Queen Seeds. (2019). *How to cure your cannabis buds*. RoyalQueenSeeds.com. Recuperado de https://www.royalqueenseeds.com/us/blog-how-to-cure-your-cannabis-buds-n33

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2024). *Resolución 431/2024 – Cannabis*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolución-431-2024-398542/actualizacion

Sorting Robotics. (2024). *What is the winterization process in cannabis?* SortingRobotics.com. Recuperado de https://www.sortingrobotics.com/the-grind-blog/what-is-the-winterization-process-in-cannabis

Superintendencia de Riesgos del Trabajo. (2015). *Resolución SRT 861/2015*. Argentina.gob.ar. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolución-861-2015-246217

UF/IFAS (University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences). (2016). *Greenhouse crop management*. UF/IFAS EDIS. Recuperado de https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1274

United States Environmental Protection Agency. (2006). *Ultraviolet Disinfection Guidance Manual*. EPA.gov. Recuperado de https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-10/ultraviolet-disinfection-guidance-manual-2006.pdf

United States Environmental Protection Agency. (2023). *RONF documentation* [documento técnico]. EPA.gov. Recuperado de https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-03/ronf-documentation-.pdf.pdf

United States Pharmacopeial Convention. (2007). *Q5C Stability Testing of Biotechnological/Biological Products*. USP.org. Recuperado de https://www.usp.org/sites/default/files/usp/document/harmonization/gen-method/q05c_pf_ira_33_2_2007.pdf

United States Pharmacopeial Convention. (2008a). *Q5B Analysis of the Expression Construct in Cells Used for Production of r-DNA Derived Protein Products*. USP.org. Recuperado de https://www.usp.org/sites/default/files/usp/document/harmonization/gen-method/q05b_pf_ira_34_6_2008.pdf

United States Pharmacopeial Convention. (2008b). *Q5A Viral Safety Evaluation of Biotechnology Products Derived from Cell Lines of Human or Animal Origin*. USP.org. Recuperado de https://www.usp.org/sites/default/files/usp/document/harmonization/gen-method/q05a_pf_ira_34_6_2008.pdf

United States Pharmacopeial Convention. (2019). *General Chapter <467> Residual Solvents (IRA 2019-09-27)*. USPNF.com. Recuperado de https://www.uspnf.com/sites/default/files/usp_pdf/EN/USPNF/revisions/gc-467-residual-solvents-ira-20190927.pdf

United States Pharmacopeial Convention. (2024). *General Chapter <467> Residual Solvents (current)*. USPNF.com. Recuperado de https://www.uspnf.com/sites/default/files/usp_pdf/EN/USPNF/generalChapter467Current.pdf

World Health Organization. (2017). *WHO GMP for HVAC systems in non-sterile dosage forms*. WHO.int. Recuperado de https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950

World Health Organization. (2018a). *Cannabidiol (CBD): Critical review report.* WHO Expert Committee on Drug Dependence. Recuperado de https://cdn.who.int/media/docs/default-source/controlled-substances/whocbdreportmay2018-2.pdf

World Health Organization. (2018b). *Cannabis and cannabis resin: Critical review report.* WHO Expert Committee on Drug Dependence. Recuperado de https://www.who.int/publications/m/item/cannabis-and-cannabis-resin

ANEXOS

Anexo I: Encuesta

Figura 38

Estructura de encuesta y resultados.



PROYECTO DE GRADO - INGENIERÍA INDUSTRIAL: "Cultivo de Cannabis Sativa por sistema Hidropónico. Extracción y comercialización de aceite de CBD."

La presente encuesta tiene por objeto relevar información sobre el **aceite de CBD con fines medicinales**, un producto regulado por la **Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT)**, cuya comercialización en Argentina se encuentra autorizada únicamente bajo **receta médica**.

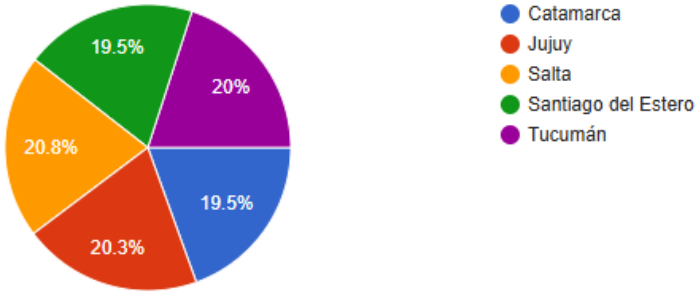
Este relevamiento se enmarca en nuestro **proyecto de grado** y tiene como finalidad analizar el comportamiento y las percepciones del mercado en el **Noroeste Argentino (NOA)**.

Las respuestas serán tratadas de manera **anónima y confidencial**, utilizándose exclusivamente con fines académicos.

1. ¿En qué provincia del NOA reside?

Copiar gráfico

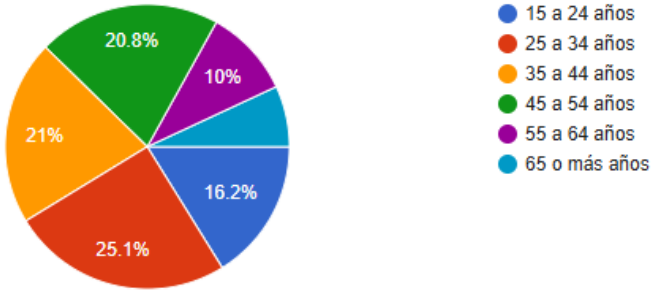
390 respuestas



2. ¿Cuál es su edad?

Copiar gráfico

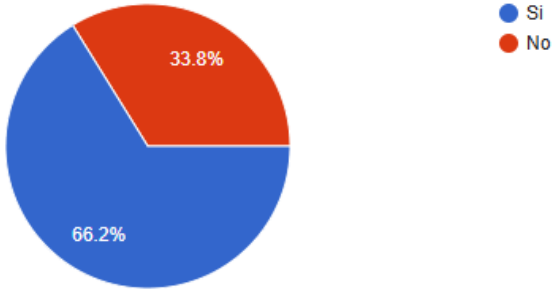
390 respuestas



3. ¿Estaría dispuesto a consumir aceite de CBD?

Copiar gráfico

390 respuestas



Dispuestos a consumir aceite de CBD.

4. ¿De qué manera consumiría aceite de CBD?

Copiar gráfico

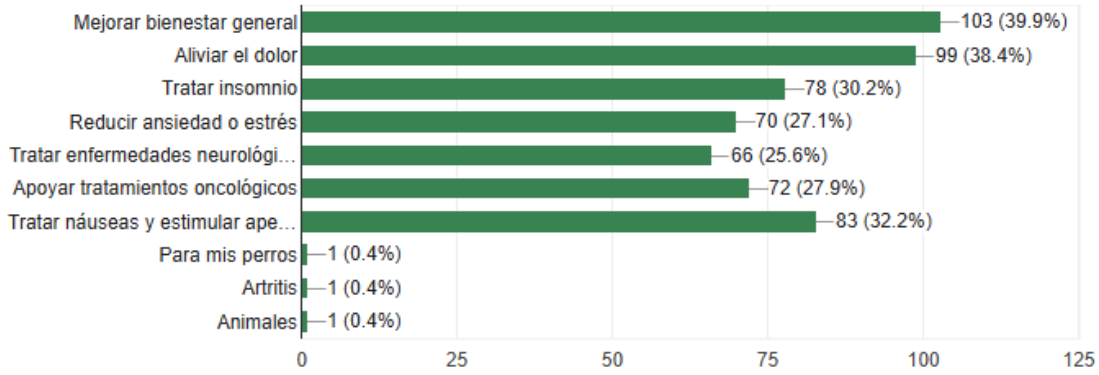
258 respuestas



5. ¿Con qué finalidad medicinal consumiría aceite de CBD?

Copiar gráfico

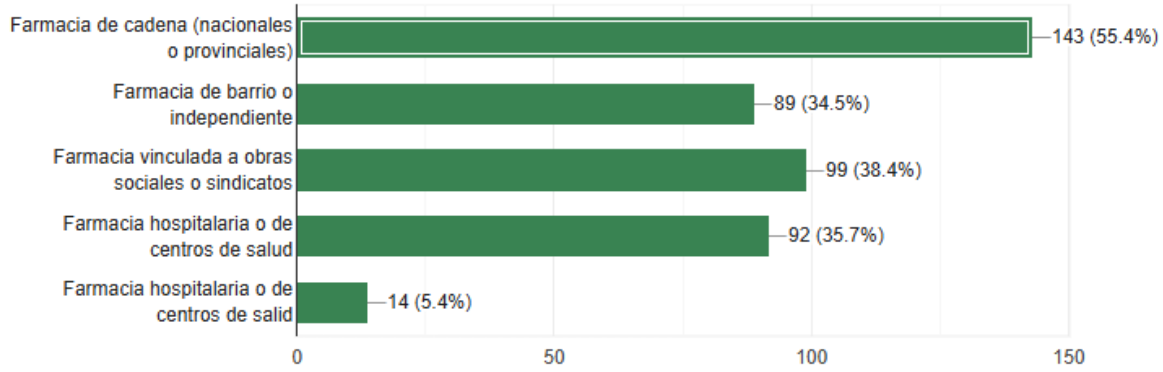
258 respuestas



6. ¿En qué tipo de farmacia preferiría adquirir aceite de CBD?

Copiar gráfico

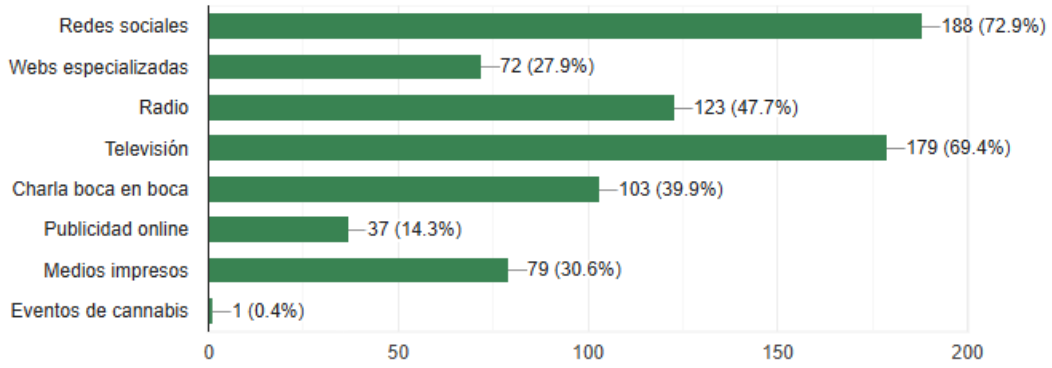
258 respuestas



7. ¿En qué medios de comunicación ha visto o ha escuchado sobre productos derivados de cannabis medicinal?

Copiar gráfico

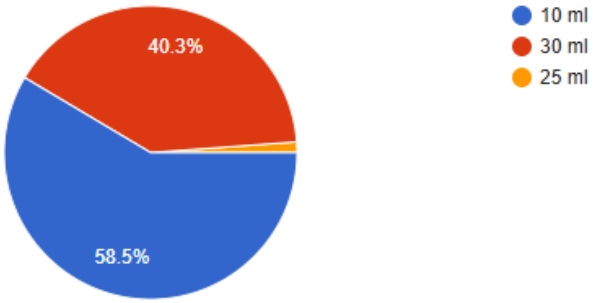
258 respuestas



8. ¿Qué presentación de aceite de CBD preferiría comprar?

Copiar gráfico

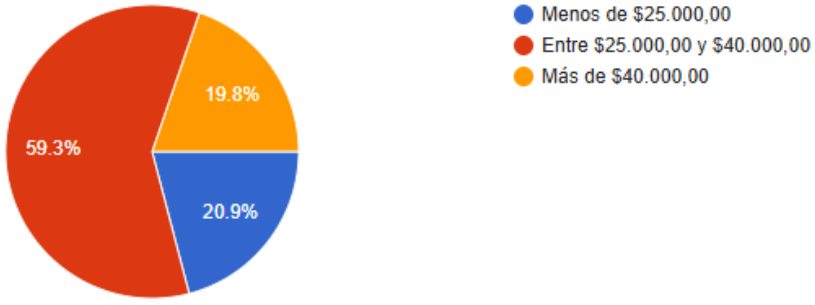
258 respuestas



9. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un frasco de 10 ml de aceite de CBD producido de manera industrial y regulada, bajo normas de calidad y control sanitario?

Copiar gráfico

258 respuestas

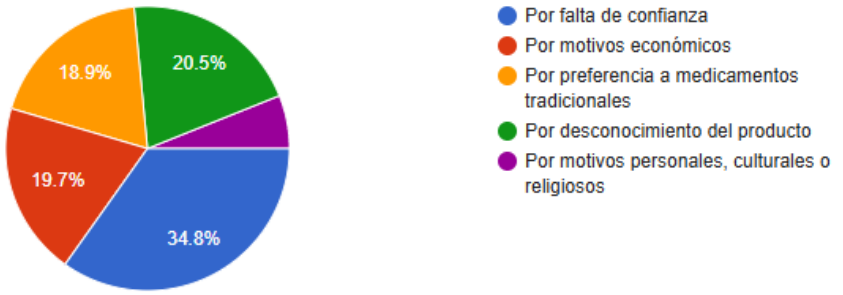


No dispuestos a consumir aceite de CBD.

4. ¿Cuál es la principal razón para no consumir?

Copiar gráfico

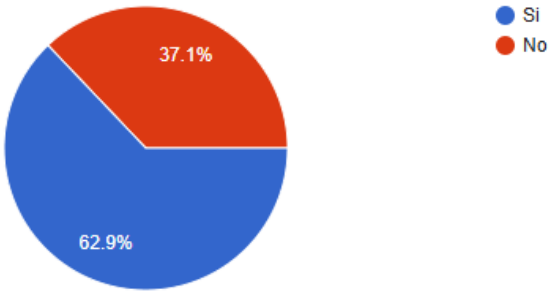
132 respuestas



5. ¿Cambiaría su postura si un médico le recetara el consumo del mismo?

Copiar gráfico

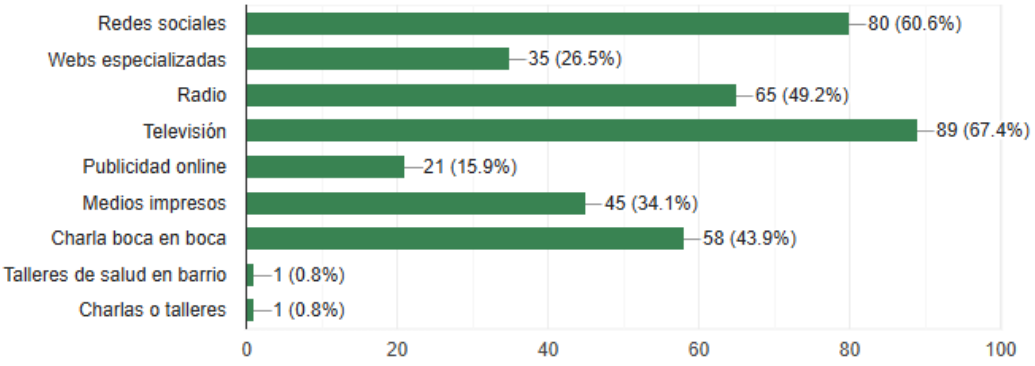
132 respuestas



6. ¿Qué medios de comunicación utiliza para informarse?

Copiar gráfico

132 respuestas



Nota. Elaboración propia utilizando *Google Forms*, agosto de 2025, https://forms.gle/qhUmhY2eedf4JPwD8.

Anexo II: Ficha técnica de equipos

Figura 39

Ficha técnica del sistema RDWC.

Datos técnicos:

- **Capacidad de plantas:** 16
- **Dimensiones mínimas de espacio:** 2 m (ancho) x 3 m (largo)
- **Recirculación:** 60 lts/h por terminal
- **Bomba de agua:** 5000 lt/h
- **Incluye:** aireadores de cuadruple salida modelo RS8801, bomba recirculante RS7100, sistema de válvulas para control y vaciado, mangueras y accesorios para montaje.
- 2 bultos
- Peso: 33 kg

Nota. Tomado Sistema RDWC 16.1, por Club Hidroponia, septiembre de 2025, https://www.clubhidroponia.com.ar/rdwc/sistema-rdwc-16-1-22l-creserva-170l-bomba-y-aireador.

Figura 40

Ficha técnica del molino de corte PULVERISETTE 19.

DATOS TÉCNICOS

- Principio de funcionamiento: corte
- Óptimo para el tipo de material: medio-duro, blando, quebradizo, resistente, fibroso
- Herramientas de corte: rotor con filos de corte en V y cuchillas fijas, rotor con filos de corte rectos y cuchillas fijas, rotor de fresa de disco con insertos indexables y cuchillas fijas
- Materiales de las herramientas de corte: acero inoxidable endurecido, carburo de tungsteno de metal duro, acero para herramientas sin cromo, acero inoxidable 316L, acero sin cromo DC01
- Max. tamaño de alimentación (según el material y el embudo): 70 × 80 mm
- Max. rendimiento (según el material y el tamaño del tamiz): 60 l / h
- Finura final (depende del casete del tamiz – tamaños de tamiz adicionales disponibles): 0.2 – 6 mm
- Alimentación: por lotes / continua• Velocidad del rotor variable (dependiendo del voltaje y la frecuencia): 300 – 3000 rpm
- Velocidad periférica del rotor: 1,57 – 15,7 m / s
- Accionamiento: motor trifásico de hasta 5 kW con convertidor de frecuencia y masa en el volante para estabilizar el par de accionamiento
- Detalles eléctricos / par: 380-460 V / 3 ~, 50-60 Hz, 5000 vatios, 30 Nm
- Nivel de presión acústica de emisión en el lugar de trabajo según DIN EN ISO 3746 (dependiendo del material a moler, rotor e inserto de tamiz utilizado): LpAd = 78 dB
- Peso: 60 kg.
- Dimensiones (W x D x H): montado en la mesa o en el marco de soporte 44 × 79 × 56 cm

Nota. Tomado de Molino de corte PULVERISETTE 19 – Velocidad variable 50–700 rpm, por Instrumentalia, septiembre de 2025, https://instrumentalia.com.ar/product/molino-de-corte-pulverisette-19-velocidad-variable-50-700-rpm/.

Figura 41

Ficha técnica del horno de secado IKA Oven 125 Control-Dry.

Información Técnica

Potencia de calefacción [W]	2400
Funcionamiento de temperatura [°C]	Temp. ambiente +5 - 250
Resolución y ajuste del display [K]	0.1
Estabilidad de la temperatura (150 °C, centro, puerta estándar) [K]	±0.5
Indicador de temperatura	sí
Contador de tiempo	sí
Indicador del contador del tiempo	7 segmento LED
Rango del ajuste del tiempo [min]	1 - 144000
Número máx. de estantes de rejilla	6
Carga máx. por bandeja [kg]	30
Área de trabajo de la cámara interior [mm]	550 x 525 x 450
Volumen total de la cámara interior [l]	125
Diámetro interior de la abertura de salida de aire [mm]	48
Dimensiones (An x Al x Pr) [mm]	700 x 825 x 650
Peso [kg]	81
Temperatura ambiental permitida [°C]	5 - 40
Humedad relativa permitida [%]	80
Clase de protección de acuerdo al DIN EN 60529	IP 20
Interfaz de USB	sí
Voltaje [V]	220 - 240
Frecuencia [Hz]	50/60
Consumo de energía [W]	2450
Consumo de energía Standby [W]	2

Nota. Tomado de Horno de secado IKA Oven 125 Control-Dry, por Instrumentalia, septiembre de 2025, https://instrumentalia.com.ar/product/horno-de-secado-ika-oven-125-control-dry/.

Figura 42

Ficha técnica del extractor de CO_2 supercrítico extraktLAB e-180.

SPECIFICATIONS

ATTRIBUTE	VALUE
General Specifications	
Dimensions (w/o light mast, in)	L99 × W34 x H72
Unit Weight (lbs)	4,300
Footprint (sq ft)	24
Sound Pressure (db)	50
Electrical Specifications	
Certifications, Listed	UL 508A/CE/PED
Frequency (Hz)	50/60
Full Load Amps (amps)	67
Phase	3
Voltage (VAC)	208-230/380
Control Interface Specifications	
Flow Control	Manual or Automatic
User Interface	Touch Screen HMI Panel
Extractor Specifications	
CO_2 Recycle Vessel (L)	20
CO_2 Supply Inlet (psi)	750 - 850
Collection Vessels (L) x3	2.5
Extraction Vessels (L) x2	20
Operating Pressure (psi)	0 to 5,000
Operating Temperature (°C)	0° - 100°

ATTRIBUTE	VALUE
Materials	
Calibration / Maintenance	Software tracking built-in
Cleaning Methods	Supercritical CO2, alcohol, non-polar solvents
Data System	Export data, diagnostics and event logging, data traceability, unlimited working level access, user traceability method, CO2 lot, input lot trace
Regulatory Compliance	21 CFR Part 117, 211, 177 and Health Canada equivalents, P.E. stamped according to ASME DIV II VII-2 PED compliant, CE marked, notified body Lloyd's Register, CRN number
Separation Principle	Cyclonic
Wetted Materials	FDA approved, ASME 304SS and 316SS
Performance Specifications*	
Biomass Input/Cycle (kg)	8-10
Cycle Time (min) @ 10% potency	60
Biomass Processing / Day	192-240 kg (423-529 lbs)
Efficiency – Oil Recovery	90-95%
	*Actual Performance Results May Vary
Warranty	
Duration (months)	12
Quality and Labor	Parts & workmanship

Nota. Tomado de e-180 CO_2 Extraction Equipment, por extraktLAB, septiembre de 2025, https://extraktlab.com/e180-equipment/.

Figura 43

Ficha técnica de ultracongelador horizontal Righi UF500-86LH.

Orientación	HORIZONTAL	Display digital con temperatura numerica / Panel touch	SI
Dimensiones (Alto x Ancho x Prof, mm)	1070 x 2330 x 807	Eficiencia Energetica	B
Temperaturas disponible	-30°C / -50°C / -70°C / -80°C / -90°C / -100°C	Garantia (Meses)	36
Rango de Temperatura de uso	-30°C / Temperatura de trabajo seleccionada	Peso (Kgs)	360
Capacidad bruta (Litros)	550	Origen	Argentina
Capacidad Neta (Litros)	500	Sistema de movilidad	Ruedas
Categoría	Ultrafreezer	Punto de congelamiento (En vacio, en horas)	6
Pies Niveladores	NO	Puerta reversible	NO
Color Exterior	Cool Gray	Sistema de descongelamiento	SI
Color Interior	Acero	Tipo de Gas refrigerante	MIX RIGHI
Material Exterior	Acero	Iluminacion Interior	NO
Material Interior	Acero inoxidable	Sistemad de inicio de funcionamiento	LLAVE CODIFICADA
Compartimientos (Aislados, Rejillas refrigeradas, Rejillas o Abiertos)	1, Abierto	Aislacion (Poliuretano de alta densidad, cms)	15
Sistema de cierre de puerta	Magnetico	Motorcompresor	1

Nota. Tomado de Ultracongelador horizontal UF500-86LH, por Righi Industria Argentina, septiembre de 2025, https://www.ultrafreezer.com.ar/UF500-86LH.php.

Figura 44

Ficha técnica del filtro industrial al vacío de acero inoxidable.

No. de Modelo.	YVF-50L	Brand Name	Yhchem
Volume	50 L	Finished Dosage Form	Liquid
Funnel Outer Diameter(mm)	300	Voltage	220 V
Flask Material	Borosilicate Glass 3.3	Customized	Customized
Weight	65 kg	Warranty	1 Year
Funnel and Frame	Stainless Steel 304	Paquete de Transporte	Quality Wooden Packing
Classification	Funnel	Origen	Shanghai, China
Product Name	Vacuum Filtration Glass Funnel		

Nota. Tomado de Industrial Stainless Steel Vacuum Filter for Herb Oil, por Made-in-China.com (listado del proveedor Yuanhuai), septiembre de 2025, https://es.made-in-china.com/co_yuanhuai/product_Industrial-Stainless-Steel-Vacuum-Filter-for-Herb-Oil_rongyuihg.html.

Figura 45

Ficha técnica del evaporador rotativo con condensadores verticales y sistema de vacío.

Proceso de dar un título	CE, ISO, RoHS
Material	vidrio, acero inoxidable
potencia de calefacción	4kw
régimen del motor principal (rpm)	20~130
botella de recuperación (l)	5L
potencia total (kw)	6
vacío máximo (pa)	399,9 (por debajo de 3mmhg)
voltaje	220v/110v,50/60hz
Especificación	630*1440*1230
Origen	Henan, China
Capacidad de Producción	1000sets/mes

No. de Modelo.	R-1050
Estructura	Escritorio
Tipo	evaporador giratorio
potencia del motor	250 W
botella giratorio (l)	10 L
carrera de elevación (mm)	0~120
función de elevación	elevador eléctico
agua de la olla de baño material	acero inoxidable
Paquete de Transporte	caja de madera
Marca Comercial	bien conocido
Código del HS	8419409090

Nota. Tomado de 2–50L Double Vertical Condensers Rotary Vacuum Filtration Evaporator with Chiller and Vacuum Pump, por Made-in-China.com (listado del proveedor Zhengzhou Well-Known Instrument & Equipment Co., Ltd.), septiembre de 2025, https://es.made-in-china.com/co_zzwellknown/product_2-50L-Double-Vertical-Condensers-Rotary-Vacuum-Filtration-Evaporator-with-Chiller-and-Vacuum-Pump_uounuhheiy.html.

Figura 46

Ficha técnica del tanque mezclador con homogeneizador industrial de acero inoxidable.

Tipo de mezclador	Agitador	Material procesado	Productos Químicos, Comida, Cosméticos
Voltaje	380V	De la potencia (kW)	75
Capacidades adicionales	Molienda	Tipo de producto	Cosmética, Comida, Líquido, jabón
Capacidad	50L	Material	SUS304, SUS316L
Los componentes principales.	Motor, Equipo, Recipiente de presión, Caja de cambios, De la bomba, PLC, Otros, Rodamiento	Informe de prueba	Siempre
Video saliente de inspección	Siempre	Clave de puntos de venta	Multifuncional
Garantía	1 año	Peso (KG)	180
Rango de velocidad del husillo (r. p. A m)	1 - 80 r.p.m	Lugar del origen	Guangdong, China
Marca	Jinfeng	Dimensión (L*W*H)	Personalizado
Nombre	Homogeneizador mezclador tanque homogeneizador tanque de mezcla homogeneizador emulsionante	Material	Acero inoxidable 304 / SUS316L
Tipo de agitador	Mezclador de raspador de pared	Homogeneizador	0-3000RPM
Parte de contacto del recipiente y el material	SUS316L	Método de calefacción	Eléctrico o vapor
Finura	2um	Grado de pulido	> 300U

Nota. Tomado de Homogenizer Mixer Tank / Homogenizer Mixing Tank, por Alibaba.com (proveedor Guangzhou Itop Industry Technology Co., Ltd.), septiembre de 2025, https://www.alibaba.com/product-detail/Homogenizer-Mixer-tank-Homogenizer-Mixing-tank_1601247829961.html.

Figura 47

Ficha técnica de la autoclave digital semiautomática EV-24D Novatech.

ALTO CUERPO	102 CMS
ANCHO CUERPO	60 CMS
FONDO CUERPO	45 CMS
ANCHO CAMARA	25CMS
FONDO CAMARA	50 CMS

CAPACIDAD	24LTS
WATTS	2000 WATTS
VOLTS	120 VOLTS
AMPERES	16.6 AMP
PESO APROXIMADO	45 KGS

Nota. Tomado de Autoclave digital semiautomática EV-24D, por *Equipo Novatech*, septiembre de 2025, https://equiponovatech.com/producto/autoclave-digital-semiautomatica-ev-24d/.

Figura 48

Ficha técnica de la línea automática de llenado y tapado para aceites esenciales.

PARÁMETRO:

Volumen de llenado	10-150ml
de Carga	30-40 botellas / hora
Precisión de llenado	≤ ± 1%
Fuente de Energía	380 V/50 Hz (se puede personalizar)
Tasa de limitación	≥ 99%
Tasa de detención	≥ 99%
Air Supply	1.3 m3/h 0.4-0.8 MPa
Potencia	2.0 Kw
Ligero	850kg

CONFIGURACIÓN:

Nombre	La marca
Botón	Schneider
Contacto de aire acondicionado ctor	Schneider
Relé	Schneider
Transformador de frecuencia	taian
Motor	qi peng
Cilindro de aire	TAC AÉREO
La válvula electromagnética	TAC AÉREO
Rodamientos	NSK
PLC	Schneider
Touch Screen	Schneider
Detección fotoeléctrica	Enfermo

Nota. Tomado de L40 Essential Oil Filling Capping Machine, por BW Filling Machine (PowerRig), septiembre de 2025, https://bwfillingmachine.com/es/filling-machine/l40-essential-oil-filling-capping-machine/.

Figura 49

Ficha técnica de la etiquetadora automática para frascos cilíndricos.

Modelo NO.	etiquetadora automática02	Calificación automática	Semiautomático
Solicitud	Cosméticos, bebidas, limpieza, detergentes, productos para el cuidado de la piel, productos para el cuidado del cabello, aceites, tés, refrigerios, condimentos, productos lácteos	Tipo	Máquina etiquetadora automática
Tipo impulsado	Eléctrico	Clasificación	Etiquetadora semiautomática plana
Uso	Etiquetas adhesivas para botellas	Función	Etiquetado con pegatinas adhesivas
Tipo de botella	Frascos y latas de botellas redondas	Velocidad de etiquetado	25-60 piezas/min
Precisión de la etiqueta	±1 mm	Ventaja	Máquina etiquetadora económica
Puntos clave de venta	Fácil de operar	Paquete de transporte	Caja de madera de exportación estándar
Especificación	1270*800*780 mm	Marca	GainJoys
Origen	Liaoning, China	Capacidad de producción	200 juegos por mes

Nota. Tomado de Fully Automatic High Accuracy Round Bottle Labeling Machine, por Made-in-China.com (proveedor Gainjoys), septiembre de 2025, https://gainjoys1.en.made-in-china.com/product/bJCpghsynnYj/China-Fully-Automatic-High-Accuracy-Bottom-Flat-Stick-Labeling-Machine.html.

Figura 50

Ficha técnica del cromatógrafo líquido de alta presión Shimadzu LC-2050 (serie i-Series).

Parámetro	LC-2050	LC-2060C
Presión máxima de funcionamiento	50 MPa (7251 psi)	70 MPa (10.152 psi)
Suministro de disolventes	Bomba cuaternaria, hasta 10 mL/min	
Inyección	Inyección de muestra de volumen total con diseño de trayectoria de flujo con aguja, proporciona volúmenes (de 0,1 a 2000 ul)	
Capacidad de muestra	4 placas (336 muestras con viales de 1 mL, 216 con viales de 1,5 mL, 112 muestras con viales de 4 mL)	
Detectores	UV o PDA integrados, detectores opcionales: fluorescencia, índice de refracción, ELSD, MS de un solo cuadrante	
Capacidad de la columna	3 columnas (longitud máxima de 300 mm), o 6 columnas (longitud máxima de 100 mm)	

Nota. Tomado de i-Series (HPLC/UHPLC), por Shimadzu Latinoamérica, septiembre de 2025, https://www.shimadzu-la.com/an/products/liquid-chromatography/hplcuhplc/i-series/index.html.

Figura 51

Ficha técnica del cromatógrafo de gases Nexis GC-2030.

Column temperature	Max. 450°C (Room temperature + 2°C)
Carrier gas control	Constant linear speed control, constant flow rate control, constant pressure control possiblePressure: Max. 970kPa, Flow-rate: 1,300mL/min

Sample injector	Split/splitless, direct, on-column, programmable temperature vaporizer
Detectors	FID, TCD, BID, FTD, FPD, ECD, SCD
Display	Color-touch panel

Nota. Tomado de Shimadzu Latinoamérica, septiembre de 2025, https://www.shimadzu-la.com/an/products/gas-chromatography/gas-chromatograph/nexis-gc-2030/index.html.

Figura 52

Ficha técnica del muestreador headspace Serie HS-20 NX de Shimadzu.

Vial capacity/Sample tray	90-vial capacity
Number of vials simultaneously heated	12-vial capacity
Sampling mode	Loop/Trap mode
Max. oven temperature	300°C
Max. sample line temperature	300°C
Max. transfer line temperature	350°C
Vial shaking	Off/Level 1 to 5
Area repeatability	< 0.7 %RSD *1
Carry-over	< 0.0001 % *2

Nota. Tomado de Shimadzu Latinoamérica, septiembre de 2025, https://www.shimadzu-la.com/an/products/gas-chromatography/gc-accessories-components/hs-20-nx-series/index.html.

Anexo III: Cuadro tarifario de EDESA

Figura 53

Cuadro tarifario EDESA - septiembre 2025.

Cuadro Tarifario EDESA S.A

Según Resolución ENRESP N° 1528/25
Abastecimiento /RES. SE N° 359/25

SEPTIEMBRE 2025

Pequeñas Demandas (< 10 KW) Residenciales

TARIFA 1	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable $/KWh
T1R1 - N1 [0 <= E <= 192]	3539,20	208,7467
T1R2 - N1(192 < E <= 500Wh/mes)	7727,46	218,7111
T1R2 - N1(500 < E <= 700KWh/mes)	9990,59	229,7580
T1R2 - N1(700 < E <= 1400KWh/mes)	18444,78	240,5196
T1R2 - N1 (E > 1.400KWh/mes)	33516,83	250,1374

ELECTRODEPENDIENTES	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable $/KWh
T1R1 - ED [0 <= E <= 192]	3406,33	50,3701
T1R2 - ED [192 < E <= 500KW/h/mes]	7426,51	54,3384
T1R2 - ED [500 < E <= 700KW/h/mes]	9534,10	63,8298
T1R2 - ED [700 < E <= 1400KWh/mes]	17962,05	64,3344
T1R2 - ED [E > 1400KWh/mes]	33276,48	72,6646

PEQUEÑAS DEMANDAS <10 KW	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable $/KWh	Cargo variable $/KWh Excedente de 350 KWh/Mes	Cláusula Banda y Complementarias Cargo Variable $/KWh Todo el Consumo
T1R1 - N2 (0 <= E < 192)	3429,50	108,5030	----------	108,5030
T1R2 - N2 (192 < E <= 500 KWh/mes)	7275,14	113,9259	178,0557	113,9259
T1R2 - N2 (500 < E <= 700 KWh/mes)	9292,75	125,1283	187,3272	125,1283
T1R2 - N2 (700 < E <= 1.400KWh/mes)	17347,37	126,5858	188,2734	126,5858
T1R2 - N2 (E > 1.400 KWh/mes)	31976,81	130,1520	190,1306	130,1520

PEQUEÑAS DEMANDAS <10 KW	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable $/KWh	Cargo variable $/KWh Excedente de 250 KWh/Mes
T1R1 - N3 [0 <= E <= 192]	3454,54	131,3495	----------
T1R2 - N3 [192 < E <= 500KWh/mes]	7378,39	136,5244	218,7111
T1R2 - N3 [500 < E <= 700KWh/mes]	9452,06	149,4077	229,7580
T1R2 - N3 [700 < E <= 1400KWh/mes]	17597,89	159,2906	240,5196
T1R2 - N3 [E > 1400KWh/mes]	32328,38	158,9658	250,1374

TARIFA SOCIAL	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable $/KWh	Cargo variable $/KWh Excedente de 350 KWh/Mes
T1SR1 - N2 [0 <= E <= 192]	1870,60	92,0688	----------
T1SR2 - N2 [E > 192]	3758,79	97,1891	161,3189

TARIFA RENABAP	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable $/KWh	Cargo variable $/KWh Excedente de 350 KWh/Mes
T1 - Renabap	1671,23	77,0480	138,2223

PEQUEÑAS DEMANDAS <10 KW NO RESIDENCIALES	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable $/KWh
T1G1 (0 <= E <= 205 KWh/mes)	3914,02	200,9561
T1G2 (205 < E < 2000 KWh/mes)	17179,33	210,9380
T1G2(E >= 2000KWh/mes)	47533,53	204,7830
T1AP	----------	250,3660

TARIFA PR	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable $/KWh
T1 PROSUMIDORES	22093,41	205,2521

Medianas y Grandes Demandas (> = 10kw)

TARIFA 2 Demandas > 10 < 50 Kw	Cargo por máxima capacidad de sum. contratada -$ /KW-mes	Cargo Fijo $/mes	Cargo variable $/KWh
BAJA TENSION - MEDIANA DEMANDA	9778,50	21161,66	156,8264

TARIFA 3 Demandas > 50 kw	Cargo por máx. cap. de sum. contratada -$ / KW-mes	Cargo por máx. cap. de sum. contratada en hs de punta -$ / KW-mes	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable horas pico $/KWh	Cargo variable horas resto $/KWh	Cargo variable horas valle $/KWh
Baja Tensión - Mediana Demanda	22886,75	3413,16	26797,52	249,9651	248,3790	247,1248
Baja Tensión - Mediana Demanda Org. y Entes Públicos de Salud y Educación	20140,34	3413,16	26797,52	235,2284	233,6423	232,3881
Baja Tensión - Gran Demanda	22886,75	3413,16	26797,52	403,6479	402,0618	400,8076
Baja Tensión - Gran Demanda Org. y Entes Públicos de Salud y Educación	19224,87	3413,16	26797,52	193,1235	191,5375	190,2832
Media Tensión - Mediana Demanda	10490,54	3355,14	210627,69	328,9774	327,5504	326,4220
Media Tensión - Mediana Demanda Org. y Entes Públicos de Salud y Educación	10490,54	3355,14	210627,69	324,2013	322,7743	321,6459
Media Tensión - Gran Demanda	10490,54	3355,14	210627,69	347,3468	345,9198	344,7914
Media Tensión - Gran Demanda Org. y Entes Públicos de Salud y Educación	10490,54	3355,14	210627,69	274,6039	273,1769	272,0485
Alta Tensión - Gran Demanda	159,94	3227,05	210627,69	95,5614	94,1746	93,0781
Alta Tensión - Gran Demanda Org. y Entes Públicos de Salud y Educación	159,94	3227,05	210627,69	95,5614	94,1746	93,0781

TARIFA 4 >10 y >100 kw	Cargo por máx. cap. de sum. contratada -$ / KW-mes	Cargo por máx. cap. de sum. contratada en hs de punta -$ / KW-mes	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable horas pico $/KWh	Cargo variable horas resto $/KWh	Cargo variable horas valle $/KWh
Baja Tensión - Mediana Demanda	15098,29	2903,74	26797,52	159,1156	157,5295	156,2753

TARIFA 5 >100 y <300 kw	Cargo por máx. cap. de sum. contratada -$ / KW-mes	Cargo por máx. cap. de sum. contratada en hs de punta -$ / KW-mes	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable horas pico $/KWh	Cargo variable horas resto $/KWh	Cargo variable horas valle $/KWh
Baja Tensión - Mediana	14769,54	2397,14	26797,52	170,1070	168,5210	167,2668
Baja Tensión - Mediana Demanda Organismos y Entes Públicos de Salud y Educación	14769,54	2397,14	26797,52	166,5902	165,0041	163,7499
Baja Tensión - Gran Demanda	14769,54	2397,14	26797,52	203,8688	202,2828	201,0285
Baja Tensión - Gran Demanda Organismos y Entes Públicos de Salud y Educación	14769,54	2397,14	26797,52	203,8688	202,2828	201,0285

TARIFA 6 >300 kw	Cargo por máx. cap. de sum. contratada -$ / KW-mes	Cargo por máx. cap. de sum. contratada en hs de punta -$ / KW-mes	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable horas pico $/KWh	Cargo variable horas resto $/KWh	Cargo variable horas valle $/KWh
Media Tensión - Mediana	10919,92	3521,90	210627,69	193,8383	192,4113	191,2829
Media Tensión - Mediana Organismos y Entes Públicos de Salud y Educación	10919,92	3521,90	210627,69	189,6171	188,1901	187,0617
MediaTensión - Gran Demanda	10919,92	3521,90	210627,69	218,2612	216,8342	215,7058
Media Tensión - Gran Demanda Organismos y Entes Públicos de Salud y Educación	10919,92	3521,90	210627,69	196,8535	195,4265	194,2981

TARIFA 7 Entre 10 y 50 KW exclusivo para Usuarios de Riego Agrícola	Cargo por máx. cap. de sum. contratada -$ / KW-mes	Cargo por máx. cap. de sum. contratada en hs de punta -$ / KW-mes	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable horas pico $/KWh	Cargo variable horas resto $/KWh	Cargo variable horas valle $/KWh
Baja Tensión - Mediana Demanda	----------	----------	26797,52	252,0024	250,4163	249,1621

TARIFA 8 >50 KW exclusivo para Usuarios de Riego Agrícola	Cargo por máx. cap. de sum. contratada -$ / KW-mes	Cargo por máx. cap. de sum. contratada en hs de punta -$ / KW-mes	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable horas pico $/KWh	Cargo variable horas resto $/KWh	Cargo variable horas valle $/KWh
Baja Tensión - Mediana Demanda	----------	----------	26797,52	249,1232	247,5372	246,2829
Media Tensión - Gran Demanda	----------	----------	210627,69	320,6180	319,1911	318,0626

Tarifas de Peaje

PEAJE	Cargo por máx. cap. de sum. contratada -$ / KW-mes	Cargo por máx. cap. de sum. contratada en hs de punta -$ / KW-mes	Cargo fijo $/Mes	Cargo variable horas pico $/KWh	Cargo variable horas resto $/KWh	Cargo variable horas valle $/KWh
T3 Baja Tensión - Mediana Demanda	16478,46	564,78	26797,52	44,3169	44,1174	43,9597
T3 Baja Tensión - Gran Demanda	16478,46	564,78	26797,52	44,3169	44,1174	43,9597
T3 MediaTensión - Mediana Demanda	14570,19	128,53	210627,69	11,0756	11,0353	11,0033
T3 MediaTensión - Gran Demanda	14570,19	128,53	210627,69	11,0756	11,0353	11,0033
T3 AltaTensión - Gran Demanda	159,94	3227,05	210627,69	2,6768	2,6767	2,6766
T4 Baja Tensión - Mediana Demanda	6710,35	480,48	26797,52	66,7764	66,5769	66,4192
T5 Baja Tensión - Mediana Demanda	10256,62	396,66	26797,52	51,7704	51,5709	51,4132
T5 Baja Tensión - Gran Demanda	10256,62	396,66	26797,52	51,7704	51,5709	51,4132
T6 Media Tensión - Gran Demanda	9099,93	134,92	210627,69	39,4646	39,4242	39,3923
T6 Baja Tensión - Mediana Demanda	9099,93	134,92	210627,69	39,4646	39,4242	39,3923
T7 Baja Tensión - Mediana Demanda	----------	----------	26797,52	169,8866	169,6872	169,5294
T8 Baja Tensión - Mediana Demanda	----------	----------	26797,52	166,1936	165,9942	165,8365
T8 MediaTensión - Gran Demanda	----------	----------	210627,69	128,7523	128,7119	128,6800

Por la Energía Reactiva

a) **TARIFAN°1 y 2** (Pequeñas y Medianas Demandas)

Por cos fi menor a 0.85 hasta 0.75	%10,00
Por cos fi menor a 0.75	%20,00

b) **TARIFAN°3** (Grandes Demandas)

Recargo por la energía reactiva en exceso del 62% de la energía activa. Por cada centésimo (0,01) o fracción mayor de 5 milésimos (0,005), de variación de la Tg fi mayor de 0,62 **%1,50**

Servicio de Suspensión - Rehabilitación
Por cada Servicio interrumpido por Falta de pago:

TARIFA	IMPORTE	UNIDADES
Tarifa N°1 Uso residencial	45,50	$
Tarifa N°1 Uso Gral. y A. Público	126,10	$
Tarifa N°2 y 3 Medianas y Grandes Demandas Medición Directa.	308,10	$
Tarifa N°2 y 3 Medianas y Grandes Demandas Medición Indirecta.	539,50	$

Conexiones Domiciliarias
a) Conexiones Comunes por Usuario

TIPO DE CONEXIÓN	IMPORTE	UNIDADES
Aéreas Monofásicas	252,20	$
Subterráneas Monofásicas	527,80	$
Aéreas Trifásicas	580,30	$
Subterráneas Trifásicas	846,30	$

b) Conexiones Especiales por Usuario

TIPO DE CONEXIÓN	IMPORTE	UNIDADES
Aéreas Monofásicas	243,95	$
Subterráneas Monofásicas	784,89	$
Aéreas Trifásicas	429,84	$
Subterráneas Trifásicas	811,46	$

Tarifas Balance Neto

GENERADORES	Tipo GEN	Cargo Variable $/ kwh
Balance Neto - Origen Solar	T_BN_SOL	79,1646
Balance Neto - Origen Biomasa	T_BN_BIO	33,1221
Balance Neto - Origen Eólico	T_BN_EOL	19,0498
Balance Neto - Origen Hidráulico	T_BN_HID	34,2033

Referencias

PD = Pequeñas Demandas (< 10 KW)
MD = Medianas Demandas (10 a 300 kw)
GD = Grandes Demandas (>= 300 kw)
ORGS. Y ENTES PÚBS. DE SyE = Organismos y Entes Públicos de Salud y Educación

Los valores tarifarios aquí consignados son anteriores a las cargas impositivas correspondientes.

Edesa

Nota. Tomado de Cuadro tarifario – septiembre 2025, EDESA S.A., septiembre de 2025, https://www.edesa.com.ar/wp-content/uploads/2025/09/Cuadro_Tarifario-Septiembre25final.pdf.

Anexo IV: Cuadro tarifario de Aguas del Norte

Figura 54

Cuadro tarifario Aguas del Norte - septiembre 2025.

1. **USUARIOS CON SERVICIO MEDIDO**

Factura Básica (FB) = Cargo fijo + Precio m3 * Coeficiente de Consumo * Consumo en m3

- **Tabla de Cargos Fijos(*)**

Servicio Facturado: Agua y Cloaca

Diametro del Medidor	Residencial 1	Residencial 2	Residencial 3	Baldio 1	Baldio 2	Baldio 3	Comercial 1	Comercial 2	Comercial 3	Industrial
13	$ 8,172.76	$ 5,135.78	$ 3,838.75	$ 9,639.66	$ 6,562.39	$ 5,886.07	$ 15,490.57	$ 40,919.14	$ 44,217.76	$ 51,146.19
19	$ 14,465.80	$ 6,359.55	$ 4,420.50	$ 17,062.23	$ 8,126.09	$ 6,778.10	$ 43,341.01	$ 116,684.85	$ 125,837.69	$ 145,713.03
25	$ 46,065.19	$ 42,521.72	$ 35,434.76	$ 54,333.30	$ 54,333.30	$ 54,333.30	$ 163,260.76	$ 329,684.08	$ 313,762.11	$ 470,643.32
40	$ 138,193.62	$ 127,563.34	$ 106,302.79	$ 162,997.60	$ 162,997.60	$ 162,997.60	$ 408,155.05	$ 861,365.80	$ 938,890.33	$ 1,089,112.91
50	$ 414,579.45	$ 382,688.72	$ 318,907.27	$ 488,991.14	$ 488,991.14	$ 488,991.14	$ 804,034.19	$ 1,041,397.75	$ 1,135,124.34	$ 1,316,741.88
80	$ 1,234,313.27	$ 1,139,366.10	$ 949,471.75	$ 1,455,856.68	$ 1,455,856.68	$ 1,455,856.68	$ 1,727,214.93	$ 1,727,214.93	$ 1,882,666.53	$ 2,183,891.22

Servicio Facturado: Solo Agua

Diametro del Medidor	Residencial 1	Residencial 2	Residencial 3	Baldio 1	Baldio 2	Baldio 3	Comercial 1	Comercial 2	Comercial 3	Industrial
13	$ 7,227.13	$ 4,153.04	$ 3,085.37	$ 8,524.31	$ 5,306.66	$ 4,730.89	$ 9,745.86	$ 28,207.18	$ 36,536.03	$ 43,842.77
19	$ 11,849.21	$ 4,714.28	$ 3,543.11	$ 13,975.99	$ 6,023.80	$ 5,432.77	$ 28,479.63	$ 60,485.54	$ 84,676.30	$ 101,610.76
25	$ 23,034.14	$ 21,262.28	$ 17,718.57	$ 27,168.48	$ 27,168.48	$ 27,168.48	$ 43,275.96	$ 88,796.58	$ 153,316.45	$ 229,973.52
40	$ 69,095.96	$ 63,780.89	$ 53,150.74	$ 81,497.81	$ 81,497.81	$ 81,497.81	$ 204,076.36	$ 430,683.23	$ 469,444.00	$ 544,554.30
50	$ 207,290.71	$ 191,345.27	$ 159,454.39	$ 244,496.73	$ 244,496.73	$ 244,496.73	$ 408,155.05	$ 520,697.71	$ 567,699.06	$ 658,372.93
80	$ 617,156.64	$ 569,683.05	$ 474,735.87	$ 727,928.34	$ 727,928.34	$ 727,928.34	$ 863,608.12	$ 863,608.12	$ 941,332.43	$ 1,091,946.94

(*) es variable en función del diámetro y cantidad de conexiones.

2. **USUARIOS NO MEDIDOS**

Factura Básica (FB)= Cargo fijo + Precio m3 * Consumo Equivalente (m3)

- **Tabla de Cargos Fijos**

Servicio Facturado: Agua y Cloaca

Diametro del Medidor	Residencial 1	Residencial 2	Residencial 3	Baldio 1	Baldio 2	Baldio 3	Comercial 1	Comercial 2	Comercial 3	Industrial
13	$ 8,172.76	$ 5,135.78	$ 3,838.75	$ 9,639.66	$ 6,562.39	$ 5,886.07	$ 15,490.57	$ 40,919.14	$ 44,217.76	$ 51,146.19

Servicio Facturado: Sólo Agua

Diametro del Medidor	Residencial 1	Residencial 2	Residencial 3	Baldio 1	Baldio 2	Baldio 3	Comercial 1	Comercial 2	Comercial 3	Industrial
13	$ 7,227.13	$ 4,153.04	$ 3,085.37	$ 8,524.31	$ 5,306.66	$ 4,730.89	$ 9,745.86	$ 28,207.18	$ 36,536.03	$ 43,842.77

- **Consumo Equivalente:**

El consumo equivalente se determina en función a los siguientes parámetros del inmueble:

Tipo de servicio facturado	Sólo Agua - Sólo Cloaca - Agua y Cloaca
Superficie construída en m2	Rangos: 1 a 100 m2 - 101 a 200 m2 - 201 a 300 m2 - 301 a 400 m2 - etc.
Superficie del terreno en m2	Rangos: 0 a 350 m2 - 351 a 460 m2 - 461 a 600 m2 - 601 a 1000 m2 - etc.
Bocas de consumo	Rangos: 1 a 6 - 7 a 13 - 14 a 18 - 19 a 22 - 23 a 30 - etc.
Zona	Zona 1 - Zona 2 - Zona 3
Adicional por Actividad	Según Categoría: 25% - 75% - 150% - 200% - 300%

3. **APLICABLE A AMBOS TIPOS DE FACTURACION**

- **Precio del m3 por zona y tipo de servicio facturado**

Categoría	Zona	Solo Agua	Agua y Cloaca
Residencial	1	$ 307.23	$ 614.48
Residencial	2	$ 231.92	$ 464.10
Residencial	3	$ 171.84	$ 343.68
Baldio	1	$ 362.39	$ 724.77
Baldio	2	$ 296.34	$ 593.02
Baldio	3	$ 263.49	$ 526.99
No Residencial		$ 411.82	$ 823.33
Industrial (Categoría F)		$ 658.73	$ 1,317.45
Entidades beneméritas		$ 107.35	$ 214.91

- **Valor de "p" para multas** $ 266.21

- **Tabla de Coeficientes de Consumo**

Consumo Real en m3	Coeficiente de
Hasta 20 m3	0.8
Hasta 50 m3	1.1
Hasta 100 m3	1.3
Hasta 500 m3	1.5
Más de 500m3	2

Nota. Tomado de Cuadro tarifario – septiembre 2025, Aguas del Norte, septiembre de 2025, https://www.aguasdelnortesalta.com.ar/archivos/CUADRO_TARIFARIO_SEPTIEMBRE_2025.jpg.