

Determinación de la viabilidad técnico-financiera para la implementación de un laboratorio de análisis de carbono orgánico total -TOC enfocado a la industria farmacéutica

Laura Carolina Aguilar Navas

Silvia Juliana Cárdenas Rincón

Trabajo de grado para optar el título de

Ingeniero químico.

Director:

Crisóstomo Barajas Ferreira

Ingeniero químico, m.sc

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías fisicoquímicas

Escuela de Ingeniería química

Bucaramanga

2021

### **Dedicatoria**

*Quiero dedicar el presente trabajo a mis padres, Leonardo Aguilar y Yackeline Navas, quienes fueron y serán siempre el pilar más importante en mi vida, agradezco infinitamente su apoyo incondicional, sus consejos y todas sus enseñanzas, por eso, este triunfo no es mío, es nuestro.*

*A mi hermano Daniel, por hacerme los días más felices, espero siempre ser su ejemplo y su orgullo. A Leonardo Daza, quien estuvo siempre para mí, motivándome constantemente por la obtención de este sueño.*

*Finalmente, a mis abuelos por encomendarme a Dios y por haber estado para mí en todo momento, en especial, a mi nono Ernesto por enseñarme que a los ¡Navas nada nos queda grande!*

**LAURA**

*No existe persona más importante en mi vida que mi querida madre. A ella le debo todos y cada uno de mis triunfos. Ha sido mi apoyo y mi polo a tierra, quien con su carácter forjo la mujer que soy hoy en día y la que está a punto de culminar esta etapa. Esto es por ella y para ella. Me siento afortunada por todas las personas que conocí en este camino de la universidad, mis amigos de aventuras, de traspasadas y de fiestas, ellos también hacen parte de este esfuerzo y de este mérito.*

*Gracias a Dios por mi familia, quienes han creído en mí siempre y son fiel ejemplo de superación, humildad y sacrificio.*

*A todos ellos dedico este trabajo porque han sembrado en mí el deseo constante de triunfar en la vida. Espero seguir contando con su apoyo incondicional y valiosa compañía.*

**SILVIA**

### **Agradecimientos**

A Dios, por darnos la sabiduría y brindarnos la salud necesaria para culminar con éxito esta etapa.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Química por acogernos y formarnos como profesionales integrales.

Al profesor Crisóstomo Barajas por su dedicación, tiempo y apoyo para la realización de este proyecto.

A nuestros amigos y compañeros de estudio, quienes hicieron este camino más ameno, por sus enseñanzas y momentos compartidos.

A todas las personas en general que aportaron en nuestras vidas para cumplir con esta meta, gracias.

**Tabla de contenido**

Introducción .....	12
1. Objetivos.....	14
1.1. Objetivo general .....	14
1.2. Objetivos específicos.....	14
2. Estado del arte.....	14
3. Descripción metodológica .....	16
4. Resultados.....	18
4.1. Descripción de la empresa.....	18
4.2. Matriz DOFA .....	18
4.3. Alternativas .....	19
4.4. Estudio de mercado .....	19
4.4.1. Demanda.....	19
4.4.2. Población objetivo .....	20
4.4.3. Oferta .....	20
4.4.4. Análisis de precios .....	22
5. Marco legal .....	23
6. Estudio técnico.....	25
6.1. Tamaño y capacidad.....	25
6.2. Condiciones actuales de la planta.....	26
6.3. Diseño del laboratorio .....	26
7. Estudio financiero.....	27
7.1. Supuestos financieros.....	27

7.2.	Inversión fija .....	29
7.2.1.	Terrenos .....	29
7.2.2.	Construcciones y obras civiles.....	29
7.2.3.	Maquinaria y equipo.....	30
7.2.4.	Muebles y enseres.....	31
7.3.	Inversión diferida .....	32
7.4.	Costos y gastos .....	32
7.5.	Mano de obra directa.....	33
7.6.	Servicios.....	34
7.7.	Mantenimiento y verificación .....	35
7.8.	Precio de venta .....	35
7.9.	Impuestos .....	36
7.10.	Análisis financiero de las alternativas .....	36
7.11.	Estados financieros, utilidades y flujo de caja.....	37
7.12.	Evaluación financiera .....	38
8.	Conclusiones.....	40
9.	Recomendaciones .....	42
	Bibliografía .....	43
	Apéndice .....	46

**Lista de tablas**

Tabla 1. Especificaciones para el agua farmacéutica según la farmacopea USP. ....	15
Tabla 2. Caracterización de la oferta. ....	21
Tabla 3. Precios del servicio por laboratorios ICA. ....	22
Tabla 4. Precios del servicio por laboratorios no ICA. ....	22
Tabla 5. Técnicas de preservación de muestras. ....	24
Tabla 6. Capacidad efectiva para la alternativa 2. ....	26
Tabla 7. Construcciones y obras civiles. ....	30
Tabla 8. Comparación de los equipos analizadores de TOC ....	31
Tabla 9. Maquinaria y equipos. ....	31
Tabla 10. Muebles y enseres. ....	32
Tabla 11. Activos diferidos. ....	32
Tabla 12. Costos directos e indirectos. ....	33
Tabla 13. Nómina. ....	34
Tabla 14. Costos por servicios públicos. ....	35
Tabla 15. Costos de mantenimiento y verificación. ....	35
Tabla 16. Impuestos antes de utilidades en el primer año. ....	36
Tabla 17. Inversión total para ambas alternativas. ....	37
Tabla 18. Cuadro comparativo de costos para las dos alternativas. ....	37
Tabla 19. Evaluación financiera comparativa. ....	39

**Lista de figuras**

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología. ....	17
Figura 2. Análisis DOFA .....	18

**Lista de apéndices**

Apéndice A. Diseño y distribución del laboratorio. ....	46
Apéndice B. Estado de resultados, utilidades y flujo de caja para la alternativa 1.....	47
Apéndice C. Estado de resultados, utilidades y flujo de caja para la alternativa 2.....	47
Apéndice D. Estado de resultados, utilidades y flujo de caja para la alternativa 2 escenario crítico. .....	48

### Abreviaciones

A	Amortización
B/C	Indicador beneficio – costo
CCB	Cámara de comercio Bogotá
D	Depreciación
DANE	Departamento administrativo nacional de estadística
DIAN	Dirección de impuestos y aduanas nacionales
DOFA	Debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas
EBIT	Utilidades antes de interés e impuestos (Earnings before interest and taxes)
EU	Unidades de endotoxina
GTC	Guía técnica colombiana
ICA	Instituto colombiano agropecuario
ICA	Impuesto de Industria y comercio
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
ISR	Impuesto sobre la renta
IVA	Impuesto al valor añadido
NOPAT	Beneficio operativo después de impuestos (Net Operating Profit After Taxes)
OMS	Organización mundial de la salud
PW	Agua purificada (Purify water)
RL	Reserva legal
SMMLV	Salario mínimo mensual legal vigente
TIR	Tasa interna de retorno o internal rate of return (IRR)
TMRA	Tasa mínima aceptable de rendimiento
TOC	Carbono orgánico total (Total organic carbon)
UFC	Unidades formadoras de colonia
USP	Farmacopea de estados unidos
UV	Ultravioleta
VPN	Valor presente neto o net present value (NPV)
WFI	Agua para inyectables (Water for injection)

## Resumen

**Título:** Determinación de la viabilidad técnico-financiera para la implementación de un laboratorio de análisis de carbono orgánico total -TOC enfocado a la industria farmacéutica<sup>1</sup>

**Autor:** Laura Carolina Aguilar Navas y Silvia Juliana Cárdenas Rincón<sup>2</sup>

**Palabras clave:** carbono orgánico total TOC, industria farmacéutica, análisis de agua.

**Descripción:** El presente trabajo analiza la viabilidad técnica y financiera para la implementación de un laboratorio de análisis de carbono orgánico total -TOC en la ciudad de Bogotá, como unidad estratégica de negocio para una empresa farmacéutica. A lo largo del proyecto se desarrollaron dos alternativas, la primera sólo para uso interno y la segunda que incluye la prestación del servicio a terceros. Para ello, inicialmente se propone identificar la oferta y demanda mediante la caracterización geográfica, el tamaño de las industrias y la competencia actual. En este estudio, se encontró que la oferta no alcanza a suplir la gran cantidad de empresas farmacéuticas que requieren dicho análisis, dando respaldo a la ejecución del proyecto. Posteriormente, se construyó un análisis técnico basado en la normatividad legal vigente y bibliografía técnica, lo que permitió determinar el tamaño y capacidad, establecer las condiciones actuales y a partir de esto, diseñar adecuadamente el laboratorio conforme a los lineamientos para la certificación del ICA. Finalmente, se proyectó un estado de resultados durante 10 años, a partir de unos supuestos financieros, de la definición de la inversión inicial, de costos asociados y del precio de venta. Para evaluar la viabilidad del proyecto se utilizaron los indicadores financieros TIR, VPN y relación B/C, obteniendo como resultado que sólo la alternativa 2 es factible para la ejecución del negocio.

---

<sup>1</sup> Trabajo de grado.

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Crisóstomo Barajas

### Abstract

**Title:** Determination of technical-financial viability for implementation of a total organic carbon-TOC analysis laboratory focused on the pharmaceutical industry<sup>3</sup>

**Author:** Laura Carolina Aguilar Navas y Silvia Juliana Cárdenas Rincón<sup>4</sup>

**Keywords:** total organic carbon TOC, pharmaceutical industry, water analysis.

**Description:** This work analyzes the technical and financial viability for the implementation of a total organic carbon-TOC analysis laboratory in Bogotá as a strategic business unit for a pharmaceutical company. Throughout the project, two alternatives were developed, the first one only for internal use and the second one that includes the provision of the service to others. Initially, it is proposed to identify the supply and demand by means of the geographical characterization, the size of the industries, and the current competition. In this study, it was found that the supply is not enough to satisfy amount pharmaceutical companies that require this analysis, giving support to the execution of the project. Afterward, a technical analysis was constructed based on current legal regulations and technical bibliography, which allowed determining the size and capacity, establishing current conditions, and, gleaned on this, properly designing the laboratory in accordance with the guidelines for ICA certification. Finally, an income statement was projected for 10 years, based on financial assumptions, the initial investment, associated costs, and the sale price. In order to evaluate the viability of the project, the financial indicators IRR, NPV, and B / C ratio were used, obtaining as a result that only alternative 2 is feasible for the execution of the business.

---

<sup>3</sup> Degree work.

<sup>4</sup> Faculty of physicochemical Engineering. School of Chemical Engineering. Director: Crisóstomo Barajas

## Introducción

El carbono orgánico total (TOC) es un parámetro importante por controlar en la calidad del agua usada en el sector farmacéutico. Sin embargo, la mayoría de empresas tercerizan este servicio, generando costos adicionales y posibles demoras en el proceso (González, 2018). Por ello, el presente trabajo busca evaluar la oportunidad de negocio al implementar un laboratorio de análisis de TOC en una farmacéutica de mediana capacidad con el fin de reducir los gastos asociados.

Actualmente, en Bogotá se estima que existen 725 farmacéuticas y dado que los laboratorios que prestan este servicio sólo corresponden al 3% de la demanda, (Cámara de comercio de Bogotá, 2021) nace la idea de aprovechar el mercado insatisfecho al prestar el servicio a otras empresas del mismo sector. En consecuencia, ¿Qué tan rentable es la implementación de un laboratorio de análisis de carbono orgánico total para una empresa farmacéutica en el área metropolitana de Bogotá?

Para responder la pregunta se realizó inicialmente un análisis de mercado en el cual se caracterizó la demanda por tipo de industria, ubicación geográfica, tamaño y capacidad de las empresas. Además, se evaluó la oferta en aspectos como precio, tiempos de respuesta y calidad del servicio. Cabe resaltar que la unidad de negocios propuesta se evaluó desde dos alternativas diferentes, sólo para uso interno de la empresa o también para la prestación del servicio a externos.

Seguidamente, se identificó el marco legal del proyecto y a partir de este, se establecieron factores como tamaño, capacidad efectiva y demás requerimientos técnicos para el diseño y operación del laboratorio.

Finalmente, en el estudio financiero se plantearon algunos supuestos como la inflación, el incremento salarial, la TMAR, depreciaciones, entre otros. Así mismo, se consideró la inversión

inicial y los costos operacionales. Esta información se proyectó durante 10 años y permitió calcular los indicadores que determinan la viabilidad del proyecto, una vez obtenidos estos valores se procede a escoger la mejor alternativa para la empresa.

## 1. Objetivos

### 1.1. Objetivo general

Determinar la viabilidad técnico-financiera para la implementación de un laboratorio de análisis de carbono orgánico total -TOC en una empresa farmacéutica del área metropolitana de Bogotá.

### 1.2. Objetivos específicos

- Identificar la oferta y la demanda del servicio de análisis de TOC en el área metropolitana de Bogotá
- Establecer los requisitos legales y técnicos para la implementación del servicio de análisis de TOC en el área metropolitana de Bogotá
- Evaluar la factibilidad financiera para establecer la relación costo-beneficio en la implementación de la unidad de negocio en una empresa farmacéutica.

## 2. Estado del arte

El agua es la principal materia prima utilizada en la industria farmacéutica. Puede ser empleada como excipiente<sup>5</sup>, en pasos de síntesis, en la manufactura de productos terminados o como agente de limpieza de reactores, materiales de envase y otros (Guijarro, 2021). Según la farmacopea estadounidense (USP) existen dos tipos de agua para la producción de fármacos: el agua purificada (PW) y el agua para inyectables (WFI) los cuales, deberán cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla 1 (United States Pharmacopeial Convention, 2018).

---

<sup>5</sup> Cualquier componente que se agrega intencionalmente a la formulación farmacéutica, que es diferente del principio activo

**Tabla 1.**

*Especificaciones para el agua farmacéutica según la farmacopea USP.*

Parámetros	Agua purificada (PW) USP 41	Agua para inyección (WFI) USP 41
Conductividad	<1,3 $\mu\text{S/cm}$ 25°C	<1,3 $\mu\text{S/cm}$ 25°C
Carbono orgánico total (TOC)	< 0,5ppm	< 0,5ppm
Endotoxinas <sup>6</sup> (LAL)	N.A.	<0,25 EU/ml
Microbiología	<100 UFC/ml	<100 UFC/ml

Nota: adaptado de (United States Pharmacopeial Convention, 2018)

Para ambos casos, el agua es preparada a partir de agua potable, la cual es sometida a una serie de tratamientos químicos como desinfección con luz UV, deionización y ultrafiltración, con el fin de eliminar o minimizar las posibles fuentes de contaminación y poder obtener una calidad de agua que garantice la estabilidad del producto final (León & Andueza, 2014).

La determinación de Carbono Orgánico Total (TOC) corresponde a una medida indirecta de una gran variedad de compuestos orgánicos en un sistema de agua (azúcar, alcohol, PVC, derivados de plástico, entre otros)(Romero Vargas & Niño Martinez, 2017). Su cuantificación sólo puede ser hecha en partes por millón (ppm) y en algunos casos, como el agua para uso farmacéutico en partes por billón (ppb).

Al garantizar específicamente el cumplimiento del parámetro de TOC en el agua se asegura el mínimo de reacciones indeseables en el producto terminado, y evita la posibilidad de que se presenten efectos secundarios para el consumidor (PAF, 2019).

Inicialmente, la industria farmacéutica no disponía de métodos eficaces para detectar el TOC, salvo pruebas cualitativas que proporcionaban una relativa seguridad en cuanto a la presencia de carbono orgánico. Desde 1999, la farmacopea estadounidense (USP), incluyó como

<sup>6</sup> Sustancias localizadas en la membrana celular de las bacterias Gram negativas, capaces de provocar una respuesta febril, shock y muerte.

uno de los ítems de análisis de agua, la cuantificación del TOC, presentando como límite máximo, 500 ppb, o 0.5 ppm (Mendes, 2017).

El agua purificada obtenida por diferentes procesos dentro de la industria era hasta entonces monitoreada básicamente en el aspecto inorgánico, a través de la determinación de la cantidad de sales disueltas, y en el aspecto biológico, por la cantidad de microorganismos presentes. (Mettler toledo, 2014). Con la exigencia del análisis de carbono orgánico, es posible establecer un mayor control sobre la calidad de esta importante materia prima farmacéutica, y crear un tercer aspecto analítico, el orgánico (Mendes, 2017).

El método más común para la medición del TOC, está basado en la aplicación de calor y oxígeno, irradiación ultravioleta (UV), oxidantes químicos, o combinaciones de estos, para convertir el carbono orgánico en CO<sub>2</sub> (Campos & Mosquera-Corral, 2006). En el trabajo de Lestrade se mide mediante una técnica espectrofotométrica, donde el TOC se transforma en CO<sub>2</sub> mediante la digestión con persulfato. Actualmente hay equipos sofisticados que permiten una manipulación más sencilla y un mayor nivel de exactitud (Lestrade-González, 2007), para ello, existen laboratorios que se encargan de realizar este análisis, sin embargo, la oferta en el área metropolitana de Bogotá es insuficiente.

### **3. Descripción metodológica**

Para determinar la viabilidad del proyecto, inicialmente se realiza una breve descripción de la empresa, un diagnóstico de la situación actual y evaluación del contexto mediante un análisis DOFA, permitiendo identificar los factores internos y externos que condicionan el éxito del proyecto. Luego, se plantean dos alternativas para la implementación del laboratorio como unidad de negocio.

Posteriormente, se identifica la tendencia de la oferta y la demanda, los clientes potenciales y las principales condiciones para el desarrollo del proyecto obteniendo un análisis completo del mercado.

Adicional a esto, se revisa la reglamentación vigente colombiana donde se incluye el conjunto de leyes, normas y guías técnicas para el diseño y construcción de un laboratorio de análisis de TOC para la industria farmacéutica.

Se continúa con la ejecución de un estudio técnico, el cual abarca la determinación de la capacidad instalada y efectiva, la descripción de condiciones actuales de la planta y el diseño de la distribución del laboratorio.

Finalmente, en el estudio financiero se definen los recursos humanos, tecnológicos y demás materiales requeridos. También, se realiza la proyección financiera, determinando los costos y gastos implicados para ambas alternativas. Una vez obtenido el estado financiero, se evalúa la viabilidad económica utilizando la TIR, relación B/C Y VPN como indicadores de la opción más rentable. En la figura 1 se presenta el diagrama de flujo de la metodología propuesta.

### Figura 1.

*Diagrama de flujo de la metodología.*



## 4. Resultados

### 4.1. Descripción de la empresa

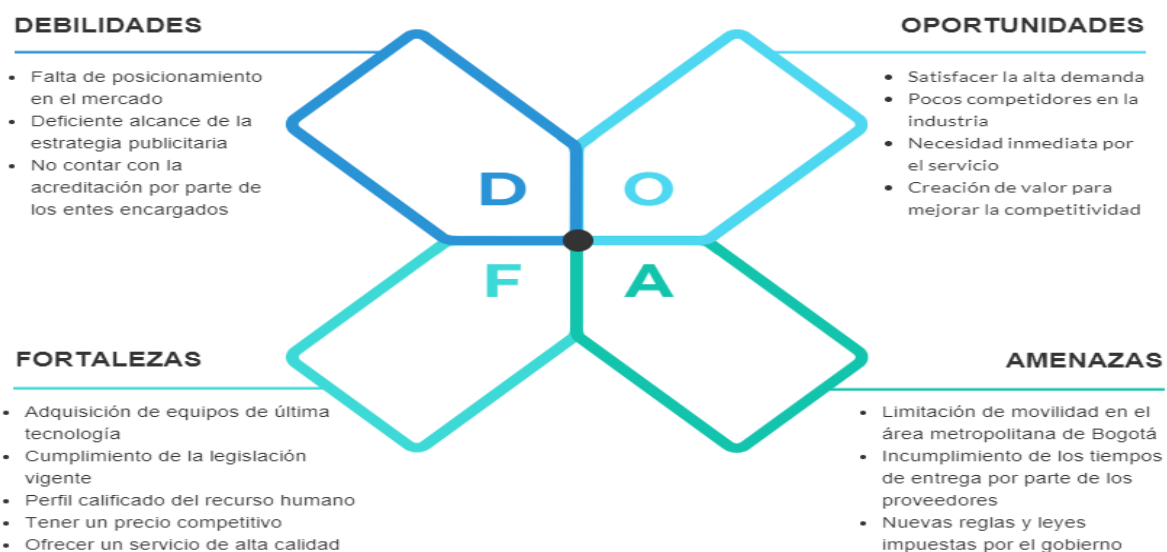
La empresa a la cual va dirigida este proyecto tiene como actividad económica principal la fabricación de medicamentos de tipo veterinario. Esta compañía está ubicada hacia el noroccidente de Bogotá, en el parque industrial Innova kilómetro 7.8 autopista Medellín. Se encuentra clasificada en la cámara de comercio de Bogotá como una empresa mediana, la cual posee 5 líneas de fabricación: líquidos 3, líquidos orales, cosméticos, detergentes y sanitizantes, líquidos y semisólidos; las dos últimas disponen de 2 áreas para cada una. Es necesario que a todas las áreas mencionadas se les realice análisis de TOC semanalmente, además, se hace control de este parámetro en el punto de salida y distribución del agua proveniente de la planta de purificación.

### 4.2. Matriz DOFA

En la figura 2 se presenta el análisis de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas del proyecto.

**Figura 2.**

#### Análisis DOFA



### 4.3. Alternativas

Teniendo en cuenta la necesidad de la empresa se plantean dos alternativas diferentes, las cuales se analizan y se comparan para finalmente seleccionar la opción óptima desde el punto de vista técnico y económico.

**Alternativa 1:** Implementación del laboratorio de análisis de TOC para uso interno.

**Alternativa 2:** Implementación del laboratorio de análisis de TOC para uso interno y prestación del servicio a externos.

### 4.4. Estudio de mercado

El fin de este estudio es identificar los datos más significativos del mercado y así poder ofrecer un servicio competitivo y de alto valor agregado.

#### 4.4.1. *Demanda*

Para analizar la demanda, se tuvo en cuenta la necesidad de la industria farmacéutica por cumplir las especificaciones de TOC en el agua, por lo cual, se realizó una búsqueda en las bases de información de la cámara de comercio de Bogotá, donde se obtuvo que actualmente existen 725 fábricas de productos farmacéuticos en Bogotá y 14 en los municipios aledaños como Cota. La mayor participación del sector farmacéutico en la capital, se da en las localidades de Usaquén, Chapinero, Engativá y Suba (Cámara de comercio de Bogotá, 2021).

Por otro lado, el 88% de las farmacéuticas en el área metropolitana pertenecen a micro y pequeñas empresas, mientras que tan solo el 12% son medianas y grandes (DANE, 2020). Por heurística, cada industria requiere realizar este análisis por línea de producción, en consecuencia, se evaluó el catálogo de productos de 50 empresas identificando que en promedio las empresas grandes requieren 10 puntos de muestreo, las medianas 8, las pequeñas 5 y las microempresas 3.

Cabe resaltar que la empresa farmacéutica para la cual va enfocada el proyecto requiere 8 puntos semanales.

En cuanto a las proyecciones, la producción de medicamentos en Colombia crece con una tendencia del 7% anual estimada entre el 2014 y 2018. Con el fin de incentivar esta industria, Colombia productiva ha elaborado un plan de negocios con el objetivo de entregar al país una hoja de ruta para el crecimiento a 2032 (Velásquez Cujar, 2019).

#### **4.4.2. Población objetivo**

El mercado potencial se constituye por las empresas farmacéuticas que se encuentran en la ciudad de Bogotá y sus municipios aledaños, sin embargo, por la ubicación de la planta, se toma como población objetivo las industrias situadas en las localidades del noroccidente (Suba y Engativá) y sus alrededores. Además, el público de interés son micro y pequeñas empresas dado que corresponden al mayor porcentaje de la demanda.

#### **4.4.3. Oferta**

La implementación del laboratorio de TOC va dirigida a una empresa que pertenece a la industria farmacéutica veterinaria, por lo tanto, un aspecto importante a tener en cuenta para el análisis de la oferta es que los laboratorios que ofrezcan este servicio estén avalados y certificados por el instituto colombiano agropecuario (ICA).

Para ello, se consultaron los datos en la página web [www.ica.gov.co](http://www.ica.gov.co), donde se encontró que existen 42 laboratorios dedicados al control de calidad de materias primas y productos veterinarios, de los cuales sólo 23 cuentan con acreditación vigente (ICA, 2021). Se solicitó la respectiva cotización del servicio y el resultado obtenido fue que sólo 4 laboratorios ofrecen el análisis de TOC. Además, en Bogotá existen otros 17 laboratorios que prestan el servicio y tienen certificaciones diferentes del ICA (IDEAM, 2021).

Se caracterizó el servicio ofrecido por el 50% de ellos, considerando aspectos como realización de muestreo, método de análisis, tiempo de entrega de resultados y certificaciones vigentes. Los datos recopilados se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.**

*Caracterización de la oferta.*

Laboratorio	Método	Muestreo	Tiempo (días)	Certificación
Espectrofarma S.A.S	Espectrofotometría de absorción SM5310	No	1	ICA-BPL
Laboratorios SFC Ltda.	Espectrofotometría de absorción SM5310	No	1	ICA-BPL
Tecmol farmacéutica	Espectrofotometría de absorción SM5310	Si, gratis	3	ICA
Vicar farmacéutica S.A	Fotooxidación catalítica	No	1	ICA
Confía Control S.A.S	Espectrofotometría de absorción SM5310	Si	10	ONAC
Biopolab	ISO 10649:1995/NTC 11464:1995	Si	15	ONAC
Acqua laboratorio	Reflujo cerrado fotométrico	Si	8	ONAC
Asebiol	Espectrofotometría de absorción SM5310	Si, gratis	5	ISO9001:2015
Conoser Ltda.	Combustión alta temperatura SM5310	Si	15	IDEAM
Analquim	Combustión alta temperatura SM5310	Si	10	IDEAM-ONAC

Se puede observar que la mayoría de los laboratorios utilizan el mismo método de análisis SM5310, sin embargo, existe gran variación en los tiempos de entrega de resultados; el 40% demora entre 1 a 3 días, mientras que el 60% restante toma más de 5 días.

Cabe resaltar que más del 70% de los laboratorios que prestan el servicio de muestreo, cobran un valor adicional, además, de los 4 laboratorios acreditados por el ICA, tan sólo 1 lo ofrece. Por lo tanto, se determina que el valor agregado para este laboratorio será la realización del

muestreo y la medición de conductividad sin ningún costo. También, se entregarán resultados el mismo día de la toma de muestras.

#### 4.4.4. *Análisis de precios*

La estrategia del precio está encaminada hacia el posicionamiento de la empresa con respecto al nuevo plan de negocio, es decir la empresa ya cuenta con su direccionamiento comercial, sin embargo, puede entrar a competir en este sector con precios relativamente bajos, atribuyéndole que el valor agregado será la calidad del servicio y rapidez de los resultados. La tabla 3 y 4 presenta la comparación de precios en el mercado.

**Tabla 3.**

*Precios del servicio por laboratorios ICA.*

Laboratorios acreditados ICA	Análisis	Muestreo
Espectrofarma S.A.S	\$ 102,000	NA
Laboratorios SFC Ltda.	\$ 104,000	NA
Tecmol farmacéutica S.A.S	\$ 92,700	\$ -
Vicar farmacéutica S. A	\$ 110,700	NA
<b>Promedio</b>	<b>\$ 102,350</b>	<b>-</b>

**Tabla 4.**

*Precios del servicio por laboratorios no ICA.*

Laboratorios no acreditados ICA	Análisis	Muestreo
Confía Control S.A.S	\$ 93,000	\$ 160,000
Biopolab	\$ 93,730	\$ 120,000
Acqua laboratorio	\$ 100,000	\$ 20,000
Asebiol	\$ 75,000	\$ -
Conoser Ltda.	\$ 86,000	\$ 300,000
Analquim	\$ 82,500	\$ 350,000
<b>Promedio</b>	<b>\$ 88,372</b>	

El rango de precios del análisis se encuentra entre \$75,000 y \$110,000, mientras que el valor del muestreo va desde \$20,000 hasta \$350,000.

## 5. Marco legal

### **Anexo 1 informe 44 de la OMS**

Esta guía proporciona recomendaciones para un sistema de gestión de calidad adecuado para un laboratorio de control de calidad. Entre estos sistemas de gestión se encuentra incluido el tema de infraestructura. Algunas de las recomendaciones allí dispuestas son: el laboratorio debe ser de tamaño, construcción y ubicación conveniente, debe estar equipado con instrumentos y equipos idóneos, asegurando un buen mantenimiento de los mismos. Debe estar distribuido apropiadamente, incluyendo campanas de extracción, mesas y estaciones de trabajo.

Adicionalmente, menciona sobre las condiciones ambientales incluyendo iluminación, fuentes de energía, temperatura, humedad y presión de aire, cada uno de estos parámetros tiene que ser ajustado a las funciones que allí se realicen (Organización mundial de la salud, 2010). Por último, es importante resaltar que el cumplimiento de esta guía permitirá la certificación ante el ICA.

**NTC 5395:2012 Agua para uso en análisis de laboratorio. Especificación y métodos de ensayos**, la cual enuncia los parámetros de calidad para el agua purificada aceptada por distintas normas en el análisis de TOC, en cuanto a la USP la especificación debe ser menor a 500 microg/L (500 ppb)(ICONTEC, 2012).

### **NTC 4781 2014: Calidad del agua, determinación de carbono orgánico total (TOC)**

Esta norma define el TOC como los átomos de carbono ligados por enlaces covalentes en las moléculas orgánicas. Para la determinación de este parámetro, es preciso romper estos enlaces hasta convertirlos en dióxido de carbono, por medio de alta temperatura, catalizadores o irradiación ultravioleta. Esta norma planea la selección del método dependiendo la especificación de TOC, en

general para alto contenido se recomienda utilizar altas temperaturas (>10g/l) y menor a este se debe utilizar irradiación UV o catalizadores(ICONTEC, 2014).

**NTC ISO 5667 Calidad del agua. muestreo parte 3: directrices para la preservación y manejo de las muestras.**

Esta norma expone las precauciones que se deben tomar para preservar y transportar las muestras de agua. En general, si se analizan en un lapso de 24h, es suficiente la técnica de preservación con enfriamiento 1 a 5 °C al momento de recolectarlas. Para la determinación de TOC, se recomienda utilizar un recipiente de vidrio o plástico de 250ml. En la tabla 5 se presentan dos métodos de preservación y de acuerdo a estos se determina el tiempo máximo para realizar el análisis(ICONTEC, 2004).

**Tabla 5.**

*Técnicas de preservación de muestras.*

Técnica de preservación	Tiempo máx. de preservación	Recipiente y método de llenado
Acidificar a pH entre 1 y 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> o H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , enfriando entre 1 y 5 °C.	7 días	El recipiente puede ser de plástico o vidrio y se debe llenar por completo tapándolo de forma que no quede aire sobre la muestra.
Congelar a -20°C	1 mes	Solo recipiente de plástico. No se debe llenar por completo

Nota: adaptado de (ICONTEC, 2004)

Cabe resaltar que, si se sospecha de la presencia de compuestos orgánicos volátiles, la acidificación no es adecuada y se debe hacer el análisis dentro de las 8h siguientes (ICONTEC, 2004).

## 6. Estudio técnico

### 6.1. Tamaño y capacidad

La capacidad instalada óptima ha sido determinada teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- El laboratorio dispone de una persona encargada de realizar el muestreo y el análisis de TOC, la cual labora un periodo de 9 horas diarias de lunes a viernes y se distribuyen en 5 horas para el muestreo y 4 horas para análisis y resultados. El análisis de cada muestra toma aproximadamente 10 minutos.
- El tiempo para el muestreo por empresa es de una hora debido al desplazamiento necesario entre las compañías que solicitan el servicio. Adicionalmente, se disponen de 60 minutos para trasladarse desde y hacia las instalaciones del laboratorio.
- Los clientes principales a los cuales se presta el servicio son microempresas, dado que corresponden al mayor porcentaje de empresas que demandan el análisis. Como se mencionó anteriormente cada una de ellas requiere 3 puntos de muestreo.
- El número de días laborables en Colombia son 260 al año

$$Capacidad\ instalada\ diaria = 4h * 1 \frac{empresa}{h} * 3 \frac{puntos\ de\ muestra}{empresa} \quad (Ec. 1)$$

Por lo tanto, se establece que la máxima cantidad de muestras que se podría analizar en un día son 12, correspondiente a 3.120 al año.

Por otro lado, la capacidad efectiva que se espera alcanzar a lo largo del tiempo de vida útil del proyecto se establece de la siguiente manera:

- Para la alternativa 1: la empresa requiere 8 puntos de muestreo semanales lo que representa 416 al año, este valor se mantendrá durante los 10 años

- Para la alternativa 2 la capacidad efectiva estará dada conforme a la tabla 6.

**Tabla 6.**

*Capacidad efectiva para la alternativa 2.*

Año	% capacidad instalada	Muestras diarias	Muestras por año
1	50%	6	1560
2	58%	7	1810
3	67%	8	2090
4	83%	10	2590
5	92%	11	2870
6 al 10	100%	12	3120

## 6.2. Condiciones actuales de la planta

La empresa actualmente se encuentra ubicada en el municipio de Siberia, la cual cumple con funciones administrativas y de producción de medicamentos veterinarios incluyendo análisis de calidad de las materias primas y del producto terminado. En su laboratorio fisicoquímico se determina la calidad del agua por medio de parámetros como: aspecto, olor, color, sabor, pH, conductividad, cloro libre residual y dureza. En sus instalaciones cuenta con áreas en desuso que pueden ser aprovechadas para la implementación de un laboratorio de análisis de TOC.

## 6.3. Diseño del laboratorio

Para analizar cómo debe diseñarse adecuadamente un laboratorio se revisó la guía técnica colombiana GTC 82:2002 Guía de buenas prácticas para laboratorios que realizan muestreo y análisis de agua (ICONTEC, 2002) y el anexo 1 informe 44 de la OMS, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- El laboratorio debe tener techos, paredes y suelos fáciles de lavar, impermeables a los líquidos y resistentes a la acción de las sustancias químicas y productos desinfectantes que se usan ordinariamente en ellos (Rodríguez Méndez & Cárcel Carrasco, 2013).

- En lo posible, las áreas destinadas para limpiar los objetos de vidrio y equipos portátiles deberían estar suficientemente cerca del área de trabajo del laboratorio, pero separadas (ICONTEC, 2002).
- La parte superior de las mesas de trabajo debería ser en acero inoxidable, plástico epóxico u otros materiales impermeables, lisos que sean inertes, resistentes a la corrosión y con mínimas uniones en sus superficies, deben quedar a una altura entre 90 cm a 97 cm con una profundidad de 70 cm a 76 cm (ICONTEC, 2002).
- Como regla general, en las mesas de trabajo debería haber un espacio de 14 a 28 m<sup>2</sup> o 3,6 m a 7,6 m lineal por analista. Se instalará una iluminación apropiada y suficiente que no produzca reflejos. El nivel recomendado para el trabajo de laboratorio es de 535 y 1070 lx<sup>7</sup> (ICONTEC, 2002). Los espacios entre mesas, armarios, campanas y otros muebles serán suficientemente amplios para facilitar la limpieza. (Universidad de santiago de compostela, 2008)
- Para el sistema de ventilación se recomienda que el flujo de aire sea uniforme y vaya desde las áreas blancas<sup>8</sup> hacia las áreas negras<sup>9</sup>. El aire de escape no se recircula a ninguna otra parte del edificio (Alados Arboledas et al., 2009).

Por consiguiente, se muestra la distribución del laboratorio de análisis de TOC en el apéndice A.

## **7. Estudio financiero**

### **7.1. Supuestos financieros**

Para determinar si la inversión es rentable se plantean unos supuestos financieros con el fin de proyectar adecuadamente los diversos estados y flujos anualmente.

---

<sup>7</sup> Lux, unidades de nivel de iluminancia

<sup>8</sup> Áreas que cuentan con un control definido del medio ambiente, tienen bajo nivel de contaminación

<sup>9</sup> Áreas con altos niveles de contaminación

- La unidad de negocios que se plantea en este proyecto le permite a la compañía crecer y ampliar su portafolio. Es importante resaltar que esta idea de negocio depende de la empresa ya consolidada y tiene como objetivo satisfacer las necesidades de los clientes en el mercado competitivo.
- Los años contables están compuestos por 52 semanas con 5 días cada una.
- El incremento de los costos y gastos anualmente estará dado por el promedio de la inflación en Colombia durante los últimos 10 años, dicha inflación es del 3.7% (DANE, 2021).
- El incremento de los salarios y/o honorarios al personal contratado será del 5.3% correspondiente al aumento promedio del SMMLV en Colombia durante los últimos 10 años (El Empleo, 2020).
- La TMAR o tasa de oportunidad será del 16% (Ramírez Hincapie, 2018).
- No se tramitarán créditos bancarios para la inversión inicial, debido a que la farmacéutica cuenta con los recursos propios para dicha inversión.
- Adicionalmente, en los costos se tiene en cuenta los intereses del dinero invertido dados por una tasa combinada entre la tasa de oportunidad (TMAR) y la inflación, es decir, una tasa de 20%, obteniendo un valor de \$5,763,794 anuales.
- Los costos de los equipos se encuentran en pesos colombianos.
- Se asume una reserva legal anual del 10% de las utilidades después de impuestos destinada a cubrir la incertidumbre fiscal, financiera o tributaria que se pueda presentar en Colombia durante los 10 años del proyecto
- La depreciación de los equipos y demás elementos de laboratorio requeridos para el montaje será de 10% anual, mediante el método de depreciación en línea recta (DANE, 2018). Para las

construcciones y obras civiles anualmente será de 2.2% (Alzamora Cabezas, 2019), por lo tanto, al final del proyecto se tendrá un valor de salvamento de \$11,977,471.

- No se incluyen gastos de organización, gastos de personal administrativo ni de servicios generales dado que el proyecto se da a partir de una empresa ya conformada.
- Dentro del presupuesto no se incluye gastos por concepto de seguros ni publicidad ya que la empresa actualmente cuenta con áreas específicas que se encargarán de acoger al laboratorio.
- Asimismo, se dispone de un remanente para imprevistos y otros gastos correspondientes al 10% de la nómina.

## **7.2. Inversión fija**

Hace referencia a los activos fijos que se requieren para implementar el laboratorio de análisis de TOC, los cuales se detallan a continuación:

### **7.2.1. Terrenos**

Esta inversión no se realizará debido a que la empresa ya cuenta con terreno propio disponible para el laboratorio.

### **7.2.2. Construcciones y obras civiles**

La empresa cuenta con un cuarto de 14 m<sup>2</sup> para la adecuación del laboratorio, el cual se encuentra en obra blanca, con instalaciones de agua, luz y ventilación conforme al anexo 1 del informe 44 de OMS. Sin embargo, se debe adecuar las paredes con pintura epóxica y el piso con baldosas y media caña para facilitar la limpieza del área. Además, se deben instalar los respectivos mesones, adaptar los puntos de electricidad, de iluminación y demás adecuaciones indicadas en la tabla 7 (Organización mundial de la salud, 2010).

**Tabla 7.***Construcciones y obras civiles.*

Construcciones y obras civiles (A x L x h)	Cantidad	Costo
Mesón de recepción de muestras (100x70x 90cm)	1	\$ 1,391,000
Vitrina de materiales (80x50x170cm)	1	\$ 4,041,000
Mesón de equipo (270x70cm x 90 cm)	1	\$ 3,756,000
Mesón con lavadero (240x 70 x 90 cm)	1	\$ 4,078,000
Toma corrientes e interruptor	6	\$ 42,000
Lámpara led 2 x18w (126x10x8 cm)	2	\$ 68,900
Pintura lavable tipo 1 para techo	14.28m <sup>2</sup>	\$ 55,900
Adecuación del piso: baldosa y media caña	14.28 m <sup>2</sup>	\$ 1,175,900
Adecuación paredes (pintura tipo 2 y epóxica)	41.04 m <sup>2</sup>	\$ 223,600
Ventana (160cm x120cm)	1	\$ 161,824
Puerta revestimiento acero inoxidable(90cmx220cm)	1	\$ 361,608
<b>Total</b>		<b>\$ 15,355,732</b>

### 7.2.3. *Maquinaria y equipo*

**7.2.3.1.1. Equipo de TOC.** Para elegir el equipo más adecuado se solicitaron cuatro cotizaciones a los principales proveedores. El método utilizado es la oxidación completa por medio de radiación de luz UV, por lo cual no se necesitan reactivos y sus desechos en mayoría se componen solo por el agua analizada. Todos los equipos permiten la medición de conductividad, cumplen con las especificaciones de la USP y el tiempo de vida útil es aproximadamente de 10 años. Adicionalmente, por la compra del equipo, los proveedores se encargan de la instalación y la capacitación del personal.

El consumible principal es la lampara UV, la cual necesita ser reemplazada anualmente. Además, se debe realizar mantenimiento y calibración cada año, para ello se usan estándares de sacarosa y benzoquinona.

En la tabla 8 se compara el costo del equipo, el precio de los consumibles y el mantenimiento anual. Para conocer el valor real en el año 0 del proyecto, se utilizó el interés compuesto de 3.7% (DANE, 2021) conforme a la inflación.

**Tabla 8.***Comparación de los equipos analizadores de TOC*

Proveedor	Costo de equipo [\$]	Consumibles anuales [\$]	Mantenimiento anual [\$]	Valor presente [\$]
Gehaka	80,877,127	1,737,650	3,640,000	125,153,445
Beckman	120,449,695	10,000,000	-	202,783,648
Tecsoin	82,842,445	10,875,410	2,100,000	189,674,125
Analítica y redes	140,677,524	3,560,460	6,900,000	226,802,627

Por lo tanto, se escoge el proveedor GEHAKA debido al precio, la facilidad de uso, la rápida obtención de resultados y la economía en los consumibles y el mantenimiento.

**7.2.3.2. Equipos adicionales.** Además del analizador de TOC, se requieren los equipos mencionados en la tabla 9.

**Tabla 9.***Maquinaria y equipos.*

Maquinaria y Equipo	Cantidad	Costo
Termómetro digital -50 a 200°C	1	\$ 193,000
Conductímetro 0-1000 ms/cm	1	\$ 140,000
Pipetas de 10 (2), 1 (2) y 5 ml (1)	5	\$ 67,500
Pipeteador de 10ml	1	\$ 21,000
Equipo de TOC	1	\$ 80,877,127
Nevera térmica portátil y geles de refrigeración	1	\$ 130,000
Refrigerador vertical volumen 290L 2 a 8°C, 5 parrillas	1	\$ 12,606,000
<b>Total</b>		<b>\$ 94,034,627</b>

**7.2.4. Muebles y enseres**

Se hace necesario la adquisición de equipos de oficina, elementos de seguridad y señalización de áreas, los cuales se detallan en la tabla 10.

**Tabla 10.***Muebles y enseres.*

Muebles y Enseres	Cantidad	Costo
Escritorio (75x120x50cm) y Silla (33x86x33cm)	1	\$ 762,000
Computador Core i5 e Impresora-escáner Hp	1	\$ 2,381,340
Extintores multipropósito y señalización	1	\$ 155,070
Armario papelerero 2 puertas	1	\$ 749,900
Canecas de basura de 53ml (Una blanca y una roja)	2	\$ 119,800
Dispensador de jabón y toallas	1	\$ 74,800
Botiquín de primeros auxilios	1	\$ 41,500
Escurreidor de material de laboratorio	1	\$ 127,958
<b>Total</b>		<b>\$ 4,412,368</b>

**7.3. Inversión diferida**

Hace referencia a los gastos preoperativos del laboratorio, incluyendo el estudio de factibilidad y los gastos de montaje, mostrados en la tabla 11. Los costos por capacitación y puesta en marcha se encuentran incluidos en el precio del analizador de TOC.

**Tabla 11.***Activos diferidos*

Activos diferidos	Costo
Estudio de factibilidad	\$ 6,000,000
Gastos de montaje	\$ 1,020,000
<b>Total</b>	<b>\$ 7,020,000</b>

**7.4. Costos y gastos**

Los costos se dividen en materiales directos e indirectos, los primeros están asociados a la prestación del servicio y los últimos se conforman por aquellos que no se pueden asignar directamente como insumos de aseo, papelería y elementos de protección personal, estos se relacionan en la tabla 12.

**Tabla 12.***Costos directos e indirectos.*

Material	Cantidad	Costo total
<b>Materiales directos</b>		
Consumibles del analizador de TOC	1	\$ 1,737,650
Frascos Scott 250ml	18	\$ 315,000
<b>Total</b>		<b>\$ 2,052,650</b>
<b>Materiales indirectos</b>		
Escobillas	12	\$ 12,000
Jabón para manos y jabón neutro (20L)	6	\$ 868,300
Agua oxigenada (1 garrafa 72kg x mes)	12	\$ 1,680,000
Toallas de papel (papel filtro) (450 anual)	3	\$ 338,700
Guantes (15 cajas x 100und) y tapabocas (10cajas x 50und)	25	\$ 969,000
Resma (12), sobres de manila de 100 (5) y A-Z (18)	35	\$ 250,230
Consumibles de impresora (4veces x año)	4	\$ 200,000
Dotación: zapatos, uniforme y cofia	3	\$ 345,600
Kit de escoba + recogedor + traperero	1	\$ 36,000
<b>Total</b>		<b>\$ 4,699,830</b>

Es importante aclarar que el resultado del análisis se entregará en máximo 24 horas, por consiguiente, no es necesario usar un método de preservación de muestras más robusto.

### 7.5. Mano de obra directa

El perfil del cargo requerido es un técnico o tecnólogo de química o áreas afines con 1 año de experiencia en laboratorios fisicoquímicos. Para estipular el salario adecuado, se tuvo en cuenta el rango de aspiración salarial de los usuarios activos en la página [empleo.com](http://empleo.com) para perfiles laborales similares, sugiriendo entre \$1,000,000- \$1,500,000, por ello, su sueldo se define en \$1,100,000. Para el cálculo de la nómina es necesario tener en cuenta que el analista debe contar con un vehículo propio (motocicleta), por lo cual se le retribuirá un auxilio de rodamiento adicional al de transporte, correspondiente al 27.27% del salario base. La nómina se detalla en la tabla 13.

**Tabla 13.***Nómina.*

<b>Cargo</b>	<b>Analista</b>	
<b>Salario base</b>	Salario	\$ 1,100,000
	Subsidio trans.	\$ 106,454
<b>Auxilio por transporte propio</b>	Salario base	\$ 1,206,454
	Auxilio de rodamiento	\$ 300,000
<b>Aportes a la seguridad social</b>	ARL	\$ 47,850
	Aporte a salud	\$ 93,500
	Aporte a pensión	\$ 132,000
<b>Prestaciones sociales</b>	Cesantías	\$ 100,538
	Intereses sobre las cesantías	\$ 12,065
	Primas	\$ 100,538
	Vacaciones	\$ 45,833
	Caja de compensación	\$ 44,000
<b>Parafiscales</b>	ICBF	\$ 33,000
	Sena	\$ 22,000
	<b>Total, mensual</b>	\$ 2,137,778
	<b>Total, anual</b>	\$ 25,653,330

## 7.6. Servicios

Comprende los costos asociados a los servicios públicos requeridos para el funcionamiento del laboratorio:

Para realizar los cálculos del servicio de luz se tuvo en cuenta la potencia requerida por cada uno de los equipos, el tiempo de uso y la tarifa cobrada por Codensa (Enel-Codensa, 2021). Respecto al agua, el consumo sólo se debe por limpieza de áreas y de material de vidrio, por lo cual, se estableció un gasto mensual aproximado de 5m<sup>3</sup>, cuya tarifa se tomó del acueducto, agua y alcantarillado Bogotá (Acueducto agua y alcantarillado de Bogotá, 2021). En la tabla 14 se presentan los valores correspondientes.

**Tabla 14.***Costos por servicios públicos.*

Servicio	Tarifa	Gasto/mensual	Costo/mensual
Energía [\$/kWh]	\$ 692.1503	210.24	\$ 145,518
Agua [\$/m3]	\$ 26,298	consumo fijo	\$ 26,298
	\$ 7,689.14	5	\$ 38,446
<b>Total, mensual</b>			<b>\$ 210,261</b>
<b>Total, anual</b>			<b>\$ 2,984,479</b>

**7.7. Mantenimiento y verificación**

Corresponde al mantenimiento, calibración y verificación de los principales equipos, los cuales deben realizarse anualmente, los valores se exponen en la tabla 15.

**Tabla 15.***Costos de mantenimiento y verificación.*

Mantenimiento y verificación	Costo
Termómetro	\$ 89,000
Analizador de TOC	\$ 3,640,000
Refrigerador	\$ 495,000
Conductímetro	\$ 95,000
<b>Total</b>	<b>\$4,319,000</b>

**7.8. Precio de venta**

Al analizar la oferta, se obtuvo que el precio promedio de laboratorios acreditados ICA es de \$102,350 mientras que para los no acreditados ICA es de \$88,373. De modo que para estimar el precio de venta se realizó un promedio ponderado de 75% para ICA y el 25% restante para los no acreditados, dando como resultado \$98,855. Por facilidad comercial se decide aproximar el valor a \$99,000.

Para estudiar la alternativa 1, se mantuvo el precio del proveedor actual (\$92,700) con el fin de comparar los gastos reales con el beneficio de adquirir el equipo.

## 7.9. Impuestos

En Colombia, las empresas deben declarar y pagar sus impuestos ante la DIAN, entre ellos se encuentran:

-Impuesto sobre la renta (ISR): Es un impuesto que grava las utilidades y eventualmente el patrimonio. Para el 2021 corresponde al 31%(Gestión legal Colombia, 2019).

-Impuesto al valor agregado (IVA): Corresponde al gravamen que recae sobre el consumo de bienes y servicios menos el IVA de los costos, para el 2021 es del 19%(Gestión legal Colombia, 2019).

-Impuesto de industria y comercio (ICA): se genera por la prestación de servicios o alguna actividad en jurisdicción del Distrito Capital de Bogotá. Para los servicios la tarifa corresponde a un 9.66%(Secretaria de hacienda Bogotá, 2021).

En la tabla 16 se presentan los impuestos antes de utilidades para el primer año.

**Tabla 16.**

*Impuestos antes de utilidades en el primer año.*

IMPUESTOS	Valor base	Porcentaje	Costo (primer año)
Impuesto al valor agregado IVA	\$ 140,384,041	19%	\$ 26,672,968
Impuesto de industria y comercio ICA	\$ 154,440,000	9.66%	\$ 14,918,904
		<b>Total</b>	<b>\$ 41,591,872</b>

## 7.10. Análisis financiero de las alternativas

Para la alternativa 1, la inversión fija y diferida no cambia. Sin embargo, los costos por materiales indirectos y servicios se modifican proporcionalmente a la cantidad de muestras anuales y los gastos referentes a la nómina disminuyen ya que se le pagaría un día a la semana al analista de calidad para que realice esta actividad. Además, no se pagarían impuestos correspondientes al IVA ni ICA ya que sería una inversión interna de la empresa.

Por lo tanto, la inversión para ambas alternativas se presenta en la tabla 17 y la comparación de los costos y gastos en el primer año en la tabla 18.

**Tabla 17.**

*Inversión total para ambas alternativas.*

Activos fijos	\$113,802,727	Activos diferidos	\$7,020,000
Construcciones y obras civiles	\$15,355,732	Estudios	\$6,000,000
Maquinaria y equipo	\$94,034,627	Gastos de montaje	\$1,020,000
Muebles y enseres	\$4,412,368		
<b>Inversión total: \$120,822,727</b>			

**Tabla 18.**

*Cuadro comparativo de costos para las dos alternativas.*

Costos	Alternativa 1	Alternativa 2
Materiales directos	\$2,052,650	\$2,052,650
Mano de obra directa	\$3,767,309	\$25,653,330
Materiales indirectos	\$1,388,040	\$4,699,830
Servicios	\$849,352	\$2,984,479
Mantenimiento	\$4,319,000	\$4,319,000
Impuestos	-	\$41,591,872
Depreciaciones	\$10,182,526	\$10,182,526
Amortización diferidos	\$702,000	\$702,000
otros gastos	\$376,731	\$2,565,333
intereses inversión	\$5,763,794	\$5,763,794
<b>Total</b>	<b>\$29,401,402</b>	<b>\$100,514,814</b>

### 7.11. Estados financieros, utilidades y flujo de caja.

Según los datos presentados en los apéndices B y C se puede analizar que el laboratorio tendrá ingresos operacionales representativos para ambas alternativas, esto se debe a que el EBIT (utilidades antes de impuestos) es positivo, lo que permite afirmar que el laboratorio tiene la solvencia económica para cubrir los costos.

En el apéndice B, las utilidades se mantienen aproximadamente constantes en el tiempo debido a que los ingresos no varían, mientras que para el apéndice C su crecimiento es significativo. Finalmente, conforme al estado de resultados obtenido en los apéndices B y C se puede concluir que el proyecto es viable para ambas alternativas, presentando utilidades netas positivas a partir del primer año.

### **7.12. Evaluación financiera**

Para la evaluación financiera se realizó la comparación entre los indicadores de viabilidad para las dos alternativas (Tabla 19), teniendo como directrices de elección los siguientes factores:

VPN > 0; Viable

TIR > TMAR; Viable

Para la alternativa 1, los indicadores económicos afirman que no es rentable ya que no supera la tasa de oportunidad de la empresa. Por otro lado, a pesar de que el tiempo de retorno de la inversión es de 7 años, al tener en cuenta los efectos del tiempo en el dinero, el plazo de recuperación descontado supera el tiempo del proyecto, lo cual reafirma que esta alternativa no es adecuada.

De acuerdo a la tabla 19 se puede deducir que el proyecto sólo es viable para la alternativa 2 ya que el VPN es positivo, lo que indica que el dinero invertido en el proyecto renta a una tasa superior a la tasa de interés de oportunidad (TMAR).

En vista de las circunstancias actuales del país y los cambios económicos por la pandemia del COVID-19, se propuso un escenario crítico para la alternativa 2, donde la inflación y el aumento salarial es 2% mayor, el impuesto de renta es del 33%, la TMAR es 23% y el número de

ventas es 10% menos a las proyectadas por cada año, sin modificar el precio de venta. Por tanto, se obtienen los indicadores económicos presentados en la tabla 19.

**Tabla 19.**

*Evaluación financiera comparativa.*

Indicador financiero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 2 escenario crítico
VPN	-24,334,257	384,328,000	172,752,519
TIR	10.82%	61.44%	49.00%
PAYBACK	7	3	3
PAYBACK			4
DESCONTADO	11	3	
B/C	0.99	1.83	1.67

Adicionalmente, en el apéndice D se observa que el flujo de caja de la alternativa 2 en el escenario crítico es positivo, por lo cual, el proyecto tiene la solvencia económica para sostenerse anualmente.

## 8. Conclusiones

- Al elaborar el estudio de mercados en el área metropolitana de Bogotá para determinar el mercado potencial que tendría el servicio de análisis de TOC, se logró determinar que la oferta actual no alcanza a suplir la demanda total. Además, la mayoría de los laboratorios de control de este parámetro no cuentan con la certificación ante el ICA. Se espera crear alianzas estratégicas con al menos 20 micro o pequeñas empresas, ya que corresponden al mayor porcentaje de la demanda. La estrategia comercial consiste en atraer al cliente ofreciéndole calidad en el servicio, mediante la realización de muestreo gratis y la pronta entrega de resultados.
- Del análisis técnico se determinó que el proyecto es viable porque la empresa cuenta con una instalación en desuso en la cual pueden procesarse aproximadamente 260 muestras mensuales. Se requiere de un analista con vehículo propio quien se encargará del muestreo y análisis de TOC. El diseño del laboratorio se fundamentó en el informe 44 de la OMS anexo 1 para posteriormente solicitar la certificación del ICA.
- Debido a la especificación de TOC requerida, se seleccionó el método de irradiación UV siendo el más adecuado para la cuantificación del mismo, luego, se escogió el equipo ofrecido por GEHAKA ya que presenta las mejores características en cuanto a facilidad de manipulación y limpieza, rapidez de los resultados, gastos implicados en mantenimiento y precio de adquisición.
- Al evaluar la factibilidad financiera para la alternativa 1, se debe tener en cuenta que actualmente la empresa terceriza el servicio de análisis de TOC gastando en el primer año \$38,563,200, sin embargo, si se implementa el laboratorio como uso interno la alternativa no sería viable ya que la necesidad actual de la empresa no compensa la inversión realizada, esto

se ve reflejado en el VPN negativo. En el caso que la empresa aún así, desee implementar esta alternativa, el mínimo de muestras al año debe ser de 485.

- Por otro lado, si adicionalmente se presta el servicio a externos (alternativa 2) se recuperará el 40% de la inversión inicial en el primer año y en tan sólo 3 años el 100%. Una vez transcurrido los 10 años del proyecto se obtendrá un VPN de \$384,328,000 haciendo que la propuesta sea de mayor interés para el inversionista.
- A pesar de que la alternativa 1 no es viable, su relación beneficio-costos es aproximadamente la unidad, es decir, si se disminuyen los costos y gastos puede mejorar este indicador y ser considerada esta opción.
- Adicionalmente, se planteó un escenario más crítico para la alternativa 2 teniendo en cuenta los cambios económicos de los últimos años y aunque la relación beneficio/costo disminuye de 1.8 a 1.6, el proyecto sigue siendo de gran beneficio para la compañía.
- Por lo expuesto anteriormente, se concluye que el proyecto para la implementación de un laboratorio de análisis de carbono orgánico total -TOC en una empresa farmacéutica del área metropolitana de Bogotá es factible de ser ejecutado al prestar el servicio a externos.

## 9. Recomendaciones

- Debido al diseño y distribución del laboratorio y al crecimiento de la industria farmacéutica se recomienda que en los próximos años de operación se aumente la capacidad instalada mediante la adquisición de un nuevo equipo de TOC, esto permitirá aumentar la cantidad de muestras a analizar y satisfacer un mayor porcentaje de la demanda.
- Si la empresa tiene en su proyección ampliar su portafolio principal agregando nuevas líneas de producción, la alternativa 1 es viable en cuyo caso existan 11 puntos de muestreo a partir del año 5 para asegurar un VPN positivo.
- Se debe velar estrictamente por el cumplimiento de los estándares de calidad planteados para asegurar la satisfacción del cliente y mantener las alianzas estratégicas.
- Se sugiere establecer un sistema de gestión documental que cumpla con las normativas vigentes y así, proyectar una certificación ante la institución encargada.

## Bibliografía

Acueducto agua y alcantarillado de Bogotá. (2021). Tarifas Bogotá.

Alados Arboledas, J. C., Soriano, M. J. A., García, A. I. A., Casas, C. M., Sáenz, J. L. P., & Jung, P. A. R. (2009). Diseño de un laboratorio fisicoquímico y de microbiología clínica. *Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 33, 1–26.

Alzamora Cabezas, J. C. (2019). Vida útil de los activos fijos o depreciables. *Gerencie*.

Cámara de comercio de Bogotá. (2021). Base de datos e información empresarial. Cámara de comercio de Bogotá.

Campos, J. L., & Mosquera-Corral, A. (2006). Herramientas metodológicas aplicadas al tratamiento de aguas residuales.

DANE. (2018). Análisis resumen de los estados financieros por convergencia. 10.

DANE. (2020). Geoportal: directorio de empresas. fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico.

DANE. (2021). Colombia, Índice de Precios al Consumidor (IPC) e inflación.

El Empleo. (2020). Definido salario mínimo en Colombia para 2021.

Enel-Codensa. (2021). Tarifas de energía. <https://www.enel.com.co/es/personas/tarifas-energia-enel-codensa.html>

Gestión legal Colombia. (2019). Obligaciones tributarias para empresas.

González, M. (2018). La calidad del agua para fines analíticos. 10–26.

Guijarro, M. (2021). Agua con fines analíticos : calidad y sistemas de producción.

ICA. (2021). Laboratorios registrados y autorizados ICA. <https://www.ica.gov.co/areas/laboratorios/laboratorios-registrados-ica.aspx>

ICONTEC. (2002). GTC 82 Guía de buenas prácticas para laboratorios que realizan muestreo y

análisis de agua.

ICONTEC. (2004). Norma Técnica Colombiana NTC-ISO-5667-3: Calidad del agua. Muestreo.

Parte 3: Directrices para la preservación y manejo de las muestras. Norma Técnica Colombiana, 57.

ICONTEC. (2012). NTC 5395 Agua para uso en análisis de laboratorio. Especificación y métodos de ensayo.

ICONTEC. (2014). NTC 4781 Calidad del agua. Determinación de carbono orgánico total (TOC).

IDEAM. (2021). Lista de laboratorios acreditados.

León, A., & Andueza, F. (2014). Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua. Universidad de los andes.

Lestrade-González, A. A. (2007). Implementación de una metodología para determinar Carbono Orgánico Total (COT) mediante una técnica espectrofotométrica en el visible. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Químicas., 14–18.

Mendes, R. (2017). El análisis de carbono orgánico total en la industria farmacéutica. GEHAKA.

Mettler toledo. (2014). Conformidad del agua farmacéutica para los requisitos de la farmacopea mundial.

Organización mundial de la salud. (2010). Anexo 1 Buenas prácticas de la OMS para laboratorios de control de calidad de productos farmacéuticos. 957, 1–48.

PAF. (2019). TOC en la industria farmacéutica.

Ramírez Hincapie, C. M. (2018). Determinación de la viabilidad técnica y financiera para la implementación de un laboratorio fisicoquímico de aguas en Bolívar industrial ambiental laboratorios. In Director (Vol. 15, Issue 40). Universidad de Santander.

Rodríguez Méndez, M., & Cárcel Carrasco, F. J. (2013). CONSIDERACIONES PARA EL

DISEÑO DE LABORATORIOS EN LA INDUSTRIA QUÍMICA. Tecnología, 1–13.

Romero Vargas, M. Alejandra, & Niño Martínez, S. (2017). Validación del sistema de purificación de agua de la empresa TECMOL FARMACEUTICA S.A.S. Fundación Universidad de América.

Secretaría de Hacienda Bogotá. (2021). Resolución No. SDH-000265 (Issue 0219).

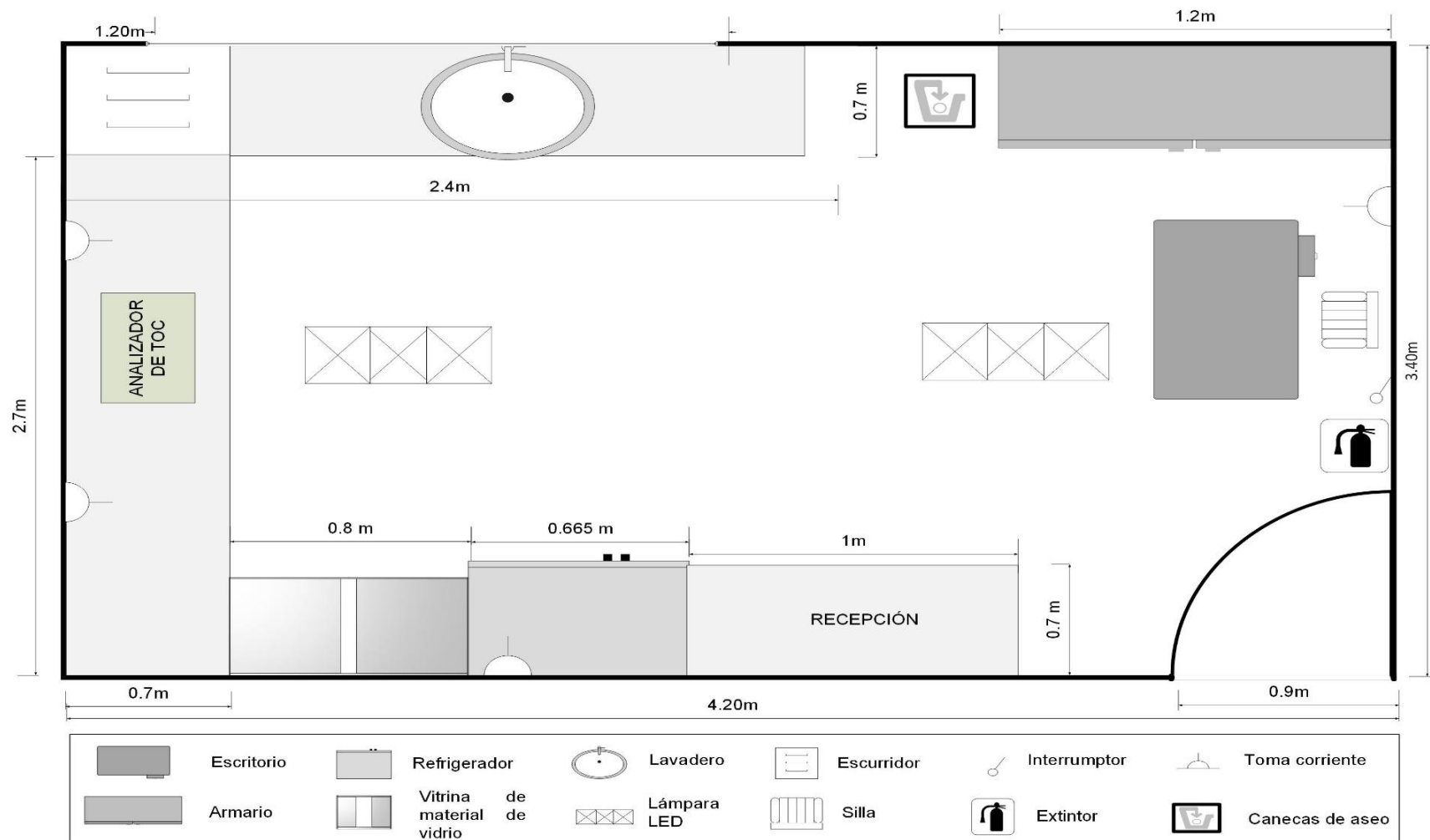
United States Pharmacopeial Convention. (2018). USP 41. Farmacopea de los Estados Unidos de América.

Universidad de Santiago de Compostela. (2008). Normas de seguridad: trabajos con agentes biológicos.

Velásquez Cujar, E. (2019). Farmacéuticos: Plan de negocios. Colombia Productiva.

Apéndice

Apéndice A. Diseño y distribución del laboratorio.



## Apéndice B. Estado de resultados, utilidades y flujo de caja para la alternativa 1.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	0	38,563,200	39,990,038	41,469,670	43,004,048	44,595,197	46,245,220	47,956,293	49,730,676	51,570,711	53,478,827
Costo total	0	29,401,401	29,939,570	30,501,165	31,087,239	31,698,895	32,337,285	33,003,616	33,699,151	34,425,211	35,183,180
EBIT	0	9,161,799	10,050,468	10,968,505	11,916,808	12,896,302	13,907,935	14,952,677	16,031,525	17,145,500	18,295,647
ISR	0	2,840,158	3,115,645	3,400,237	3,694,211	3,997,854	4,311,460	4,635,330	4,969,773	5,315,105	5,671,651
NOPAT	0	6,321,641	6,934,823	7,568,268	8,222,598	8,898,449	9,596,475	10,317,347	11,061,752	11,830,395	12,623,997
Utilidad distribuir	0	5,689,477	6,241,341	6,811,442	7,400,338	8,008,604	8,636,827	9,285,612	9,955,577	10,647,355	11,361,597
D + A+ RL	0	11,516,690	11,578,008	11,641,352	11,706,785	11,774,370	11,844,173	11,916,260	11,990,701	12,067,565	12,146,925
<b>Flujo de producción</b>	<b>0</b>	<b>17,206,167</b>	<b>17,819,349</b>	<b>18,452,794</b>	<b>19,107,123</b>	<b>19,782,974</b>	<b>20,481,000</b>	<b>21,201,873</b>	<b>21,946,278</b>	<b>22,714,920</b>	<b>23,508,522</b>
<b>Flujo de inversión</b>	<b>120,822,727</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11,977,471</b>
<b>Flujo neto</b>	<b>120,822,727</b>	<b>17,206,167</b>	<b>17,819,349</b>	<b>18,452,794</b>	<b>19,107,123</b>	<b>19,782,974</b>	<b>20,481,000</b>	<b>21,201,873</b>	<b>21,946,278</b>	<b>22,714,920</b>	<b>35,485,993</b>

## Apéndice C. Estado de resultados, utilidades y flujo de caja para la alternativa 2.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	0	154,440,000	185,778,965	222,547,184	285,893,414	328,618,979	370,410,740	384,115,937	398,328,227	413,066,372	428,349,827
Costo total	0	100,514,814	111,413,408	123,962,879	144,229,237	158,690,366	172,993,798	179,363,099	185,999,044	192,913,140	200,117,408
EBIT	0	53,925,186	74,365,557	98,584,306	141,664,176	169,928,612	197,416,942	204,752,838	212,329,183	220,153,231	228,232,419
ISR	0	16,716,808	23,053,323	30,561,135	43,915,895	52,677,870	61,199,252	63,473,380	65,822,047	68,247,502	70,752,050
NOPAT	0	37,208,378	51,312,234	68,023,171	97,748,282	117,250,743	136,217,690	141,279,459	146,507,136	151,905,730	157,480,369
Utilidad distribuir	0	33,487,540	46,181,011	61,220,854	87,973,453	105,525,668	122,595,921	127,151,513	131,856,423	136,715,157	141,732,332
D + A+ RL	0	14,605,363	16,015,749	17,686,843	20,659,354	22,609,600	24,506,295	25,012,471	25,535,239	26,075,099	26,632,563
<b>Flujo de producción</b>	<b>0</b>	<b>48,092,904</b>	<b>62,196,760</b>	<b>78,907,697</b>	<b>108,632,807</b>	<b>128,135,268</b>	<b>147,102,216</b>	<b>152,163,984</b>	<b>157,391,662</b>	<b>162,790,255</b>	<b>168,364,895</b>
<b>Flujo de inversión</b>	<b>120,822,727</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11,977,471</b>
<b>Flujo neto</b>	<b>120,822,727</b>	<b>48,092,904</b>	<b>62,196,760</b>	<b>78,907,697</b>	<b>108,632,807</b>	<b>128,135,268</b>	<b>147,102,216</b>	<b>152,163,984</b>	<b>157,391,662</b>	<b>162,790,255</b>	<b>180,342,366</b>

## Apéndice D. Estado de resultados, utilidades y flujo de caja para la alternativa 2 escenario crítico.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	0	123,552,000	153,748,109	189,331,187	251,448,424	292,899,524	333,369,666	345,704,344	358,495,404	371,759,734	385,514,845
Costo total	0	93,001,098	104,364,229	117,458,633	138,358,182	153,549,278	168,688,687	176,009,980	183,724,762	191,856,271	200,429,217
EBIT	0	30,550,902	49,383,880	71,872,553	113,090,242	139,350,247	164,680,979	169,694,364	174,770,642	179,903,464	185,085,627
ISR	0	10,081,798	16,296,680	23,717,943	37,319,780	45,985,581	54,344,723	55,999,140	57,674,312	59,368,143	61,078,257
NOPAT	0	20,469,104	33,087,199	48,154,611	75,770,462	93,364,665	110,336,256	113,695,224	117,096,330	120,535,321	124,007,370
Utilidad distribuir	0	18,422,194	29,778,480	43,339,150	68,193,416	84,028,199	99,302,630	102,325,702	105,386,697	108,481,789	111,606,633
D + A+ RL	0	12,931,436	14,193,246	15,699,987	18,461,572	20,220,992	21,918,151	22,254,048	22,594,159	22,938,058	23,285,263
<b>Flujo de producción</b>	<b>0</b>	<b>31,353,630</b>	<b>43,971,725</b>	<b>59,039,136</b>	<b>86,654,988</b>	<b>104,249,191</b>	<b>121,220,782</b>	<b>124,579,750</b>	<b>127,980,856</b>	<b>131,419,846</b>	<b>134,891,896</b>
<b>Flujo de inversión</b>	<b>120,822,727</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11,977,471</b>
<b>Flujo neto de caja</b>	<b>120,822,727</b>	<b>31,353,630</b>	<b>43,971,725</b>	<b>59,039,136</b>	<b>86,654,988</b>	<b>104,249,191</b>	<b>121,220,782</b>	<b>124,579,750</b>	<b>127,980,856</b>	<b>131,419,846</b>	<b>146,869,367</b>