



DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA COMERCIAL
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

Departamento de Ingeniería Comercial MBA,

Magíster en Gestión Empresarial

**EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA IMPLEMENTAR UNA
SOLUCIÓN INTEGRAL DE BUSINESS INTELLIGENCE
PARA LA EMPRESA ECORILES**

Tesina de Grado presentada por

CARLOS ROBERTO AGUIRRE SIERRA

Como requisito para optar al grado de

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

Guía de Tesina Dr. FERNANDO YANINE

Agosto de 2024

**TITULO DE TESINA: “EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA IMPLEMENTAR
UNA SOLUCIÓN INTEGRAL DE BUSINESS
INTELLIGENCE PARA LA EMPRESA ECORILES”**

AUTOR: CARLOS ROBERTO AGUIRRE SIERRA

TRABAJO DE TESINA, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de MBA, Magíster en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

OBSERVACIONES: _____

COMISIÓN DE TESINA:

Fernando Yanine, **Profesor Guía**

xxxxxxx, **Profesor Co-Referente Interno.**

xxxxxxxxx, **Profesor Externo**

Santiago, Agosto 2024

Todo el contenido, análisis, conclusiones
y opiniones vertidas en este estudio son
de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: CARLOS ROBERTO
AGUIRRE SIERRA

Fecha: XXXXX.

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Técnica Federico Santa María por permitir cumplir mi sueño de estudiar este MBA y por brindarme la formación académica y las herramientas necesarias para desarrollar este proyecto. Su apoyo constante, tanto en el ámbito académico como en el personal, ha sido fundamental para alcanzar este logro.

Agradezco profundamente al profesor Fernando Yanine por su guía, sabiduría y dedicación durante el desarrollo de esta tesina. Su orientación ha sido clave para la realización de este trabajo.

Dedicatoria

A mi amada Karin, por su amor, paciencia y apoyo incondicional durante todo este proceso.

A mis hijos, Constanza y Carlos, por ser mi fuente de inspiración y motivación diaria. Sin su comprensión y sacrificios, este logro no habría sido posible.

RESUMEN EJECUTIVO

EcoRiles es una empresa con más de 20 años de experiencia en el tratamiento de aguas industriales que genera sinergias con sus clientes buscando soluciones ambientales para la industria del futuro, garantizando la continuidad operacional de los Clientes.

Por lo anterior, en Innovación la compañía EcoRiles, tiene como objetivo digitalizar sus procesos en el departamento de Operaciones, porque en el presente la información de datos está en planillas Excel que no generan información para la toma de decisiones y por tanto estas son reactivas, cuando ya ha pasado el evento y ha generado pérdidas en la Compañía y para los Clientes. Es por eso que se evaluó económicamente un software llamado Qlik Sense, sumado a un profesional especialista en programación de la información, y que los resultados pueden generar actualización de los datos desde las fuentes de esta información, para obtener, una planificación más eficiente de las operaciones basada en la historia disponible y ejecutada con la aplicación de business Intelligence. A lo anterior, se suma un análisis estadístico de datos, gobernanza de datos incorporada, seguridad administrada centralmente y alta disponibilidad, para permitir a los usuarios generar su propio informe.

El departamento de Operaciones, es relevante para la compañía ya que es el centro del negocio, y todas las otras áreas son transversales, por ende, sus costos influyen en forma importante en el número final. Por lo anterior, se ha planificado una Evaluación básica financiera, para determinar la viabilidad económica del proyecto, estimando costos al existir un ahorro de químicos con este sistema.

Finalmente, se logra concluir que es viable la implementación del software Qlik Sense, ya que impacta en forma importante en el negocio, disminuyendo en los errores de gestión, los costos y los tiempos en la toma de decisiones, teniendo un impacto positivo para la Compañía como para el Cliente.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	3
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE FIGURAS	8
1. INTRODUCCION	9
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU POTENCIAL	11
2.1 Exposición del Problema	11
2.2 Puntos en Conflicto.....	11
3. JUSTIFICACIÓN.....	12
4. OBJETIVO	13
4.1 Objetivo General.....	13
4.2 Objetivos Específicos.....	13
5. ALCANCE	13
6. ESTADO DEL ARTE.....	14
6.1 Inteligencia de Negocios.....	15
6.2 Ventajas de la Inteligencia de Negocios	19
6.3 Riesgos de la Inteligencia de Negocios	20
6.4 Arquitectura de una Solución de Inteligencia de Negocios.....	21
6.4.1 Plan Estratégico	24
6.4.2 Proceso de Extracción, Transformación y Carga (ETL).....	25
6.4.3 Data Warehouse	26
7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	27
7.1 Información Inicial.....	27

7.2	Diagnostico Situación Actual	28
7.2.1	Análisis de los Procesos de operación	28
7.3	Análisis del Control Operativo Actual	31
7.3.1	Análisis del Consumo de Químicos	31
7.3.2	Análisis de Control de procesos.....	35
7.3.3	Emigración a un sistema moderno de analítica de datos	35
7.4	Prueba Piloto realizada con BI	36
8.	ANALISIS FODA	38
8.1	Matriz FODA	41
8.2	Estrategias resultantes del análisis FODA.....	42
9.	PLAN ECONOMICO – FINANCIERO	44
9.1	Proyección de la inversión inicial	45
9.1.1	Activos Fijos	45
9.1.2	Activos Intangibles.....	46
9.1.3	Personal	47
9.1.4	Proyección de Ingresos como ahorro de costos operativos	47
9.2	Flujo de caja	48
9.3	Tasa de descuento.....	49
9.4	Análisis de la inversión VAN y TIR	49
9.4.1	Análisis VAN	49
9.4.2	Análisis TIR	50
9.5	Análisis de sensibilidad del proyecto.....	50
9.5.1	Análisis de sensibilidad precio de productos químicos	51
9.5.2	Análisis de sensibilidad ahorro de químicos	52
CONCLUSION		54
REFERENCIAS		56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Definiciones de autores importantes de BI	16
Tabla 2:	Información de Productos Químicos	31
Tabla 3:	Transición desde Excel a un Sistema de Datos Profesional BI	41
Tabla 4:	Desarrollo BI Primer año	44
Tabla 5:	Activos fijos.	46
Tabla 6:	Activo Intangibles	46
Tabla 7:	Proyección de personal a 5 años	47
Tabla 8:	Ingreso por ahorro de químicos con BI.....	48
Tabla 9:	Flujo de caja proyectado a 5 años	48
Tabla 10:	Análisis de sensibilidad Precio producto Químico	51
Tabla 11:	Análisis de sensibilidad Precio Químico-contratación de un solo profesional TI	51
Tabla 12:	Análisis de sensibilidad ahorro químicos.....	52
Tabla 13:	Análisis de sensibilidad ahorro químico y contratación de un profesional TI ...	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Arquitectura de una Solución BI.....	23
Figura 2.	Planilla Operacional Planta Ariztía El Paico.	33
Figura 3.	Planilla Operacional Planta Ariztía El Paico.....	34
Figura 4.	Dashboard consumo de químicos.....	37
Figura 5.	Aviso a correo electrónico y celular en tiempo real.....	38
Figura 6.	Formula VAN	49
Figura 7.	Formula TIR.....	50

1. INTRODUCCION

Los residuos industriales líquidos (Riles) son aguas de desecho generadas en establecimientos industriales como resultado de un proceso, actividad o servicio. Las descargas de residuos industriales líquidos se caracterizan por contener elevadas concentraciones de elementos contaminantes. Los efectos que podrían provocar los Riles pueden variar según el punto en donde éstos sean descargados. Un establecimiento industrial puede enfrentar la problemática de los residuos industriales líquidos habiendo clasificado su tipo de vertido, el cual, al no tener un tratamiento adecuado, puede generar corrosión, incrustaciones, contaminación orgánica, con graves efectos en el medio ambiente, en la flora y fauna acuática de los ríos, lagos y cauces naturales, como también en el alcantarillado.

El realizar un tratamiento específico para las aguas industriales, es importante ya que según la normas chilenas que establece la Superintendencia de Servicios Sanitarios y el Ministerio del Medio ambiente, se deben cumplir una serie de parámetros que están especificados en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) y luego con la planta de riles en funcionamiento, con la Resolución de monitoreo, en el cual se definen, los la cantidad de autocontroles que debe realizar el industrial con los parámetros que deben cumplir según el Decreto Supremo 609 que establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado, Decreto Supremo 90 que tiene por objeto regular la descarga de contaminantes hacia cursos de aguas marinas y continentales superficiales mediante la fijación de límites máximos permisibles para la descarga de residuos líquidos, previniendo así de la contaminación de dichos cuerpos de agua. Estas normas establecen una serie de tablas en las que se indica la cantidad máxima de contaminante permitida para los residuos industriales líquidos, descargados por los establecimientos industriales en los servicios públicos de recolección de aguas servidas y el tiempo que tienen para adecuarse a la norma.

EcoRiles es una empresa dedicada a brindar un servicio de gestión y manejo integral del ciclo de agua, para satisfacer la demanda creciente de tratamiento de residuos industriales líquidos. Actualmente es el principal operador de plantas de tratamiento de Riles en Chile, con más de 30 clientes a lo largo del país, entregando soluciones integrales a su mercado objetivo que es

todo industrial que genera riles, con millones de m³ al año tratados, vertidos a ríos y alcantarillado cumpliendo las normativas chilenas, lo cual se entiende que el agua es el recurso natural más importante para el ser humano. Ser el principal socio estratégico medioambiental en la gestión integral en el tratamiento de aguas y riles, contribuyendo al desempeño sustentable de los clientes y por lo tanto del país. Los principales competidores son Resiter y Almar Water, abocados al tratamiento de riles como también a otras áreas medio ambientales, pero no logran llegar a los industriales más importantes de Chile que los tiene EcoRiles, que ha logrado por años demostrar ser un apoyo constante como un socio estratégico, para los Clientes, generando una relación profesional de forma continua y duradera.

Una solución integral de Business Intelligence es una iniciativa estratégica que busca centralizar y optimizar la supervisión, gestión y control de las operaciones en una organización. Este sistema se convierte en un punto neurálgico desde el cual se monitorean y coordinan diversas actividades, sistemas y recursos en tiempo real. La solución integral de Business Intelligence, es una respuesta a la creciente complejidad y demandas de control en entornos operativos modernos. Su implementación implica la integración de tecnologías de información y comunicación avanzadas, así como la participación de personal especializado en la gestión de operaciones y el uso de herramientas y sistemas de control.

El objetivo principal, es mejorar la eficiencia, eficacia y seguridad de las operaciones, permitiendo una toma de decisiones más rápida y precisa, así como una respuesta adecuada ante situaciones imprevistas. Al contar con una visión panorámica de las operaciones, se facilita la detección temprana de problemas, la optimización de recursos y la coordinación efectiva de equipos y procesos, lo que puede tener un impacto significativo en la productividad y rentabilidad de una organización.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU POTENCIAL

2.1 Exposición del Problema

EcoRiles es una empresa que presta servicios de tratamiento de riles a diferentes industriales a nivel nacional desde la Región Metropolitana hasta la Región de los Lagos. Por lo anterior, existe una gran distancia entre las plantas, en conectividad hay diferencias entre un Cliente y otro según la región y actualmente cada planta tiene su sistema de recolección de datos como es la información de consumo de químicos, generación de lodos, caudales de tratamiento, medición de la energía consumida, como también información para realizar ingeniería de procesos, como cargas de afluente-efluente, eficiencias de remoción de cada etapa del proceso, mediciones de nutrientes, por lo que es fundamental que la información relevante para la compañía, sea centralizada y cuente con personal idóneo, con sistemas de información, gestión de punta y con recursos necesarios, tanto financieros como de infraestructura. Éstos permitirán a la empresa alinear sus procesos claves con el objetivo de asegurar el servicio y el tratamiento ininterrumpido de riles. Por lo anterior, se realizará una evaluación económica básica para la realización de una solución integral de Business Intelligence (BI), con un software que existen en el mercado (Qlik Sence), para digitalizar los procesos a todo nivel, para asegurar la supervisión en tiempo real de los diferentes componentes del sistema de tratamientos de cada planta a Nivel Nacional en un futuro y así tener una herramienta más para poder asegurar los procesos internos como el aseguramiento de la continuidad operacional que requieren los Clientes y mantener un control y gestión de la información relevante para la línea de Supervisión, Jefaturas y Gerencia, para tomar las mejores decisiones y cuidar los intereses y objetivos de la compañía.

2.2 Puntos en Conflicto

A continuación, se da una lista con los problemas planteados, como una manera de englobar lo anteriormente expuesto, y como forma de síntesis en los problemas específicos que están presentes y que generan conflictos entre lo se desea como Compañía y el cliente, comparado con lo que se posee actualmente.

- Gran manejo de información.

- Herramientas poco prácticas.
- Uso de múltiples archivos Excel.
- Falta de análisis en aplicaciones.
- Poco tiempo para análisis de datos.
- Trabajo manual de extracción de datos.
- Trabajo manual para realización de reportes.
- Rigidez de la información entregada por las aplicaciones.
- Mayor control de la información.
- Mayores exigencias de planificación.
- Generación solo de informes en vez de análisis completos y detallados.

3. JUSTIFICACIÓN

Evaluar económicamente la implementación de una solución integral de Business Intelligence, se justifica por la serie de beneficios que pueden tener un impacto significativo en el desempeño y la eficiencia de la empresa. De los beneficios importantes que puede aportar realizar esta solución de BI, es tener una Supervisión centralizada de las operaciones, en algún software, lo que se traduce en monitorear y controlar múltiples actividades, sistemas y recursos desde un solo lugar. Esto facilitará la detección temprana de problemas, para generar decisiones ágiles y realizar coordinación efectiva de las operaciones en tiempo real. Por otro lado, se puede mejorar significativamente la eficiencia operativa, que brindará la capacidad de identificar rápidamente cualquier desviación o anomalías de las plantas, lo que facilitará una respuesta inmediata, reduciendo los tiempos de reacción ante problemas operativos y mejorando la coordinación efectiva entre las actividades y recursos de la compañía. La centralización de la información es importante, ya que permite que los responsables de la coordinación como Jefaturas y Gerencia, puedan acceder a datos actualizados y precisos sobre el estado de los procesos, ya que con una visión completa se pueden tomar decisiones informadas, para coordinar las actividades de manera más eficiente.

4. OBJETIVO

4.1 Objetivo General

Realizar una evaluación económica de una posible implementación de la solución integral de Business Intelligence para la empresa EcoRiles con el fin de determinar la viabilidad del proyecto.

4.2 Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico resumido de la situación actual de operaciones de la empresa, describiendo las necesidades pesquisadas, que justifican la intervención propuesta.
- Estimar los costos de inversión necesarios para establecer una solución Integral de Business Intelligence, considerando la adquisición del software y los recursos necesarios para la gestión de datos.
- Realizar un análisis del sistema de control operativo actual, identificando problemas de diseño, operacionales y de procesos existentes.
- Realizar una evaluación económica simple de las mejoras propuestas.

5. ALCANCE

El alcance del tema a abordar, es realizar una evaluación económica básica para la implementación de una solución integral de Business Intelligence, a través de un software Qlik Sence, que este orientado a entregar soluciones en el área de análisis de datos e inteligencia de negocios, definida en el mercado de industriales de Clientes de la Compañía que generen mayores costos de consumo de químicos como son en el área alimenticia, avícolas y bebidas, cuya data a aplicar será el proceso de extracción de datos desde una planilla que estará en la nube, transformación de datos, para finalmente obtener la construcción de reportes con gráficos, avisos tempranos a celular y correo de los supervisores, Jefes de Area y Gerencia, con sus respectivos niveles de aviso, para facilitar la toma de decisiones. La data que se ocupará provendrá de la Operación de las plantas de tratamiento de riles, que administra la empresa EcoRiles de los Clientes Ariztía El Paico,

Ariztía Ochagavía, CCU, PepsiCo y Soprole. Con el aprovechamiento de las herramientas tecnológicas que entrega la estrategia de Business Intelligence y KPIs creados, permite que las empresas puedan mejorar, optimizando los recursos, tomar decisiones con una información acertada y generar estrategias para mejorar eficiencia, reducir los costos y optimizar los procesos.

De los puntos importantes para cumplir con los KPI de la compañía para analizar son los consumos de químicos (costos) y aseguramiento del control de procesos biológicos.

6. ESTADO DEL ARTE

Podemos indicar que en la actualidad las empresas poseen muchos datos e información que proviene de diferentes orígenes, como es nuestro caso desde archivos Excel, como también hay otros casos como en base de datos, texto u otro origen. Para poder dar vida a estos datos, se debe analizar esta información por lo que se requiere en una primera etapa depurar, unificar y esto transformarla para que los directivos, mandos medios, personal técnico, pueda tomar decisiones más acertadas a tiempo y con esto generar un beneficio positivo para la empresa y los Clientes. Lo anterior, minimiza los tiempos operativos que se utiliza para preparar la información, que se traduce para Gerente y Jefaturas, menor tiempo en costo de horas hombre en la parte operativa y menor tiempo al análisis de la información.

La Business Intelligence, como un gestionar la información en las empresas es, hoy en día, una herramienta clave para poder sobrevivir en un mercado cambiante, dinámico y global. Aprender a competir con esta información es fundamental para la toma de decisiones, el crecimiento y la gestión de nuestra empresa. La disciplina denominada como Business Intelligence nos acerca a los sistemas de información que nos ayudan a la toma de decisiones en nuestra organización. La pyme dispone, como todas las empresas, no importa su tamaño, de sistemas de información más o menos sofisticados y que es conveniente analizar y optimizar [1].

Utilizar la Inteligencia de Negocios, podría potencializar e influir en la competitividad empresarial de la misma ante el mercado. El objetivo primordial de la inteligencia de

negocios es apoyar a las organizaciones a tomar decisiones, la conversión de la información en conocimiento sería la base para, una vez analizado por parte de la empresa, se mejoraría el Integración – Procesamiento – Distribución desarrollo de la organización generando competitividad empresarial [2].

De acuerdo a lo anterior, la inteligencia de negocios apoya principalmente a este proceso, especialmente al nivel táctico de la organización, ya que gracias a los sistemas de información se logra un mejor procesamiento de datos, brindando información más integrada y real, permitiendo que las decisiones sean tomadas con un índice de mayor confiabilidad, por ejemplo, la decisión de lanzar un nuevo producto, cambiar canales de distribución, realizar una inversión, mejorar el proceso productivo entre otros [3].

Los sistemas de información harán que la detección de las problemáticas sea identificada con mayor claridad y así mismo otorgar a los tomadores de decisiones, sea la dirección de la empresa o según corresponda, posea la facilidad de plantear soluciones, es decir que el principal objetivo de este tipo de herramientas y de la inteligencia de negocios en general, es apoyar al personal responsable en la gestión del área o función a cargo para un buen direccionamiento en la toma de decisiones [4].

6.1 Inteligencia de Negocios

Varios expertos de la industria de la Tecnología de la Información (TI) han dado una definición al concepto de BI. A continuación, se verán estas definiciones, qué puntos en común y qué diferencias presentan.

Es una denominación general para las aplicaciones, la infraestructura, las herramientas y las mejores prácticas que permitan el acceso y el análisis de la información para mejorar y optimizar las decisiones y el desempeño [5].

Desde un punto de vista más pragmático, y asociándolo directamente a las tecnologías de la información, podemos definir BI como el conjunto de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar y transformar datos de los sistemas transaccionales e información desestructurada (interna y externa a la compañía) en información estructurada,

para su explotación directa (reporting, análisis OLAP...) o para su análisis y conversión en conocimiento soporte a la toma de decisiones sobre el negocio [6].

BI engloba todos los sistemas con los que se puede obtener no sólo información o conocimiento, sino una auténtica inteligencia capaz de proporcionar una ventaja competitiva. Se trata, por lo tanto, de la habilidad que tienen las compañías para manejar, consolidar y analizar sus datos, de forma que estos se transformen en información valiosa para tomar las mejores decisiones estratégicas. Incrementar las ventas, mejorar los productos y las relaciones con los clientes, aumentar la calidad de los servicios prestados, reducir costes... son los principales beneficios que alcanzan las empresas que cuentan con soluciones de BI [7].

BI es un enfoque para la gestión empresarial que permite a una organización definir qué información es útil y relevante para la toma de decisiones corporativas. BI es un concepto polifacético que fortalece a las organizaciones para tomar mejores decisiones más rápidamente, convertir los datos en información y usar una estrategia inteligente para la gestión empresarial [8].

Tabla 1: Definiciones de autores importantes de BI

Autor	Definición
(Vitt, Luckevich, & Misner, 2002) p.61	“El BI es usado por diferentes usuarios y desarrolladores de software para distinguir un amplio rango de tecnologías, plataformas de software, aplicaciones específicas y procesos. Se utiliza este término desde tres diferentes perspectivas: Tomar mejores decisiones rápidamente, convertir los datos en información, utilizar un método razonable para la gestión empresarial.”

(Moss & Atre, 2003) p.61	"BI es una arquitectura y una colección de aplicaciones y bases de datos operativas integradas, así como de soporte de decisiones, que proporcionan a la comunidad empresarial un fácil acceso a los datos comerciales".
(Luhn, 1958) p.61	"... se puede montar un sistema integral para acomodar todos los problemas de información de una organización. Llamamos a esto un sistema de inteligencia de negocios".
(Microsoft, 2007) p.61	"La inteligencia empresarial (BI) simplifica el descubrimiento y el análisis de la información, haciendo posible que los tomadores de decisiones en todos los niveles de una organización puedan acceder, comprender, analizar, colaborar y actuar sobre la información con mayor facilidad, en cualquier momento y en cualquier lugar".
(Papadopoulos & Kanellis, 2010) p.61	"La BI puede definirse generalmente como una arquitectura empresarial para aplicaciones operativas y de soporte de decisiones. "
(Negash, 2004) p.61	"... un sistema que combina la recopilación de datos, el almacenamiento de datos y la gestión del conocimiento con herramientas analíticas para presentar información compleja y competitiva a los planificadores y tomadores de decisiones".
(Gartner, 2018) p.61	"La inteligencia comercial (BI) es un término general que incluye las aplicaciones, la

	infraestructura y las herramientas, y las mejores prácticas que permiten el acceso y el análisis de la información para mejorar y optimizar las decisiones y el rendimiento".
Cognos (s.f.) p.61	"Business Intelligence es un sistema integrado que proporciona una amplia gama de funciones para ayudarlo a comprender los datos de su organización. BI se usa para ver o crear informes comerciales, analizar datos y monitorear eventos y métricas para que se puedan tomar decisiones comerciales efectivas ".
(OLAP, s.f.) p.61	"El término Business Intelligence (BI) se refiere a tecnologías, aplicaciones y prácticas para la recopilación, integración, análisis y presentación de información comercial. El propósito de Business Intelligence es apoyar una mejor toma de decisiones empresariales"
(Dresner) pp.5-7	"BI es un proceso interactivo para explorar y analizar información estructurada sobre un área (normalmente almacenada en un "datawarehouse"), para descubrir tendencias o patrones, a partir de los cuales derivar ideas y extraer conclusiones. El proceso de BI incluye la comunicación de los descubrimientos y efectuar los cambios. Las áreas incluyen clientes, proveedores, productos, servicios y competidores."

Nota. Fuente (Aarenstrup & Lagerström, 2018) [9].

Observando estas definiciones de Inteligencia de negocios, se puede concluir, que el punto en común que tienen es la ventaja competitiva que una empresa adquiere con la implementación de un sistema BI, lo cual, ofrece una serie de beneficios que van desde la mejora en la toma de decisiones cuyo resultado es la optimización del proceso y la mejora del rendimiento general de la empresa.

La mejora en la eficiencia operativa, la capacidad de seguimiento de KPIs, la colaboración efectiva entre equipos y la adaptabilidad a los cambios en el entorno empresarial son solo algunas de las ventajas que hacen que la inteligencia de negocios sea esencial para las empresas que buscan no solo sobrevivir, sino prosperar en un entorno empresarial competitivo. En última instancia, la BI no solo es una herramienta tecnológica, sino un activo estratégico que impulsa la innovación y el éxito empresarial a través de la toma de decisiones fundamentada en datos.

6.2 Ventajas de la Inteligencia de Negocios

La implementación de herramientas de Inteligencia Empresarial es la solución adecuada tanto para pymes como para grandes organizaciones que buscan tomar decisiones basadas en datos. Pero, es importante entender lo que tiene para ofrecer el Business Intelligence en su empresa, por lo que indicamos lo siguiente [10]:

Datos exactos en tiempo real: Con la implementación del BI, las decisiones son tomadas basadas en datos reales y concretos, ya que esta herramienta permite tener toda la información de la empresa de forma estructurada y centralizada. Trayendo como beneficio tener una visión más amplia del negocio, incrementando la agilidad a la hora de tomar decisiones.

Informes y reportes de forma personalizada: Con el uso de la Inteligencia Empresarial, los informes se adaptan a las necesidades de cada una de las áreas de la empresa. De esta manera, cada responsable de su departamento tendrá a su disposición toda la información que requiera en tiempo real.

Dashboard o tableros: Puede crear de forma personalizada, donde quiera y cuando quiera, sus propios tableros, que incluyen sus indicadores más importantes y claves.

Una de las grandes ventajas de usar la Inteligencia Empresarial es que gran parte de sus herramientas brindan dashboards intuitivos y fáciles de utilizar.

Prevenir riesgos: Así como el análisis de los datos empresariales ayuda con la toma de decisiones e identifica oportunidades en un mercado cada vez más feroz, esos mismos datos también pueden colaborar a detectar riesgos y errores. Esto permite la toma de decisiones preventivas que puedan disminuir cualquier probabilidad de riesgos e inconvenientes en un futuro.

Permite ahorrar tiempo: Al optimizar los procesos administrativos y conocer más su empresa, el Business Intelligence le ayudará a tomar las mejores decisiones en cualquier área o departamento, aumentando la productividad y ahorrando tiempo de búsquedas, ya que, al estar los datos centralizados en un solo sistema, agiliza el proceso a corto y largo plazo.

La Inteligencia de Negocios puede ofrecer ciertas ventajas competitivas a las empresas, ya que generalmente proporciona una mayor funcionalidad en términos de acceso y análisis en comparación con los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP). En cuanto a la gestión de la relación con los clientes (CRM), el procesamiento analítico de la información sobre sí mismos y su comportamiento permite optimizar la gestión de las relaciones con los clientes, maximizando su satisfacción y aumentando su lealtad y rentabilidad [11].

6.3 Riesgos de la Inteligencia de Negocios

Como sabemos, la inteligencia de negocios ofrece muchos beneficios, por lo que es esencial abordar los riesgos de manera proactiva para maximizar el valor de la implementación de BI en una organización. Una gestión adecuada del manejo de los riesgos, contribuirá al éxito a largo plazo de las iniciativas de inteligencia de negocios. Los proveedores de soluciones BI han de identificar en cada implantación los riesgos y decidir qué solución es la más adecuada

para cada empresa.

Los principales inconvenientes y desafío que tiene la Inteligencia de negocios, están relacionados con la inversión económica que deben realizar las empresas y el cambio de mentalidad que este tipo de soluciones exige. A continuación, algunos puntos a tener en consideración [12]

- Cambian la mentalidad analítica del usuario consumidor de la información, cambio que supone un gran esfuerzo para los usuarios de las aplicaciones BI.
- Requieren un proceso continuo de extracción de datos y manipulación de la información para generar los informes analíticos.
- Generalmente, el costo del software BI y de licencias por usuario es elevado.
- Dificultad para identificar aplicaciones o decisiones que pueden ser soportadas por el BI.
- Resulta complejo conjugar las expectativas de los usuarios con las soluciones implementadas, por lo que los aspectos de definición conceptual y selección de plataforma, junto a la gestión del cambio en la implantación de los proyectos adquieren un papel relevante.

6.4 Arquitectura de una Solución de Inteligencia de Negocios

“Una solución de BI parte de los sistemas de origen de una organización (bases de datos, ERPs, archivos de texto, planillas, etc.), sobre los que suele ser necesario aplicar una transformación estructural para optimizar su proceso analítico” [13], es decir, considera aquellas fuentes de datos de la organización para las cuales es necesario realizar un cambio para facilitar su análisis y estudio.

A partir de las fuentes de datos generadas en las organizaciones y/o empresas, se procede con un proceso de “Extracción, Transformación y Carga”, más conocido como ETL. Este “suele apoyarse en una data warehouse intermedio que actúa como un área de paso en donde son descargados los datos, crudos y sin transformaciones, una vez extraídos desde los sistemas fuentes transaccionales; esto se hace con el propósito de ocupar el mínimo tiempo posible

los servidores de origen que entregan los datos” [14].

Es en este proceso donde se definen los campos a utilizar, su necesidad de modificación y nueva ubicación de los mismos. Los datos transformados, son almacenados en un repositorio de datos o data warehouse, en el cual es posible administrar y monitorear los procesos o consultas del sistema, y que a la vez está relacionado con la construcción de data marts, estructuras enfocadas al análisis de los datos a partir de bases de datos transaccionales o analíticas, y dirigidas a áreas específicas de una empresa u organización.

Luego, entran en acción las herramientas de visualización de la información las que se encargan de explorar los datos almacenados; estas herramientas permiten el desarrollo de reportes, análisis, cuadros de mando, alertas y diferentes instrumentos que se llevan hasta los usuarios para dar soporte a sus decisiones, y así proporcionar soluciones de BI mucho más completas. Es decir, “la interface de acceso a usuarios permite interaccionar con los datos, representar de forma gráfica con aquellos resultados de las consultas y los indicadores de gestión que fueron construidos” [15].

Teniendo en cuenta lo anterior, el modelo integral o arquitectura de una solución de BI se compone por:

Modelo Conceptual: comprende aspectos ligados a la estructura de la información que se encuentran en las diferentes fases de la solución, ya sea objetivos, misión, indicadores clave de rendimiento, modelos o todos los requerimientos necesarios para la construcción e implementación de la misma.

Data Marts y Data Warehouse: es importante conocer las fuentes de datos y hacer los procesos de extracción, transformación y carga (ETL), para tener dichos datos de una forma estructurada, seleccionada y unificada. Por lo tanto, “no diseñar y estructurar convenientemente desde un punto de vista corporativo la data warehouse y los data marts generará problemas que pueden condenar al fracaso cualquier esfuerzo posterior [16].

Herramientas de explotación y exploración de la información: se identifican las herramientas funcionales y acordes a la solución. Estas permiten la elaboración de reportes e informes a partir de los datos guardados en la data marts; cuadros de mando para el análisis rápido de resultados y presentación de los indicadores; y análisis en línea teniendo en cuenta las bases de datos relacionales y los modelos generados. En la Figura 1 se muestran todos los componentes mencionados anteriormente, que forman parte de la arquitectura de una solución BI.

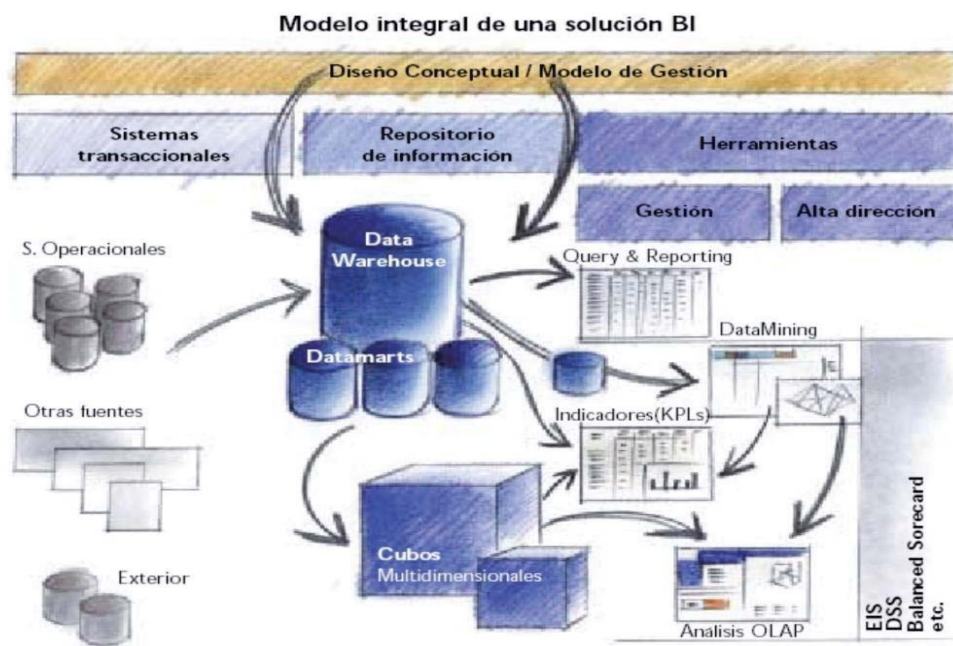


Figura 1. Arquitectura de una Solución BI

A continuación, se describen todos los componentes de una arquitectura de inteligencia de negocios, para una mayor contextualización de la tecnología.

Orígenes de Datos

Los orígenes de datos corresponden en gran medida a las bases de datos transaccionales, también denominadas OLTP, que han sido diseñadas fundamentalmente para el soporte de las operaciones del negocio como: compras, ventas y contabilidad, entre otras.

Deben cumplir un requisito fundamental: estar consolidados en cuanto al registro de

información de las operaciones. No se requiere que se dispongan de reportes para toma de decisiones o análisis, ya que de esto se encargará la herramienta o módulo BI específico para cada empresa o negocio.

Además de los sistemas OLTP, se toma en cuenta la fuente u origen datos, y archivos de datos en distintos formatos [17].

6.4.1 Plan Estratégico

Corresponde a un documento formal en el que se intenta plasmar, por parte de los responsables de una compañía (directivos, gerentes, empresarios), cuál será la estrategia de la misma durante un período de tiempo, generalmente de 3 a 5 años [18].

El plan estratégico debe ser:

- Cuantitativo: que establece cifras que la compañía debe alcanzar.
- Manifiesto: describe el modo de cómo conseguirla, siguiendo una estrategia.
- Temporal: indicando plazos que estén disponibles para alcanzar las cifras indicadas.

Se recogen 3 puntos principales:

- Conseguir Objetivos: son hechos que no dependen de la empresa en forma directa. Se formula por “cantidad a alcanzar + plazo”.
- Establecer Políticas: conducta que marca la empresa. Sirve para descubrir su actitud, continuada en el tiempo, para enfrentarse a diversas situaciones.
- Realizar Acciones: hecho que depende directamente de la empresa. Generalmente se llevan a cabo para facilitar el logro de los objetivos.

La herramienta de BI dedicada a la inclusión y seguimiento del plan estratégico en una empresa es el Cuadro de Mando Integral (CMI).

6.4.2 Proceso de Extracción, Transformación y Carga (ETL)

El proceso de ETL proporciona a las empresas y organizaciones la posibilidad de mover, cambiar y unificar sus datos a partir de diversas fuentes para que sean cargados en otra fuente de datos. De esta manera “se trata del proceso que permite a las organizaciones mover datos desde múltiples fuentes, reformatearlos y cargarlos en otra base de datos que se conocen comúnmente como data mart o data warehouse con el objeto de analizarlos. También pueden ser enviados a otro sistema operacional para apoyar un proceso de negocio” [19].

A continuación, se detalla cada etapa del proceso ETL.

Extracción (Extract): se debe extraer los datos de su origen o fuente. Cada una de las fuentes de datos identificadas tiene sus propias características, que serán manejados dentro de todo el proceso. Por lo anterior, la función principal de esta etapa es dejar un formato preparado para dar inicio al proceso de transformación. Para la extracción es conveniente tener en cuenta el manejo adecuado de las diferentes fuentes de datos, conocer su estructura, componentes y especificaciones necesarias para que sean conectadas de forma efectiva [20].

Transformación (Transform): con el fin de tener estos datos de forma precisa, completa y coherente, en esta etapa es relevante un ajuste de los datos, es decir, se tiene que realizar una limpieza inicial de los datos, seguida de su transformación, para que finalmente estén totalmente compatibles e integrados. Existen diversas fuentes de información, por lo que es importante conciliar un formato único y definir estándares para lograr que todos los datos estén integrados [21].

Carga (Load): en esta etapa los datos ya transformados, son cargados en el sistema. Durante esta fase, contribuyendo a que se garantice la calidad de los datos durante el proceso, se interactúa directamente con las bases de datos, por lo que se aplicarán todas las restricciones y disparadores que se hayan definido en la misma [22].

6.4.3 Data Warehouse

Es un repositorio de datos que proporciona una visión global, común e integrada de los datos de la organización, independiente de cómo se vayan a usar posteriormente por los consumidores o usuarios.

Puede llegar a tener un volumen de datos muy grande (centenas de terabytes). Las bases de datos relacionales son el soporte teórico más comúnmente usado para almacenar las estructuras de estos datos y sus grandes volúmenes. La data warehouse presenta las siguientes características [23]:

Integrado: la estructura de la información debe adecuarse según las necesidades, integra todos los datos de diferentes sistemas operacionales de la organización y fuentes externas presentando una estructura consistencia, por lo se deben eliminar las inconsistencias.

Temático: la clasificación de los datos se hace en base a los aspectos que le importan al usuario y que deben ser de interés para la organización. Se excluye, toda información que no será usada por el proceso de sistemas de soporte de decisiones, mientras que la información de las aplicaciones contiene datos que pueden satisfacer los requerimientos de proceso y funcionales, que podrán ser usados por el analista.

Histórico: los datos corresponden a un periodo de tiempo y éstos deben ser integrados periódicamente; los cambios producidos en los datos a lo largo del tiempo quedan registrados para que los informes se generen con tales variaciones.

No volátil: la información no se modifica ni se elimina; una vez almacenado un dato, éste se convierte en información de solo lectura y se guarda para futuras consultas.

Uno de los procesos transversales, necesario en casi todas las industrias es el tratamiento de agua. Conocidas como PTAR (Plantas de tratamiento de aguas residuales) estos sistemas se dedican a la limpieza y purificación de agua contaminada durante los procesos productivos, ya sea para su reingreso al proceso o para su deshecho de acuerdo con las normas establecidas por el ente regulador en el Perú, es decir la ANA (Autoridad Nacional del Agua). Existen diversos tipos de PTAR, las de tipo biológico, físico, químico, híbridas, etc.; pero todas

representan una inversión y costo operacional importante en las líneas productivas.

Es en este contexto que la implementación de la BI aporta un valor agregado importante, proporcionando la ventaja de optimizar los recursos. Se ha demostrado que la aplicación de esta tecnología puede ahorrar de un 20 a un 30% en gastos operativos y, así mismo, disminuir los costos de materia prima, optimizando el uso de sustancias químicas en este proceso [24].

7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

7.1 Información Inicial

En el contexto de la gestión ambiental y la industria, la empresa Ecoriles con la Operación de sus Plantas de Tratamiento de Riles (Residuos Industriales Líquidos) desempeñan un papel crucial en la mitigación del impacto ambiental generado por las actividades industriales. Sin embargo, gestionar eficientemente estas plantas es un gran desafío, dada la complejidad de los procesos involucrados y la cantidad masiva de datos generados en tiempo real. La implementación de soluciones de Business Intelligence (BI) en estas instalaciones se presenta como una estrategia innovadora para optimizar la gestión de datos y mejorar la eficiencia operativa. En el marco de buscar una solución integral de Business Intelligence para Ecoriles, se ha pensado en desarrollar un sistema con la integración de fuentes de datos basadas en Excel y un desarrollo de analítica moderna de datos como Qlik Sense.

En un enfoque estratégico, la idea es realizar una estrategia de implementación ágil para garantizar la entrega de valor al negocio de manera rápida y eficiente, para implementar una solución integrada de información que agilice el proceso de on-boarding de los datos, utilizando tecnología que otorgue una ventaja competitiva. Con lo anterior, podremos asegurar la escalabilidad de la solución para aportar a una estrategia digital a corto, mediano y largo plazo, satisfaciendo los requerimientos actuales y futuros de la empresa.

Para poder desarrollar este proyecto y dada la gran cantidad de información que existe en cada una de las plantas que se gestionan en una planilla Excel, como son: datos de laboratorio, cálculos de procesos, bitácora operación, gráficos, consumo de químicos, gestión en transporte y disposición de lodos, bitácora de mantenimiento, turnos, dosis de químicos, funcionamiento de equipos, calibración de equipos críticos, entre otros. Por lo anterior, se decide por desarrollar una analítica de datos para los ítems que son importantes para la

compañía en costos como para la seguridad operacional, como son procesos para el cumplimiento normativo para nuestros Clientes y consumo de químicos.

Para este proyecto, se elige primeramente plantas de tratamiento administradas por EcoRiles de sus Clientes que están interesados en realizar un sistema BI como son Ariztía El Paico, Ariztía Ochagavía, CCU, Pepsico, Soprole, en el cual, se ha propuesto un piloto en esta planta de tratamiento, que representa a la mayoría de las plantas que administra la empresa y que se centrará en Kpis de procesos biológicos para asegurar la estabilidad y continuidad operativa, para el cumplimiento normativo y por otra parte, KPIs de gestión sobre el consumo de químicos, que son relevantes para optimizar los costos para la compañía.

7.2 Diagnóstico Situación Actual

Realizando un diagnóstico de la situación actual, se observa que la empresa Ecoriles se enfrenta a una amplia gama de desafíos operativos y de gestión en su día a día. Estos desafíos van desde la supervisión y control de procesos hasta la generación de informes regulatorios y la toma de decisiones estratégicas. En este caso, la empresa depende en gran medida de hojas de cálculo de Excel para almacenar, analizar y visualizar los datos generados por sus operaciones. Sin embargo, mientras que Excel ha sido una herramienta ampliamente utilizada en el pasado, su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos y realizar análisis avanzados es limitada en comparación con las soluciones modernas de analítica de datos. Por lo anterior, la empresa necesita llevar su información desde Excel a un sistema moderno de analítica de datos (Qlik Sence) para mejorar la eficiencia operativa, facilitar la toma de decisiones informadas y aprovechar al máximo el potencial de sus datos.

7.2.1 Análisis de los Procesos de operación

La eficacia de las plantas de riles dependen en gran medida de la ingeniería de procesos, para lograr optimizar el manejo de la operación y el proceso, que está destinado a eliminar contaminantes y garantizar la calidad del agua tratada, para el cumplimiento normativo ya que las regulaciones ambientales exigen que las plantas de tratamiento de riles cumplan con estándares de descarga específicos. La ingeniería de procesos garantiza que la planta esté

diseñada y operada de manera que cumpla con estos estándares, evitando la contaminación del agua y protegiendo los ecosistemas acuáticos y la salud humana.

En las plantas de tratamiento de riles tienen un proceso que se divide en grandes rasgos en las siguientes etapas y que se realizara una pequeña reseña de cada operación unitaria:

- Pretratamiento
- Tratamiento Primario
- Tratamiento Biológico
- Desinfección

Pretratamiento

Consiste en canalizar los riles hacia un equipo que extrae las grasas y la arena. Luego a través de bombas de impulsión, se lleva el ril a un estanque de ecualización, en donde se homogenizan las características del ril, manteniendo los parámetros constantes de modo de evitar afectar las eficiencias de tratamiento de las siguientes unidades. Una segunda función de esta unidad es que permite el paso de un caudal estabilizado hacia las siguientes etapas, optimizando así su eficiencia.

Tratamiento Primario

El tratamiento primario es una operación unitaria llamado Físico Químico, que se compone de un sistema de flotación de aire disuelto (DAF), que apoyado de un coagulante y un floculante permite la eliminación de sólidos grandes y partículas suspendidas, así como en la reducción de contaminantes que pueden ser fácilmente separables. El objetivo principal es preparar el agua para las siguientes etapas de tratamiento (secundario y terciario) y reducir la carga contaminante. El lodo primario se deshidrata en una centrífuga y el ril tratado se va directo al reactor biológico.

Tratamiento Biológico

El tratamiento biológico de lodos activados, es una de las técnicas más comunes y efectivas utilizadas en las plantas de tratamiento de residuos industriales líquidos (riles), cuyo objetivo es eliminar la materia orgánica disuelta y algunos contaminantes inorgánicos. Este proceso

se basa en la acción de microorganismos que degradan la materia orgánica presente en el agua residual.

A continuación, se detalla las etapas de un tratamiento biológico

- **Entrada del agua residual:** el ril tratado previamente en el tratamiento primario ingresa al tanque de aireación.
- **Tanque de aireación:** Aquí, el agua residual se mezcla con una suspensión de microorganismos (lodo activado) y se airea constantemente. El suministro de oxígeno es crucial, ya que los microorganismos necesitan oxígeno (respiración endógena) para descomponer la materia orgánica.
- **Biodegradación:** Los microorganismos consumen la materia orgánica disuelta como fuente de alimento, convirtiéndola en dióxido de carbono, agua y más biomasa (microorganismos nuevos).
- **Sedimentación secundaria:** Después de la aireación, la mezcla de agua y lodo activado se traslada a un tanque de sedimentación secundaria. Aquí, los sólidos biológicos (lodo activado) decantan y el agua clarificada pasa a la siguiente etapa de desinfección.
- **Recirculación y extracción de lodos:** Una parte del lodo sedimentado (lodo activado) se recircula de nuevo al tanque de aireación para mantener una alta concentración de microorganismos. El exceso de lodo se extrae para ser tratado y eliminado en la etapa de deshidratación de lodos.

Desinfección

El agua clarificada, que ha sido separada del lodo activado, se descarga o se somete a un tratamiento adicional con hipoclorito de sodio al 10%, para abatir los Coliformes fecales y materia orgánica remanente para así cumplir con los estándares de calidad del agua, exigido por las normas chilenas.

7.3 Análisis del Control Operativo Actual

La gestión de datos en Excel presenta varias deficiencias que limitan la eficacia y la eficiencia en el análisis y la toma de decisiones. Estas limitaciones de excel tiene restricciones en cuanto a la cantidad de datos que puede manejar eficientemente. En Ecoriles tenemos grandes volúmenes de información generados por las operaciones de tratamiento de Riles, excel se vuelve lento, propenso a errores y difícil de manejar.

El uso manual de Excel para ingresar, manipular y analizar datos se ha observado que aumenta el riesgo de errores humanos. Los errores de entrada de datos, fórmulas incorrectas y copiar y pegar inadecuados pueden conducir a decisiones erróneas y pérdida de confiabilidad en la información.

7.3.1 Análisis del Consumo de Químicos

Es importante indicar que los productos químicos para las plantas de riles son esenciales para mantener la continuidad operativa y asegurar el cumplimiento normativo exigido por las leyes chilenas. Pero también son importantes los productos químicos, ya que son un costo importante para una empresa que presta servicios a diferentes industriales a nivel nacional, ya que el precio está relacionado a los costos variables que se imputan en la facturación de cada mes. En la siguiente tabla se puede observar los productos químicos que se dosifican en las diferentes áreas.

Tabla 2. Información de Productos Químicos

Producto Químico	Información
Cloruro Férrico	El cloruro férrico es un coagulante químico inorgánico, que se añade al agua residual para neutralizar las cargas eléctricas de las partículas suspendidas y los coloides. Esto reduce la repulsión entre ellas y facilita su agrupación. En el proceso de Flotación por Aire Disuelto (DAF), juega un papel crucial en la eliminación de sólidos suspendidos, aceites, grasas y otros contaminantes de los riles.

Polímero DAF	Después de la coagulación, se agrega el floculante. Este producto químico actúa sobre los microflóculos, promoviendo la formación de flóculos más grandes y estables. Un floculante es un producto químico utilizado en el proceso de Flotación por Aire Disuelto (DAF) para mejorar la aglomeración de partículas y la formación de flóculos, facilitando así su separación del ril.
Polímero Decanter (Fco Qco) Polímero Decanter (Biológico)	El polímero floculante se utiliza en el proceso de centrifugación de lodos para mejorar la eficiencia de la deshidratación de lodos generados en las plantas de riles. Los polímeros floculantes, que son sustancias químicas de alto peso molecular, ayudan a agrupar las partículas finas y los sólidos suspendidos presentes en el lodo en flóculos más grandes y densos. Este proceso facilita la separación de los sólidos del agua durante la centrifugación.
Hipoclorito de Sodio	El hipoclorito de sodio (NaOCl) se utiliza en las plantas de riles principalmente como agente desinfectante y oxidante. Sus propiedades químicas lo hacen efectivo para la eliminación de patógenos y la reducción de contaminantes orgánicos e inorgánicos en el agua residual.

De lo anterior, es importante indicar que las actividades del operador en terreno verificando diariamente el nivel del estanque a media noche, anotando el dato de nivel correctamente en la planilla operacional, que la formula en Excel sea la correcta para calcular los consumos y stock disponibles para que sean resultados fiables, deben ser correctos para que el supervisor cuando mire los datos podrá hacer un análisis interno y podrá definir por ejemplo: por qué se está gastando más químico un día más que otro, que será relacionado con las cargas de entrada, un cambio de pH, entrada de grasas indeseables, variables que producen mayor

consumo de químicos o simplemente, el operador se ha relajado y no ha realizado test de jarras, análisis de laboratorio, revisiones en terreno como para hacer cambios en la dosificación de químico.

Se puede observar en la figura 2, como ejemplo en la planilla de control operacional del Cliente Ariztia, indicada en la hoja de “Stock de Químicos” datos que se van ingresando diariamente por el operador y revisado diariamente por el supervisor. Se puede revisar la cantidad de químicos que se va consumiendo diariamente en el caso del cloruro férrico (columna G) y el stock de químicos en kilos que va quedando diariamente (columna H).

O16		x ✓ f		0																	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					
32																					
33																					
34																					
35																					
36																					
37																					

Figura 2. Planilla Operacional Planta Ariztia El Paico.

De lo anterior, tiene como objetivo conocer el consumo de químicos, en el primer caso, analizar diariamente el consumo y en el segundo caso, permite al supervisor conocer el stock de químicos para así gestionar la compra del producto y pueda asegurar la continuidad operativa del proceso.

En la Figura 3 se observa en la planilla operacional de dos productos químicos importantes en el proceso de la planta de riles. Es el caso anteriormente indicado del químico cloruro férrico, que es un coagulante que se dosifica en el tratamiento primario por flotación de aire disuelto (DAF) y que su función es ayudar a coagular eléctricamente a las partículas y materia orgánica contenida en el efluente, para luego con polímero flocularlas y con el aire disuelto flotar los sólidos. En el caso del hipoclorito de sodio, se dosifica en la cámara de contacto

con el objetivo de abatir los coliformes fecales que exige la normativa.

J32												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												

Figura 3. Planilla Operacional Planta Ariztía El Paico

Como se ha indicado anteriormente, el operador todos los días a la media noche, debe tomar la altura de nivel de químicos en el estanque e ingresarla en la planilla. Este dato es importante, ya que va en la fórmula que indica finalmente el stock de químico y a su vez este resultado nos da el valor del consumo diario. Como se observa, en el cloruro férrico, en las matrices marcadas en celeste E₃₂, F₃₂ y G₃₂, se ha observado en muchas ocasiones fallas en la digitación del dato y fallas por varios días del mismo, que finalmente han generado errores en la toma de decisiones en la gestión de compra que realiza el supervisor, poniendo en riesgo la continuidad operativa, errores en los Informes Highlight finales de mes, los cuales, se realizan los balances finales de la compañía. También en los informes de provisionamiento de químicos, que generaría un desorden administrativo al departamento de abastecimiento y

de falla para la continuidad operativa.

7.3.2 Análisis de Control de procesos

Migrar de Excel a una plataforma BI, transformaría la gestión de datos en la Compañía, proporcionando herramientas avanzadas para mejorar el rendimiento del proceso biológico, el cual, se generan Kpis los cuales, se calcula la edad de los lodos, la relación F/M (Food and Microorg) y el IVL (Índice Volumétrico de Lodos). En los tratamientos de riles, es fundamental estos Kpis para asegurar la eficiencia, sostenibilidad y cumplimiento normativo de estos sistemas. Un monitoreo y control adecuados de estos parámetros permiten optimizar el rendimiento del tratamiento, minimizar los costos operativos y proteger el medio ambiente y la salud pública.

7.3.3 Emigración a un sistema moderno de analítica de datos

Aquí hay algunas razones clave por las cuales una empresa dedicada a los tratamientos de riles, podría necesitar llevar su información desde Excel a un sistema moderno de analítica de datos, que se indica a continuación:

Escalabilidad: A medida que la empresa crece y la cantidad de datos generados aumenta, Excel puede volverse ineficiente y propenso a errores. Un sistema moderno de analítica de datos puede manejar grandes volúmenes de datos de manera más eficiente y escalable.

Integración de datos: Las compañías que se especializan en el tratamiento de riles, a menudo tienen datos dispersos en múltiples sistemas y fuentes. Un sistema de analítica de datos moderno puede integrar fácilmente estos datos de diversas fuentes, permitiendo una visión holística de las operaciones.

Análisis avanzado: Mientras que Excel ofrece capacidades básicas de análisis, las soluciones modernas de analítica de datos, pueden realizar análisis más sofisticados, como análisis predictivos, minería de datos y modelado estadístico, lo que permite obtener información más profunda y significativa de sus datos.

Visualización de datos: La visualización de datos es fundamental para comprender y comunicar información de manera efectiva. Los sistemas modernos de analítica de datos ofrecen capacidades avanzadas de visualización que van más allá de los gráficos estáticos de excel, permitiendo la creación de paneles interactivos y visualizaciones dinámicas que facilitan la comprensión de los datos.

Automatización de procesos: La automatización de procesos es esencial para mejorar la eficiencia operativa. Los sistemas modernos de analítica de datos pueden automatizar tareas repetitivas y procesos de informes, liberando tiempo y recursos para actividades más estratégicas.

La integración de inteligencia artificial para la optimización del uso de químicos en el tratamiento de RILES no solo contribuye a la eficiencia y sostenibilidad ambiental, sino que también tiene un impacto positivo significativo en el flujo de caja del proyecto, mejorando su rentabilidad y asegurando una gestión financiera sea más eficaz. Según lo indicado en el Estado del Arte en el punto [24], se puede observar que la cambiar de excel hacia un sistema BI, puede ahorrar costos operativos hasta de un 30%. En el caso de los químicos, se ha tomado un ahorro de un 10%.

7.4 Prueba Piloto realizada con BI

Realizamos una prueba de pilotaje básica para ver cómo se podría desarrollar luego a nivel real con BI utilizando Qlik Sense, enfocada en la reducción de uso de productos químicos, específicamente de coagulante y polímeros en el proceso del tratamiento. En la siguiente Figura, se puede observar la potencia del gráfico que radica en su capacidad para ofrecer un pronóstico dinámico, facilitando la visualización de una predicción sobre el cierre de mes en comparación con el límite establecido, basándose en el avance diario real.

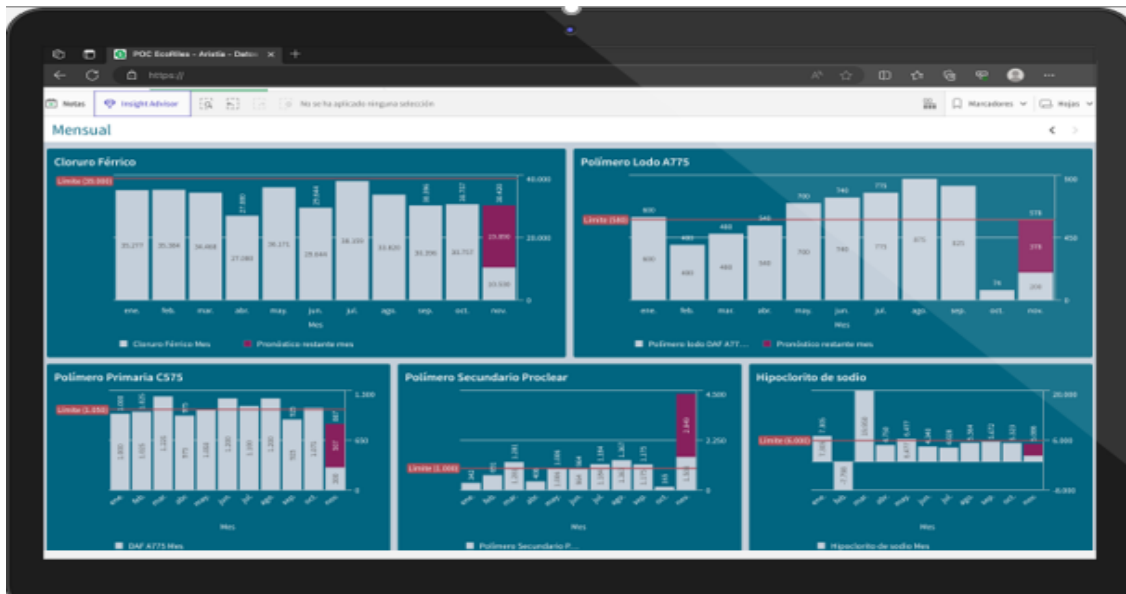


Figura 4. Dashboard consumo de químicos

Como se ha indicado, el objetivo principal de esta prueba fue garantizar un control exhaustivo y en tiempo real de los consumos de químicos, permitiendo la toma de decisiones informada y oportuna de nuestros supervisores durante 1 semana. En una primera etapa, los datos que se ingresan en las planillas excel y que son necesarios, se integran a la plataforma Qlik, tomando en cuenta consumos diarios de químicos, toneladas presupuestadas al mes de cada químico con límites de consumo diario y mensual.

Este sistema de inteligencia de negocios, permitió observar que al actualizar a diario la información se desplegaban los dashboard con información precisa y oportuna. En el caso que se observaron desviaciones en los consumos de químicos, se visualizaron en las tendencias y se activaron alertas automáticas, enviadas directamente al celular y a los correos electrónicos del supervisor. De esta manera, el equipo de operaciones pudo realizar ajustes necesarios de manera ágil y efectiva, optimizando los procesos y contribuyendo a una mayor eficiencia operativa.

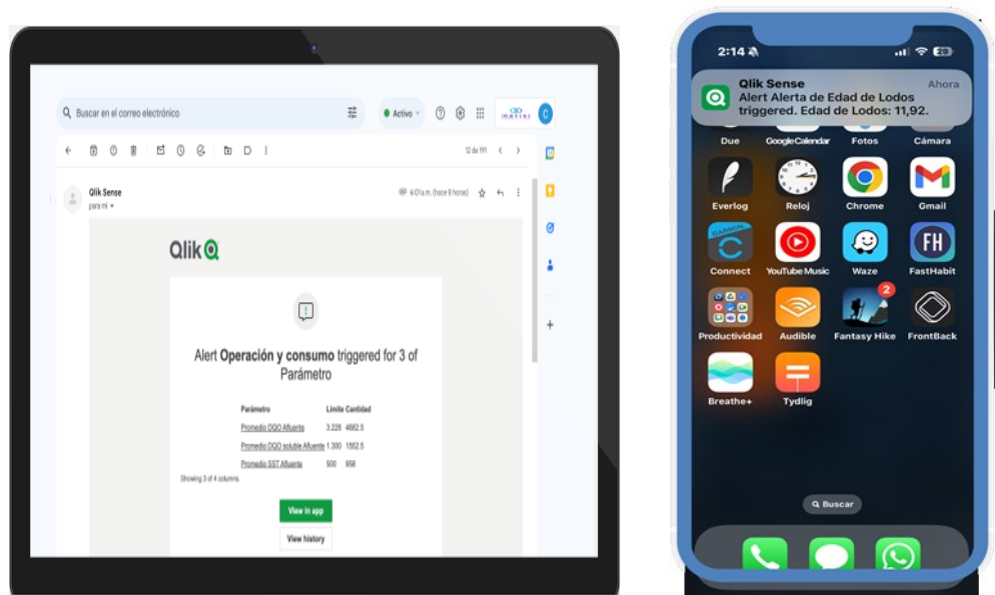


Figura 5. Aviso a correo electrónico y celular en tiempo real

La implementación de esta prueba piloto básica demostró que es posible desarrollarlo, para mejorar el control y la eficiencia en el consumo de productos químicos.

8. ANALISIS FODA

Se realiza un análisis FODA para detectar las ventajas de desventajas que se presenta al cambiar el ingreso de datos de un sistema de excel a una plataforma BI operativo profesional como es Qlik Sence.

Fortalezas

Capacidad de Procesamiento. Los sistemas profesionales de BI tienen una mayor capacidad para manejar grandes volúmenes de datos comparado con excel, lo que mejora la eficiencia y la precisión en el análisis de datos.

Automatización y Actualización en Tiempo Real. Los sistemas de BI profesionales permiten la automatización de procesos y actualizaciones en tiempo real, lo que reduce errores manuales y permite tomar decisiones más informadas y oportunas.

Seguridad y Cumplimiento. Ofrecen mejores características de seguridad y cumplimiento normativo, protegiendo datos sensibles contra accesos no autorizados y cumpliendo con las regulaciones.

Visualización Avanzada de Datos. Proporcionan herramientas avanzadas de visualización de datos que permiten crear dashboards interactivos y más atractivos, facilitando la interpretación de la información.

Integración con Múltiples Fuentes de Datos. Permiten la integración de datos provenientes de múltiples fuentes, centralizando la información y ofreciendo una visión más completa del negocio.

Oportunidades

Innovación y Mejora Continua. La transición a sistemas de BI profesionales puede fomentar una cultura de innovación y poder desarrollar una mejora continua dentro de la organización.

Competitividad en el Mercado. Adoptar tecnologías avanzadas de BI puede mejorar la competitividad de la empresa, permitiéndole responder rápidamente a las tendencias del mercado y a las necesidades de los clientes.

Expansión y Crecimiento. Mejores capacidades de análisis de datos pueden identificar nuevas oportunidades de mercado y áreas de expansión, apoyando el crecimiento estratégico de la empresa.

Optimización de Recursos. La automatización y eficiencia en el análisis de datos permiten optimizar el uso de recursos, reduciendo costos operativos y mejorando la rentabilidad.

Capacitación y Desarrollo Profesional. La implementación de un sistema de BI profesional brinda la oportunidad de capacitar a los empleados en nuevas tecnologías, mejorando sus

habilidades y competencias.

Debilidades

Costos Iniciales Altos. La implementación de un sistema de BI profesional puede implicar altos costos iniciales en términos de adquisición de software, infraestructura y capacitación.

Curva de Aprendizaje. Los empleados pueden enfrentar una curva de aprendizaje considerable al adaptarse al nuevo sistema, lo que puede afectar temporalmente la productividad.

Dependencia de Proveedores. La organización puede volverse dependiente del proveedor del sistema de BI, lo que podría ser un problema si el proveedor no ofrece un soporte adecuado o actualizaciones regulares.

Migración de Datos Compleja. La migración de datos desde Excel a un sistema de BI profesional puede ser compleja y llevar tiempo, con posibles riesgos de pérdida o corrupción de datos durante el proceso.

Amenazas

Resistencia al Cambio. Puede haber resistencia al cambio por parte de los empleados, quienes pueden estar cómodos utilizando excel y no desear aprender un nuevo sistema.

Riesgos de Seguridad. Durante la transición, pueden surgir riesgos de seguridad que comprometan la integridad y confidencialidad de los datos.

Fallos Técnicos. Los fallos técnicos o interrupciones en el nuevo sistema de BI pueden afectar negativamente las operaciones del negocio.

Competencias. Si la transición no se maneja adecuadamente, la empresa puede perder competitividad frente a otras organizaciones, que ya usan sistemas de BI avanzados de manera efectiva.

Cambio Rápido en Tecnología. La rápida evolución de la tecnología puede hacer que el sistema de BI elegido quede obsoleto en poco tiempo, requiriendo nuevas inversiones para mantenerse al día.

8.1 Matriz FODA

Tabla 3. Transición desde Excel a un Sistema de Datos Profesional BI

Interno	Fortalezas	Debilidades
	Capacidad de procesamiento superior	Migración de datos compleja
	Automatización y actualización en tiempo real	Curva de aprendizaje considerable
	Mejores características de seguridad y cumplimiento	Dependencia de proveedores
	Visualización avanzada de datos	
	Integración con múltiples fuentes de datos	
Externo	Oportunidades	Amenazas
	Fomento de innovación y mejora continua	Resistencia al cambio
	Mejora de la competitividad en el mercado	Riesgos de seguridad durante la transición
	Identificación de nuevas oportunidades de mercado y áreas de expansión	Fallos técnicos o interrupciones en el nuevo sistema
	Optimización de recursos y reducción de costos operativos	Pérdida de competitividad frente a organizaciones que ya usan sistemas de BI avanzados
	Capacitación y desarrollo profesional de los empleados	Evolución rápida de la tecnología que puede hacer obsoleto el sistema elegido

8.2 Estrategias resultantes del análisis FODA

FO (Fortalezas-Oportunidades)

Estrategia FO1: Aprovechar la capacidad de procesamiento y la automatización del nuevo sistema para impulsar proyectos de innovación y mejora continua.

Estrategia FO2: Utilizar las características avanzadas de seguridad y cumplimiento para atraer clientes que valoren la protección de datos, mejorando así la competitividad en el mercado.

Estrategia FO3: Integrar datos de múltiples fuentes para identificar nuevas oportunidades de mercado y áreas de expansión.

DO (Debilidades-Oportunidades)

Estrategia DO1: Desarrollar un plan de implementación que incluya capacitación intensiva para superar la curva de aprendizaje y asegurar una transición suave.

Estrategia DO2: Buscar financiamiento o subvenciones para mitigar los altos costos iniciales y facilitar la transición.

Estrategia DO3: Negociar contratos con proveedores que incluyan soporte continuo y actualizaciones regulares para reducir la dependencia y asegurar la eficiencia del sistema.

FA (Fortalezas-Amenazas)

Estrategia FA1: Utilizar la automatización y la capacidad de procesamiento para mitigar el impacto de fallos técnicos, implementando sistemas de respaldo y recuperación.

Estrategia FA2: Emplear las herramientas de visualización avanzada de datos para comunicar claramente los beneficios del nuevo sistema y reducir la resistencia al cambio entre los empleados.

Estrategia FA3: Implementar estrictas medidas de seguridad durante la transición para proteger los datos y minimizar los riesgos de seguridad.

DA (Debilidades-Amenazas)

Estrategia DA1: Planificar cuidadosamente la migración de datos, realizando pruebas exigentes para evitar pérdida o corrupción de datos.

Estrategia DA2: Desarrollar una estrategia de comunicación efectiva para gestionar la resistencia al cambio, involucrando a los empleados desde el inicio del proceso.

Estrategia DA3: Monitorear constantemente el entorno tecnológico para adaptarse rápidamente a los cambios y evitar la obsolescencia del sistema.

9. PLAN ECONOMICO – FINANCIERO

Para este plan económico financiero si bien, comenzaremos a realizar el cambio con la estrategia de BI con nuestro primer cliente Ariztía El Paico, durante el primer año se seguirá realizando la misma idea con otros clientes como Ariztía Ochagavía, Soprole, Pepsico y CCU. En una primera etapa, se implementará un sistema realizando una minería de datos desde el tradicional Excel hacia un sistema que genere información, entregando dashboard con gráficas, que genere valor tanto para los mandos medios como para la Gerencia. Luego se realizará una segunda etapa de puesta en marcha y en la tercera etapa, ya se estarán recibiendo los ahorros al desarrollo de un sistema BI.

En la tabla siguiente se puede observar en el primer año la implementación de las tres etapas donde se gestionarán los ahorros por la implementación de BI realizada.

Tabla 4. Desarrollo BI Primer año

Plantas	Desarrollo BI Primer año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ariztia El Paico												
Ariztia Ochagavía												
Soprole												
CMPC Cordillera												
CCU												
	Desarrollo BI				Puesta en Marcha			Ahorro				

Fuente: Elaboración Propia

Para esto es necesario tener recursos financieros, en primer lugar, las inversiones, como también para cubrir los costos operacionales necesarios para alcanzar el objetivo y proyectarlos en un horizonte de 5 años.

Para este plan se revisarán los componentes financieros relevantes en la implementación de este proyecto y para dilucidar la viabilidad a través de la proyección de sus flujos de caja, cuyos resultados estarán en función del valor actual neto, tasa interna de retorno y el período

de retorno de la inversión.

De igual forma, se realizará un análisis del costo beneficio, para finalizar con un análisis de sensibilidad, a fin de conocer cómo se reacciona el proyecto a variaciones en los flujos de caja y el VAN.

9.1 Proyección de la inversión inicial

Para realizar la proyección se considerarán las inversiones de los activos necesarios para asegurar la finalización del proyecto, considerando de igual manera, las inversiones para la contratación del equipo humano para los proyectos de cambio que se necesitan realizar en materia de Business Intelligence y para proyectarlo en el primer año para los clientes más importantes para la compañía. En cuanto al IPC se proyecta para el año 2025 en un 3,6% según el Banco Central de Chile.

9.1.1 Activos Fijos

Se considera la adquisición de 1 Notebooks para el área de este proyecto, cuyos requisitos mínimos que se estiman, corresponde a una CPU Intel i7, 12 GB de memoria RAM y disco duro de 1 terabyte, requeridos para soportar en forma eficiente el sistema operativo y las herramientas de desarrollo de soluciones para los clientes, se consideran también una impresora multifuncional en red. Se provisionará una estación de trabajo, para el efecto se comprará un escritorio, mueble colgante, archiveros y una silla ergonómica. Para la red de datos no se comprará un equipo de conmutación, ya que existe en la oficina central con conexiones wifi comunes. Se utilizará plataforma Qlik Sence u otro en la que se tendrá virtualizadas las funcionalidades web, base de datos y mail. En cuanto a infraestructura de energía, ya está implementada en la oficina central, pero se deberá contar con una UPS, para evitar daños al hardware o pérdida de información por cortes inesperados de energía. Se contará con pantallas LED para las oficinas de Gerencia como de Subgerencia para la revisión de los dashboard.

Tabla 5. Activos fijos.

ACTIVOS FIJOS	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Notebooks	2	1000000	\$ 2.000.000
Impresora	1	500000	\$ 500.000
UPS	2	500000	\$ 1.000.000
Estación de Trabajo	2	750000	\$ 1.500.000
Pantallas Led	4	800000	\$ 3.200.000
Telefono Celular	2	500000	\$ 1.000.000
Sala de Control	1	10000000	\$ 10.000.000
TOTAL FINAL			\$ 19.200.000

Fuente: Elaboración propia

9.1.2 Activos Intangibles

Los activos intangibles son activos de origen intelectual, para el funcionamiento del proyecto se considera como activo intangible la adquisición de licencias de software, en este sentido se contempla la adquisición de la licencia de softwares pagados a Qlik Sence, en una primera instancia dependiendo de los requerimientos de los clientes. Aquí estarán virtualizadas las funcionalidades web, base de datos y mail.

Tabla 6. Activo Intangibles

ACTIVOS INTANGIBLES	Costo Unitario	Costo Anual
Licencia MS Office 2016 Profesional	\$ 60.000	\$ 120.000
Licencia Qlik Sence Profesional	\$ 900.000	\$ 1.800.000
Licencia Qlik Sence Analyser	\$ 500.000	\$ 5.000.000
TOTAL FINAL		\$ 6.920.000

Fuente: Elaboración propia

9.1.3 Personal

Respecto de la contratación de personal, se espera contar con una planta fija de dos Ingenieros profesionales de TI (arquitecto BI), para responder de buena forma a los requerimientos de los clientes internos. Se consideró un aumento del salario, en relación al IPC, que se calculó en un promedio del 3,6% anual.

Tabla 7. Proyección de personal a 5 años

PERSONAL	Salario Mensual	Personal a contratar	Salario Año 1	Salario Año 2	Salario Año 3	Salario Año 4	Salario Año 5
Profesional TI (Arquitecto BI)	\$ 1.600.000	2	\$ 38.400.000	\$ 39.782.400	\$ 41.214.566	\$ 42.698.291	\$ 44.235.429

Fuente: Elaboración propia

9.1.4 Proyección de Ingresos como ahorro de costos operativos

En la gestión de proyectos de tratamiento de riles, el control y optimización de costos operativos son fundamentales para garantizar la sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo. Una de las áreas clave donde se puede lograr una significativa reducción de costos es en el uso de químicos necesarios para los procesos de tratamiento. La implementación de soluciones de BI ha demostrado ser una estrategia eficaz para optimizar el uso de estos productos químicos, reduciendo el consumo sin comprometer la eficiencia y calidad del tratamiento. El BI permite un análisis más preciso y en tiempo real de las variables operativas, lo que facilita la dosificación exacta de químicos necesarios en cada etapa del tratamiento. Esto no solo mejora la eficiencia del proceso, sino que también minimiza el desperdicio y el impacto ambiental, alineándose con los objetivos de sostenibilidad. En el flujo de caja de un proyecto, los ahorros generados por la optimización en el uso de químicos se reflejan como una mejora directa en la rentabilidad operativa. Estos ahorros pueden ser registrados como ingresos adicionales derivados de la reducción de costos o como una disminución en los

gastos operativos, dependiendo de la metodología contable utilizada. Se ha tomado en cuenta lo indicado en un párrafo desarrollado en el punto 5 Estado del Arte, en el que se indica “se ha demostrado que la aplicación de esta tecnología puede ahorrar de un 20 a un 30% en gastos operativos y, así mismo, disminuir los costos de materia prima, optimizando el uso de sustancias químicas en este proceso”. Por lo anterior, es que se ha determinado que el ahorro de costos de químicos será de un 10% si se utiliza el manejo operativo con un sistema de BI.

Tabla 8. Ingreso por ahorro de químicos con BI

Proyecto	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Costo actual de los químicos		657.733.440	681.411.844	705.942.670	731.356.606	757.685.444
Costo con ahorro del 5%		624.251.992	613.270.659	635.348.403	658.220.946	681.916.900
Ingresos por Ahorro con BI		33.481.448	68.141.184	70.594.267	73.135.661	75.768.544

Fuente: Elaboración propia.

9.2 Flujo de caja

Para el flujo de caja se estimó un IPC del orden del 3.6%, correspondiente a las proyecciones del año 2025 indicado en la página web del Banco Central de Chile.

Tabla 9. Flujo de caja proyectado a 5 años

Proyecto	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Costo actual de los químicos		657.733.440	681.411.844	705.942.670	731.356.606	757.685.444
Costo con ahorro del 5%		624.251.992	613.270.659	635.348.403	658.220.946	681.916.900
Ingresos por Ahorro con BI		33.481.448	68.141.184	70.594.267	73.135.661	75.768.544
Costos fijos (Ingenieros TI)		38.400.000	39.782.400	41.214.566	42.698.291	44.235.429
Costos anuales (Licencias)		6.920.000	7.169.120	7.427.208	7.694.588	7.971.593
Depreciación		-2.840.000	-2.130.000	-1.420.000	-710.000	0
Total Egresos		42.480.000	44.821.520	47.221.775	49.682.879	52.207.022
Utilidad antes de impuesto		-8.998.552	23.319.664	23.372.492	23.452.782	23.561.522
Impuesto		-2.429.609	6.296.309	6.310.573	6.332.251	6.361.611
Utilidad despues de impuesto		-6.568.943	17.023.355	17.061.919	17.120.531	17.199.911
Depreciación Legal		2.840.000	2.130.000	1.420.000	710.000	0
Inversion activos Fijos	-19.200.000					
Flujo de caja (Inversión)	-19.200.000	-3.728.943	19.153.355	18.481.919	17.830.531	17.199.911
Flujos Netos	-19.200.000	-3.389.948	15.829.219	13.885.740	12.178.493	10.679.792

Fuente: Elaboración propia

9.3 Tasa de descuento.

La determinación de la tasa de descuento fue realizada en función del modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros o Capital Asset Pricing Model (CAPM), utilizando la fórmula del valor presente para descontar cada flujo de caja futuro al presente usando la tasa de descuento del 10%.

9.4 Análisis de la inversión VAN y TIR

9.4.1 Análisis VAN

Se define el VAN como el valor actual neto de todos los flujos netos de caja (F_t) generados por el proyecto descontados a la tasa de interés pertinente (r), para el inversionista, la tasa de descuento. El cálculo del VAN, se realiza por medio de la siguiente fórmula:

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

Figura 6. Formula VAN

Donde:

$F_t = B_t - C_t$

F_t = Flujo neto al final del periodo t

B_t = Beneficios o ingresos al final del periodo t

C_t = Costos o gastos al final del periodo t

I_0 = Inversión inicial

r = tasa de descuento

n = número de periodos

En consecuencia, el VAN del proyecto es de aproximadamente \$ 16 millones y aplicando la siguiente regla de decisión:

(VAN > 0) Se puede recomendar la ejecución del proyecto.

(VAN = 0) Se recomienda estar indiferente ante su ejecución.

(VAN < 0) No se recomienda la ejecución del proyecto.

Por lo que, se recomienda ejecutar el proyecto.

9.4.2 Análisis TIR

La Tasa interna de retorno, es aquella tasa de descuento (r), que hace que el Van de los flujos de caja (Ft) de un proyecto, sea igual a cero, de acuerdo a la ecuación:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Figura 7. Formula TIR

Esta tasa tiene la siguiente regla de decisión:

(TIR > r) Se puede recomendar aceptar el proyecto.

(TIR < r) Se recomienda rechazar el proyecto.

(TIR = r) Se recomienda estar indiferente ante el proyecto.

La empresa cuenta con una TIR al 5° año de 45%, esto se debe a la estrategia de ahorro de químicos, la cual está pensada para un 10%. Por lo cual aplicando la regla de decisión se acepta el proyecto.

9.5 Análisis de sensibilidad del proyecto

Con la finalidad de determinar, como varía a lo largo de los 5 años que dura el proyecto, se ha realizado un análisis de sensibilidad en una primera etapa en el precio del producto y en una segunda etapa en el porcentaje de ahorro del químico en el caso de desarrollar un sistema BI, buscando un el punto crítico de % de ahorro, dando los siguientes resultados de VAN y TIR.

9.5.1 Análisis de sensibilidad precio de productos químicos

En una primera etapa se realiza un análisis de sensibilidad con respecto al precio de los productos químicos, aunque en general no varían los precios más de un 5%, en el total, se observa en la tabla 10 que el precio de los productos químicos al disminuir, llegando a un límite sobre el -12%, el VAN termina siendo negativo y el TIR sigue siendo positivo. Esto puede reflejar que el proyecto genera rendimientos positivos, pero no son suficientes para cubrir la tasa de descuento aplicada, por lo que resulta en un valor presente neto negativo.

Tabla 10. Análisis de sensibilidad Precio producto Químico

Analisis de Sensibilidad	Escenario Base	Disminución Precio Qco -13%	Aumento Precio Qco +5%
VAN	16.182.174	-652.228	22.656.945
TIR	45,27%	19,91%	54,03%

Fuente: Elaboración propia

Este análisis de sensibilidad muestra que el proyecto presenta riesgos en el caso de bajar los precios de los químicos mayor a un 12%, pero este riesgo disminuiría en forma importante si se decide contratar solo un profesional de TI (arquitecto BI) y no dos, por lo que el precio de los productos químicos podría bajar incluso a un 30% y seguiría el Van y el TIR siendo positivos (ver Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de sensibilidad Precio Químico-contratación de un solo profesional TI

Analisis de Sensibilidad	Escenario Base	Disminución Precio Qco -30%	Aumento Precio Qco +5%
VAN	16.182.174	20.821.748	66.145.140
TIR	45,27%	55,73%	115,42%

Fuente: Elaboración propia

Indicado lo anterior, el proyecto sigue siendo viable.

9.5.2 Análisis de sensibilidad ahorro de químicos

Cuantificados los distintos estados de variación de los principales componentes que afectan los estados de resultados como ganancia por ahorro de químicos, la empresa mantiene sus resultados positivos, logrando un buen desempeño financiero, con un ahorro de un 10%. En el escenario 2 de la tabla 12, muestra que con un 8,5% de ahorro de químicos, el VAN es negativo y el proyecto ya no es rentable, lo cual puede afectar en parte los resultados de la empresa, lo cual debe considerarse un punto sensible en proyecto.

Tabla 12. Análisis de sensibilidad ahorro químicos

Ahorro Químico (%)	VAN	TIR
8,5%	-212.204	<0
9,0%	5.252.589	29,81%
9,5%	10.717.382	37,93%
10%	16.182.174	45,27%
10,5%	21.646.967	52,03%
11%	27.111.760	58,32%
11,5%	32.576.553	64,23%
15%	70.830.102	98,77%
20%	125.478.029	136,91%

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior, al igual que en el análisis de sensibilidad con respecto al precio, en el ahorro de químicos el contratar solo un profesional TI y no dos, el riesgo baja de forma importante llegando a un porcentaje de solo un 4% de ahorro en los químicos el VAN y TIR son negativos y que todo ahorro de químicos sea mayor al 10% el VAN y TIR siempre será rentable y el proyecto viable.

Tabla 13. Análisis de sensibilidad ahorro químico y contratación de un profesional TI

Ahorro Químico (%)	VAN	TIR
4,0%	-5.907.143	-2,79%
6,0%	15.952.028	54,94%
8%	37.811.199	84,70%
10,0%	59.670.370	107,50%
12%	81.529.541	126,69%
14,0%	103.388.711	143,59%

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSION

El diagnóstico de la situación actual en las operaciones de la empresa EcoRiles, reveló múltiples áreas en donde se observaron oportunidades, donde la gestión de datos puede optimizarse. Dicho lo anterior, la falta de integración entre los sistemas actuales como trabajar con excel con dependencias de procesos manuales, genera que la empresa no pueda tomar decisiones acertadas desde el operador hasta la gerencia en tiempo real, por lo que se justifica plenamente la implementación de una solución de BI, lo que permitirá una mejor toma de decisiones basados en datos precisos y oportunos.

La implementación de un sistema con una solución integral de Business Intelligence en la empresa EcoRiles es viable, ya que los beneficios económicos proyectados en relación al ahorro de los químicos, superan significativamente la inversión inicial requerida. Esto indica que el proyecto no solo es financieramente justificable, sino que también a largo plazo la empresa, puede mejorar su competitividad en el mercado, ya que podrían sumarse más Clientes aumentando el ingreso.

La solución propuesta no solo tiene el potencial de generar ahorros significativos, sino que también posicionaría a EcoRiles como un referente en la industria en cuanto a la adopción de tecnologías avanzadas para la gestión operativa. Esto podría abrir nuevas oportunidades de negocio y mejorar su reputación en el sector.

La matriz FODA proporciona una visión clara y estructurada de los factores internos y externos que afectan la transición de Business Intelligence desde Excel a un sistema de datos profesional. Las estrategias resultantes permiten a la organización maximizar sus fortalezas y oportunidades mientras mitiga las debilidades y amenazas, asegurando una implementación exitosa y sostenible del nuevo sistema.

La implementación de la prueba piloto básica no solo se realizó para cumplir con el objetivo de este trabajo, sino que, al demostrar la posibilidad de mejorar el control y la eficiencia en el uso de productos químicos, sino también sentar las bases para una transformación digital integrando otras áreas que son críticas para los costos de la compañía.

La implementación de esta prueba piloto no solo busca mejorar el control y la eficiencia en el uso de productos químicos, sino también sentar las bases para una transformación digital

integral que potencie la capacidad de la empresa para adaptarse a las demandas del mercado, garantizando así su sostenibilidad y competitividad a largo plazo.

REFERENCIAS

- [1] CANO, J.L. (2007) Business Intelligence: Competir con Información Capítulo 1. Introducción a la Business Intelligence. 21-36p
- [2] Sepulveda, A. (2018). Inteligencia de negocios como generador de conocimiento para la competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas. Ciencia & Futuro, 152.
- [3] Muñoz, H., Osorio, R. C., & Zúñiga, L. M. (2016). Inteligencia de los negocios: Clave del éxito en la era de la información. Revista Clío América, 10.
- [4] Garavito, M., Gómez, L., López, O., & Valencia, J. (2015). Diseño De Herramienta De Inteligencia De Negocios Para El Manejo De La Información De Ventas De Una Empresa Comercializadora De Productos Agropecuarios., 1–94.
- [5] GARTNER GROUP. Business Intelligence (BI). [en línea] <https://www.gartner.com/it-glossary/business-intelligence-bi/> [consulta: 2 febrero 2024]
- [6] IBERMATICA. Business Intelligence. 2007 [en línea] <http://www.ibermatica.com/ibermatica/publicaciones/BusinessIntelligence.pdf/download> [consulta: 15 diciembre 2023]
- [7] PALAZÓN, F.J. "Business Intelligence: Decisiones para el éxito". Microsoft España. 2006.[enlínea] http://www.microsoft.com/spain/enterprise/perspectivas/numero_18/estrategia.msp [consulta: 30 diciembre 2023]
- [8] VITT E, Luckevich M,Misner S. "Business Intelligence. Técnicas de análisis para la toma de decisiones estratégicas". McGraw-Hill. 2002
- [9] Aarenstrup, J., & Lagerström, A. (2018). Evaluating Business Intelligence Investments: is comparative evaluation enough?.
- [10] [ESTERA, Agatha. Los 10 principales beneficios del Business Intelligence para la empresa [en línea] <https://saimasolutions.com/beneficios-del-businessintelligence-para-la-empresa/> [consulta: 3 diciembre 2023]
- [11] B. Hočcevar and J. Jaklić. "Assessing benefits of business intelligence systems- a case study," Manag. J. Contemp. Manag. Issues, vol. 13, no.2, pp. 87–119, 2008.
- [12] VITT E, Luckevich M,Misner S. "Business Intelligence. Técnicas de análisis para la

toma de decisiones estratégicas". McGraw Hill. 2002

[13] SINNEXUS. Arquitectura de una solución de Business Intelligence [en línea] http://www.sinnexus.com/business_intelligence/arquitectura.aspx [consulta: 28 enero 2024]

[14] LATINOBÍ. 2013. Conceptos de Tecnología e Informática del Business Intelligence. Arquitectura de una Solución de Business Intelligence.

[15] ORACLE. s.f. Inteligencia de Negocios ¿En qué consiste una solución de arquitectura de Inteligencia de Negocios? [en línea] http://www.oracle.com/ocom/groups/public/@otn/documents/webcontent/317529_esa.pdf [consulta: 22 enero 2024]

[16] REINOSO ROJAS, Ignacio. Explotación de un Data Warehouse: Fundamentos y caso práctico para la gestión de proyectos. Tesis (Ingeniería en Telecomunicación). Sevilla. Escuela Técnica Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla. Departamento de Ingeniería Telemática. 2014

[17] CAMPOS Rivera, Virginia del Carmen. Propuesta de arquitectura de inteligencia de negocios para establecimiento auto gestionado en red. Tesis (Ing. Informática). Valparaíso. PUCV, Departamento de Informática, 2013. 28h

[18] SINEXXUS. “Plan Estratégico”, Empresa de nuevas tecnologías, Business Intelligence. [en línea] http://www.sinnexus.com/business_intelligence/plan_estrategico.aspx [consulta: 22 enero 2024]

[19] POWERDATA. Especialistas en Gestión de Datos. 2013. Procesos ETL: Definición, Características, Beneficios y Retos. [en línea] <http://blog.powerdata.es/el-valor-de-la-gestiondedatos/bid/312584/Procesos-ETL-Definici-n-Character-sticas-Beneficios-y-Retos> [consulta: 18 diciembre 2023]

[20] REINOSO Rojas, Ignacio. Op. cit., p. 35 http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/12232/fichero/IgnacioReinosoRojas_PFC_1314_FIN_AL.pdf [consulta: 19 Diciembre 2023]

[21] BERNABEU, Ricardo Dario. Argentina, 2010. Versión 1.2. DataWarehouse: Investigación y Sistematización de Conceptos. Hefesto: Metodología para la Construcción de una Data Warehouse.

[22] UNIVERSIDAD DON BOSCO. Facultad de Ingeniería. Guía 6. ETL. Bases de datos II. [en línea]. Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología. Disponible en

<http://docplayer.es/885648Base-de-datos-ii-facultad-deingenieria-escuela-de-computacion.html> [consulta: 19 diciembre 2023]

[23] SINNEXUS. “Datawarehouse”, Empresa de nuevas tecnologías. [en línea] http://www.sinnexus.com/business_intelligence/datawarehouse.aspx [consulta: 28 febrero 2024]

[24] Inteligencia artificial para control y operación de procesos en tratamiento de aguas <https://www.gihub.org/infrastructure-technology-use-cases/case-studies/ai-for-process-optimisation-for-water-treatment/>
<https://utec.edu.pe/blog-de-carreras/ingenieria-quimica/inteligencia-artificial-para-control-y-operacion-de-procesos-en-tratamiento-de-aguas#:~:text=Se%20ha%20demostrado%20que%20la,en%20este%20proceso%20%5B3%5D.>