

"Este trabajo ha sido aprobado por la COMISIÓN TÉCNICA al solo efecto de ser publicado en los congresos del IAPUCo".

**XLVII CONGRESO ARGENTINO DE PROFESORES
UNIVERSITARIOS DE COSTOS**

**UTILIZACIÓN DE LA IA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN
EMPRESAS DEL SECTOR VITIVINÍCOLA.**

**Categoría propuesta:
Comunicación de experiencias Profesionales**

Autores

**Gonzalo H. Hasda (categoría socio Activo) UBA
Juan Pott Godoy (categoría socio Activo) UNCuyo
Diego Erben (categoría socio Activo) UNLP
Patricio Pott Godoy (colaborador invitado)**

Tandil; octubre de 2024

INDICE

1.Resumen.....	3
2.Introducción	4
3.Rol de la disciplina de costos en la digitalización.....	5
4.Costeo de las actividades manuales.....	7
5.Análisis de la alternativa de tercerización con drones	8
6.Proyección del costo de implementación de IA.....	12
7.Análisis del costo beneficio de aplicar IA.....	14
8.Conclusión	15
9.Bibliografía.....	16

1.RESUMEN

UTILIZACIÓN DE LA IA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN EMPRESAS DEL SECTOR VITIVINÍCOLA.

Categoría propuesta: Comunicación de experiencias profesionales

Nuestro objetivo es aplicar una metodología presentada en el XLV congreso del IAPUCO, "Rol del especialista de costos y gestión en la transformación digital", para verificar su valor a la hora de mejorar la eficiencia y los costos de las acciones aplicando soluciones tecnológicas.

En esta ponencia, exploramos cómo las tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial (IA) y el análisis de datos, pueden optimizar procesos en la gestión de viñedos.

Describimos un enfoque innovador que utiliza algoritmos para el análisis de imágenes capturadas por drones para monitorear y controlar automáticamente la falta de agua, la presencia de plagas y el crecimiento de las plantas. Estas soluciones tecnológicas permiten una gestión más eficiente y precisa mediante la recopilación y análisis de datos en tiempo real, eliminando la necesidad de intervenciones manuales constantes. Los drones equipados con cámaras proporcionan imágenes detalladas que, junto con la IA, permiten una supervisión exhaustiva y rápida de los viñedos.

Aunque no observamos una disminución significativa en los costos operativos, se mejora la calidad del producto final y se reduce el impacto de agroquímicos en el suelo y las uvas. Concluimos que la adopción de IA y análisis de datos es crucial para la modernización y sostenibilidad del sector vitivinícola, aunque confirmamos con nuestro análisis de alternativas, que a la fecha no es económicamente viable para un productor de 20 hectáreas.

2. INTRODUCCIÓN

Los autores trabajamos en conjunto desde noviembre de 2023 hasta abril de 2024 en dos bodegas, enfocándonos en el cálculo de sus costos productivos y en la propuesta de mejoras de procesos, principalmente a través de la digitalización de sus acciones para aumentar la eficiencia y reducir costos. Entre otras mejoras, propusimos a los dueños explorar el uso de la IA para reemplazar tareas manuales, como la inspección ocular de las hileras de viñedos para detectar la falta de agua, la presencia de plagas, la evaluación del crecimiento de las plantas y el conteo de racimos para proyectar la producción y la necesidad de comprar más uvas.

Queremos compartir esta experiencia que ratifica la utilidad de una metodología para que los especialistas en costos colaboren en la digitalización, utilizando la Teoría General del Costo (TGC).

En trabajos anteriores, hemos desarrollado cómo las organizaciones enfrentan retos cruciales derivados de la globalización, el 5G, la Revolución de la Industria 4.0, el desarrollo de la IA, el Internet de las Cosas (IoT), la sostenibilidad y la eficiencia energética, en el marco del enorme impulso de las Tecnologías de la Información que hemos presenciado en los últimos años, acentuado por la pandemia.

Esta realidad obliga a definir la arquitectura digital (mapa tecnológico o arquitectura IT) y estrategias para impulsar políticas que promuevan la modernización y la sostenibilidad, incrementando la competitividad y mejorando la gestión tanto en grandes empresas como en PYMES. Además, pone de manifiesto la necesidad de fomentar el crecimiento empresarial para competir en mercados globales e impulsar procesos de modernización tecnológica desde los diferentes agentes sociales y económicos.

En este complejo marco, los directivos enfrentan desafíos importantes como reordenar sus empresas, redefinir procesos, incorporar tecnologías, alinear equipos, reconfigurar la cadena de valor, enfocarse en las finanzas y, sobre todo, evaluar su propuesta de valor para distintos segmentos de clientes.

Nos focalizamos en la IA, que, aunque está muy difundida, observamos que con los costos actuales no siempre es rentable en todos los procesos. En esta ponencia, exploramos cómo la implementación de esta tecnología avanzada y el análisis de datos pueden optimizar procesos y potencialmente reducir costos en la gestión específicamente en viñedos, evaluando su no conveniencia actual.

Presentamos un enfoque innovador que utiliza algoritmos de aprendizaje automático y análisis de imágenes capturadas por drones para monitorear y controlar automáticamente la falta de agua, la presencia de plagas, su fumigación de precisión y la evaluación del crecimiento de las plantas. Mediante la recopilación y análisis de datos en tiempo real, estas soluciones tecnológicas permiten una gestión más eficiente y precisa, eliminando la necesidad de intervenciones manuales constantes. Los drones equipados con cámaras avanzadas proporcionan imágenes detalladas que, junto con la IA, permiten una supervisión exhaustiva y rápida de los viñedos. Los robots, por su parte, podrían realizar tareas repetitivas y de mantenimiento con alta precisión.

Por lo expuesto, el objetivo del presente trabajo es poner en práctica en una bodega un enfoque metodológico que parte de la TGC y define tecnologías para mejorar la eficiencia de las acciones, donde demostramos la oportunidad que tenemos como profesionales de costos y gestión de incorporar estas nuevas herramientas a nuestra disciplina. A partir de un adecuado análisis de costos por actividades, lograríamos medir los tiempos de repago

de las inversiones en innovación tecnológica. Y luego de un mapeo de todos los procesos y oportunidades, obtendremos el diagnóstico de la estructura tecnológica de la organización, creando así un plan de acción concreto para definir e implementar la arquitectura digital empresarial óptima acorde al nuevo contexto, eficientizando los procesos y mejorando la información de gestión. En resumen, liderando la transformación digital de la organización.

3. ROL DE LA DISCIPLINA DE COSTOS EN LA DIGITALIZACIÓN

Las organizaciones enfrentan una diversidad y volumen de acciones para lograr sus objetivos. Las tecnologías avanzan buscando soluciones específicas para estas acciones, tanto para captar datos como para lograr mayor eficiencia. Entonces, nos preguntamos: ¿por qué no utilizar las metodologías que mapean la organización para la información de costos y, a partir del análisis por actividades, definir la arquitectura digital óptima para la empresa? Esta pregunta nos llevó a trabajar la hipótesis y descubrir que los principios de la Teoría General del Costo (TGC) y concretamente la aplicación del Costeo Basado en Actividades (ABC) cumplen perfectamente este objetivo, facilitando la planificación de la arquitectura digital necesaria para el desarrollo organizacional.

En la ponencia anterior, destacamos los beneficios y la necesidad de implementar un software de ABC debido a la gran abundancia de datos y la necesidad de integrar el sistema de costos con todos los aplicativos, sistemas transaccionales e incluso máquinas que actualmente generan cada vez más datos útiles para la gestión. Describimos que la causalidad está en el corazón de ABC y que esos datos nos permiten mejores direccionadores, tanto para su asignación en modelos históricos como para la proyección de escenarios futuros. En este sentido, los sistemas de gestión deben aportar información para facilitar la mejora de procesos. Durante más de dos décadas, metodologías como Kaizen en Oriente y Lean Six Sigma en Occidente han sido imprescindibles para gestionar en el contexto actual. Estas metodologías generalmente culminan en una etapa de “medir”, crucial para evaluar el valor de la innovación, permitiendo retroalimentarse y operar como un sistema de circuito cerrado que ajusta su estrategia y cultura de innovación, generando más resultados al monitorear continuamente sus objetivos y puntos de referencia competitivos. Es en esta etapa donde nuestra disciplina puede agregar mucho valor.

Concretamente, en este capítulo nos enfocaremos en la utilidad del diagnóstico actual y la planificación futura de la arquitectura digital de la empresa, que debe basarse en las necesidades del negocio y sus procesos centrales llevados a actividades. La TGC facilita el entendimiento del negocio en actividades para la generación de costos, enfocándose en el microanálisis de cada actividad desarrollada por los procesos y verificando que realmente genere valor al producto y al cliente final.

En la búsqueda de herramientas para la definición de la arquitectura digital, encontramos de gran valor el aporte de la TGC implementada en software de ABC. En este sentido, propusimos las siguientes etapas como enfoque metodológico:

3.1. Análisis de cada actividad para incorporar tecnología

En esta primera etapa fundacional, aplicando los principios de la TGC, describiremos y analizaremos el costo unitario de las actividades a mejorar y la gestión de la capacidad de los recursos en la situación actual. Analizaremos en profundidad este aspecto, ya que conocer la estructura de costos y, en especial, las actividades que resulta fundamental para llevar adelante las acciones propuestas en este trabajo. En el próximo capítulo, describiremos el costo de las actividades realizadas manualmente para la detección de plagas y fumigación donde, incluso evaluando distintas alternativas que incluyen la

tercerización del servicio aplicando análisis marginal para evaluar puntos de equilibrio en función a la cantidad de hectáreas afectadas por las hormigas.

3.2. Proyección del costo y beneficio esperado

En el capítulo 5 proyectaremos escenarios ante la implementación de IA de interpretación de imágenes para eficientizar las actividades manuales escogidas. Esta posibilidad será fundamental para evaluar y proyectar los beneficios esperados por la innovación tecnológica. En esta etapa se simulan escenarios para evaluar el costo-beneficio de las actividades mejoradas o eliminadas versus la inversión en tecnología, determinando incluso los tiempos de repago de esas inversiones.

3.3. Definir plano de la arquitectura digital óptima

En el trabajo anterior, planteamos que, una vez cerrado el mapeo y el análisis de los procesos antes y después de las mejoras detectadas, el proceso debería generar automáticamente la arquitectura digital final. En esta etapa, no se considera la posibilidad económica de la empresa en cuanto a su adquisición, sino que planteamos la estructura óptima que será el faro para trabajar en un plan de implementación en etapas. Determinaremos la arquitectura digital óptima, incluyendo contenedores (data lake), herramientas de Big Data Analytics (BDA), integración de datos internos y externos, etc., y diseñaremos los nuevos procesos mejorados. Los entregables de esta etapa serán:

Mapa de la arquitectura digital óptima.

Modelización de los datos a partir de una visión de los negocios.

Matriz de priorización de las oportunidades de mejora (matriz de doble eje que cuantifica el impacto de la solución en un eje y el costo de implementación en el otro). Los cuadrantes definirán la prioridad de implementación.

Flujogramas de los nuevos procesos mejorados a partir de la innovación.

3.4. Control y retroalimentación

El sistema de costos, con la evolución actual que describimos, no solo debe calcular el costo, sino también proporcionar todo tipo de información física a través de tablas que nos permitan entender el porqué de los costos, proyectarlos y comparar ambos escenarios para identificar desvíos sobre lo planeado y plantear acciones correctivas. Como parte del plan, hay que definir la periodicidad de la extracción de información, los reportes y, especialmente, parametrizar alarmas automáticas. Esto permite comparar benchmarks internos y crear tableros y reportes, ya que gráficamente es mucho más fácil entender las tendencias, los desvíos y profundizar el análisis.

En la práctica, y debido a la velocidad de los cambios, recomendamos trabajar con el concepto de mejora continua, de modo que podamos estar en un proceso permanente de cambio y mejora de los procesos y la información para la toma de decisiones. Los negocios cambian y la tecnología disponible aumenta año a año. En esta etapa, se deberá generar el hábito de uso aprovechando de inmediato los beneficios, por ejemplo, con programas de reducción de costos y/o la gestión de los costos de la no calidad. Los entregables de esta etapa serán:

- Tablero de KPI para la medición del cumplimiento de las iniciativas propuestas y beneficios esperados.

- Inventario de nuevas oportunidades de mejora fuera del alcance del proyecto actual, que alimenten el futuro plan evolutivo para garantizar la sustentabilidad a partir de planes de mejora continua.
- Plan de mejora continua para la sostenibilidad del cambio.

Es importante destacar que enfocamos esta propuesta como especialistas de costos y gestión, pero esta no es la única forma de definir el mapa de aplicativos para la transformación digital. Consideramos que es una metodología que complementa el trabajo del profesional de costos y nos posiciona como impulsores de la tecnología en la organización.

4. COSTEO DE LAS ACTIVIDADES MANUALES

Las decisiones de inversión y los costos de explotación de un viñedo están directamente vinculados con el tipo de uva a cosechar y la gama de vino a obtener. Además, el ciclo de explotación de un viñedo implica la realización de distintas actividades culturales, cuya participación relativa en el costo dependerá del tipo de uva.

Una de las actividades culturales en el viñedo es la aplicación de fungicidas con fines preventivos o curativos, que se realiza habitualmente tres veces en el ciclo agrícola (octubre, noviembre y febrero). En Argentina, se utilizan distintas metodologías para la aplicación de fungicidas:

- Aplicación con mochila: El obrero de viña carga una mochila de 20 litros con el agroquímico diluido en agua y camina por las hileras del viñedo haciendo la aplicación. Esta metodología se usa solo en unidades productivas de poca superficie. No siendo el caso de nuestro cliente
- Aplicación con tractor y atomizadora: El tractorista prepara el agroquímico diluido en agua en la atomizadora, que contiene un tanque y picos vertedores. La atomizadora se engancha a un tractor que recorre las hileras fumigando el agroquímico a través de los picos vertedores. Esta es la situación actual de nuestro cliente sobre la que detallamos el análisis de costos actuales
- Aplicación con dron: El agroquímico se introduce en el tanque del dron. El piloto del dron programa el vuelo de aplicación y supervisa su ejecución. Costeo que proyectamos en los capítulos 5 (tercerización) y 6 Desarrollo de una solución a medida para la bodega

Las dos primeras metodologías suelen aplicarse a toda la superficie cultivada en lugar de hacerlo selectivamente en las zonas afectadas por la enfermedad, como podría hacerse sólo en la tercera alternativa. En el capítulo 6, proponemos el uso de algoritmos de IA para aplicar el agroquímico solo en las zonas que lo necesitan. Esto requiere un primer vuelo de un dron para tomar imágenes o videos del cultivo, procesar estas imágenes con IA para obtener un diagnóstico del problema, y desarrollar un mapa de pulverización variable que un segundo dron utilizará para realizar la pulverización solo en las áreas necesarias.

En este capítulo, analizaremos la conveniencia de seguir utilizando la modalidad tradicional de tractor y atomizadora, en el capítulo 5 analizaremos la opción de comenzar a utilizar el servicio tercerizado de un dron contratado, que podría contar o no con un sistema de IA. Y en el capítulo 6 desarrollar una solución a medida.

La acción de “aplicación de fungicidas” presta un servicio medible en términos de hectáreas curadas. Los factores consumidos para obtener la hectárea curada incluyen el trabajo del tractorista, combustible, lubricante, agroquímicos (oxicloruro de cobre, azufre micronizado, miclobutanil), tractor y atomizadora.

Todo análisis de costo debe considerar el objetivo que persigue, es decir, la decisión que se requiere tomar y que da origen al análisis de costos. En nuestro caso, se pretende analizar la conveniencia de dejar de aplicar fungicidas con tractor y atomizadora para hacerlo con drones y, eventualmente, con el apoyo de la IA. Se tomará como unidad de explotación un viñedo de 20 hectáreas. Esta decisión requiere un análisis más profundo de los factores a consumir en el caso de llevarla a cabo con tractor y atomizadora:

a) Trabajo del tractorista: Se trata del trabajo de un empleado en relación de dependencia por tiempo indeterminado, dedicado a realizar todas las actividades culturales que requieren el uso de tractor. Es un factor de adquisición comprometida utilizado en múltiples actividades (aplicación de fungicidas, aplicación de fertilizantes, movimientos de suelo, etc.).

b) Combustibles y lubricantes: Son bienes intermedios consumibles en el primer uso, cuyo potencial productivo se agota totalmente.

c) Agroquímicos: son también bienes intermedios cuya potencialidad productiva se agota totalmente en el primer uso.

d) Atomizadora: es la máquina utilizada para realizar no solo aplicaciones de fungicidas sino también de fertilizantes. Como todo bien de capital agota parcialmente el potencial productivo por el uso o puesta a disposición. En nuestro caso consideraremos que la vida útil se mide en tiempo cronológico.

e) Tractor: también agota parcialmente el potencial productivo. Como se mencionó en el punto a) se realizan diversas actividades culturales con tractor. Dadas las características de este bien de capital y su significatividad, se podría dividirlo en dos componentes:

e.1) Tractor (sin neumáticos traseros): se considerará en nuestro ejemplo que su vida útil se mide en tiempo cronológico.

e.2) Neumáticos traseros del tractor: su vida útil está medida en cantidad de horas trabajadas.

5. ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA DE TERCERIZACIÓN CON DRONES

Si se toma la decisión de aplicar fungicidas con un dron, se podría hacer con un equipo propio o contratando el servicio de pulverización a una empresa especializada. La primera opción (dron propio) implica una inversión significativa (solo la adquisición del dron fumigador tiene un costo de USD 18.000 con una vida útil estimada en 36 meses).

En consecuencia, sólo es viable desde el punto de vista económico en viñedos con grandes superficies. Por lo cual, dada la gran cantidad de viñedos de poca superficie analizaremos la alternativa de contratar el servicio en cuyo caso los factores necesarios son:

a) Servicio contratado de pulverización con dron: se contrata el servicio de vuelo y pulverización con una tarifa por hectárea sin considerar el agroquímico a aplicar. El potencial productivo del servicio se agota en el primer uso.

- b) Agroquímicos: es el producto a aplicar, tal como se mencionó anteriormente.

Teniendo en cuenta que se pretende conocer cuál alternativa es más conveniente (aplicación con tractor o con dron) es necesario analizar cuáles son los costos relevantes para la decisión a tomar. Se presenta a continuación las definiciones de costos relevantes y no relevantes:

Costos relevantes: Son aquellos que se producen como consecuencia de la decisión a tomar. Debe tenerse en cuenta estos costos al analizar la decisión.

Costos no relevantes: Son aquellos que no se producen como consecuencia de la decisión a tomar. El costo existe con independencia de que se tome o no la decisión. No debe tenerse en cuenta estos costos al analizar la decisión.

Un repaso del análisis de factores realizado permite advertir que hay:

Costos no relevantes:

- a) Trabajo de tractorista: como se comentó anteriormente, se trata de un factor de adquisición comprometida que es utilizado para múltiples actividades culturales que requieren el uso de tractor. La unidad de explotación bajo análisis, dada su escala, cuenta con un tractorista porque hay solo un tractor. En consecuencia, el factor seguiría siendo consumido por las otras actividades. La decisión de pulverizar con dron sólo aumentaría la capacidad ociosa de este factor.
- b) Agroquímicos: dado que en ambas alternativas es necesario consumirlos en la misma cantidad, se trata de un factor no relevante.
- c) Atomizadora y tractor (sin neumáticos): como se mencionó oportunamente, la vida útil de cada factor se definió en tiempo cronológico. El agotamiento parcial de la potencialidad productiva de estos factores se genera por el mero transcurso del tiempo independientemente del grado de uso de los mismos. En el caso de no utilizarlos para la aplicación de fungicidas, no se podría prescindir de ellos porque son requeridos para otras actividades culturales y, como se comentó anteriormente, el viñedo cuenta un tractor y una atomizadora

Es importante aclarar que en el caso de viñedos de mayor superficie que cuenten con más de un tractor, más de una atomizadora y más de un tractorista, la consideración de la relevancia de cada factor en la decisión a tomar requiere un análisis más profundo. Debería analizarse las distintas actividades que requieren esos recursos, su frecuencia y periodicidad en el ciclo agrícola y evaluar la posibilidad de reducir la cantidad de cada uno de esos factores si la aplicación de fungicidas se hiciera con drones.

Costos relevantes:

- a) Combustibles y lubricantes: el consumo de estos factores sólo se produce en el caso de aplicar fungicidas con tractor.
- b) Neumáticos del tractor: dado que su potencial productivo se agota parcialmente con la hora trabajada, sólo se incurrirá en este costo en la medida en que se decida aplicar el fungicida con el tractor.
- c) Servicio contratado de pulverización con dron: se incurre en este costo sólo si se opta por esa modalidad de aplicación de fungicidas.

Habiendo identificado los costos relevantes de cada alternativa nos limitamos a aplicar en cada una la ecuación general del costo para calcular el costo de una hectárea curada.

Costo relevante de 1 hectárea curada con tractor y atomizadora

Factor	C. Físico	C. Monetario	Costo USD
Gasoil	5,60 litro	0,99 USD/litro	5,54
Lubricante	0,09 litro	4,91 USD/litro	0,44
Neumáticos traseros (1)	2,50 hora tractor	0,20 USD/hora tractor	0,50
Costo relevante hectárea curada			USD 6,49

(1) Valor de cada neumático: \$495.000. Cantidad de neumáticos: 2. Vida útil: 5.000 horas tractor. Cuota de agotamiento: $2 * \$495.000 / 5.000 \text{ hs} = 198 \text{ \$/hora tractor}$ (0,2 USD/hora tractor)

Costo relevante de 1 hectárea curada con dron

Factor	C. Físico	C. Monetario	Costo USD
Servicio dron	1 ha	40 USD/ha	40,00
Costo relevante hectárea curada			USD 40,00

Como se aprecia en los cuadros el costo relevante de realizar la aplicación con tractor y atomizadora es significativamente menor que el costo de hacerlo con dron.

Los cálculos anteriores suponen la aplicación del fungicida en toda la superficie. Sin embargo, la inteligencia artificial podría indicar cuáles son realmente las zonas afectadas que requieren el fungicida. Para realizar este diagnóstico debería realizarse un primer vuelo con un dron especial para tomar imágenes del viñedo, analizar estas imágenes con inteligencia artificial para construir un mapa de pulverización variable que le indique a un segundo dron cuáles son las áreas a fumigar. La incorporación de esta tecnología permitiría reducir el consumo de agroquímicos en la alternativa de pulverización con dron siempre que la zona afectada represente menos del 100% de la superficie total del cultivo. Esta alternativa la analizaremos en el capítulo 7.

Al incorporar esta tecnología deberían considerarse costos relevantes adicionales a los inicialmente considerados:

a) Agroquímicos: dado que la cantidad a consumir difiere en los casos de aplicación con tractor sobre la superficie total y de aplicación con dron sobre la superficie afectada, los agroquímicos se convierten en un costo relevante. En ambas alternativas se consume, pero en distinta cantidad.

El costo de realizar una aplicación a toda la hectárea para curar al viñedo de oídio y peronospora es el siguiente:

Costo relevante de agroquímicos para curar 1 ha de oidio y peronóspora

Factor	C. Físico	C. Monetario	Costo USD
Oxicloruro de cobre	3,00 kg	9,9304 USD/kg	29,79
Azufre micronizado	3,00 kg	2,4968 USD/kg	7,49
Costo agroquímicos por ha			USD 37,28

b) Servicio del dron para el vuelo de toma de imágenes: se trata de un servicio intermedio que se consume en su primer uso.

c) Servicio de análisis con inteligencia artificial: consiste en la aplicación de la IA para identificar las zonas afectadas.

Costo relevante de identificación zonas afectadas en 1 ha

Factor	C. Físico	C. Monetario	Costo USD
Servicio imágenes con dron	1 ha	8 USD/ha	8,00
Servicio IA	1 ha	16 USD/ha	16,00
Costo servicio por ha			USD 24,00

Si bien la incorporación de tecnología (dron más IA) implica un mayor costo por hectárea por la contratación de los servicios, también podría generar una reducción del costo de agroquímicos al no pulverizar toda la hectárea sino sólo las zonas que lo requieren.

¿Existe un punto de indiferencia de ambas alternativas?

Se podría intentar igualar el costo de la ha curada bajo ambas alternativas:

Costo ha curada con tractor = Costo ha curada con servicio dron e IA – Ahorro agroquímico

$$CT = CD - (1 - ZA) * CAgr$$

Donde:

CT : Costo por ha curada con tractor y atomizadora (sin costo de agroquímicos)

CD : Costo por ha servicio dron+IA (sin costo de agroquímicos)

CAgr: Costo por ha del factor agroquímico

ZA: Zona afectada expresada en porcentaje de la hectárea a curar

Despejando ZA se obtiene:

$$ZA = 1 - (CD - CT) / CAgr$$

Si la diferencia de costos de ambas alternativas (sin agroquímicos) es mayor al costo de aplicar el agroquímico en toda la hectárea, no habrá un punto de indiferencia. Siempre convendrá aplicar el fungicida con el tractor. De darse la situación contraria habrá un ZA que haga indiferente la decisión.

En el caso presentado los costos a los que se ha arribado son los siguientes:

		USD/ha
Costo por ha curada con tractor y atomizadora (sin costo de agroquímicos)	C_T	USD 6,49
Costo por ha servicio dron pulverizador+ dron imágenes + IA (sin costo de agroquímicos)	C_D	USD 64,00
Costo por ha del factor agroquímico (aplicado a toda la superficie)	C_{Agr}	USD 37,28

En consecuencia, no resulta conveniente tercerizar aplicando la tecnología de drones e inteligencia artificial dado que el ahorro en aplicación de agroquímicos nunca podría compensar el mayor costo por utilizar esa tecnología.

Podría analizarse la mejor utilización de la tecnología calculando los costos del prestador de servicios estableciendo que cantidad de hectáreas debería analizar para calcular el punto de equilibrio de su servicio

En el siguiente capítulo proyectaremos los costos de realizar la inversión de desarrollar un propio algoritmo de IA y adquirir los distintos tipos de drones y evaluaremos el tiempo de repago de la inversión.

6. PROYECCIÓN DEL COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE IA

En este capítulo, desarrollamos la investigación y el caso de negocio propuesto por un proveedor de soluciones de IA desarrolladas a medida, específicamente en machine learning, detallando los costos de desarrollo de los algoritmos, el uso de la nube, así como la adquisición y operación de los drones para reemplazar la inspección ocular de los viñedos y eventualmente los drones de fumigación.

Se presentó a los dueños el siguiente proyecto como solución propuesta para la detección temprana de ataques de hormigas en plantas:

Tecnológicamente, está estructurada en soluciones de hardware y software:

- **Hardware:**

1. Drones para la toma de fotografías.
2. Drones fumigadores
3. Servidor de base de datos de imágenes: puede ser equipo propio o en la nube (preferentemente Amazon).

- **Software:**

1. Base de datos de las fotografías: data lake de Amazon (S3/Athena).
2. Sistema operativo que ofrece la nube.
3. IA: Solución de Amazon Rekognition para la detección de imágenes con entrenamiento de plantas “sanas” y plantas “con ataque”. (<https://aws.amazon.com/es/rekognition/>)

6.1 Los pasos para lograr el objetivo son:

Captura de imágenes de plantas “sanas” y plantas “con ataque”.

Entrenamiento de IA para detectar hormigas en plantas “con ataque”.

Se propuso utilizar Amazon Rekognition (<https://aws.amazon.com/es/rekognition/>), un software disponible en la nube de Amazon. Se configura para que cada vez que se suban los videos a un bucket de S3 (data lake), se procesen automáticamente y se guarde un resultado en otro bucket de S3. Luego, se desarrollará un monitor de control de hallazgos.

Se estimó un tiempo de implementación de 6 meses, con la participación del siguiente equipo multidisciplinario:

- Data Lead: Perfil técnico y de negocio con amplia experiencia en proyectos de ciencia de datos. Actúa como el interlocutor principal y determina el plan de trabajo, priorizando las tareas a realizar.
- Project Specialist: Experto en el manejo de metodologías ágiles, encargado de mantener expectativas alineadas, entregables y fechas claras y consensuadas.
- Data Engineer: Experto en el manejo de infraestructuras de big data, nube y arquitectura de machine learning.
- Data Scientist: Técnico y de negocio con expertise en análisis exploratorio de datos y desarrollo de algoritmos de machine learning.
- Adicionalmente la empresa deberá definir un rol de administración del dron para la conducción diaria y la recopilación de imágenes.

6.2 Inversión inicial del proyecto

- La inversión de implementación: Se calcula en 25 mil dólares para desarrollar el algoritmo que brinde como solución un modelo que analiza video y detecta plantas “con ataque”, dejando los resultados guardados en un archivo plano para ser expuestos en un tablero de control. Esta inversión es por única vez y corresponde a cada solución que se quiera dar al análisis de las imágenes capturadas. Por ejemplo, si se quisiera evaluar la falta de agua, el crecimiento de las plantas, uvas, cantidad de racimos, etc., serían proyectos en paralelo con algoritmos distintos.
- Drone que solo toma fotografías: El valor unitario es de \$1.342.049 y se necesitarán al menos 2. Inversión total aproximada de USD 2.000. (

More Combo Con Cámara 2.7k Color Gris | Cuotas al mismo precio que publicaste (mercadolibre.com.ar))

- Drone fumigador: El valor estimado es entre USD 16.000 y 20.000. Estimándose una vida útil de 36 meses

Totalizando una inversión de USD 45.000 con la automatización de la fumigación (solución completa que resulta inviable para la bodega) Y de USD 27.000 para solo realizar la automatización de la actividad manual de inspección de plagas brindando información para una aplicación selectiva del fungicida. Decidimos costear esta opción por la superficie del cliente (20Ha)

6.3 Costo de funcionamiento mensual (solo inspección):

Hallamos solo dos costos diferenciales en esta opción

- Personal que opere el dron: Se estima en 1.500.000 \$ mensuales (aproximadamente USD 1.100). Cabe mencionar que este perfil podría ser cubierto por personal que actualmente coordina los trabajos de fumigación, no requiriendo costos adicionales de mano de obra.
- Servicio Amazon: El costo es por detección de hallazgos en videos, estimando 100 por mes a 0,10 USD cada uno, representando un costo de 10 USD mensuales. Adicionalmente, se abonaría un costo fijo de 100 USD mensuales por S3 (data lake). Total: 110 USD mensuales por cada una de las 3 soluciones previstas que divididos por las 20 hectáreas de nuestra explotación objetivo totalizan un costo de 5,5 USD/ ha.

7. ANÁLISIS DEL COSTO BENEFICIO DE APLICAR IA

Suponiendo que la superficie afectada por las plagas es del 50% y que hay un solo tractorista que realiza esta función. El beneficio esperado por lograr un mapa de fumigación con IA que permita dosificar el fungicida implicaría ahorrar los 37,28 USD/ha que al multiplicarlo por las hectáreas no fumigadas (10 en este ejemplo) totalizan 372,8 USD. Adicionalmente se ahorran los costos variables de la actividad del tractor 6,49USD/ha, aunque por una superficie menor ya que no todas las hectáreas sanas se encontraran en el mismo lugar (suponiendo recorren 5 hectáreas menos) El ahorro total es de 405 USD por mes de análisis (realizándose 4 veces al año). Que deducidos de los 110 USD para analizar las 20 hectáreas. El ahorro neto por aplicación es de 295 USD.

Este ahorro surge al comparar el costo de los trabajos manuales en recorrer las fincas con la automatización descrita en el capítulo 6. Adicionalmente, se debería estimar la mayor producción en condiciones de ser procesada, dada la detección temprana de ataques y la menor contaminación ambiental por la reducción al 50% del uso de agroquímicos.

Con los costos actuales, los análisis previos indican que esta sería la única alternativa de inversión que arroja un resultado favorable, pero con un repago en 91 aplicaciones (en superficies de 20ha), y si se aplica 4 veces al año arroja un retorno de la inversión en 22 años de funcionamiento. Por este motivo, los dueños de la bodega decidieron no avanzar con la inversión al menos en este momento.

Sin embargo, conocida la solución y con la masificación de estas tecnologías, estamos convencidos de que volverán a evaluarlo en el futuro, hasta que la ecuación costo-beneficio les permita tener un repago de la inversión en un tiempo razonable. Tal como planteamos en la introducción, la IA hoy no está al alcance de todas las empresas, pero seguramente lo estará en un futuro cercano.

8. CONCLUSIÓN

En esta ponencia, hemos explorado el rol de la disciplina de costos en el desafío que tienen las empresas de abordar su transformación digital, destacando cómo la Teoría General del Costo (TGC) y el Costeo Basado en Actividades (ABC) pueden facilitar la planificación de una arquitectura digital óptima. A través de un análisis detallado fruto de un proyecto de consultoría recientemente realizado, hemos demostrado cómo la implementación de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y los drones, puede transformar procesos manuales en soluciones automatizadas, mejorando la eficiencia y no siempre generando ahorro de costos.

Nos focalizamos en el estudio de caso sobre la aplicación de fungicidas en viñedos, analizando los costos y beneficios relevantes de realizar la actividad con cada modalidad.

El estudio llevado a cabo indica que no es conveniente incorporar esta tecnología, tanto a través de la contratación del servicio como de la inversión en equipos e IA, debido a los elevados costos que se deben afrontar. Pero estamos convencidos que a medida que la tecnología se masifique y los costos de su implementación y operación disminuyan, es probable que estas soluciones se vuelvan más accesibles y atractivas para la empresa.

Consideramos haber cumplido el objetivo de la importancia que tiene nuestro rol de especialistas en costos en aplicar metodologías que colaboren con las decisiones de incorporar tecnologías en el negocio. Por ejemplo, los proveedores de IA nos han demostrado casos de éxito en otras industrias, como la inspección de molinos eólicos, donde la complejidad de la revisión manual y el costo de la parada por desperfectos inesperados justifican ampliamente la inspección con drones y el análisis de las imágenes con IA.

En conclusión, la digitalización y la adopción de tecnologías avanzadas en la gestión de costos no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también posicionan a las organizaciones para enfrentar los desafíos futuros con mayor agilidad y sostenibilidad. La clave está en continuar evaluando y adaptando estas tecnologías a las necesidades específicas de cada negocio, asegurando así su viabilidad y éxito a largo plazo.

Estamos convencidos de que este tipo de innovaciones irán reduciendo sus costos a medida que se masifique, permitiendo que PYMES como nuestro cliente pueda acceder a ellas. Actualmente, no hay una gran cantidad de proveedores de estas soluciones, pero sí mucho interés en las empresas por la aplicación de la IA. Por lo tanto, en un plazo breve, experimentamos estos cambios y debemos estar preparados para evaluarlos y calcular los tiempos de repago de esas inversiones.

Este ejemplo demuestra el rol que podemos tener los consultores de costos y gestión en la aplicación de nuevas tecnologías para resolver problemas de negocio que antes no se podían abordar. Es crucial analizar cada actividad que desarrolla la empresa para verificar qué tecnología puede ser aplicada para lograr eficiencia y ahorros concretos en costos. De cara al futuro, estas soluciones serán más accesibles y viables, y solo restará liderar transformaciones digitales en los procesos de la empresa.

9.BIBLIOGRAFÍA

1. Farré Daniel y Podmoguilnye, M. (2021): La Ciencia de Datos y su aplicación en enfoques y modelos de Gestión y Costos – XV Congreso internacional de economía y Gestión - ECON 2021 Económicas UBA
2. Hasda, Gonzalo y Ambrosone, Mario “Evolución del modelo ABC hacia el ABM, y aplicación en el sector financiero”. Presentado en el XXXV Congreso Argentino de Profesores Universitarios de Costos. Jujuy en octubre 2012.
3. Hasda, Gonzalo; Araque Avila, Freddy y Ambrosone, Mario. “Como mejorar la asignación y gestión de los costos de tecnología”. Presentado en el XIV Congreso Internacional de Costos. Medellín, Colombia. Octubre 2015
4. Hasda, Gonzalo; Maffioli, Martin; Erben, Diego y Zayún, Javier “¿Cómo impacta la revolución de Big Data en la gestión – ejemplos en servicios de salud” - Presentado en el XLI Congreso del Instituto Argentino de Profesores Universitarios de Costos? Rio IV. Octubre 2018.
5. Hasda, Gonzalo y Erben, Diego “Rol del especialista de costos y gestión en la transformación digital” - Presentado en el XLV Congreso del Instituto Argentino de Profesores Universitarios de Costos. La Plata Octubre 2022
6. Toledano Daniel; Hasda, Gonzalo; Erben, Diego; Agustina Becerra; y Constanza Ramos Nervi; “Observatorio sobre la madurez digital de las empresas de Iberoamérica?” - Presentado en el XVII Congreso Internacional de Costos-Sevilla 2021