



“Modelo de reposición logístico de la cadena de suministro de alimento para peces de Aquachile”.

Profesor: Gonzalo Anriquez.

Tutor: Mauricio Herrera.

Alumno: Tomás Fernández.

Viernes 8 de diciembre de 2023, Puerto Montt, Chile.

Resumen ejecutivo Español.

Aquachile es una empresa líder en la producción del salmón a nivel mundial, siendo la segunda salmonera más grande del mundo. Esta, presenta operaciones en la décima, decimoprimera y decimosegunda región de Chile, teniendo resultados exitosos en términos de producción y ventas a nivel mundial.

Al revisar varias veces la cadena logística y distribución del alimento, tanto de manera administrativa como en terreno, se pudo observar que hay ciertos dolores. Estos dolores, representan un desafío permanente, ya que, por temas de operación y de volumen no se cumplen ciertas normativas internas o sencillamente no hay un plan de ejecución, generando ineficiencias y costos asociados significantes. El principal dolor identificado es el ayuno de las jaulas de los centros de cultivo, el cuál se produce por errores de planificación y de logística, evitando que los peces coman todos los días y se desarrollen en el tiempo establecido.

Para solucionar el tema de los ayunos, se propuso la implementación de un modelo de reaprovisionamiento no programado continuo, el cual mediante la captación de ciertos datos y la formulación de ciertos parámetros como, el punto de reorden, se logró estandarizar cuándo realizar el pedido y cuánto alimento enviar, evitando el ayuno. Esto, debido a que el punto de reorden considera el lead time y un stock de seguridad para cerciorarse que el alimento llegue en el tiempo y la forma provista, por más que se presenten dificultades en el camino. Este modelo será visualizado en un dashboard de PowerBI en cada uno de los centros activos de la compañía, teniendo la información disponible en cada momento, facilitando así la planificación.

Para efectos de prueba, se implementó el modelo en una aglomeración de 4 centros ubicados en la micro zona de Puerto Montt, donde se realizó una charla de inducción y se desplegó el dashboard en uno de los monitores, dando así, inicio al proyecto.

Los resultados fueron muy alentadores, ya que, en lo que va de prueba se han ayunado 0 jaulas, logrando una buena visualización de los datos y una correcta planificación.

Resumen ejecutivo Inglés.

Aquachile is a leading company in global salmon production, ranking as the second-largest salmon producer worldwide. The company operates in the tenth, eleventh, and twelfth regions of Chile, achieving successful outcomes in terms of production and worldwide sales.

Upon thorough examination of the food supply chain and distribution, both administratively and in the field, certain challenges were identified. These challenges pose a persistent obstacle as internal standards are not consistently met due to operational issues and volume constraints, or a lack of execution planning, resulting in inefficiencies and significant associated costs. The primary challenge identified is the fasting of the cultivation center cages, which occurs due to planning and logistical errors, preventing the fish from being fed daily and developing within the established timeframe.

To address the fasting issue, the implementation of a continuous unscheduled replenishment model was proposed. By capturing specific data and formulating parameters such as the reorder point, it was possible to standardize when to place orders and how much food to send, thereby preventing fasting. This is achieved because the reorder point considers the lead time and safety stock to ensure that the food arrives on time and in the planned quantity, even if challenges arise along the way. This model will be visualized on a PowerBI dashboard at each active center of the company, providing real-time information, facilitating planning.

For testing purposes, the model was implemented in a cluster of four centers located in the microzone of Puerto Montt. An induction talk was conducted, and the dashboard was displayed on one of the monitors, marking the initiation of the project.

The results were highly encouraging, as during the testing period, no cages experienced fasting. This allowed for clear data visualization and effective planning.

Introducción.

El proyecto se realizará en la empresa salmonera líder en la producción de proteína a nivel mundial, Aquachile. La cual, opera en la X, XI y XII región de Chile, teniendo más de 300 concesiones marítimas efectivas para engordar sus peces. Para contextualizar sobre el rubro, cabe destacar que este proceso se divide en dos grandes etapas: agua dulce y agua de mar. Siendo la primera, el proceso donde se inicia la vida mediante la fecundación de las ovas, pasando así por la eclosión de estas mismas para dar vida al alevín, el cual corresponde a un salmón minúsculo que después de

comerse su bolsa lipídica, puede empezar a alimentarse de manera autónoma para empezar su desarrollo. Una vez que el pez crece y alcanza un peso de aproximadamente 50 gramos, comienza con ciertos cambios físicos los cuales le van a permitir adaptarse a su nueva vida en el mar. Este proceso es conocido como smoltificación, que se identifica a simple vista ya que los peces cambian su tonalidad verde por escamas grisáceas, las cuales les permiten vivir en agua salada. Es en ese instante, se inicia la segunda etapa, donde los peces son transferidos mediante camiones y wellboats (barcos especializados para transportar peces vivos) a los distintos centros de engorda ubicados en el mar del sur de Chile para crecer y llegar al peso óptimo. Para luego, terminar su ciclo, ser cosechados, posteriormente faenados y comercializados por el mundo.

A su vez, Aquachile a gran diferencia de otras salmoneras, producen su propio alimento para engordar sus peces con una planta única, ubicada en Pargua en la décima región. Esta, produce maxi sacos de 1.250 kilos que en total alcanzan un promedio mensual que ronda las 29.000 unidades, lo que sin lugar a dudas representa un volumen significativo y un desafío permanente al minuto de hablar de su logística, ya que, estos alimentos son vitales para el crecimiento y la salud de los peces que se crían hoy en día en más de 80 concesiones activas.

El trabajo a realizar se efectuará específicamente en el área de abastecimiento y logística, donde por temas de volumen y dificultad de operación, se generan ciertos dolores, dentro de los cuales, unos generan un impacto mayor que otros.

El dolor a trabajar se presenta en los días de ayuno de las jaulas donde se engordan los salmones en los centros de cultivo, es decir, que los peces no comen por un día entero ya que, por temas ambientales, sanitarios, climáticos, logísticos u otros los peces no se pueden alimentar o no hay alimento disponible para hacerlo. Este proyecto busca erradicar los ayunos del ámbito logístico, correspondientes al 3,6% de totalidad de ayunos (16.000 jaulas ayunadas en lo que va del año a un costo de \$ 1.150.000 pesos chilenos por cada una), debido a que el otro 96,4 % de los factores que vienen siendo los temas climáticos, las bajas concentraciones de oxígeno, la proliferación de algas, los puertos cerrados y los baños sanitarios de los peces, no se pueden predecir ni controlar. Sin embargo, pese a ser un bajo porcentaje, los errores logísticos igual representan un costo asociado significativo.

Total jaulas ayunadas	Costo por día ayunado	% por logística	Costo
16000	\$ 1.150.000	3,6%	\$ 662.400.000,0

En el ámbito logístico, el problema nace con la amplia variabilidad de opciones que tienen los centros para realizar el pedido, teniendo 3 ventanas semanales, sin ningún criterio asociado que, dependiendo del juicio del jefe de centro, estima cuándo y cuánto alimento pedir. Aquí, al no haber un procedimiento o modelo establecido, por más que muchas veces el centro pida teniendo alimento, no se tiene en consideración los tiempos de producción, los de despacho y los días de stock de seguridad necesarios para no ayunar; por esta razón, por más que se tenga alimento disponible al momento de realizar el pedido y que la logística de traslado sea eficiente, no es necesario para cubrir la demanda de lo que tarda el abastecimiento. Esto, en consecuencia, genera ayunos.

Esto se ejecutará mediante un modelo de reposición logística que según parámetros establecidos, muestre cuándo y cuánto alimento pedir, desplegando alarmas de alerta con restricciones fijas para evitar quedarse sin sustento, y a la vez, para impedir sobrestockearse. El modelo trabajará por micro zonas o barrios, los cuales representan aglomeraciones de centros de cultivo que están en la misma zona geográfica, logrando abastecer a todos los centros del sector en un mismo viaje, considerando que el suministro se realizará cuando alguno del grupo alcance su mínimo disponible para realizar el pedido y tener los días de inventario cubiertos para que el abastecimiento sea efectivo y no se ayune.

Para efectos de prueba, se implementará el modelo y el sistema de alarma en la micro zona de la décima región, específicamente el barrio de Puerto Montt, donde hay una aglomeración de 4 centros, Puqueldón, Herradura, Capera y Huenquillahue. Estos se eligieron debido a que están a una distancia prudente del punto de despacho (puerto) por lo que, será más sencillo iterar y corregir cuáles son los tiempos reales de abastecimiento, en base a los supuestos establecidos de cuánto demora la producción y el traslado del alimento. Una vez terminado el ciclo de prueba, se sabrá con exactitud cuál es la cantidad mínima de existencia del silo para realizar el pedido, considerando los días de aprovisionamiento y el stock de seguridad previamente definido y probado.



Objetivos.

Objetivo general.

Disminuir los días de ayuno por factores logísticos: Disminuir los ayunos por factores logísticos, los cuales serán medidos en el ámbito económico.

Objetivos específicos

Disminuir los ayunos en x %: De manera clara disminuir el porcentaje de ayunos por sobre el 10%.

Contar con un modelo de reposición: Integrar un modelo de gestión de inventario que se acomode a las necesidades del problema, es decir, que tenga un punto mínimo de reposición establecido independientemente de cómo se comporte la demanda (la que fluctúa bastante), para que no se generen errores.

Generar un visualizador que apoye la implementación del modelo: Realizar un PowerBI que despliegue las alertas que entregará el modelo de reposición, para así, poder tomar decisiones con información concisa.

Objetivos SMART

Específico: Específicamente lo que se quiere lograr es erradicar el ayuno por las causales que están al alcance de la compañía, las cuales son el 3,6% de las veces. Este 3,6 % representa un total de 576 jaulas, que vienen siendo \$662.400.000 mil pesos chilenos en lo que va del 2023.

Medible: Será medible principalmente en el ámbito económico, ya que cada jaula que no se ayune disminuye el costo asociado de un poco más de un millón de pesos.

Alcanzable: El proyecto es sumamente alcanzable ya que primero que todo el desarrollo se realizó de manera interna y con éxito, sin tener un costo asociado elevado, evidenciando que no ayunando un par de jaulas se puede pagar la totalidad del proyecto.

Real: Es real, ya que el problema es solucionable y afecta de manera directa a la empresa con costos asociados año a año.

Tiempo: Contenido dentro del marco temporal de lo que dura la pasantía, es decir, para fines noviembre 2023 el proyecto debería estar funcionando o en su respectiva marcha blanca. (Prueba en aglomeración de 4 centros).

Estado del Arte.

Como se menciona anteriormente, el dolor se produce debido a que al momento de realizar el pedido, este se hace sin ningún raciocinio o modelo de reposición logístico establecido por la empresa que entregue ciertos procedimientos, políticas o lógicas asociadas al tema. En consecuencia, los jefes de centros realizan el pedido cuando ellos estiman conveniente, sin tener en consideración elementos claves dentro del abastecimiento como el inventario amortiguador (stock de seguridad) o el lead time (tiempo de aprovisionamiento).

En la actualidad, dependiendo de la empresa y su actividad, se usan diferentes estrategias para realizar el pedido. En base a esto, según el estudio de modelos y estrategias para la gestión de inventarios realizado por Actualidadempresa, se afirma que, existen 2 tipos de modelos de gestión de inventarios. El primero hace referencia a un reaprovisionamiento programado, en los que la demanda es del tipo dependiente, generada por un programa de producción o ventas. Estos, responden a peticiones de reaprovisionamiento establecidas por una planificación de

requerimientos de materiales(RPM), basadas en técnicas de optimización o simulación. El segundo, corresponde a uno para reaprovisionamiento no programado, el cuál a diferencia del programado, tiene una demanda independiente, generada como consecuencia de las decisiones de muchos actores ajenos a la cadena logística (clientes o consumidores). Para este modelo, la demanda no se puede predecir con exactitud, por lo tanto es necesario hacer estimaciones de como se va a comportar dentro de un marco temporal determinado. Los modelos de reaprovisionamiento no programado se clasifican en 2 categorías, el continuo y el periódico, siendo el continuo, el que manifiesta cuando realizar un pedido dependiendo de un decrecimiento en el inventario, que al momento de llegar a cierta magnitud o punto de reorden, realiza la solicitud. Por otra parte, tenemos el periódico, el cual realiza una orden de pedido cada cierto tiempo establecido, donde su cantidad máxima será la que restablece un cierto nivel máximo de existencias nivel objetivo. (Cerragería, L. M. M. (2015, diciembre 13))

Para la problemática dada, es necesario tener presente que la demanda de alimento para los salmones en Aquachile es independiente, implicando realizar estimaciones de cual va a ser el consumo proyectado durante los 12 o 14 meses de engorda en el mar. En base a esto, se determinó que el modelo corresponde a uno de reaprovisionamiento no programado continuo, ya que se busca reaprovisionar según un punto de pedido que va directamente relacionado con la disminución del inventario.

Una vez definido el modelo (Reaprovisionamiento no programado continuo), hay que tener en consideración ciertas métricas que son relevantes de comprender. Cuando definimos que un artículo se revisa en forma continua, significa que los niveles de inventario son revisados frecuentemente después de que tienen lugar las transacciones o movimientos en el sistema (software). A la vez, el modelo dice qué, cuando el nivel de existencias cae por debajo de cierto punto predeterminado (llamado punto de reorden) se debe colocar un pedido por una nueva cantidad que garantice disponibilidad de inventario mientras el proveedor abastece la orden (lead time). (Rosas, J. A. ; 18 de noviembre 2018).

Es por esto que para el problema de Aquachile, es necesario disponer de algún modelo de reaprovisionamiento no programado continuo, el cual considere los días de producción del alimento (W), que pese a estar en la planificación entregada en el mes anterior, no se puede producir antes por temas de dietas y vencimiento. Junto con los días de producción, tenemos los días de despacho

(T) que se establecerán según la micro zona a la que se busque llegar, todo esto considerando condiciones normales de climáticas, las que suelen fluctuar bastante. Con W+T podemos definir un punto de reorden de pedido, sin embargo, para efectos de seguridad agregamos la variante (J) (stock de seguridad) , la que es sumamente relevante, ya que por las fluctuaciones climáticas o por errores de planificación logística, el abastecimiento tarda más de lo normal (W+T). Dado esto, el punto de reorden considera alimento disponible para (W+T+J) días, siendo la cantidad de toneladas disponibles al momento de realizar el pedido la demanda diaria (O) por los días de producción, traslado y stock de seguridad $((O) * (W+T+J))$.

O	Consumo diario
W	Días producción alimento
T	Días de despacho a microzona establecida
J	Stock de seguridad (según histórico)
W+T+J	Punto de reorden
$O * (W+T+J)$	Toneladas disponibles punto reorden

Haciendo una revisión exhaustiva de varios modelos de reaprovisionamiento no programado continuo, se pudo observar que todos consideran los costos de realización del pedido, de almacenaje y de envío, además del tiempo de aprovisionamiento y de seguridad llegando a un Q óptimo de reposición. Sin embargo, los modelos no contemplan que hay un cupo máximo de ocupación de bodegas, por lo que, para efectos de este problema, en ciertos casos el Q óptimo es más de lo que se puede almacenar, no pudiendo recepcionar todo lo despachado, generando nuevos problemas como lo es el redestino. En caso de que ocurra se pregunta a los centros cercanos si pueden recibir dichos excedentes.

Cabe destacar que para efectos de este trabajo se busca estandarizar y parametrizar cuándo realizar el pedido, para en un futuro poder realizar una optimización del proceso logístico completo. El cual, no se puede lograr sin realizar este primer paso, que es la implementación de un modelo de reaprovisionamiento no programado continuo.

Es por esto, que para efectos de disminuir o erradicar el ayuno, se utilizará la segunda parte de la fórmula, donde se establece en que punto se debe realizar el pedido para llegar en tiempo y

forma, considerando el tiempo de aprovisionamiento, el consumo (demanda) y el stock de seguridad, que es algo que hoy no se está haciendo.

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \times d \times Cp}{Ca}}$$

$$P.P. = S.S. + (LT \times d)$$

$$Q_{max} = S.S. + Q_{opt}$$

Q = Cantidad Optima de pedido

d = Demanda

Cp = Costo de hacer pedido

Ca = Costo de almacenar

Pp = Punto de pedido o de Reorden

S.S. = Inventario Amortiguador / Stock de Seguridad

Lt = Lead Time / Tiempo de reaprovisionamiento

Qmax = Inventario Máximo.

(Rosas, J. A. ; 18 de noviembre 2018).

Solución escogida.

Primero que todo, analizamos y comparamos los modelos de reposición logísticos que existen y en base a puntos como la demanda y la realización del pedido, veremos cuál es el que más se adapta a las necesidades de la compañía. Estas necesidades se asocian principalmente un modelo que trabaje con estimaciones, que su demanda sea idenpendiente y que su pedido se realice cuando la existencia llegue al punto de reorden.

	Reaprovisionamiento No programado periódico	Reaprovisionamiento No programado Continuo	Reaprovisionamiento programado
Demanda	Independiente	Independiente	Dependiente
¿ La demanda es conocida?	No	No	Sí
¿ Hay que realizarEstimaciones?	No	sí	No
¿ Cuando pedir?	cada cierto tiempo	Punto reorden	Cada cierto tiempo

En relación al cuadro y al modelo, esto se resolverá mediante la implementación de un modelo de reaprovisionamiento no programado continuo, el cuál cumple con los requisitos que la empresa necesita, ya que captará los datos de consumo y de ocupación del silo a través de una consulta directa al software de producción, Mercatus Farmer, y los almacenará en una base de datos en Azure SQL server, por medio de un pipeline de synapse analytics para dejarlos disponibles y poder desplegarlos en un visualizador de datos (PowerBI) , el cuál arrojará una alerta de cuándo realizar el pedido basándose en métricas establecidas de cuántos días de stock disponible tienen que haber el momento de realizar el encargo. El desarrollo de la captación de datos fue realizado por el área de TI de la compañía, quienes fueron guiados por parte del pasante para tener claridad de cuáles son los datos que realmente se requieren.

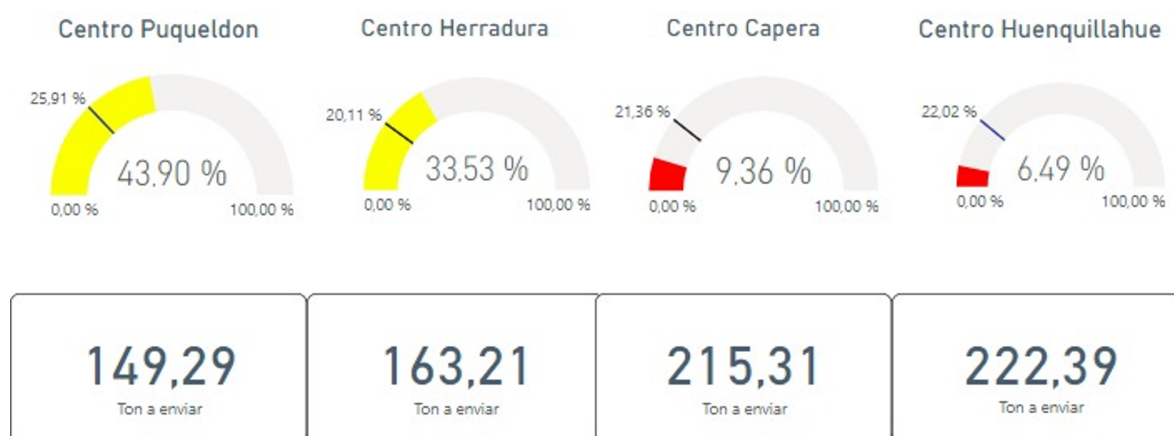
Dichos días de stock se calcularán mediante una estimación de cuántos días se demora la planta en producir ese alimento (W), cuántos días se demora el despacho en condiciones normales (T) y una variante (J) que representa a los días de stock de seguridad disponibles para cualquier centro o micro zona específica, en base al histórico de climáticas o errores logísticos. Para así, al momento de realizar el pedido tener alimento en el pontón (lugar donde se almacena el alimento en el centro de cultivo en el mar) para (T+W+J) días en base al consumo diario real, teniendo el alimento cubierto para un abastecimiento normal como para uno con atrasos.

Cuando alguno de los centros de la aglomeración o micro zona llegue al punto de reposición, el dashboard de Power BI armará el pedido en base a la formulación del modelo para todos los centros que pertenezcan al grupo independiente de la cantidad que tengan almacenada, realizando un viaje que abastezca a todos, siempre considerando la importante restricción que nunca se puede superar el 100% de X, que viene siendo la capacidad de almacenamiento del pontón. En base a esta restricción, el pedido de lo que requiere cada centro se realiza mediante el siguiente calculo:

Toneladas a enviar:

$$= [(\text{Capacidad total pontón (X)} - \% \text{ ocupación pontón} * (X)) + (W + T) * O]$$

Donde el pedido total será la sumatoria de todos los centros del barrio.



Como se puede observar, hay un punto de reposición, en base al porcentaje del silo establecido para cada centro en base a los días de stock disponible que necesitan para lograr un abastecimiento exitoso sin ayunos (días stock disp. $(W + T + J)$). En base a esto, Puqueldón es el centro que está más cerca de desplegar su alerta, la que entrará en funcionamiento cuando la cantidad disponible disminuya los 25,91% cambiando el color del centro a rojo y generando un correo con el pedido a realizar a la toda la aglomeración, el cuál se calculará con la sumatoria de la fórmula presentada anteriormente. Cabe mencionar que el porcentaje de despliegue de alarma es el punto de reposición en toneladas y es la cantidad de días de inventario por su demanda que se necesitan al momento de realizar el pedido.

Como último punto, es importante recalcar que además de estar conectado directamente a Mercatus, también hay una conexión directa a una planilla con la formulación y parametrización del modelo, donde se podrán ajustar los parámetros W , T y J según las distintas iteraciones para lograr una mejora continua. En el caso de un correcto funcionamiento, se implementará la solución en los distintos barrios y micro zonas de la compañía, donde se ajustará nuevamente el Excel madre, esta vez no solo pudiendo modificar los parámetros W , T y J , sino también el X , dado que los silos de los distintos centros de cultivo son capaces de almacenar distintas cantidades. Es por esto, que la implementación y expansión a toda la compañía no es compleja, dado que tan solo se necesita ajustar ciertos parámetros y estar conectados a la base de datos adecuada, ajustándose siempre a la demanda actual de cada centro.

Centros		Puqueldon		Herradura		Capera		Huenquillahue
Capacidad almacenaje pontón	X	200,00		200,00		200,00		200,00
Consumo diario	O	29,44		19,91		17,37		17,34
Día(s) de inventario	Z	6,79		10,05		11,52		11,53
Día(s) producción alimento	W	1,00		1,00		1,00		1,00
Día(s) de despacho	T	0,02		0,28		0,72		0,80
Tiempo descarga	Q	0,24		0,24		0,24		0,24
Día(s) de prevención atraso	J	0,50		0,50		0,50		0,50
Sumatoria días de stock disp.	L	1,76		2,02		2,46		2,54
Días condiciones normales	K	1,26		1,52		1,96		2,04
Punto reposición min (TONS)	Y	51,82		40,21		42,72		44,04
% Silo despliegue alarma	Y%	26%		20%		21%		22%
% reposición según mínimo	Y*%	26%		50%		56%		56%
Punto rep según mínimo. (TONS)	Y*	52		100		112,61		113
punto reposición mínimo (días)	A	5,03		8,03		9,06		8,99
Según el que tenga la menor cantidad de días de inv.	A*	5,03		5,03		5,03		5,03
Pedido en condiciones ideales. Respetando rotación	U	185,28		190,05		191,32		191,33
Pedido según rotación del mínimo	U*	185,28		130,45		121,43		122,64
Restricción: pedido + disponible <= X		VERDADERO		VERDADERO		VERDADERO		VERDADERO
Cantidad total a pedir cada vuelta		559,80	Tons cada	5,03				

Evaluación económica.

La evaluación económica se compone tan solo de las horas hombres de los profesionales presentes en la evaluación y desarrollo del proyecto. Esto, se debe a que la captación de datos para el PowerBI no tuvo ningún costo de desarrollo externo, tan solo se utilizaron recursos internos.

Evaluación económica					
Trabajadores involucrados	Horas hombre	Valor hora	Meses trabajados	Valor mes	Total
Técnico TI	12	\$ 12.000			\$ 144.000
Técnico TI	15	\$ 12.000			\$ 180.000
Pasante			6	\$ 261.000	\$1.566.000
Costo total					\$1.890.000

Costo desarrollo proyecto	\$ 1.890.000
Ayuno por jaula	\$ 1.125.000

jaulas no ayunadas	Costo del ayuno	Costo proyecto	balance
1	\$ 1.125.000	\$ 1.890.000	\$ 765.000
2	\$ 2.250.000	\$ 1.890.000	\$ 360.000
3	\$ 3.375.000	\$ 1.890.000	\$ 1.485.000
4	\$ 4.500.000	\$ 1.890.000	\$ 2.610.000

Lo que se busca evidenciar con la tabla anterior, es que si tan solo se logran alimentar 2 jaulas que se iban a ayunar, se logra pagar el proyecto y se ahorrarían \$ 360.000 mil pesos chilenos.

Análisis de sensibilidad:

DATOS
16.000 jaulas ayunadas hasta noviembre 2023
Proyección año completo = 17.454
Costo anual= \$722.618.182
Costo desarrollo proyecto = \$1.890.000
R= 8,83%
Tasa libre riesgo = 2,5%, según bonos banco central
Riesgo operacional rubro aquícola= 0,91.
Rm= rentabilidad mercado
rM-rlr= aplicamos CAPM, parámetros de USA, = 5,62%.
Credit default swap (Chile)= riesgo país, = 1,22%

Disminución 10% ayunos				
2023	2024	2025	2026	2027
-\$ 1.890.000	\$ 72.261.818	\$ 72.261.818	\$ 72.261.818	\$ 72.261.818
VAN	\$214.182.006,76			

Disminución 25% ayunos				
2023	2024	2025	2026	2027
-\$ 1.890.000	\$ 180.654.545	\$ 180.654.545	\$ 180.654.545	\$ 180.654.545
VAN	\$538.059.997,15			

Disminución 50% ayunos				
2023	2024	2025	2026	2027
-\$ 1.890.000	\$ 361.309.091	\$ 361.309.091	\$ 361.309.091	\$ 361.309.091
VAN	\$1.077.856.647,80			

Disminución 75% ayunos				
2023	2024	2025	2026	2027
-\$ 1.890.000	\$ 541.963.636	\$ 541.963.636	\$ 541.963.636	\$ 541.963.636
VAN	\$1.762.382.084,70			

Disminución 100% ayunos				
2023	2024	2025	2026	2027
-\$ 1.890.000	\$ 722.618.182	\$ 722.618.182	\$ 722.618.182	\$ 722.618.182
VAN	\$2.157.449.949,10			

Metodología.

La metodología propuesta para alcanzar los objetivos mencionados incluye los siguientes pasos:

Entender el problema: Lo primero y fundamental, es entender claramente el problema y ser capaces de definir de manera precisa cuales son las variables que influyen dentro de la logística del alimento, entender a la vez, cuales son las que se pueden ajustar y por último, entender el peso o relevancia que tiene cada uno de estos puntos dentro de la cadena de suministro.

Modelar: De manera concreta, presentar un modelo que cumpla con lo requerido y que considere las restricciones para que funcione de manera correcta. Siendo la principal restricción, definida como que el pedido a realizar, más lo que esta disponible en el silo, no puede superar el 100% de la capacidad de almacenaje.

Integración: Una vez definido el modelo, se realizará la integración para captar los datos de Mercatus o del data lake para disponerlos y utilizarlos en el PowerBI.

Ejecución Power BI: Una vez seleccionada la tecnología, se procederá a desarrollar el visualizador y el sistema de alarmas, el cual se espera que sea sencillo y fácil de utilizar. Teniendo como gran ventaja la posibilidad de agregar todos los centros de la compañía sin un costo asociado superior.

Capacitación centros: Se realizará una capacitación a los centros de cultivos involucrados de cómo utilizar esta nueva herramienta y, a la vez, de lo importante que es realizar el pedido en tiempo y forma. Esta capacitación considera dejar instalado el visualizador en alguno de los monitores del centro de cultivo, según sea su disposición.

Dar inicio: Una vez los monitores de todos los centros de la microzona seleccionada estén operativos, se dará inicio al programa, esperando realizar el primer pedido cuando alguno de los centros de la aglomeración llegue a su punto de reorden.

Establecimiento de Métricas de Desempeño: Se establecerán medidas de desempeño consistentes para medir el progreso hacia los objetivos específicos.

Monitoreo Continuo: Los resultados se monitorearán de cerca y se realizarán ajustes según sea necesario para mejorar aún más la eficiencia logística. Esto incluirá la revisión regular de los datos obtenidos del servidor madre y del correcto funcionamiento de alarmas, para evitar ayuno.

Revisión y Ajustes: Se revisarán regularmente los resultados obtenidos y se realizarán ajustes según sea necesario para mejorar aún más la eficiencia operativa y logística.

Plan implementación.

El plan de implementación se compone de una seguidilla de pasos los cuales se detallarán a continuación:

- 1.- Determinar si la captación de datos de Mercatus Farmer sería posible tanto en tiempo como en forma.
- 2.- Desarrollar un modelo de reaprovisionamiento no programado continuo en Excel, el cuál sea capaz de estimar el punto de reorden considerando los días de aprovisionamiento y un stock de seguridad para no ayunar.
- 3.- Cargar los datos almacenados en la base de datos a PowerBI.

- 4.- Una vez lista la planilla con los parámetros, desarrollar un visualizador en PowerBI que capte los datos almacenados en la base de datos y que esté conectado al Excel madre para poder desplegar la información requerida.
- 5.- Una vez listo el visualizador, desarrollar el sistema de alarmas, el cual va a enviar un correo cuando la existencia de alguno de los silos de los centros de la aglomeración este en el punto de reposición establecido.
- 6.- Iterar y ver que las conexiones estén en los tiempos establecidos para no tener desfase de datos.
- 7.- Preparar charla inducción.
- 8.- Visitar cada centro de la aglomeración seleccionada y realizar la charla de inducción, donde se presentará el modelo, se explicará el por qué de la implementación y se enseñará el correcto uso y funcionamiento.
- 9.- Desplegar el PowerBI en un monitor en cada centro y en la oficina de planificación, donde no solo se mostrará el centro en específico, sino la aglomeración para que se entienda porque se realizó el abastecimiento pese a no estar necesariamente en el punto de reorden.
- 10.- Una vez integrado en todos los monitores de la aglomeración, empezar la marcha blanca.
- 11.- Iterar en lo que sea necesario para lograr el funcionamiento óptimo.

Medidas de desempeño

- Disminución ayunos:** La principal medida de desempeño es la disminución de días de ayuno por jaulas.
- Económica:** cada día que se evite ayunar tiene un ahorro de costo significativo, el cual viene siendo la multiplicación de jaulas no ayunadas por \$ 1.1150.000 mil pesos chilenos.
- Disminución porcentaje de ayuno logísticos:** Disminuir el porcentaje de ayuno logístico para mejorar el KPI asociado como empresa.

Desarrollo del proyecto.

El proyecto se desarrollo con éxito siguiendo de manera cautelosa los pasos descritos en el plan de implementación. Una vez listo el visualizador con sus iteraciones de conexión realizadas, se realizó la charla de inducción a los 4 centros de la aglomeración seleccionada, donde se enfatizó la relevancia de realizar el pedido en base a un protocolo o un procedimiento lógico para cumplir con el trabajo de la mejor manera posible, que en este caso viene siendo alimentar los peces todos los días que sea posible evitando el ayuno logístico. Además, se realizó una demostración clara de como

ajustar los parámetros en caso de necesitar realizar cambios en la planilla. Junto con eso se explicó el tema de las alarmas, del por qué se desplegaba en ese punto y qué era lo que había que hacer, dejando claro el funcionamiento general de la nueva herramienta de reposición. Como último punto, se le dio mucha importancia a que sí el centro en el que trabajan nunca es el primero de la aglomeración en alcanzar el punto de reposición, nunca van a tener que realizar ellos el pedido, dándoles la tranquilidad que aún que no pidan directamente, recibirán el alimento pertinente. Eso sí, se dio mucho énfasis a la significación de estar revisando frecuentemente los monitores, ya que por alguna circunstancia los otros centros no alimentan, ellos serán los primeros en llegar al punto de reorden.

En paralelo con las charlas, se instaló el visualizador en un monitor de cada centro del grupo, el cuál muestra el estado de los silos de todos los de la aglomeración, evidenciando de manera clara cuál es el que tiene que pedir en base a la alarma establecida que se destapa cuando se alcanza algún punto de reposición. Una vez finalizado el tema de las inducciones, se dio el visto bueno desde las jefaturas de logística para empezar la marcha blanca y ver si es necesario realizar iteraciones con el tiempo de aprovisionamiento y con el stock de seguridad.

El día 19 de noviembre de 2023 se inició la marcha blanca, donde dos días después hubo que realizar el primer abastecimiento. Primera vez que se trabajaba de esta manera, teniendo resultados bastante alentadores, ya que, los tiempos propuestos y establecidos dentro de los parámetros a iterar estuvieron todos dentro de los márgenes establecidos. Sí bien el único factor que vario un poco más de lo previsto fue el tiempo de descarga, el cual se va a ajustar y se seguirá midiendo para validar el supuesto.

El segundo abastecimiento se realizó el 25 de noviembre, siendo exitoso, ya que, por segunda vez consecutiva los tiempos establecidos estuvieron dentro de lo planificado. Esto quiere decir que los datos entregados por los profesionales encargados de la planificación son certeros, facilitando la futura implementación a otras micro zonas de la compañía.

A la fecha, se sigue trabajando con el modelo y se espera poder mantener los resultados hasta el minuto conseguidos, es decir, cero ayunos, que las existencias nunca estén críticas y, por último, que la restricción de lo que pide más lo que existe, no puede superar el 100% de la capacidad del silo, evitando así el redestino.

Resultados cualitativos y cuantitativos.

Los cualitativos son la eliminación de esta amplia brecha de disponibilidad de tiempo para realizar el pedido, asignando un protocolo establecido de cuándo pedir y cuánto. Con esto,

eliminamos la incertidumbre de sí llegará el alimento a tiempo o no, y a la vez, evitamos depender del riesgo del jefe de centro, quien es el que realiza el pedido. También, se logró planificar de manera clara la semana, ya que, al estar constantemente viendo el decrecimiento de la existencia de alimento, se puede estimar cuando hay que despachar, organizando el proceso de producción.

En el ámbito cuantitativo, llevamos 0 ayunos en lo que va de prueba, lo que quiere decir que no hay un costo asociado a error logístico, lo que es una muy buena noticia ya que ampliándolo a todos los centros de la compañía se podría ahorrar bastante dinero.

Cantidad de jaulas ayunadas por semanas						
Mes	Semana	Puqueldón	Capera	Herradura	Huenquillahue	Suma semanal
Septiembre	Semana 1	0	1	0	2	3
Septiembre	Semana 2	0	0	2	0	2
Septiembre	Semana 3	0	0	0	0	0
Septiembre	Semana 4	0	0	0	0	0
Octubre	Semana 1	0	0	0	0	0
Octubre	Semana 2	0	2	0	1	3
Octubre	Semana 3	0	0	1	0	1
Octubre	Semana 4	0	0	0	0	0
Noviembre	Semana 1	0	0	0	2	2
Noviembre	Semana 2	1	3	0	0	4
Noviembre	Semana 3	0	0	2	0	2
Noviembre	Semana 4	0	0	0	0	0
Noviembre	Semana 5	0	0	0	0	0
Diciembre	Semana 1	0	0	0	0	0

Conclusiones y discusión.

Aquachile sin duda enfrenta desafíos logísticos significativos, los que con el paso de los años se irán abordando de mejor manera. El proyecto realizado es el primer eslabón para en un futuro realizar una optimización de la cadena logística completa, ya que, sin la estandarización del pedido, que viene siendo el primer punto de esta cadena de distribución, no se pueden organizar ciertos temas como las rutas óptimas, micro zonas establecidas y cantidad de viajes, debido a que, al no estar estandarizado, ni siquiera el abastecimiento estaba realizando en el tiempo y la forma correcta.

El trabajo realizado presenta mejoras importantes para la compañía como la estandarización del pedido basándose en métricas y reglas lógicas de ejecución (modelo de reposición logístico), disminuyendo considerablemente a cero los días de ayuno por la consideración de los días de aprovisionamiento y un stock de seguridad para cualquier imprevisto que presente la cadena de suministro. Además, al haber presentado un visualizador claro y de sencilla interfaz, el

trabajo de planificación se acota y se basa tan solo en la correcta interpretación de los datos proyectados, eliminando la tediosa tarea de tener que entrar a las distintas bases de datos para encontrar la información de existencias, consumos y pedidos, lo que más allá de ser una tarea difícil, es lenta dado que hay que encontrar primero la información y luego descargarla. Otra mejora que trae el proyecto consigo es la eliminación del redestino, el que se producía por la simple razón de que los centros no podían recibir la totalidad del alimento enviado por falta de espacio para almacenarlo (debido a que se realizó mal el pedido). Al incluir la restricción de que el pedido más lo existente no puede superar nunca el 100% de ocupación, se elimina el redestino, evitando la gestión de encontrar un centro, ojalá cercano, que quiera recibir el alimento y que le calce la dieta, lo que sin duda es un trabajo que se puede evitar. En base a esto, podemos decir que en lo que va de prueba, ningún centro a tenido la necesidad de redestinar, debido que lo recibido nunca supera el 100%.

Dentro de las recomendaciones que se le hicieron a la empresa es abastecer por micro zonas o aglomeraciones de centros que se encuentren en el mismo sector geográfico. Junto con esto, se recomienda hacer uso portuario en la misma sintonía, es decir, que el alimento zarpe del puerto con convenio más cercano, ya que así, navegamos la menor cantidad de millas náuticas posibles, disminuyendo el riesgo de imprevisto.

Dentro de los últimos puntos se recomienda mantener la bodega de Magallanes con existencias disponibles para realizar el abastecimiento desde la bodega y no desde los puertos de la X región, ya que, como mencionamos, el trayecto marítimo es el riesgoso. Entonces, depender de un barco que se demora 4 o 5 días en condiciones normales es inapropiado y genera dolores. Mejor abastecer la bodega y de la bodega realizar el abastecimiento al sector, donde la navegación es menos de medio día, disminuyendo el riesgo a casi cero.

Finalmente, se realizará una última recomendación que viene siendo la ampliación de los pontones de los centros de cultivo que se encuentren en las micro zonas más asiladas y con mayor riesgo de atraso por condiciones del mar. Así, se abastece cada más tiempo y al tener una mayor disponibilidad, el riesgo de ayunar es menor.

Bibliografía.

Cerragería, L. M. M. (2015, diciembre 13). MODELOS Y ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS Y REAPROVISIONAMIENTOS. Actualidadempresa.com.

<https://actualidadempresa.com/modelos-y-estrategias-para-la-gestion-de-inventarios-y-aprovisionamientos/>

Rosas, J. A. (18 de noviembre 2018). Modelos de reposición de inventarios.

<https://www.joserosas.com.co/modelos-de-reposicion-de-inventarios/>

Imagen sacada de Rosas, J. A. (18 de noviembre 2018). Modelos de reposición de - inventarios.

<https://www.joserosas.com.co/modelos-de-reposicion-de-inventarios/>