

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“OPTIMIZACIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO PARA DISMINUIR EL COSTO OPERATIVO DE LA EMPRESA AIR PRODUCTS PERÚ S.A.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Mario Jhofred Sánchez Díaz

Asesor:

Ing. Oscar Goicochea Ramírez

Trujillo - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme a realizar una de mis grandes metas profesionales y guiar mis pasos.

A mi madre: Beatriz Díaz Briones, por su amor, dedicación y sacrificio en todos estos años; sin ella no hubiera logrado llegar hasta aquí y convertirme en la persona y profesional que soy.

Es un orgullo y privilegio ser su hijo.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme, salud e inteligencia  
para poder culminar este proyecto.

Al Sr. Luis Albornoz, Gerente General y la Sra. Fabiola Ovalle,  
representante legal de la empresa Air Products Perú SA;  
por su gran apoyo en el desarrollo de este proyecto y  
confianza total en la investigación realizada.

A Libertad Maldonado, Gerente de Cadena de Suministro, compañeros de área  
y a mi asesor: Ing. Oscar Goicochea que me brindaron su apoyo profesional, el aprendizaje  
y la orientación necesaria para efectuar este proyecto.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA</b> .....	2
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	3
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	6
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	7
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	8
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	11
2.1 Actividades según el proceso .....	15
2.1.1 Proceso de Distribución:.....	15
2.2 Diagrama causa-efecto Ishikawa .....	22
2.3 Análisis FODA .....	23
2.3.1 Fortalezas.....	23
2.3.2 Oportunidades.....	23
2.3.3 Debilidades .....	23
2.3.3 Amenazas .....	24
2.4 Limitaciones .....	24
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA</b> .....	25
3.1 Experiencia laboral .....	25
3.2 Proyecto laboral .....	25
3.2.1 Objetivos.....	26

3.2.2 Metodología.....	26
3.2.3 Análisis y evaluación comercial de la sucursal de Ilo .....	28
3.2.4 Situación actual del abastecimiento y atención a clientes .....	30
3.2.5 Optimización en base a redes de flujo – flujo de costo mínimo.....	31
3.2.6 Planteamiento de nueva ruta y optimización de la cadena. ....	32
3.2.7 Análisis coste-beneficio de distribución actual vs proyectado:.....	33
3.2.7.1 Costos Fijos de Distribución .....	33
3.2.7.2 Costos Variables de Distribución .....	33
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
4.1 Cálculos de flujo actual vs flujo proyectado (redes de nodos – costo mínimo).....	36
4.1.2 Cálculo Kilómetros flujo costo mínimo. ....	37
4.2. Análisis de Costos y valoración del ahorro generado. ....	37
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cronograma de Actividades.....	27
Tabla 2	Importe de Ventas Sucursal Ilo (enero-julio 2021).....	28
Tabla 3	Porcentaje de venta de gases segmentado por zona (enero-julio 2021).....	28
Tabla 4	Porcentaje y margen de ventas - segmentado por cliente y zona (enero-julio 2021).....	29
Tabla 5	Costos actuales de distribución (promedio 3 últimos meses) .....	34
Tabla 6	Nuevos costos de distribución (atención directa desde Planta Arequipa) .....	34
Tabla 7	Costos actuales de distribución (agosto 2021–julio 2022) .....	38
Tabla 8	Costos distribución proyectado – nuevo flujo (agosto 2021- julio 2022).....	39
Tabla 9	Valoración del ahorro total mensual – costos operativos para Air Products Perú S.A. ....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa Air Products Perú S.A.....	10
Figura 2. Organigrama de la Gerencia de Cadena de Suministro – Air Products Perú S.A.....	10
Figura 3. Organigrama de la Jefatura de Distribución y Planeamiento – Air Products Perú S.A. ...	10
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de planificación y programación de rutas.....	16
Figura 5. Diagrama de flujo abastecimiento y atención a clientes de la sucursal de Ilo. ....	17
Figura 6. Diagrama de flujo proceso de modificación de rutas y viajes. ....	19
Figura 7. Diagrama de flujo proceso de fallos totales y/o parciales.....	21
Figura 8. Diagrama de Ishikawa de Cadena de Suministro - Air Products Perú S.A .....	22
Figura 9. Actual proceso de abastecimiento y atención a clientes de la sucursal de Ilo. ....	31
Figura 10. Redes de flujo-flujo de costo mínimo abastecimiento sucursal Ilo y atenciones a las mineras Toquepala y Quellaveco.....	32
Figura 11. Nuevo flujo de abastecimiento y atención directa a clientes.....	33

## RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo de suficiencia fue realizado en la empresa Air Products Peru SA, la cual posee 13 sedes en Perú. En la zona Sur; la sede de Ilo representa, para cadena de suministro, un costo de 27,500 soles/mes; considerando costos fijos (tripulación y alquiler de vehículo) y costos variables (costo total en KM recorridos). Dicho costo es considerado un exceso debido a las ubicaciones de los principales clientes potenciales del sur, la ineficiencia en la distribución afecta directamente los costos operativos del área y de toda la cadena de suministro en Air Products Perú S.A.; estos problemas fueron identificados haciendo uso de la herramienta causa-efecto Ishikawa. Para solucionar estas deficiencias, se decidió analizar la ruta empleada actualmente, el flujo que contempla la atención de estos clientes versus una ruta optimizada (la cual no contempla la sucursal de Ilo). Basándonos en redes de flujo – flujo de costo mínimo, el análisis de la demanda/ventas, el abastecimiento en gases y otros materiales, los gastos/costos directos e indirectos que incurre mantener la sucursal de Ilo. Gracias a estas herramientas y al análisis se tomó la decisión de cerrar el local de sucursal de Ilo, efectuar un ahorro de más de 53,500 USD anual, sin afectar las atenciones y/o requerimientos comerciales para con los clientes de la zona Sur; principalmente Moquegua y Tacna. En términos generales, la reducción de los costos operativos y la optimización de la cadena de suministro de Air Products Perú S.A.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Air Products (NYSE: APD) es una compañía de gases industriales líder en el mundo con operaciones casi por 80 años. Centrado en el servicio de energía, medio ambiente y mercados emergentes. La Compañía proporciona gases industriales esenciales, equipos relacionados y experiencia en aplicaciones a clientes en docenas de industrias, incluyendo refinería, química, metales, electrónica, fabricación, alimentos y bebidas. Air Products también es el líder mundial en el suministro de tecnología y equipos de proceso de gas natural licuado. La Compañía desarrolla, diseña, construye, posee y opera algunos de los proyectos de gases industriales más grandes del mundo, incluidos proyectos de gasificación que convierten de manera sostenible, abundantes recursos naturales en gas de síntesis para la producción de energía, combustibles y productos químicos de alto valor. Fundada en 1940, Air Products se ha ganado una reputación por su cultura innovadora, excelencia operativa y compromiso con la seguridad y el medio ambiente. La compañía tuvo ventas en el año fiscal 2019 de \$ 8.9 billones, operaciones en 50 países y una capitalización de mercado actual de aproximadamente \$ 50 billones. Cuenta con 16.000 empleados aproximadamente de diversos orígenes, apasionados, talentosos y comprometidos e impulsados por el propósito más importante de Air Products de crear soluciones innovadoras que beneficien el medio ambiente, mejoren la sostenibilidad y aborden los desafíos que enfrentan los clientes, las comunidades y el mundo.

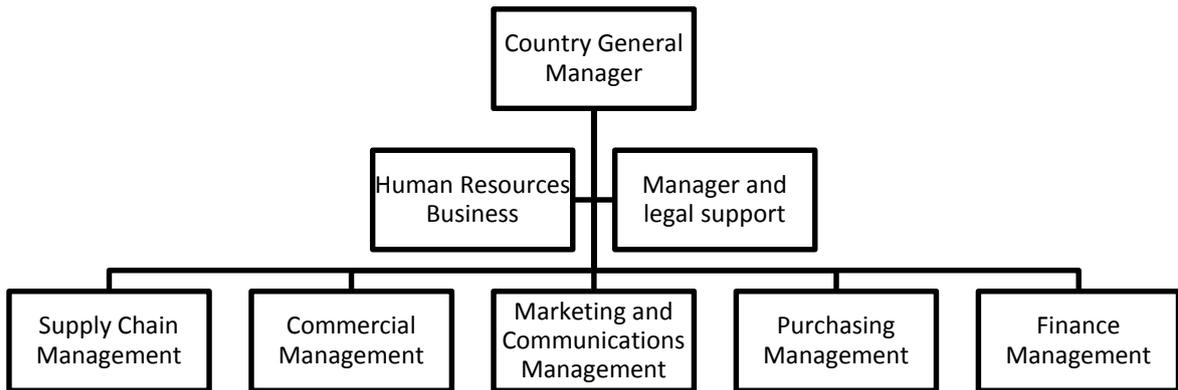


Figura 1. Organigrama de la empresa Air Products Perú S.A.

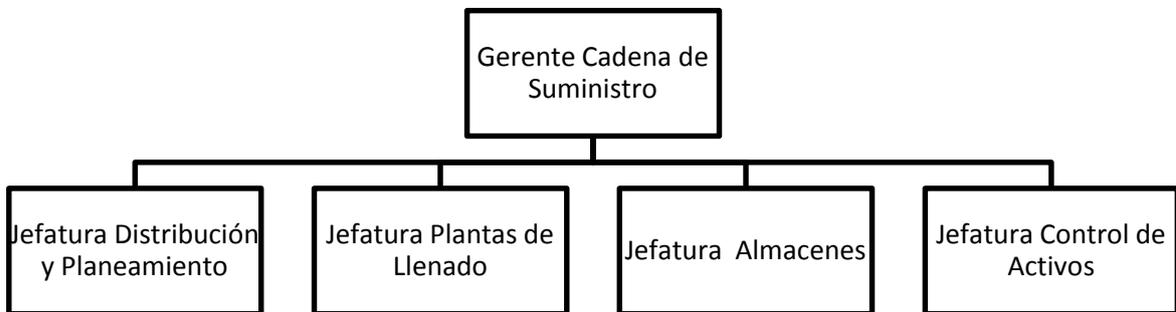


Figura 2. Organigrama de la Gerencia de Cadena de Suministro – Air Products Perú S.A.

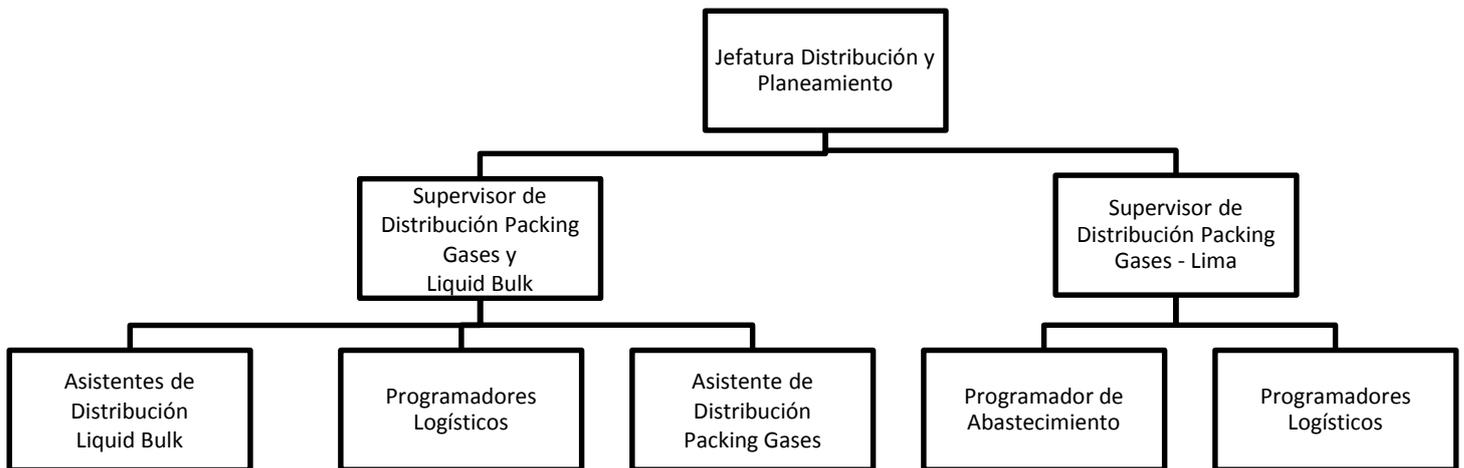


Figura 3. Organigrama de la Jefatura de Distribución y Planeamiento – Air Products Perú S.A.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

La cadena de suministro ha sido definida tradicionalmente como la organización de personas, actividades, información y recursos para llevar un producto desde un fabricante a un consumidor, sin embargo, esta definición está orientada a describir la relación entre las etapas de adquisición de materias primas, elaboración y la entrega o distribución del producto final (Santander et al., 2014).

Según Bowersox, Closs, & Bixby Cooper (2007) determinan que la administración de la cadena de suministro consiste en la colaboración entre las empresas que persiguen un posicionamiento estratégico común y pretenden mejorar su eficiencia operativa. Por cada empresa involucrada, la relación de la cadena de suministro refleja una decisión estratégica. Una estrategia de cadena de suministro es una disposición de canales basada en una dependencia y una colaboración reconocidas. Las operaciones de la cadena de suministro requieren procesos administrativos que abarcan las áreas funcionales de las empresas individuales y vinculan a los socios comerciales y a los clientes a través de los límites de la organización.

Entendiendo que toda reducción de costos operativos debe contener un análisis financiero y un análisis de coste-beneficio, donde se vea reflejado el comparativo del ingreso o ahorro generado y los costes generados durante la vida del proyecto. Lo señala De Rus (2008) cuando afirma que:

El análisis financiero consiste básicamente en la comparación de los ingresos y los costes generados durante la vida del proyecto. La diferencia entre los ingresos y los costes totales es el valor actual neto, el beneficio que el proyecto reporta al agente económico que tiene el derecho de propiedad sobre dichos rendimientos.

Es importante anotar que se debe identificar, calcular e implementar indicadores de gestión logísticos más detallados de los procesos con el fin de conocer la gestión y comportamiento de esas actividades dado que los estados de pérdidas y ganancias dan información macro y no reflejan realmente lo que está sucediendo al interior de cada proceso logístico en lo relacionado con el eficiencia y productividad y la optimización de los recursos asignados. (Mora, 2008)

Teniendo como referencia al precio (costo) del servicio de transporte. Ballou H. (2010) infiere que, para un consignatario, será simplemente la tarifa de transporte de línea para el desplazamiento de bienes y cualquier cargo accesorio o terminal por servicio adicional proporcionado. En el caso de servicio por contrato, la tarifa cargada para el desplazamiento de bienes entre dos puntos más cualquier cargo adicional, como recoger la mercancía en el origen, la entrega en el destino, el seguro o la preparación de bienes para el envío, constituirán el costo total de servicio. Cuando el consignatario es dueño del servicio (por ejemplo, una flota de camiones), el costo del servicio será una asignación de los costos relevantes a un envío particular. Los costos relevantes incluyen rubros como combustible, mano de obra, mantenimiento, depreciación del equipo y costos administrativos.

Adicionalmente, la satisfacción del cliente es otra parte fundamental en el buen desempeño y optimización de la cadena de suministro, de acuerdo con Bowersox et al. (2007), las necesidades o los requerimientos de los clientes. En el centro de sus propias estrategias empresariales, los clientes tienen requerimientos que dependen del desempeño de sus proveedores. En gran medida, esperan que los proveedores puedan cubrir estas necesidades y lo hagan. Sin embargo, es curioso que las expectativas de los clientes a menudo no sean iguales que sus requerimientos o necesidades reales. El desempeño previo del proveedor es un factor importante que afecta las expectativas

del cliente. Es probable que se espere que un proveedor que entrega a tiempo con regularidad haga lo mismo en el futuro

Según Bastos (2007), la rápida interacción entre los cinco elementos de la cadena de abastecimiento (proveedores, transportes, empresa, clientes y comunicación) genera una ventaja competitiva siempre y cuando se sepa utilizar de forma eficaz la coordinación entre ellos. Por otro lado, Carro y Gonzales (2013) agregan una célebre frase empresaria a nivel mundial para poder gestionar, hay que saber medir. Pero, por lo general, la empresa focaliza su atención en resolver los problemas del día a día, con esto pierde tiempo e incluso, en algunos casos, no le otorga la importancia que merece a un ítem que, con el correr de los meses puede provocarle pérdidas importantes de sumas de dinero. Los denominados costos logísticos están presentes en la mayoría de las empresas. La clave es detectarlos a tiempo a través de distintas mediciones que automaticen los principales procesos de la firma y, lograr así, la reducción o eliminación de esa erogación innecesaria.

Mediante una evaluación sencilla y básicamente financiera se debe evaluar el proyecto, Lira Briceño (2013) señala que: es importante recordar que evaluar un proyecto implica determinar si genera valor para los accionistas, a fin de incorporarlo al portafolio de proyectos denominado empresa. La respuesta a la pregunta “¿genera o no valor?” se asienta en tres pilares que, en conjunto, conforman las técnicas modernas de la evaluación de proyectos: el primero, es proyectar el flujo de caja del proyecto; el segundo, es incluir el riesgo (esto es, la probabilidad que no ocurra lo que se espera) en la evaluación; y el tercero, es determinar la tasa de rentabilidad (el famoso COK o el WACC) que se aplicará para descontar los flujos futuros. Por consiguiente, si deseamos reducir los costos operativos lo que se debe analizar en distribución es la eficiencia de las rutas utilizando Redes de Flujo (flujo de costo mínimo), precisamente

y sobre este punto Martínez et al (2014) infieren que: El problema, entonces, es determinar la mejor manera de cruzar la red para encontrar la forma más económica posible desde un origen hasta un destino dado. Supóngase que en una red dada existen  $m$  nodos y  $n$  arcos, y un costo  $C_{ij}$  asociado con cada arco  $(i, j)$  en la red. Formalmente, el problema del camino más corto es encontrar el camino más corto (menor costo) desde un nodo de inicio hasta un nodo de destino. El costo del camino es la suma de los costos de cada arco recorrido. El problema es minimizar el costo total sujeto a la disponibilidad y la demanda de algunos nodos, considerando las capacidades de flujo para cada arco  $(i, j)$ .

Por otro lado, Render et al (2006) menciona: una ruta inaceptable o prohibida se le asigna un costo muy alto para evitar que sea utilizada. En ocasiones existen problemas de transporte en los cuales uno de los orígenes es incapaz de enviar una carga a uno o más destinos. Cuando esto ocurre, se dice que el problema tiene una *ruta inaceptable o prohibida*. Es un problema de minimización, a la ruta prohibida se le asigna un costo muy alto para impedir que sea utilizada en la ruta óptima. Después de que se coloca este alto costo en la tabla de transporte, el problema se resuelve mediante técnicas previamente estudiadas.

Identificadas todas las aristas, es necesario plantear una propuesta, donde “*la preparación puede ser una tarea sencilla realizada por una persona, o ser un esfuerzo que requiere un uso intensivo de los recursos y necesita un equipo de organizaciones y personas con varios tipos de expertise y habilidades*” (Gido y Clements, 2012, p. 69)

Siendo más analíticos y entendiendo que la verdadera clave está en reducir los costos de operaciones para poder empezar a ser cada vez más competitivo, y como se mencionó existen dos factores clave el rol de la gestión de operaciones porque con este se maneja eficientemente la productividad y desempeña un rol estratégico en el éxito

competitivo de una organización (Villegas & González, 2018). Así mismo, Calzado (2020) sostiene que el otro factor, la Gestión Logística, busca satisfacer la demanda de las mejores condiciones de servicios, calidad y coste. Garantizar, por un lado, la calidad del producto y/o servicio, lo que aportará una ventaja competitiva y la reducción de costes, que permitirá aumentar el beneficio de la empresa.

Identificar y analizar los diferentes costos, que se ven involucrados, dentro de la cadena de suministro, darán la pauta para elaborar el plan para el presente trabajo.

Bajo esta última premisa, Ballou H. (2010) indica: Dado que los costos de transportación normalmente se hallan entre un tercio y dos tercios de los costos logísticos totales, mejorar la eficiencia mediante la máxima utilización del equipo de transportación y de su personal es una preocupación importante.

La experiencia profesional del autor de este trabajo de suficiencia fue aplicada en el área de distribución - cadena de suministro de la empresa Air Products Perú S.A.

A continuación, se describe las actividades realizadas de acuerdo con cada proceso:

## **2.1 Actividades según el proceso**

### **2.1.1 Proceso de Distribución:**

#### **2.1.1.1 Planificación y Programación de Rutas:**

Para la planificación, se consideran todos los pedidos que fueron generados correctamente por el área de Centro de Servicio al Cliente (CSC), dentro de un horario establecido, para que sean visualizados y programados en SAP o QUEST.

La planificación inicia con la programación de rutas para reponer stock entre plantas y para entregar o recoger materiales de clientes (personas naturales o negocios).

Finaliza con la generación de un documento SAP (número de viaje).

Los encargados de generar las STOs sólo por SAP para reponer el stock entre plantas son 2 Internal Orders y los responsables de programar rutas diarias a clientes por QUEST o SAP son 7 Schedulers.

Cabe mencionar que la empresa cuenta con 13 plantas en el Perú, de las cuales, 9 se programan por QUEST y 4 por SAP.

Esto se debe a que las plantas con mayor cantidad de pedidos y disponibilidad de flota se programan por QUEST (software práctico) y las de menor cantidad, por SAP (software complejo).

Si bien existen herramientas que ayudan o dan el soporte en la planificación de las rutas, estas sólo generan una sugerencia ya que las prioridades o puntos críticos para las atenciones se evalúan de manera independiente o en base al ruteo sugerido.

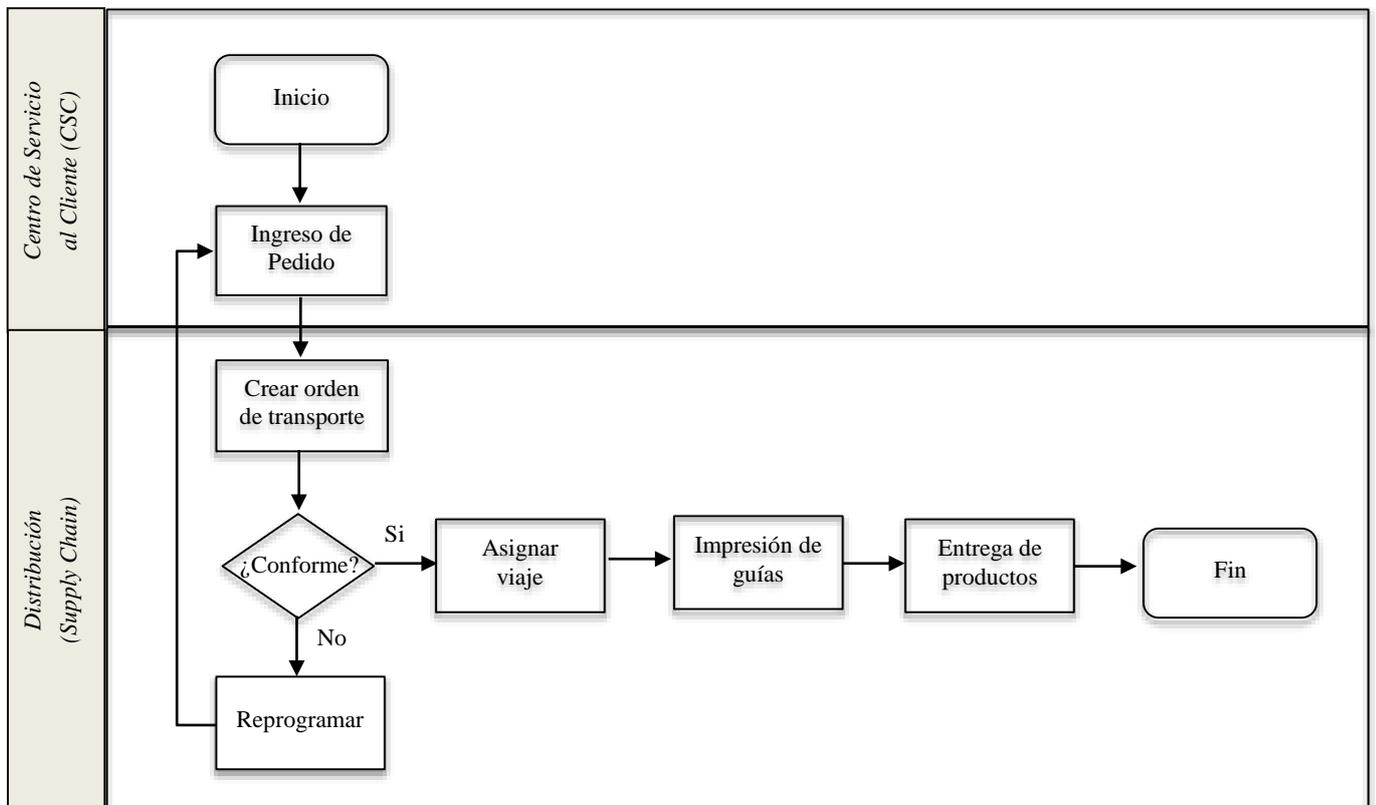


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de planificación y programación de rutas.

### 2.1.1.2 Flujo de abastecimiento y atención a clientes de Ilo

Desde que la sucursal de Ilo entró en funcionamiento el abastecimiento ha dependido de la Planta de Arequipa, manteniendo así los niveles de stock y posterior atención a los clientes. Este flujo se basa en el traslado de cilindros vacíos desde la sucursal de Ilo hasta la planta de Arequipa, esperar el llenado (aproximadamente 24 horas), retorno a Ilo para el ingreso de mercadería y la posterior atención a clientes.

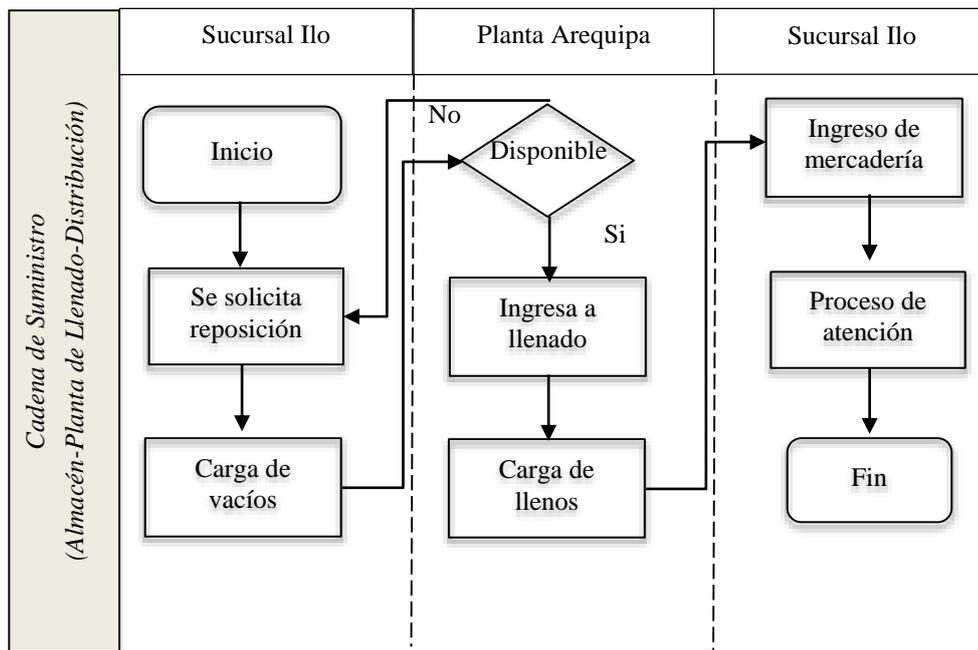


Figura 5. Diagrama de flujo abastecimiento y atención a clientes de la sucursal de Ilo.

### 2.1.1.3 Proceso modificación de rutas y viajes

La modificación de los viajes se realiza en diferentes situaciones:

**Situación A:** Cuando el transportista indica que, por un motivo de mayor accesibilidad en ruta, necesita que se le reordene las paradas en los clientes.

**Proceso A:** La modificación se realiza en SAP, al conductor se le solicita el número de viaje y que tiene que salir del viaje para poder continuar, entonces ya en SAP con la transacción vt02n se retiran todos los checks que están marcados en el viaje (planificación hasta inicio de viaje), luego se ingresan a las paradas que se le asignaron

al viaje y se le solicita al conductor que cambio desea realizar y por qué (esto solo se pueden realizar con los que están marcados aún con A que son los pendientes) y sin haber ingresado kilometraje en los clientes que se desea cambiar, se vuelve a marcar el check de planificación hasta inicio de viaje y luego guardar; finalmente, se le indica al conductor que actualice para que pueda ver reflejado el cambio y siga con su viaje.

**Situación B:** Cuando en planta indican que no hay algún material disponible en físico ni en SAP dentro de un pedido en el viaje.

**Proceso B:** El encargado de despacho indica que no está disponible algún material de un pedido en ese viaje y no se podrá atender mediante un correo, se solicita el número de material, la cantidad y el delivery, después de tener estos datos se ingresa al SAP con la transacción vl02n donde te pedirá el número de delivery, ya ahí se busca el material y se realiza la modificación que puede ser borrar toda la línea o cambiar las cantidades en el material, luego guardar y se actualiza para que se refleje el cambio.

**Situación C:** Cuando un conductor no está disponible o no llegó a planta por diferentes motivos.

**Proceso C:** El jefe de operaciones del proveedor de servicio de transporte indica el motivo por el cual no llega el conductor y que conductor está disponible para esa móvil; luego se ingresa al SAP y en func interlocutor sin necesidad de retirar la planificación se ingresa el número de DNI del conductor disponible, se guarda para que se realice el cambio, luego el conductor ya podrá ver su viaje en MOBY desde su iPhone.

Estas modificaciones son de uso exclusivo de los programadores (área de distribución), quienes a su vez deben solicitar ciertas autorizaciones para realizarlas, ya que el efectuar una modificación involucra no sólo el proceso de despacho, sino también a los clientes internos (área comercial, almacenes de gases/materiales) y evidentemente

a los clientes externos quienes se encontraban destinados a ser atendidos en esa fecha establecida.

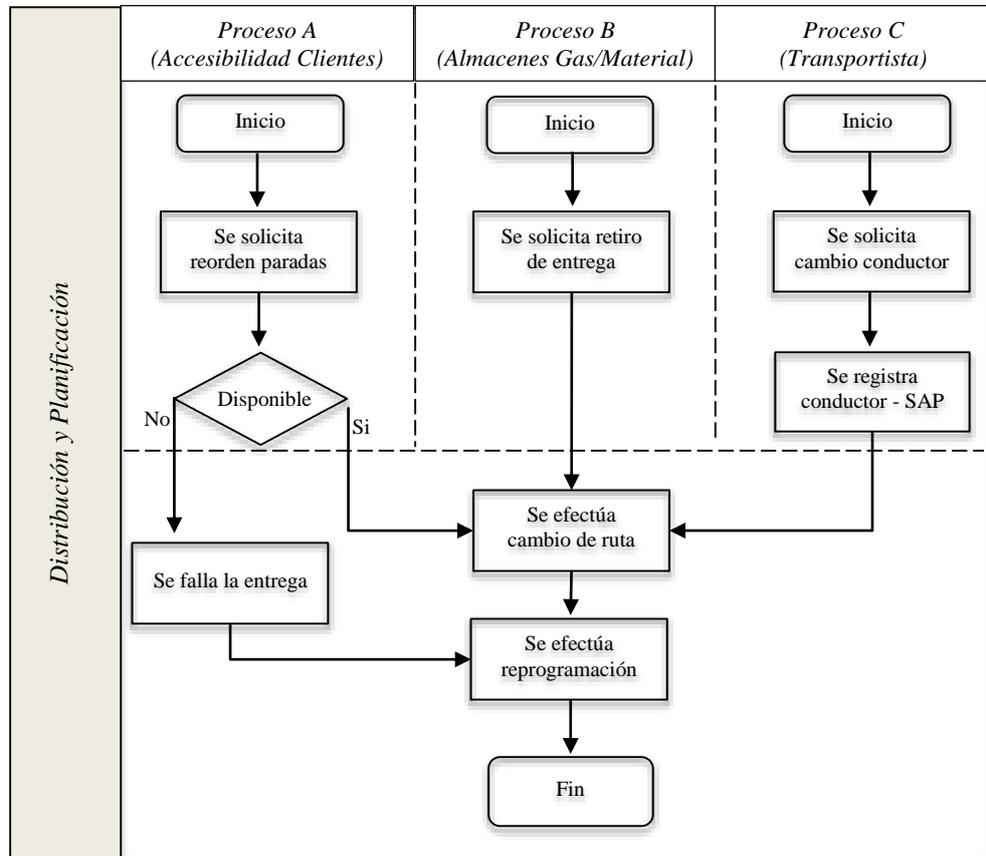


Figura 6. Diagrama de flujo proceso de modificación de rutas y viajes.

#### 2.1.1.4 Proceso para ejecutar fallos parciales y/o totales

Para que el transportista pueda ejecutar un fallo parcial o total, debe seguir algunos procesos según diferentes situaciones:

**Situación A:** Fallo porque el cliente no tiene canje de los cilindros que se llevaron (solo tiene algunos o no tiene nada). Para estos casos el transportista tiene indicaciones en la hoja de ruta por si al cliente solo se le asignará los cilindros, si se hará el canje solo por parte de los cilindros o si se tiene que hacer la entrega solo con canje; los transportistas son autónomos para este proceso, ya que siguen las instrucciones de la hoja de ruta que utilizan para los viajes y darán fallo parcial o total según sea el caso,

a excepción de casos puntuales que se comunican con el programador para ver cómo se procede.

**Situación B:** Fallo por excesivo tiempo de espera y sin respuesta en cliente. En estos casos se le indica al transportista que se comunique con nosotros luego que paso un tiempo prudente (15-20min) de haber llegado y de comunicarse con el cliente pero que nadie aún los atiende; en esos casos nos comunicamos con el ejecutivo comercial a cargo de ese cliente para que pueda gestionar el ingreso; luego de eso si aún siguen demorando en atender el pedido (30-40min), se le indica al conductor que proceda a darle fallo total con el motivo de demora excesiva en cliente.

**Situación C:** Fallo por llegar fuera de horario de atención de cliente. En estos casos, el transportista se comunica con nosotros, para indicarnos que el cliente no nos atenderá porque está fuera de su horario de atención, el programador proceder a autorizar el fallo total y procede a comunicarse con el ejecutivo comercial para indicarle esa información.

**Situación D:** Fallo por falta de envío de documentos necesarios para el ingreso al cliente. Para estos casos el transportista se comunica con nosotros e indica que el cliente no los deja ingresar o que al comunicarse con el contacto en el cliente indico que no tiene los datos o documentos necesarios para el ingreso, el programador se comunica con el ejecutivo para poder gestionar el ingreso o enviar los documentos en ese momento para que la móvil pueda ingresar; pero en algunos clientes se solicita esa información un día antes por temas internos en cada cliente; en esos casos que el cliente aun así no atenderá para evitar demoras se autoriza el fallo total del pedido.

Todo fallo parcial y total tiene la opción a ser reprogramado, sin embargo, son éstos últimos (los fallos totales) los que se solicitan o confirmar una reprogramación, los encargados y

responsables siempre son los programadores de distribución previa coordinación con el área comercial, para no incurrir nuevamente en un fallo.

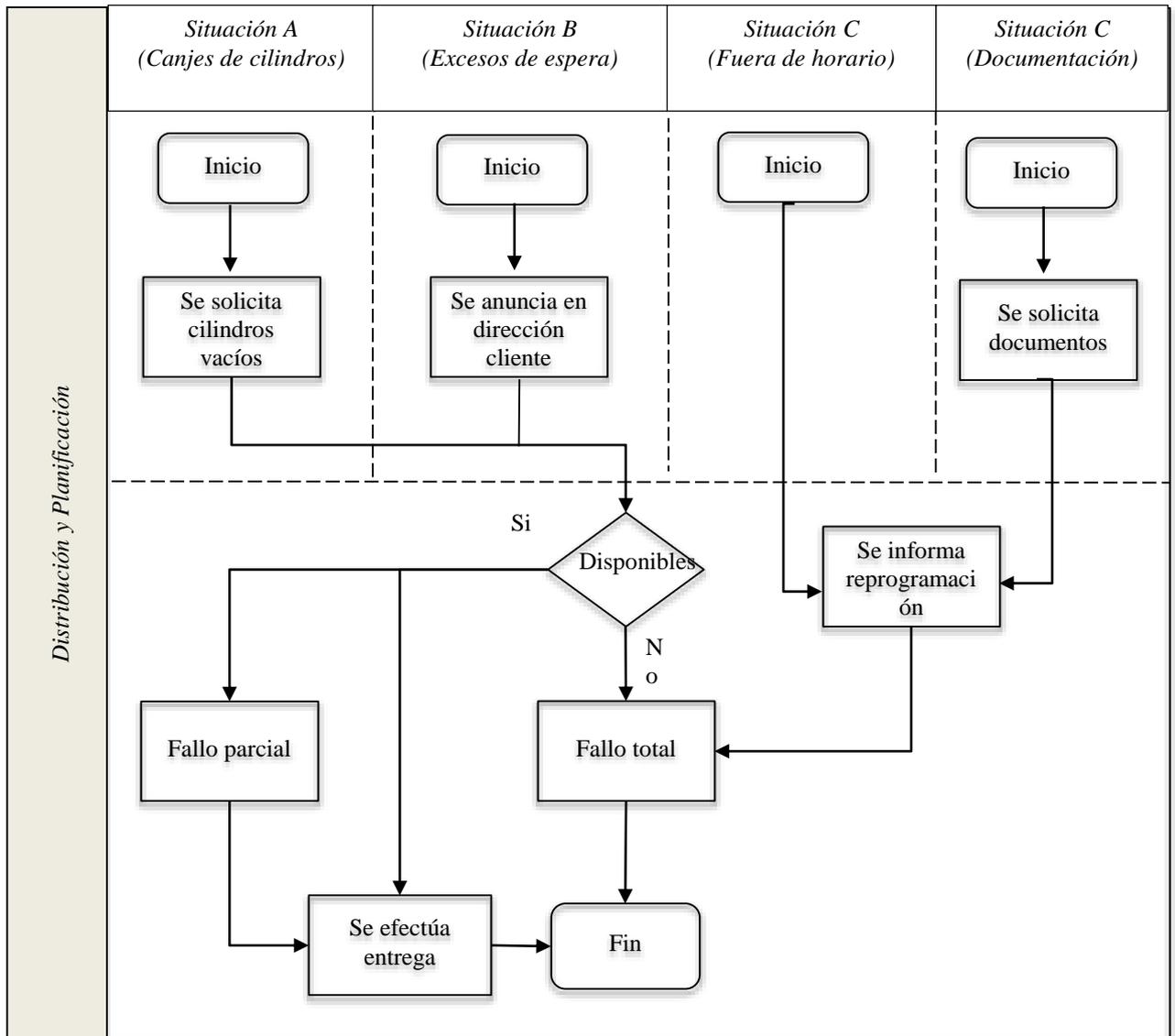


Figura 7. Diagrama de flujo proceso de fallos totales y/o parciales

Para todos estos casos y/o procesos de distribución se mantiene permanentemente la línea de la comunicación entre el gestor de pedidos de la sucursal o ejecutivo comercial, con la finalidad de evitar reclamos a futuro; entendiendo además que la prioridad de la compañía es la entrega del producto y toda la gestión que esto involucra,

de existir el fallo total se deberá siempre una reprogramación (previa coordinación) de los responsables mencionados líneas arriba.

## 2.2 Diagrama causa-efecto Ishikawa

De acuerdo con el flujo de atención actual, se realizó un diagrama causa-efecto para determinar los principales problemas que causan los altos costos en distribución y la oportunidad de mejora en cadena de suministro de la empresa Air Products Perú S.A.

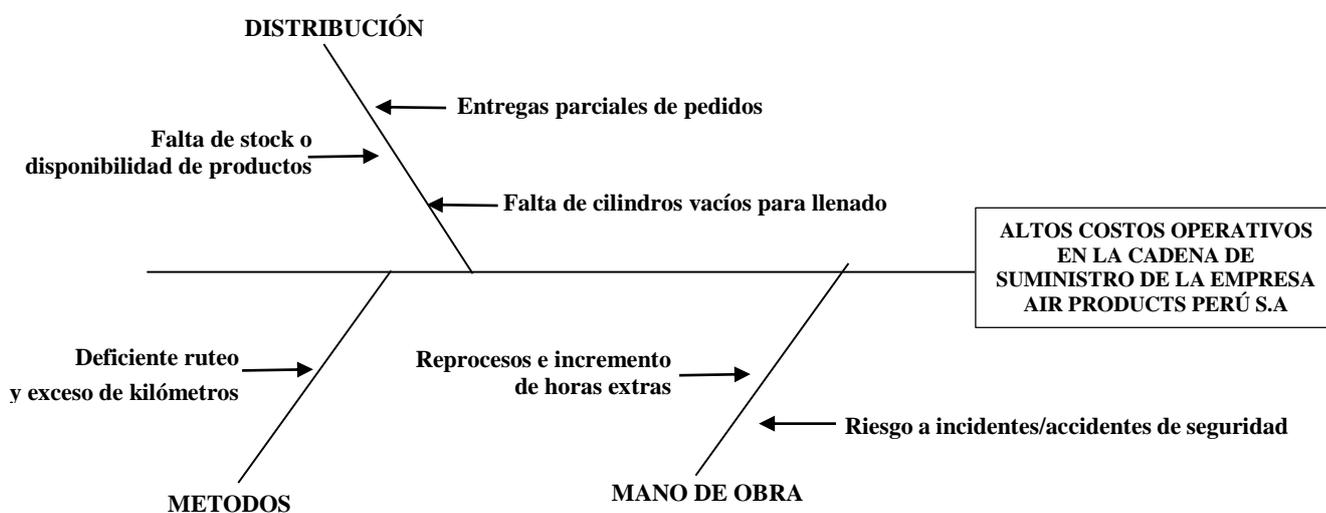


Figura 8. Diagrama de Ishikawa de Cadena de Suministro - Air Products Perú S.A

En la Figura 8, se puede observar que las principales causas para el incremento de los costos de distribución y el bajo rendimiento operativo de la cadena de suministro de la empresa Air Products Perú S.A se centra o basa en el abastecimiento de la sucursal de Ilo (disponibilidad de productos o stock para las atenciones), sumado a ello, el ineficiente ruteo para la atención y la mano de obra (conductores, personal operativo e inclusive administrativo) incurre en horas extras y aumenta el riesgo de incidentes/accidentes de seguridad por la fatiga/cansancio que genera estas operaciones.

## **2.3 Análisis FODA**

### **2.3.1 Fortalezas**

- Atención de pedidos de urgencia
- Compromiso del personal con el área
- Capacidad de cubrir aumento de demandas con la misma cantidad de unidades
- Sistema ERP SAP disponible para el control del área.
- Aplicativos externos relacionados a la atención y despacho.
- Trazabilidad de pedidos e identificación de productos en tiempo real.

### **2.3.2 Oportunidades**

- Buena disposición de clientes a brindar facilidades con el despacho de mercaderías
- Aumento de pedidos por la reactivación económica: Sector Minero.
- Aplicativos móviles que ayudan a la ubicación y comunicación en iPhones.

### **2.3.3 Debilidades**

- Baja rotación de activos (cilindros vacíos) para disponer de un stock mayor.
- Capacidad de almacén reducida y espacios confinados por zonas inseguras.
- Deficiencia en el control de mantenimientos preventivos de las unidades de transporte.
- Alto tiempo de respuesta para disponer de unidades de transporte back-ups para sucursales
- Mala ejecución del procedimiento sobre el escaneo de etiquetas en cilindros vacíos.
- Sucursales y plantas de abastecimiento con problemas de ruteo.

### **2.3.3 Amenazas**

- Aumento de delincuencia e inseguridad.
- Tráfico, desastres naturales y/o conflictos sociales dificultan cumplir con los tiempos acordados.
- Riesgo de derrame o fuga en trayecto o tramos largos para entregar productos.
- Exposición del personal frente al COVID-19.
- Tiempos prolongados de espera en clientes: fallos en entrega o reprogramaciones.
- Horas extras y posible incremento de incidentes de seguridad.
- Cliente no cuenta con área de descarga adecuada.

### **2.4 Limitaciones**

El presente trabajo, fue considerado un proyecto de productividad para la compañía, por ende, debía pasar una serie revisiones/aprobaciones e inclusive dependientes de información (trabajo remoto, validación física de las zonas de Ilo y Arequipa, disponibilidad de los responsables, etc.) lo que prolongó en varias oportunidades la sustentación ante el equipo regional de mejora continua. Por otro lado, al presentar el ahorro este involucraba sólo los gastos de distribución (contemplando las rutas de abastecimiento y el flujo de atenciones a clientes), sin embargo, eran la base para evaluar el posible cierre de la sucursal de Ilo, la atención directa desde la planta de Arequipa; esto último se convirtió en una limitante ya que el área de Recursos Humanos debía evaluar la situación del personal que laboraba actualmente en dicha sede (reubicación, ceses, renunciaciones voluntarias, etc.)

Finalmente, el riesgo al contagio por la pandemia del COVID 19, limitaba al autor en desplazamientos o viajes para corroborar in situ.

## CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 3.1 Experiencia laboral

El autor de este trabajo de suficiencia forma parte de la empresa Air Products Perú S.A. desde el 14 de septiembre del año 2017, cuando la razón social aún era Indura Perú y perteneciente al grupo estadounidense Air Products. Ingresé al equipo comercial como Administrador de la sucursal de Chimbote, debido a mi desempeño y resultados dentro de la filial, fui reasignado como Administrador de la Sucursal de Trujillo y transcurrido un año en Chimbote. Para el 2019 se inicia la compra de Messer Gases del Perú por parte del grupo Air Products y por ende la fusión entre ambas empresas ubicadas en Perú (Indura y Messer Gases) para dar paso a una sola compañía y cambio de razón social: Air Products Perú SA. En este proceso se me ofrece la oportunidad de desarrollarme y capacitarme como experto de proceso logístico, migrando de área, funciones y responsabilidades. Adquirí conocimientos en Chile, Ecuador, Colombia (países en la región Sudamérica donde está presente la compañía) y finalmente, tuve la oportunidad de conocer la casa matriz de Air Products en Allentown, Pensilvania – USA.

Actualmente me desempeño como supervisor de distribución y experto de proceso logístico, dentro del área de distribución de Air Products.

### 3.2 Proyecto laboral

Para el desarrollo de este trabajo, el autor tuvo el apoyo de los siguientes líderes: Gerente Comercial de Sucursales, Jefatura de la Zona Sur, Jefatura de Control de Activos, Gerencia de Cadena de Suministro, Jefatura de Distribución y Planeamiento; quienes evaluaron, aprobaron y consideraron elevar a la región Sudamérica como un proyecto productividad para Air Products Perú por el ahorro y beneficio generado.

Inicialmente decidimos mapear la situación actual, analizar los costos, la demanda y el flujo de atención. La facilidad para obtener la información y el manejo de las operaciones de cada área por parte del autor en el día a día, dieron como resultado la optimización en la cadena de suministro y la reducción del costo operativo de la compañía.

A través de un diagrama de causa-efecto se detectó que el principal problema en el exceso de costos es el abastecimiento de la sucursal de Ilo y la posterior atención a los clientes. Siendo más exactos, una vez identificados cada uno de los problemas que generan estos altos costos deberemos evaluar las diferentes alternativas u opciones para mitigarlas centrándonos en la reducción de costos operativos.

### **3.2.1 Objetivos**

Con el fin de optimizar la cadena de suministro y reducir los costos operativos en Air Products Perú S.A. se plantearon los siguientes objetivos:

#### **A) Objetivo General**

Disminuir los costos operativos mediante las mejoras de las rutas de distribución y la optimización de la cadena de suministro.

#### **B) Objetivos Específicos**

- Efectuar un análisis de flujo de redes – costo mínimo.
- Revisar la demanda y segmentar los principales clientes por tipo de producto.
- Identificar los costos de distribución (actual vs proyectado)
- Sustentar la viabilidad del flujo propuesto con el análisis del ahorro.

### **3.2.2 Metodología**

Para el desarrollo del presente trabajo y recopilar toda la información requerida, era necesario establecer pautas y actividades programadas, con fechas de entregables, reportes o consolidados periódicos de ventas, costos y/o gastos operacionales.

Teniendo en cuenta, lo mencionado anteriormente, el autor del presente trabajo definió agendas virtuales para ir explicando el avance de la información y los respectivos entregables por los líderes/responsables de proceso. Consolidando esta planificación mediante un cronograma:

**Tabla 1**

*Cronograma de Actividades*

ACTIVIDADES	SEMANAS				
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	QUINTA
Recopilación de información (contratos de arrendamiento, personal y datos básicos (distribución y área comercial)	X	X			
Análisis de la situación actual: Despacho/atenciones y abastecimiento a la sucursal de Ilo		X			
Análisis comercial: Evolución y ventas - ubicación y principales zonas/clientes potenciales de la sucursal de Ilo.			X	X	
Evaluación de Costos De Distribución (Actual vs Propuesta) y Análisis del Ahorro generado				X	
Determinación de la viabilidad del proyecto				X	
Implementación del proyecto - negociaciones					X

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3 Análisis y evaluación comercial de la sucursal de Ilo

Para Air Products Perú S.A, la sucursal de Ilo representa un ingreso en ventas de 390,564 soles al año con un promedio de 82 clientes (7 últimos años), ubicados en la zona de Moquegua y Tacna. En lo que va del año 2021, periodo enero – julio, las ventas llegaron a un total de 652,161 soles.

**Tabla 2**

*Importe de Ventas Sucursal Ilo (enero-julio 2021)*

<b>Producto</b>	<b>Importe (S/.)</b>
Gases	541,512
Soldadura	46,872
Maquinas	17,793
Otros	45,985
<b>Total</b>	<b>652,161</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2, nos muestra los principales o potenciales clientes las mineras de Moquegua y Tacna (Toquepala y Quellaveco), representando el 57% de las ventas de gases industriales.

**Tabla 3**

*Porcentaje de venta de gases segmentado por zona (enero-julio 2021)*

<b>Zona</b>	<b>% Venta</b>
Moquegua	57%
Tacna	16%
Ilo	21%
Puno	3%
Mollendo	3%

Fuente: Elaboración propia.

Durante el periodo en mención (enero a julio 2021) los clientes: Besalco Perú S.A.C, Techint S.A.C, Consorcio Industrial Sur Perú, Ferreyros, Southern Perú y Pesquera Morrosama S.A mantienen más del 80% de margen en ventas de la sucursal del Ilo, sin embargo, estos se encuentran en las zonas de Moquegua y Tacna.

**Tabla 4**

*Porcentaje y margen de ventas - segmentado por cliente y zona (enero-julio 2021)*

<b>CLIENTE</b>	<b>Venta (Soles)</b>	<b>%</b>	<b>%Margen</b>	<b>ZONA</b>
Besalco Peru S.A.C.	169,291	19%	88%	Moquegua
Techint S.A.C.	163,396	19%	82%	Moquegua
Consorcio Industrial Sur Peru	74,027	8%	96%	Tacna
Ferreyros S.A.	53,516	6%	82%	Moquegua
Southern Peru	49,488	6%	81%	Moquegua
Pesquera Morrosama S.A.	36,652	4%	93%	Tacna
Jjc Contratistas Generales S.A.	34,816	4%	68%	Moquegua
Frepama S.R.Ltda.	30,624	4%	79%	Ilo
SBP S.A.C.	30,067	3%	89%	Puno
Oxi Green E.I.R.L.	29,520	3%	82%	Tacna
Anglo American Quellaveco S.A.	27,576	3%	53%	Moquegua
Inst. Mecánicas Sur S.A.C.	24,100	3%	59%	Mollendo
Metcom M&S E.I.R.L.	22,098	3%	84%	Ilo
Engie Energía Perú S.A.	20,196	2%	91%	Ilo
Servicios Generales a & J	15,022	2%	65%	Ilo
C.M. Will'S E.I.R.L.	13,510	2%	82%	Ilo
OTROS	80,942	9%		Ilo

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 4, representa las zonas más importantes o relevantes en base a clientes potenciales y los porcentajes de margen de venta directa; siendo Moquegua y Tacna las regiones con margen más alto y atenciones más frecuentes de acuerdo al periodo enero-julio 2021. Los otros productos que constituyen casi el 9% de las ventas, en este periodo, se tratan de clientes esporádicos; ya que el 73% de venta de soldadura corresponden a distribuidores de la zona de Moquegua y Tacna.

#### **3.2.4 Situación actual del abastecimiento y atención a clientes**

La empresa Air Products Perú S.A., en la ciudad de Ilo, cuenta con una sede y almacén de gases/materiales con una capacidad de 300 cilindros, para la compañía este tipo de tienda-almacén son considerados Retail (no tienen producción de gases o planta de llenado). Debido a su capacidad de almacenamiento, la frecuencia de abastecimiento es mayor que a comparación de otras zonas, su planta suministradora: Arequipa Transfill se encuentra a 6 horas y a una distancia de 244 km.

Mantener el stock disponible y proceder con las atenciones a sus principales clientes de Moquegua y Tacna, la unidad asignada a esta sucursal debe viajar hacia Arequipa con los cilindros vacíos, esperar el llenado de los mismos (aproximadamente 24 horas) y retornar a la sede para proceder a atender a los clientes. Este flujo para atención de clientes tiene un lapso de 4 días, en caso de no tener el producto disponible, ya que hace evidente el abastecimiento.

Este flujo que incluye 9 atenciones a las mineras de Moquegua y Tacna (Toquepala y Quellaveco, respectivamente) representa, sólo en distribución, un total de 11772 km, costos fijos de 8288 soles y variables por 6304 soles haciendo un total de 20954 *soles* al mes.

La siguiente figura pretende explicar un poco más lo detallado, líneas arriba.

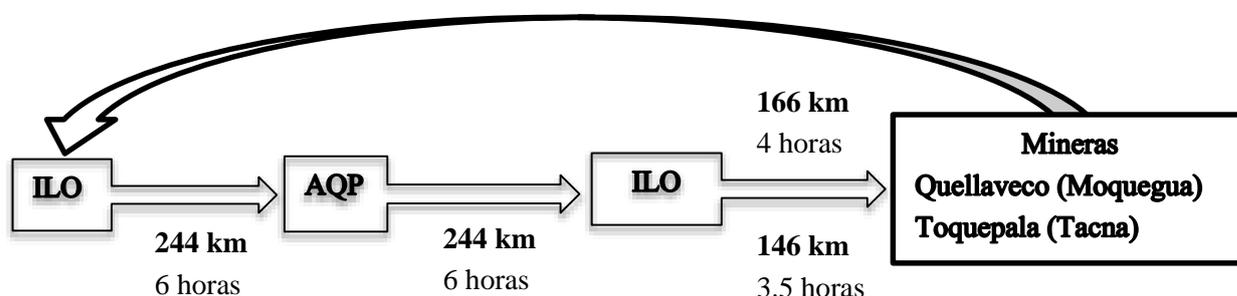
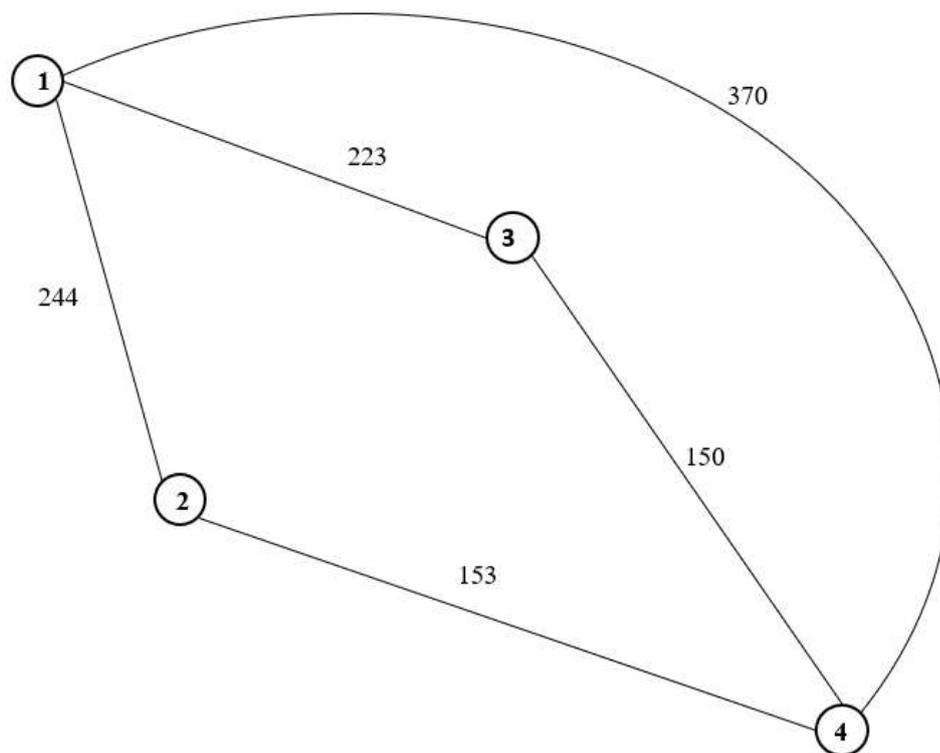


Figura 9. Actual proceso de abastecimiento y atención a clientes de la sucursal de Ilo.

### 3.2.5 Optimización en base a redes de flujo – flujo de costo mínimo

Identificado el proceso actual, las causas que incrementan los costos de producción y la baja eficiencia en la cadena de suministro, se decide analizar las atenciones a los clientes de Moquegua y Tacna directamente desde la planta de llenado de Arequipa, ya que cuenta con una capacidad mayor de almacenamiento y disponibilidad casi inmediata de gases. A diferencia de las sucursales o sedes Retail, en las que es necesario esperar al abastecimiento por una planta suministradora, Arequipa, cuenta con una producción independiente, inclusive de Lima, para atención de oxígeno y algunos gases especiales que son de requerimiento directo de dichos clientes. Lo cual le da una ventaja no sólo de disponibilidad de producto, sino también de facilidad para atender o despachar pedidos de emergencia/urgencia.

El autor del presente trabajo, basándose en redes de flujo-flujo de costo mínimo y con ayuda del GPS de las unidades pudo trazar la siguiente red, en la cual los nodos representan los puntos que la unidad/móvil debe recorrer para efectuar el abastecimiento y posterior atención a los clientes; los arcos contienen las distancias en kilómetros y lo que separan a un nodo de otro.



*Figura 10.* Redes de flujo-flujo de costo mínimo abastecimiento sucursal Ilo y atenciones a las mineras Toquepala y Quellaveco.

De la figura anterior y analizando la información de las ventas y frecuencia de atención, se infiere que la ruta óptima no concierne o contempla a la sucursal de Ilo, si efectuamos las atenciones de manera directa desde la Planta de Arequipa podríamos disminuir considerablemente los costos operativos y por consiguiente optimizar toda la cadena de suministro en la zona sur para Air Products Perú SA, para validar ello, es necesario revisar los costos de la situación actual y el ahorro de la propuesta.

### **3.2.6 Planteamiento de nueva ruta y optimización de la cadena.**

Luego de considerar el estado actual del proceso e identificadas las deficiencias del mismo, el autor opta por basarse en la red de flujo costo-mínimo e identificar las atenciones desde la Planta Arequipa.

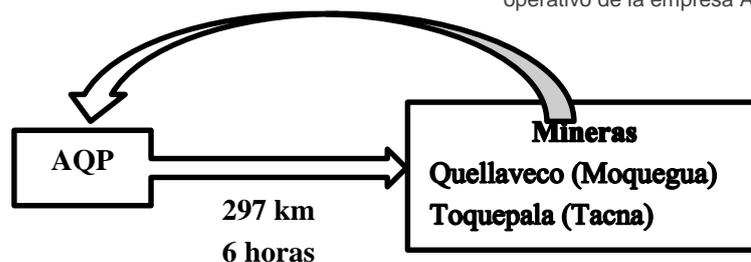


Figura 11. Nuevo flujo de abastecimiento y atención directa a clientes.

### 3.2.7 Análisis coste-beneficio de distribución actual vs proyectado:

Conociendo el contexto de la operación actual y la es necesario analizar los costos de distribución, como principal actor en cadena de suministro (para este escenario). Todo ello, con el fin de determinar el ahorro y la significancia que este nuevo flujo representa.

#### 3.2.7.1 Costos Fijos de Distribución

Para cadena de suministro, en Air Products Perú S.A., la distribución (transporte) representa casi el 40%, el otro 60% se reparten entre producción (llenado de cilindros), almacenes (cilindros llenos y/o vacíos) y disponibilidad de producto (stock en planta-sucursal). El costo fijo de distribución contempla: costo de vehículo (alquiler de vehículo) y el importe/precio por tripulación (salarios del conductor y ayudante).

La Sucursal de Ilo tiene asignada una unidad (camión), por un total de 2,419 soles/mes y 1 tripulación (conductor y ayudante) por 5,869 soles/mes, haciendo un total de 8,288 soles/mes o 99,456 soles al año.

#### 3.2.7.2 Costos Variables de Distribución

En cuanto a los costos variables, estos abarcan: el kilometraje (cantidad de km recorridos en el mes) y el precio por km (importe asignado por kilómetro recorrido). Actualmente la unidad de Ilo recorre 11,772 kilómetros/mes, lo que equivale a un promedio de 9 atenciones/mes a cada uno de los clientes potenciales (ubicados en

Moquegua y Tacna); y un precio por km de 1.63 soles, siendo el costo variable mensual promedio de 19,188 soles/mes o 230,260 soles al año.

**Tabla 5**

*Costos actuales de distribución (promedio 3 últimos meses)*

<b>Datos de distribución al mes</b>		
Kilómetros recorridos	11,772	Km/mes
Costos Fijo	8,288	Soles/mes
Costo Variable	19,188	Soles/mes
Costo Total	<b>27,476</b>	Soles/mes

Fuente elaboración propia

La Tabla 5 muestra los principales datos para determinar los costos de distribución, entendiendo por kilómetros recorridos a todos aquellos que involucran las atenciones de la sucursal Ilo; los costos fijos que incluyen la tripulación (conductor y ayudante) y el alquiler del vehículo además de los costos variables el costo por kilómetro recorrido. De acuerdo con el nuevo proceso de atención, sin considerar el abastecimiento de la sucursal de Ilo, se obtienen los siguientes costos:

**Tabla 6**

*Nuevos costos de distribución (atención directa desde Planta Arequipa)*

<b>Datos de distribución al mes</b>		
Kilómetros recorridos	5,346	Km/mes
Costos Fijo	7,919	Soles/mes
Costo Variable	8,062	Soles/mes
Costo Total	<b>15,981</b>	Soles/mes

Fuente elaboración propia

En la Tabla 6, indica principalmente la disminución de kilómetros para las atenciones a los clientes de Moquegua y Tacna; además que se reduce considerablemente los días de despacho ya que existe la disponibilidad casi inmediata de stock y producto. Sólo revisando los costos mensuales y el planteamiento de la nueva ruta de atención, el costo operativo mensual, se ve reducido en más del 40%. Es necesario emplear el análisis del costo total anual vs el proyectado para obtener el ahorro total; así como efectuar las validaciones en la optimización de la cadena de suministro y el costo operativo de Air Products Perú S.A.

Para determinar la viabilidad del presente trabajo, el autor, consolidó esta información y la contrastó con los datos de ventas para revisar, principalmente que la demanda o atenciones no se vean afectadas y por consiguiente la disminución del costo operativo o el ahorro que representa para cadena de suministro desde distribución.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Cálculos de flujo actual vs flujo proyectado (redes de nodos – costo mínimo)

Teniendo en cuenta que el abastecimiento (disponibilidad de stock/producto) en la sucursal de Ilo, es una de principales causas del incremento del costo operativo de la empresa Air Products Perú S.A. la herramienta: redes de flujo – flujo de costo mínimo, sirvió de base para mitigar esta causa.

El presente trabajo, tuvo la necesidad de analizar las rutas actuales para el abastecimiento y posterior atención de clientes; considerando kilómetros recorridos, costos fijos y variables de distribución y recopilar datos de ventas, para ubicar los clientes potenciales por demanda (mineras de Toquepala y Quellaveco).

Luego de verificar, mediante el flujo de costo mínimo, se determinó que las rutas a estas zonas no requieren que la unidad pase o llegue a la sucursal de Ilo.

#### 4.1.1 Cálculo Kilómetros de flujo actual

Considerando que el flujo actual representa el abastecimiento, atención, recojo de cilindros vacíos, ingreso de vacíos a la sucursal de Ilo, traslado a la Planta de Arequipa para su llenado y nuevamente el abastecimiento, se obtuvo el siguiente cálculo:

*Ruta: Ilo – Arequipa – Ilo – Mineras (Toquepala/Quellaveco) – Ilo – Arequipa – Ilo*

$$(244 \text{ km} + 244 \text{ km} + 166 \text{ km}) \times 2 = 1308 \text{ km}$$

*Tiempo estimado de atención a clientes: 2 días*

*Tiempo total de ruta: 4 días*

#### **4.1.2 Cálculo Kilómetros flujo costo mínimo.**

Luego de validar la demanda y frecuencia de atención a los clientes o mineras del sur; se establece un nuevo flujo para cadena de suministro que consiste en abastecer directamente a dichos clientes desde la planta de Arequipa.

*Ruta: Arequipa – Mineras (Toquepala/Quellaveco) - Arequipa*

$$297 \text{ km} \times 2 = 594 \text{ km}$$

*Tiempo estimado de atención: 1 día*

#### **4.2. Análisis de Costos y valoración del ahorro generado.**

Para este paso se desarrolló un análisis de costos proyectado, teniendo como fecha inicial el mes subsiguiente del planteamiento del presente trabajo (junio del 2021).

En las primeras tablas, que comprende este punto, se resumirá en un periodo de 12 meses (agosto 2021 a julio 2022) los costos de distribución actual; en caso se mantenga el flujo de atención y los costos de distribución proyectados, los cuales albergan: el ajuste de la ruta, prescindiendo del abastecimiento de Ilo, la renegociación del precio por kilómetro e inclusive la posible contratación de una nueva tripulación en Arequipa, con personal local y que tenga la disponibilidad para efectuar estos viajes de manera frecuente.

Finalmente se realizará la evaluación o comparación de ambos (actual vs proyectado) y se validará el impacto o ahorro generado en los costos operativos de Air Products Perú S.A; basándonos en la optimización de la cadena de suministro.

**Tabla 7***Costos actuales de distribución (agosto 2021–julio 2022)*

<b>COSTOS DE DISTRIBUCIÓN</b>												
<b>ACTUAL</b>	<b>Ago-21</b>	<b>Set-21</b>	<b>Oct-21</b>	<b>Nov-21</b>	<b>Dic-21</b>	<b>Ene-22</b>	<b>Feb-22</b>	<b>Mar-22</b>	<b>Abr-22</b>	<b>May-22</b>	<b>Jun-22</b>	<b>Jul-22</b>
<b>Total Costos Fijos</b>	<b>8,288</b>											
Tripulación	5,869	5,869	5,869	5,869	5,869	5,869	5,869	5,869	5,869	5,869	5,869	5,869
Vehículo	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419
<b>Total Costos Variables</b>	<b>19,188</b>											
Km Recorrido	11,772	11,772	11,772	11,772	11,772	11,772	11,772	11,772	11,772	11,772	11,772	11,772
Costo por Km	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
<b>Costo Total Mensual</b>	<b>27476</b>											

La tabla 7 muestra los costos actuales de distribución proyectados a Julio 2022 (12 meses), incluyendo el abastecimiento a la sucursal de Ilo y la posterior atención a los clientes potenciales de Moquegua y Tacna (mineras de Toquepala y Quellaveco).

Cabe señalar que el kilometraje recorrido, del costo variable, contempla 9 atenciones al mes (en promedio) a estas regiones, además de la carga/descarga de cilindros llenos/vacíos en la planta de Arequipa (Transfill). El importe total por costo anual de distribución es de 329,712 soles/año o 82,428 USD al año.

**Tabla 8**
*Costos distribución proyectado – nuevo flujo (agosto 2021- julio 2022)*

<b>COSTOS DE DISTRIBUCIÓN PROYECTADO</b>												
	<i>Ago-21</i>	<i>Set-21</i>	<i>Oct-21</i>	<i>Nov-21</i>	<i>Dic-21</i>	<i>Ene-22</i>	<i>Feb-22</i>	<i>Mar-22</i>	<i>Abr-22</i>	<i>May-22</i>	<i>Jun-22</i>	<i>Jul-22</i>
<b>Costos Fijos</b>	<b>7,919</b>											
Tripulación	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500
Vehículo	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419	2,419
<b>Costos Variables</b>	<b>8,062</b>											
Km Recorrido	5,346	5,346	5,346	5,346	5,346	5,346	5,346	5,346	5,346	5,346	5,346	5,346
Costo por Km	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
<b>Costo Total Mensual</b>	<b>15981</b>											

Podemos observar, en la tabla 8, el nuevo costo mensual proyectado para distribución con 15,981 soles/mes o 191,772 soles al año, el cual involucra

las atenciones directas a las mineras de Moquegua y Tacna, con un solo punto de acopio y llenado de cilindros vacíos en la planta de Arequipa.

Luego de evaluar una posible renegociación con el proveedor de transportes y tomar los cálculos de las rutas, se establece un proyectado del mismo periodo (12 meses), siendo los principales aportes: la reducción de la ruta en más de 6, 400 km y por ende un costo variable de 8,062 soles/mes generando una disminución total de más 11,100 soles/mes en comparación del costo variable actual.

Conociendo los costos totales mensuales o anuales por distribución y basándonos en el comparativo actual vs proyectado, se obtiene un ahorro mensual de 11,496 soles o 137,952 soles al año

Adicionalmente se decide añadir, dentro de la evaluación, los gastos y costos que incurre la sucursal de Ilo, que pertenecen también a cadena de suministro y por ende al costo operativo de la compañía.

**Tabla 9**

*Valoración del ahorro total mensual – costos operativos para Air Products Perú S.A.*

Ahorro por distribución	11,496	11,496	11,496	11,496	11,496	11,496	11,496	11,496	11,496	11,496	11,496	11,496
Costo Personal	3,251	3,251	3,251	3,251	3,251	3,251	3,251	3,251	3,251	3,251	3,251	3,251
Costo Local (alquiler)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Costo Servicios	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147
Caja Chica	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
<b>Importe Total Mensual</b>	<b>17,893</b>											

En la tabla 9, se puede apreciar principalmente el ahorro generado por distribución (siendo el importe más alto) además de los diferentes costos que significa para la compañía tener una sucursal abierta y operando en Ilo: montos de personal, alquiler de local, gastos/costos de servicios e inclusive la caja chica son un total de 6,398 soles al mes o 76,776 soles al año.

Por consiguiente, el nuevo flujo y determinar cerrar la sucursal de Ilo para atender todo su mercado desde Arequipa involucra un ahorro total mensual es de 17,893 soles o 214,716 soles anuales para Air Products Perú S.A.

El proceso de distribución representa casi el 40% del costo operativo de Air Products Perú S.A., como se mencionó anteriormente, al efectuar una reducción o ahorro de 214,716 soles o 53,680 USD al año significará, para cadena de suministro, una optimización contundente que no sólo beneficiará el abastecimiento y atención oportuna de clientes, sino también la fidelización de los mismos y el compromiso de la compañía para mejorar o establecer mejores lazos comerciales.

El presente trabajo, refleja las acciones y posibles eventos que la compañía debe considerar para llegar al ahorro o reducción del costo operativo señalado; si bien contempla el cierre de una de las sucursales esto no significa la pérdida de clientes potenciales ni mucho menos la presencia dentro del sector o de la región.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Mediante la implementación de una nueva ruta de distribución se logró disminuir el costo operativo en 214,716 soles o 53,680 USD al año. Se determinó el cierre completo de la sucursal de Ilo y la absorción de la demanda desde la planta de Arequipa. Esta importante decisión optimiza toda la cadena de suministro y mitiga los sobrecostos de la empresa Air Products Perú S.A.

Se efectuó un análisis de redes basado en el flujo de costo mínimo y se identificó la ruta óptima para efectuar las atenciones a las mineras del sur del país, ubicadas en Moquegua y Tacna (Toquepala y Quellaveco). Dicho análisis permitió identificar que no es necesario pasar o llegar a la sucursal de Ilo para efectuar las atenciones y que un flujo directo reduciría a la mitad el tiempo de ruta-atención, de 4 a 2 días en total.

En base a una evaluación de la demanda, se pudo identificar que el 57% de ventas de gases corresponden a las mineras: Toquepala y Quellaveco; el 73% de las ventas de soldadura se encuentran en distribuidores ubicados en las zonas de Moquegua y Tacna.

Se identificó que los costos de distribución actuales tienen un incremento en el total, por el costo variable, el cual representa un exceso de kilómetros debido al abastecimiento de la sucursal de Ilo desde la planta Arequipa, costo innecesario, ya que el análisis de redes basado en costo mínimo contempla que no es necesario ingresar a esta zona para efectuar la atención de los clientes potenciales (mineras Toquepala y Quellaveco).

Finalmente, y de acuerdo con el análisis de costos y valoración del ahorro (costo actual de distribución vs costo proyectado – nuevo flujo) se evidencia que al reducir los costos operativos se sustenta la viabilidad del nuevo flujo de distribución.

## 5.2 Recomendaciones

Se recomienda a la empresa Air Products Perú S.A. revisar las implicancias adicionales que tendría el cierre de la sucursal de Ilo como trasladar o reubicar al personal, por ejemplo. Desde distribución se debería reasignar la unidad, actualmente en Ilo, a la planta de Arequipa para que este incremento de la demanda no afecte los despachos atenciones/clientes de la misma ciudad y zonas aledañas de Arequipa. Es muy importante considerar que todos los activos/enseres que mantiene actualmente la sede de Ilo, deban ser trasladados a la planta de Arequipa. Finalmente, se recomienda revisar las atenciones a la misma ciudad de Ilo, estas pueden ser agrupadas para planificar o programar un viaje a la semana que no incurra en costos extras y aumentar la rentabilidad de la sucursal o sede en Arequipa.

## REFERENCIAS

- Santander Mercado A., Amaya Leal J. y Viloria Núñez C. (2014). *Diseño de cadena de suministros resilientes*. Bogotá: Universidad del Norte Editorial.
- Mora García, Luis A. (2008). *Indicadores de la Gestión Logística* 3ª ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones, 2008.
- De Rus Ginés (2018). *Análisis Coste-Beneficio* (3ª ed.). Barcelona: Ariel, Economía.
- Bastos Boubeta, A.I. (2007). *Distribución logística y comercial. La logística en la empresa*. España: Ideaspropias Editorial.
- Ballou H. (2010). *Logística, Administración de la cadena de suministro* (5ª ed.). México: Pearson Educación.
- Bowersox, D., Closs, D. y Bixby Cooper, M. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros* (2ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Render, B., Stair, R. Jr, y Hanna, M. (2006). *Métodos cuantitativos para los negocios* (9ª ed.). México: Pearson Educación.
- Carro Paz, R. y González Gómez, D. (2013). *Logística empresarial* (9ª ed.). Universidad Nacional de Mar de Plata.
- Lira Briceño, Paul (2013). *Evaluación de Proyectos de Inversión: Herramientas financieras para analizar la creación del valor*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)
- Gido Jack y P. Clements James (2012). *Administración exitosa de proyectos* (5ª ed.). México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Martínez S. Iris, Vértiz C. Gastón, López P. Fabián, Jiménez L. Guillermo y Moncayo M. Luis (2014). *Investigación de Operaciones*. México: Grupo Editorial Patria, S.A de C.V.

Villegas, K. & González, D. (2018). *Propuesta de mejoramiento para la Gestión de*

*Operaciones y Logística en la Empresa Balpisa Ecuador de la ciudad de Guayaquil.*

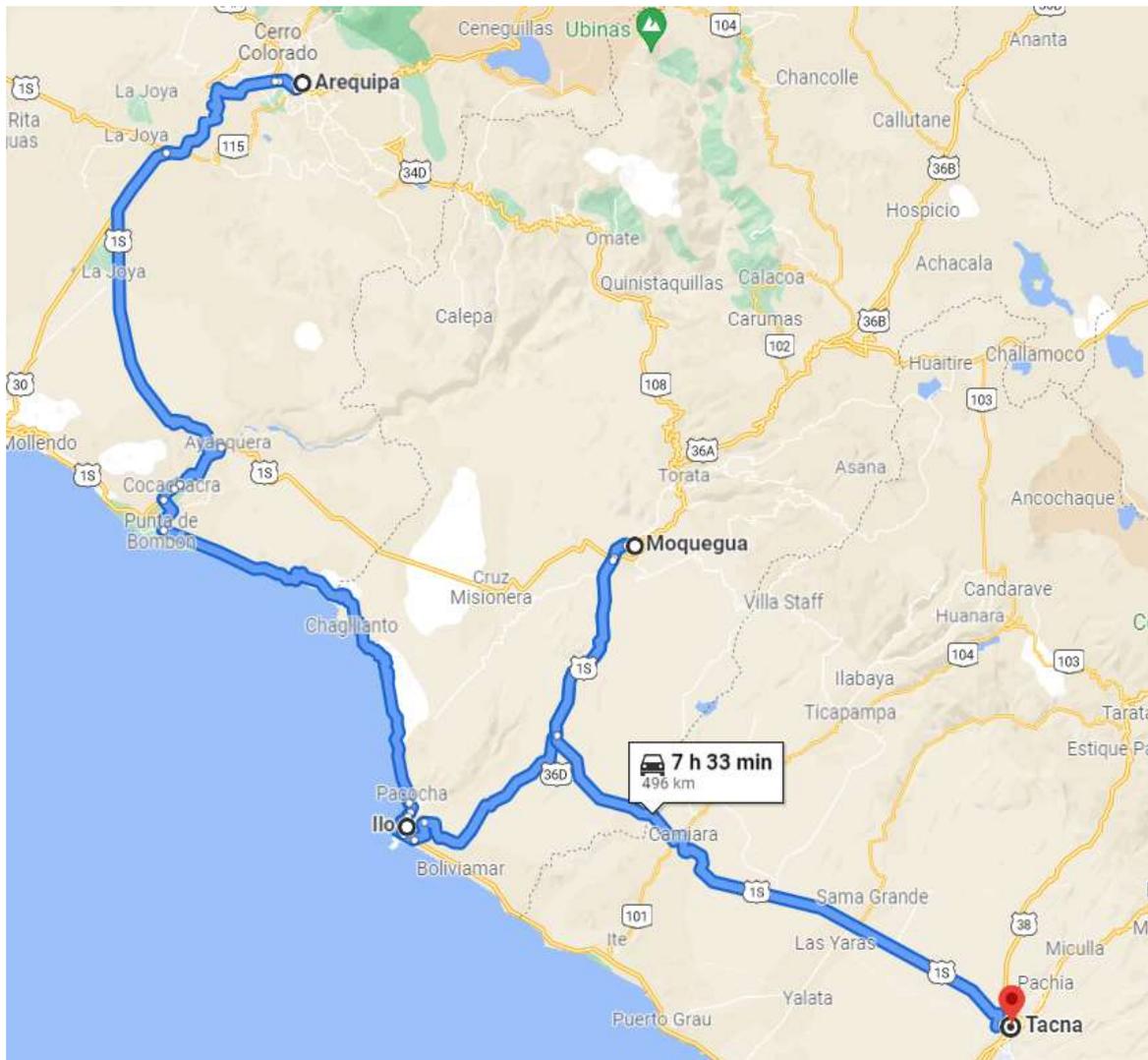
(Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas).

Calzado D. (2020). *La gestión logística de almacenes en el desarrollo de los*

*operadores logísticos.* Cuba: Ciencias Holguín.

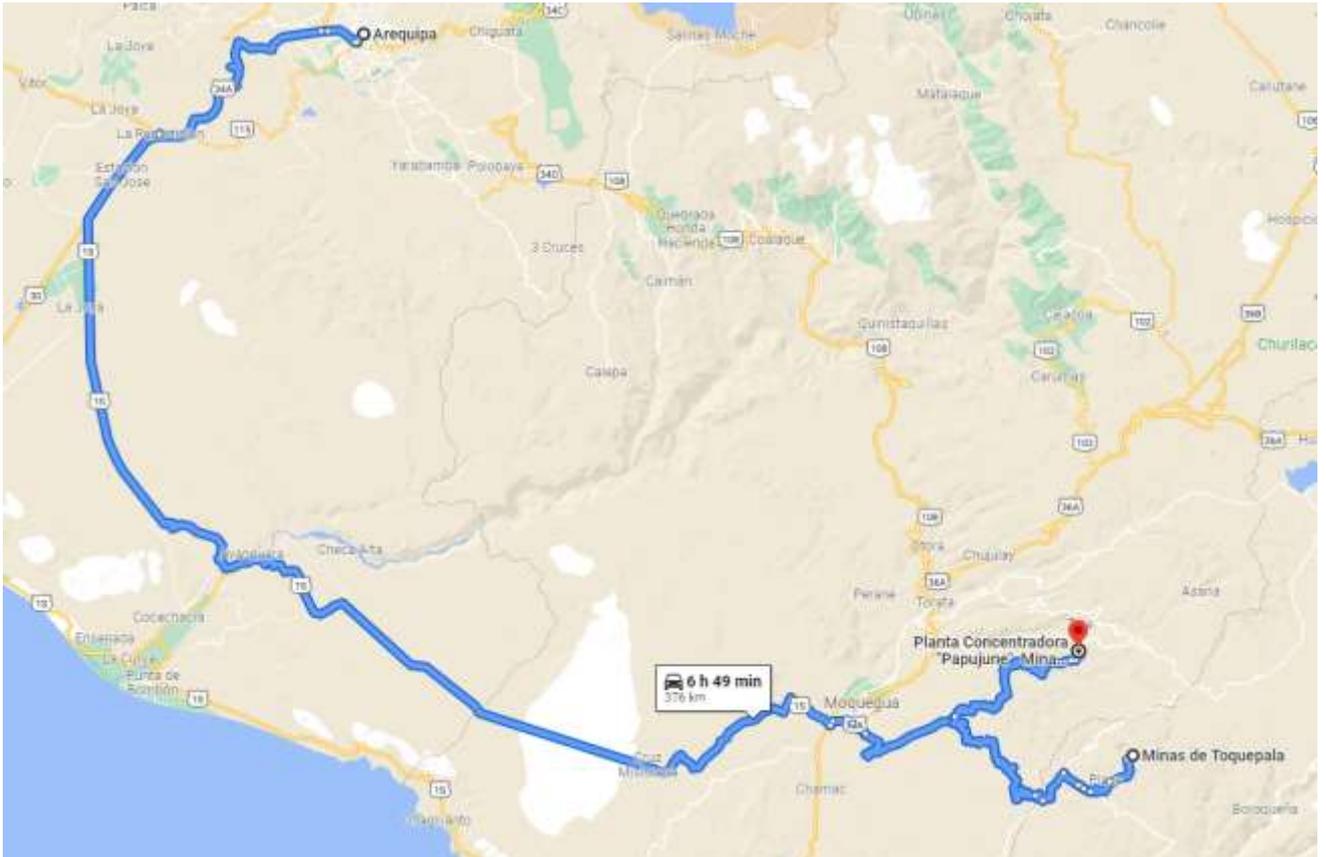
## ANEXOS

### Anexo 1. Ruta de abastecimiento y atención de clientes Ilo - flujo actual



Fuente: Google Maps

*Anexo 2. Ruta de abastecimiento y atención de clientes Ilo - flujo propuesto*



Fuente: Google Maps

**Anexo 3. Costos variables de distribución (6 últimos meses)**

Vehículo Ilo	Costo x KM (S/.)	KM Total ENE-21	KM Recorrido ENE-21	Costo KM Recorrido ENE-21
Placa AYE-880	1,63	64.029	4.409	S/7,187

KM Total FEB-21	KM Recorrido FEB-21	Costo KM Recorrido FEB-21
65.729	1.700	2771

KM Total MAR-21	KM Recorrido MAR-21	Costo KM Recorrido MAR-21
68.664	2.935	4,784

KM Total ABR-21	KM Recorrido ABR-21	Costo KM Recorrido ABR-21
72610	3946	6432

KM Total MAY-21	KM Recorrido MAY-21	Costo KM Recorrido MAY-21
76399	3789	6176

KM Total JUN-21	KM Recorrido JUN-21	Costo KM Recorrido JUN-21
80310	3911	6375

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 4. Pool de pedidos y planificación de viajes actual (Ilo-Arequipa)

ImgPlan...	Type	ID	OrderQty	ConfirmedQty	Material	Description	Footprint	Payload	Goods...	MaterialGroup
☑	☺	no	no	☑	☑	no	no	MOQUEGUA		
☑	☺	ZOR	1143601560_10_1_2	1	1	508164 PR_N2_X50S_IND_PE_U_200B	10.00	61.30	A	P05
☑	☺	ZOR	1143597288_10_1_2	5	5	1006740 EQ_WCons_DISCO BLACK STEEL 7 178X6.4	0.50	0.05	A	000
☑	☺	ZOR	1143615804_20_1_2	18	18	508322 PR_INDICO_X44S_Food_PE_U_150B	180.00	1130.35	A	P05
☑	☺	ZOR	1143615804_10_1_2	2	2	508323 PR_INDICO_X50S_Food_PE_U_166B	20.00	117.59	A	P05
☑	☺	ZOR	1143615028_10_1_2	5	5	508089 PR_CO2_X43S_IND_PE_U_25K	50.00	403.00	A	P05
☑	☺	ZOR	1143601548_10_1_2	3	3	508156 PR_O2_X50S_IND_PE_U_200B	30.00	190.99	A	P05
☑	☺	ZLO	8081020612_10_1_2	1	1	508181 RT_N2_X50S_IND_H580B_PE_200B	10.00	50.30	A	P05

TripIdnList	Start...	Duration	Dista...	Footprint % (T...	Payload % (T...	Over...	Nigh...	FootprintFull...	PayloadFull...	NrShip...
0052289415	08:30	27:22	931.42	39%	32%	yes	yes	40%	33%	6 r
		27:22	931.42							



Fuente: QUEST (software de planificación Air Products)

Anexo 5. Ventas y porcentaje de margen sobre demanda – Sucursal Ilo (dic.2020 – 2021)

Sucursal: Ilo Retail Store (4863) - Ciudad: Torata, Moquegua, Ilo, Ilabaya, Tacna, Antauta, Velille, San Borja, la Molina, Juliaca, Yauca, Puno, Coronel Gregorio Albarracín Lanchip, Pacocha, Santiago de Surco, Mollendo, Samegua

A.Neg.: Gases Comprimidos, Soldaduras, Arriendos, Equipos Metalmecánicos, Seguridad, Fletes, Abrasivos y Htas Eléctricas (2, 1, 3, 5, 19, 8, 20) - Merc.: Otros Sin Clasificar, Científico, Salud, Procesos Metalmecánicos, Comercio, Vitivinícola, Acuicola, Alimentos, Procesos Industriales, Gestión de Aguas, Clientes Swap (0, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 16)

Período: Diciembre 2021 Moneda: Soles Convertir a: Pesos Cl Dólares

ATENCIÓN: esta información está restringida según sus privilegios.

Año-Mes	Venta	% Desc.	Costo Dir.	Margen Dir.	% Mg. Meta	%Me.
2020 Diciembre	60.686,2	(40,7)	12.626,4	48.059,8	79,2	0,0
2021 Enero	74.921,5	(59,0)	13.309,2	61.612,3	82,2	0,0
2021 Febrero	107.440,6	(41,7)	14.035,5	93.405,1	86,9	0,0
2021 Marzo	157.860,5	(32,7)	36.963,2	120.897,3	76,6	0,0
2021 Abril	152.448,9	(33,9)	28.690,8	123.758,1	81,2	0,0
2021 Mayo	138.555,9	(32,7)	28.234,9	110.321,0	79,6	0,0
2021 Junio	173.352,3	(31,3)	31.815,5	141.536,8	81,6	0,0
2021 Julio	125.196,3	(39,1)	18.475,0	106.721,2	85,2	0,0
2021 Agosto	146.250,3	(31,3)	22.068,5	124.181,8	84,9	0,0
2021 Septiembre	103.389,7	(43,8)	16.678,4	86.711,2	83,9	0,0
2021 Octubre	64.805,5	(32,1)	12.774,8	52.030,7	80,3	0,0
2021 Noviembre	58.500,0	(56,5)	11.506,7	46.993,3	80,3	0,0
2021 Diciembre	2.299,5	(54,8)	800,5	1.499,0	65,2	0,0
<b>Total</b>	<b>1.365.707,2</b>	<b>(38,8)</b>	<b>247.979,5</b>	<b>1.117.727,7</b>	<b>81,8</b>	<b>0,0</b>

No se incluye la venta a Relacionados. No se incluyen productos que no constituyen ventas.

Fuente: METAVENTA (software cálculo y avance de ventas Air Products)

**Anexo 6. Clientes por importe de venta – Sucursal Ilo (dic. 2020-2021)**

Clientes	RUC	Venta (S/.)	Costo Dir.	Margen Dir.	%Mg.
Techint S.A.C.	20433763221	265.401,3	41.355,5	224.045,8	84,4
Besalco Peru S.A.C.	20565538510	262.205,3	34.004,8	228.200,5	87,0
Jjc Contratistas Generales S.A.	20100163471	139.117,0	40.392,6	98.724,4	71,0
Oxi Green E.I.R.L.	20600826248	67.987,3	14.322,7	53.664,6	78,9
Engie Energía Perú S.A.	20333363900	64.260,0	5.159,9	59.100,1	92,0
Ferreyros S.A	20100028698	57.053,6	9.905,3	47.148,3	82,6
Servicios Generales a & J	20532323615	39.529,5	13.004,9	26.524,6	67,1
Consortio Industrial Sur Peru	20566327865	38.056,5	1.294,4	36.762,1	96,6
Southern Peru	20100147514	35.769,1	5.455,2	30.313,9	84,7
Sbp S.A.C.	20600373863	35.360,3	2.809,4	32.550,9	92,1
Anglo American Quellaveco S.A.	20137913250	27.576,0	13.020,2	14.555,8	52,8
Sepersur S.R.L.	20115832027	25.184,7	5.220,7	19.964,0	79,3
Frepama S.R.Ltda.	20115755014	24.010,3	5.460,2	18.550,2	77,3
Jr Aceros S.A.C	20532452261	20.353,2	9.370,1	10.983,2	54,0
C.M. Will'S E.I.R.L.	20532808384	20.123,5	3.854,4	16.269,1	80,8
Segemind S.A.C.	20445749002	18.492,9	1.667,4	16.825,5	91,0
Serpetbol Peru Construcciones	20504898173	13.131,2	1.955,5	11.175,7	85,1
Matheos Mendizabal Norma Esperanza	10046227706	12.155,1	2.003,7	10.151,5	83,5
Metcom M&S E.I.R.L.	20498100245	10.114,5	2.407,4	7.707,1	76,2
Servicios Generales Aragon S.A.C	20447524415	9.611,4	1.559,2	8.052,3	83,8
Minera Laytaruma S.A.	20125959483	9.529,0	2.644,4	6.884,5	72,2
Mb Servicios Generales E.I.R.L.	20449432631	8.306,1	1.463,8	6.842,3	82,4
Novilu Servicios Generales E.I.R.L.	20600160819	7.810,4	1.315,9	6.494,5	83,2
Soldesp S.A.C.	20449444303	7.682,8	1.789,6	5.893,2	76,7
Consortio Sacyr - Ajani	20604213224	5.777,0	692,6	5.084,3	88,0
A I D Ingenieros S.A.C.	20326764214	5.723,6	1.129,9	4.593,7	80,3
Minera Sotrami S.A.	20258699239	5.640,7	1.492,4	4.148,3	73,5
Construcciones el Arco E.I.R.L.	20520060589	5.299,2	1.085,2	4.214,0	79,5
Confipetrol Andina S.A.	20357259976	5.238,1	734,0	4.504,1	86,0
Centro de Fertilidad & Ginecologia	20604386102	5.000,0	152,4	4.847,6	97,0
Emc Green Group S.A.	20543343898	4.994,4	1.283,8	3.710,6	74,3
Asociados H y J E.I.R.L.	20533207325	4.968,3	1.269,0	3.699,4	74,5
Aceros Jhudi E.I.R.L.	20602165419	4.488,0	2.245,0	2.243,0	50,0
Consortio Belfi-Cosapi Peru	20604822638	3.807,4	586,0	3.221,3	84,6
Minera Confianza S.A.C.	20513857218	3.502,2	662,9	2.839,3	81,1
Cemprotec S.A.C.	20418664542	3.306,0	0,0	3.306,0	100,0
Comin S.A.C.	20453668984	3.211,0	194,4	3.016,6	93,9
Seinsur E.I.R.L.	20519796300	3.170,9	594,2	2.576,7	81,3
Pesquera Morrosama S.A.	20520035045	3.014,1	0,0	3.014,1	100,0
Vilca Tacuchi Hector Aurelio	10044396357	2.896,0	0,0	2.896,0	100,0
H & G E.I.R.L	20532489181	1.636,3	234,3	1.402,0	85,7
Cristo Morado E.I.R.L.	20532359300	1.373,3	285,0	1.088,4	79,2
Instalaciones Mecanicas Sur S.A.C.	20454097166	1.240,3	232,2	1.008,0	81,3
Catri Peru S.A.C.	20556766151	1.152,0	0,0	1.152,0	100,0
Jas Multiservicios Eirl	20604246548	975,7	111,4	864,3	88,6
Multiservice Chs S.R.L.	20600147961	954,8	187,2	767,6	80,4
Pohar Metal Mecanica Ingenieria	20532894795	878,0	0,0	878,0	100,0
Ecah Ingenieros Contratistas	20600563212	861,5	190,5	671,0	77,9
Stracon S.A.	20546121250	822,0	0,0	822,0	100,0
Pacara Apaza Aledonio Marino	10046498645	817,8	191,8	626,1	76,6
Exfire S.A.C.	20604226644	800,0	52,4	747,6	93,5
Geartec E.I.R.L.	20532628301	773,8	62,9	710,9	91,9
Cime Comercial S.A.	20117322751	744,2	71,9	672,4	90,3
Geotecnia Peruana Sr Ltda	20101334679	706,1	52,4	653,7	92,6
Seguridad Maxima S.R.L.	20534946253	559,0	26,2	532,8	95,3
Bautista Cruz Moises	10293128575	366,7	0,0	366,7	100,0
Dexsa Peru E.I.R.L.	20533165738	287,0	0,0	287,0	100,0
Tecserm S.A.C.	20533242406	244,1	13,8	230,3	94,4
Trabajos Maritimos S.A.	20101395031	236,0	0,0	236,0	100,0
Total (64)		1.305.020,9	235.353,1	1.069.667,9	82,0

Fuente: METAVENTA (software cálculo y avance de ventas Air Products)