



## **INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I**

### **PROYECTO FINAL**

# **DESARROLLO DE UN PLAN ESTRATÉGICO Y OPTIMIZACIÓN DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE PARA UNA EMPRESA TEXTIL**

#### **NOMBRE**

Dionisio Esteban, Tania

Gutiérrez Castro, Paul

Sovero Sovero, Evelyn

Vizcarra Zegarra, Alessandra

**JULIO del 2015**

## **CONTENIDO**

### Resumen

#### 1. Planteamiento y delimitación del tema

- 1.1 Formulación del problema
- 1.2 Importancia y justificación del estudio
- 1.3 Delimitación del estudio

#### 2. Delimitación de objetivos

- 2.1 Objetivo general
- 2.2 Objetivos específicos

#### 3. Marco teórico referencial

- 3.1 Estructura teórica que sustenta el estudio
- 3.2 Metodología a utilizar en el estudio

#### 4. Desarrollo de la solución

##### 4.1 Diseño de la solución

- 4.1.1. Plan Agregado
- 4.1.2. Plan Maestro de Producción
- 4.1.3. BOM
- 4.1.4. Plan de Requerimiento de Materiales

##### 4.2. Ruta Óptima de ArcGis

#### 5. Conclusiones

#### 6. Recomendaciones

### Anexos

### Referencias bibliográficas

## RESUMEN

La empresa TEXTIL SAN RAMÓN no tiene un sistema de planeación y programación eficiente con lo cual existe un problema de retraso en la entrega de pedidos porque no se realiza la planeación tomando en cuenta las dificultades de confección de una prenda, los insumos disponibles, ni el tiempo de preparación que esta misma requiere. En el siguiente proyecto se expondrá las decisiones que debe tomar una empresa con respecto a la optimización de sus recursos, costos de producción, cantidad producida y rutas de distribución. Este caso estará basado en la producción de una empresa textil, cuya materia prima es el hilo de alpaca, además se deberá encontrar la manera de optimizar las rutas desde la planta de fabricación hacia los clientes. De la misma manera, se busca la mejora del tiempo de respuesta de la empresa para abastecer de una manera ordenada a cada cliente.

Nuestro proyecto será realizado utilizando un plan agregado con un horizonte de 6 meses, obteniendo un pronóstico, el cual desagregará con un MPS (plan maestro de producción). A su vez, será necesario un MRP (plan de requerimientos de material) como su nombre indica, nos ayudará a planificar y administrar el sistema de producción e inventariado de la empresa. Para tal fin se utilizará el software de computadora Lingo, con el que se realizará la programación lineal del problema.

Con respecto a la optimización de la ruta de distribución desde la planta de fabricación hacia los clientes, se utilizará el software de posicionamiento global y mapeo digital en 3D Arcgis,

## 1. PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL TEMA

### 1.1 Formulación y delimitación

La empresa TEXTIL SAN RAMÓN no tiene un sistema de planeación y programación eficiente. Existe un problema de retraso en la entrega de pedidos porque no se realiza la planeación tomando en cuenta las dificultades de confección de una prenda, los insumos disponibles, ni el tiempo de preparación que esta misma requiere. Con este proyecto se quiere dar una propuesta favorable, para ayudar a la empresa a mejorar su tiempo de respuesta y la toma de decisiones. Se sabe, que la empresa cuenta con una planta de donde se abastecerá a los clientes: Andes Textil, Classic Alpaca, Silkeberg y Alpaqita. También, cuenta con un camión Volkswagen 8120 para la entrega de los pedidos con una capacidad para transportar de 3000 kg, TEXTIL SAN RAMÓN fabrica principalmente chalinis y capas. La demanda mensual será la siguiente:

MES	DEMANDA AGREGADA
Marzo	1945
Abril	1714
Mayo	1979
Junio	1590
Julio	995
Agosto	662

Tabla1. Demanda por mes

Nuestras condiciones iniciales son las siguientes:

Inventario inicial	150 unidades
Costo por contratar	S/. 2,000
Costo por despedir	S/. 2,500
Costo regular H-N	S/. 4.50
Costo H-E	S/. 6
Costo x mantener inventario	S/. 10
Costo x romper stock	S/. 12
Inv. Final	0
Operarios actuales	20
Costo de producción	S/. 50
Costo de subcontratación	S/. 100

Tabla 2.- Condiciones iniciales de la empresa

## **1.2 Importancia y justificación del estudio**

La importancia del sector textil dentro de la industria peruana es considerable por los grandes incrementos que se han tenido en cuanto a exportaciones, aporte al PIB y en el empleo. En cuanto a la recesión económica el sector tiene otras alternativas de mercado, ya que este es un sector que le trae muchos beneficios al país, para lo cual se busca poder aumentar la productividad de la empresa, proponiendo de esta manera un cambio respecto a la planificación de la producción y envío de los mismos de una manera más ordenada. Para este proyecto se debe hacer un diagnóstico actual de la empresa, para así poder realizar un análisis donde dependiendo de las condiciones en las que se encuentra la empresa se genere un mayor impacto sobre el tiempo de respuesta que es nuestro principal problema debido la variabilidad del tiempo de entrega de los pedidos. Lo que podemos encontrar dentro de este sector, es que existen muchas variables que afectan el tiempo de entrega por lo que se requiere maximizar las ganancias, no incrementar nuestro precio de venta ya que el mercado puede rechazarlo y se perderían los clientes.

## **1.3 Delimitación del estudio**

La industria textil presenta una serie de factores que impiden su desarrollo, ya sea por el ingreso de prendas chinas al país con precio "dumping" que ocasiona el cierre de miles de empresas textiles en el país, debido a la falta de competitividad con los precios. Además, la mayoría de las empresas de este sector presenta condiciones laborales y salariales de los trabajadores muy deficientes.

Por otro lado, las empresas textiles no cuentan con suficientes abastecedores de materias primas, como son: las naturales como el algodón o lana, las sintéticas provenientes de petroquímicos, o artificiales provenientes de celulosa que se transforman a través del proceso de hilados posteriormente ser tejido. También, contamos con el problema que no existe mucha cantidad de vicuña y alpaca por lo que su hilado es costoso.

# **2. DELIMITACIÓN DE OBJETIVOS**

## **2.1 Objetivo General**

Ayudar a la empresa a mejorar su tiempo de respuesta y la toma de decisiones mediante un plan estratégico.

## **2.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar un modelo óptimo de planeación agregada y compararlo con las diferentes estrategias.
- Elaborar una propuesta de mejora según el plan agregado.
- Identificar la ruta más óptima de transporte desde la planta de fabricación hacia los clientes.

## **3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

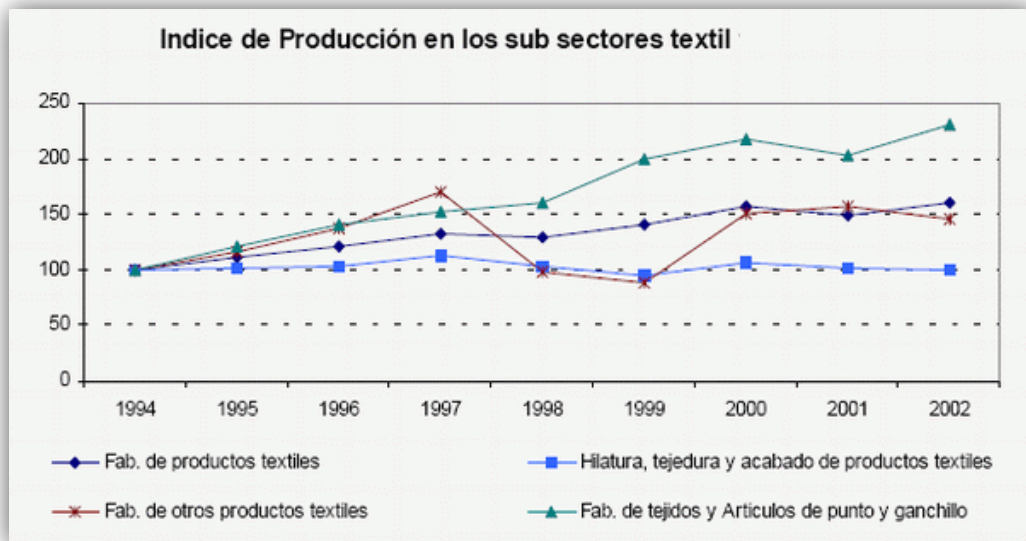
### **3.1 Estructura teórica que sustenta el estudio**

La industria textil y confecciones abarca diversas actividades que van desde el tratamiento de las fibras textiles para la elaboración de hilos, hasta la confección de prendas de vestir y otros artículos. En Lima Metropolitana (Perú), las empresas dedicadas a dichas actividades integran diferentes procesos productivos, lo cual otorga un mayor nivel agregado a sus productos.

La industria textil y confecciones se basan esencialmente en los niveles productivos orientados a las prendas de vestir que, posteriormente, son enviadas a los mercados nacionales e internacionales. Asimismo, el grado de demanda de cada producto dependerá tanto de la calidad de las prendas como del diseño y la técnica utilizada, lo cual hace de un tejido más cotizado.

El desarrollo textil en el Perú ha sido posible gracias al cultivo de fibras de excepcional calidad como el algodón Pima peruano (fibra extra larga) y el algodón Tangüis (fibra larga). Además, el Perú es el mayor productor mundial de las fibras más finas de camélidos sudamericanos, entre las que se distinguen las de alpaca y vicuña.

La calidad de la confección también resalta tanto por el esfuerzo permanente de los empresarios del sector para mantenerse actualizados tecnológicamente, como por la habilidad y responsabilidad del operador peruano. Así, el Perú ha logrado un buen posicionamiento como proveedor confiable y con un sector textil bien desarrollado, que va desde el cultivo de algodón de indiscutible calidad, y la crianza y esquila de vicuñas y alpacas, a la hilandería, el tejido, teñido y acabado de las telas, y la confección de prendas, permitiendo atender rápidamente pedidos completos de marcas líderes en el ámbito mundial.

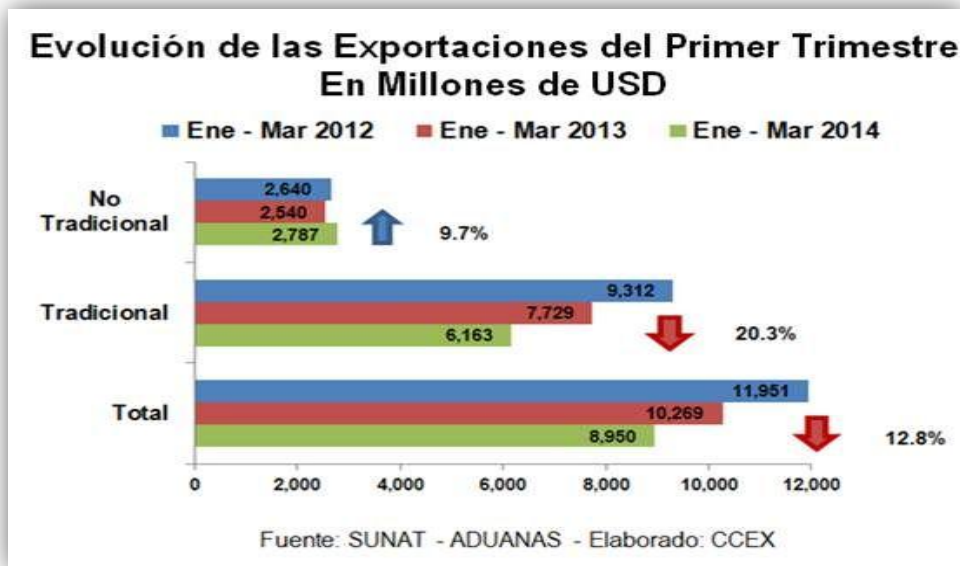


Fuente: INEI información Económica

En la actualidad para elaborar estas prendas se utiliza el algodón Pima de fibra y pelos finos de alpaca; que pasan por un largo proceso de limpieza y unión de los tejidos. Sin embargo, cabe resaltar que nuestro país concentra el 80% de la oferta de esta fibra en el mundo, según lo expuesto por la ministra de Comercio Exterior y Turismo (Mincetur), Magali Silva.

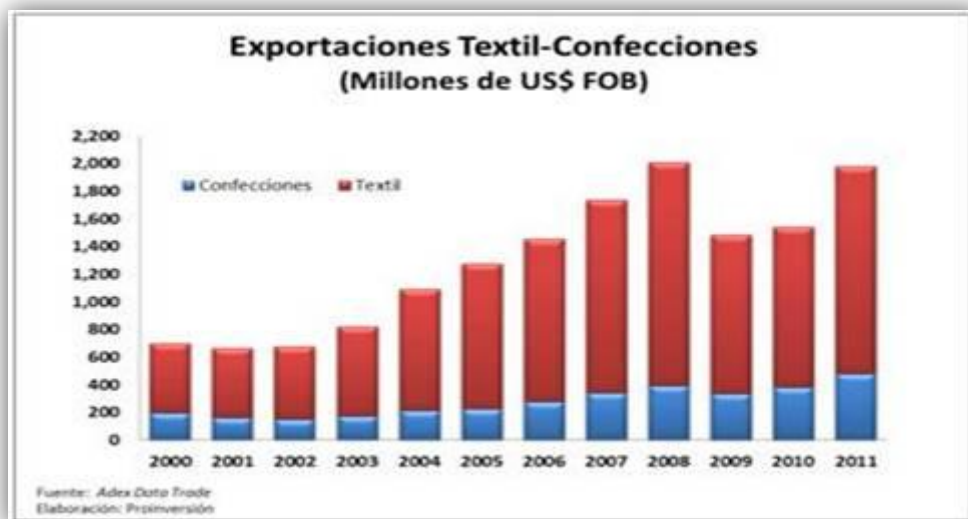
En cuanto a la fibra de alpaca, su cadena de valor está integrada por la totalidad de sus componentes, desde la crianza hasta la comercialización final de los productos terminados, pasando por la producción animal, intermediación, transformación primaria (clasificación, lavado, cardado-peinado), procesamiento industrial (hilatura, teñido, tejido) y confección de prendas de vestir o utilitarias (artesanales e industriales). El último eslabón presenta diversas ramificaciones e involucra actividades de proveeduría y venta de productos finales. En las distintas fases de la cadena existen organismos públicos y privados que brindan asesoramiento técnico y comercial, con el fin de elevar la calidad de la producción de la fibra de alpaca.

Del Perú se exporta esta valiosa fibra a diferentes países, tanto de América, Asia y Europa, mayormente en productos semi procesados Ñuñoa, Puno - Perú (tops, hilados y telas). La fibra de alpaca presenta las siguientes calidades: Alpaca Super Baby con menos de 20 micrones, Alpaca Baby hasta los 23 micrones, Alpaca Fleece hasta 26.5 micrones, Alpaca Huarizo hasta 30 micrones y la Alpaca Gruesa con más de 31 micrones. Se produce en colores naturales o en colores artificiales a través de un proceso de industrialización en tintorería e hilandería que permite su uso en prendas de alta moda. La producción anual de fibra en el Perú es de aproximadamente 6,400 toneladas, lo que lo convierte en el principal país productor de esta fibra a nivel mundial. Esta es la razón que la fibra de alpaca fue declarada por el estado peruano como producto bandera del país en el año 2005.



Fuente: SUNAT- ADUANAS- Elaborado: CCEX

La industria de este sector, ha logrado edificar importantes empresas, altamente especializadas en la exportación de productos derivados de la fibra de alpaca. Sin embargo, no se ha podido desarrollar un sistema adecuado de articulación empresarial entre los productores alpaqueros y los industriales, lo cual ha puesto en peligro la complementariedad, la mayor rentabilidad y el desarrollo de la competitividad. A pesar de ello, la industria del sector tiene una demanda sostenida, que en el caso del complejo industrial alpaquero de Arequipa (Michell & Cia e Inca Tops) insume, aproximadamente el 90% de fibra producida en el país. Esto se puede evidenciar en las exportaciones valorizadas en 1 986 millones de dólares hechas por el Perú durante el 2011, productos que abarcan tanto textiles como confecciones.



Fuente: Adex Data Trader



### 3.2 Metodología a utilizar en el estudio

Para el siguiente estudio ha sido necesario la realización de un plan de productividad, el cual engloba diferentes planificaciones: la planificación agregada, determina los niveles de producción, inventario y mano de obra necesarios, en un horizonte de planificación determinado, para satisfacer la demanda. Su uso está más extendido de lo que en principio puede parecer, principalmente, en lo referente a los niveles de mano de obra. El horizonte puede comprender desde 1 mes hasta 1 año. Existen estrategias que se centran sólo en un aspecto de los tres que influyen en la planificación agregada: Mano de obra, inventario y producción.

#### -Cambio del nivel de inventario:

Una primera estrategia consiste en variar sólo el nivel del inventario. Así, en previsión de períodos de alta demanda la empresa acumula producto terminado. Cuando la demanda desciende, se reducen los niveles de stock. La ventaja de esta política es que asegura las ventas y evita roturas de stock. Como contrapartida se puede decir que, con esta estrategia, se elevan los costes de posesión de inventario. Si el producto es caro, o se vuelve obsoleto con facilidad, no resulta una buena estrategia.

#### -Cambio en el nivel de mano de obra

También es posible adecuarse a la demanda realizando contrataciones temporales. De esta forma se aproxima la capacidad de la empresa a las necesidades de producción. Como consecuencia de esta estrategia se consiguen bajos niveles de inventario, pero los gastos en formación, contratación y despido aumentan de forma considerable. Además, al no formar parte de la empresa, un gran número de propuestas de mejora no se podrán llevar a cabo, ya que los operarios temporales no estarán interesados en ellas.

#### -Variación de la tasa de producción

Por último, se puede variar la tasa de producción para satisfacer la demanda. Existen distintas formas de aumentar la capacidad de la planta sin recurrir a la compra de nuevos equipos:

- Horas extra. Existe un número máximo de horas extraordinarias fijado por el convenio de la empresa. Además, su uso supone un coste adicional.
- Añadir un turno. Similar al caso anterior, y siempre que sea posible añadirlo ya que en algunas ocasiones resultará imposible, bien por falta de personal o bien porque la empresa ya trabaja a 5 turnos. También supone un coste adicional debido fundamentalmente a la estructura necesaria para que funcione la empresa.
- Subcontratación. En muchas empresas se subcontratan algunas operaciones de forma habitual, pero esta estrategia se refiere a subcontratar el pedido completo.

- Aumentar los pedidos pendientes. Esta política sólo puede aplicarse con clientes pacientes y será necesario compensar al cliente por la falta de puntualidad en la entrega. Esta estrategia no debe ser confundida con entregar fuera de plazo los pedidos.

La segunda es la planificación maestra de producción (MPS) que corresponde a la planificación de los productos con demanda independiente y es consecuencia de la planificación agregada. La empresa de montaje facilita a sus proveedores la planificación maestra de sus artículos, para que los proveedores puedan preparar las entregas. El horizonte puede variar entre 1 semana y 1 mes. Por último, la planificación de necesidades (MRP) deriva de la planificación maestra y centra su acción en los productos con demanda dependiente. El horizonte es el mismo que el de la planificación maestra. Se debe tener en cuenta que el principal objetivo del proceso de planificación de la producción es responder a las necesidades del cliente (cantidad y plazo) al menor coste posible para la empresa y, al mismo tiempo, de forma que los recursos disponibles se utilicen de la mejor manera posible.

Para la elaboración de la planificación agregada se puede utilizar LINGO, el cual es una herramienta simple para formular problemas lineales y no lineales, resolverlos y analizar su solución. El resultado que LINGO nos proporciona es la optimización que nos ayuda a encontrar el mejor resultado: la ganancia más alta, o el costo más bajo. A menudo estos problemas involucran el uso más eficiente de los recursos. Un rasgo importante de LINGO es su aplicación en el lenguaje de modelo matemático. El cual permite expresar un problema de una manera muy similar a la anotación matemática normal pudiendo también, expresar una serie entera de restricciones en una declaración compacta.

Otro aspecto es la sección de los datos, que le permite aislar los datos de la formulación del modelo. De hecho LINGO puede leer datos incluso de una hoja de cálculo separada, base de datos, o archivo de texto.

Por otro lado, para la optimización del costo de transporte fue necesario la ayuda de ArcGIS que comprende una serie de aplicaciones, que utilizadas en conjunto, permiten realizar funciones que alimentan y administran un sistema de información geográfica (SIG), el cual es un sistema de información que es utilizado para ingresar, almacenar, recuperar, manipular, analizar y obtener datos referenciados geográficamente o datos geoespaciales, a fin de brindar apoyo en la toma de decisiones sobre planificación y manejo del uso del suelo, recursos naturales, medio ambiente, transporte, instalaciones urbanas, y otros registros administrativos., desde creación de mapas, manejo y análisis de información, edición de datos, metadatos y publicación de mapas en la Internet.

## 4. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

### 4.1 Diseño de la solución

En este apartado dividiremos la solución en 4 partes, cada parte será mostrada de manera detallada. En primer lugar, se desarrollará un plan agregado con un horizonte de 6 meses, cabe señalar que las demandas agregadas forman parte de un pronóstico, por lo tanto, podrán variar con respecto a los pedidos en firme. Con el software Lingo se creará el modelo de programación lineal donde se observará la solución óptima y el costo total de producción.

Con respecto a la optimización de las rutas para que el camión llegue a su destino, usaremos un software de mapeo digital en 3D llamado Arcgis, el cual nos servirá para identificar cuantos kilómetros ha recorrido el camión y de esta manera poder obtener el costo que generará el transporte en función a los kilómetros recorridos y los galones de gasolina consumidos

#### 4.1.1. Plan Agregado

El plan agregado será realizado en base a un pronóstico obtenido de ventas pasadas y posibles especulaciones. Hay que añadir que se trabajará en unidades equivalentes por lo tanto, las chalitas y capas serán pasadas en kilogramos.

Demanda pronosticada													
Cientes	Productos	Mes 1 (Marzo) para Mayo	en kg	Mes 2 (Abril) para Junio	en kg	Mes 3 (Mayo) para Julio	en kg	Mes 4 (Junio) para Agosto	en kg	Mes 5 (Julio) para Septiembre	en kg	Mes 6 (Agosto) para Octubre	en kg
Andes	Chalitas	2350	376	2600	416	2700	432	2400	384	1200	192	1000	160
	Capas	280	179.2	440	281.6	600	384	260	166.4	200	128	140	89.6
Classic alpaca	Chalitas	2000	320	2700	432	2900	464	2550	408	1600	256	1100	176
Silkeberg	Capas	600	384	900	576	1000	640	700	448	500	320	420	268.8
Alpaqita	Chalitas	2200	352	2000	320	2300	368	1900	304	1550	248	900	144
	Capas	500	320	400	256	500	320	500	320	260	166.4	140	89.6
Total	Chalitas y Capas	7930	1931.2	9040	2281.6	10000	2608	8310	2030.4	5310	1310.4	3700	928
	Chalitas	6550	1048	7300	1168	7900	1264	6850	1096	4350	696	3000	480
	Capas	1380	883.2	1740	1113.6	2100	1344	1460	934.4	960	614.4	700	448

Tabla 3: Demanda pronosticada

	en kg
chalitas	0.160
capas	0.64

**Datos:**

Hora x Día	8 horas
#H-H x unidad producida	2 H-H
Inventario inicial	150 unidades
#trabajadores iniciales	20 trabajadores

**Costos:**

Costo de hora trabajada regular	4.5
Costo de sobretiempo por hora	6
Costo de contratar y entrenar	2000
Costo de despidos y liquidación	2500
Costo de inventario	10
Costo ruptura de inventario	12
Costo de subcontratación	100

**Variables:**

P	Cantidad de U.E. producidas en el mes i
Tr	Cantidad de trabajadores en el mes i
Hex	Cantidad de horas extras en el mes i
TrCn	Cantidad de trabajadores contratados en el mes i
TrDs	Cantidad de trabajadores despedidos en el mes i
Sub	Cantidad de producción subcontratada en el mes i
IF	Cantidad de inventario final en el mes i
Rup	Cantidad de inventario fuera de stock en el mes i
DT	Cantidad de días en el mes i
DA	Cantidad de demanda agregada en el mes i

**Código:**

```
SETS:
meses/1..6/:P,Tr,HEX,TrCn,TrDs,Sub,IF,Rup,DT,DA;
ENDSETS
min=@sum(meses(t):cp*P(t)+4.5*8*DT(t)*Tr(t)+cs*HEX(t)+cc*TrCn(t)+cd*TrDs(t)+csub*Sub(t)+ci*IF(t)+cr*Rup(t));
```

```

DATA:
DA=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); !demanda agregada;
DT=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); !dias trabajados por mes;
cp=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); !costos de produccion;
cs=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); !costo de sobretiempo por hora;
cc=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); !costos de contratar y entrenar;
cd=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); !costos de despidos y
li\liquidaciones;
ci=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); !costos de inventario;
cr=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); !costos de ruptura de inventario;
csub=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); !costo total de subcontratación;
I0=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); ! inventario inicial;
Rup0=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); !costo de romper inventario
inicial;
Tr0=@OLE('C:\Users\user\Documents\lingo-excel.xlsx'); !cantidad de trabajadores
iniciales;

ENDDATA

[rest_demanda_mes1]P(1)+I0+Sub(1)+Rup(1)-IF(1)-Rup0 = DA(1);
@for(meses(t)| t#GT#1:
[rest_demanda_mes]P(t)+IF(t-1)+Sub(t)+Rup(t)-IF(t)-Rup(t-1) = DA(t););

[Rest_cant_trabajadores_mes1]Tr(1)-Tr0-TrCn(1)+TrDs(1)= 0;
!Tr(1)+TrDs(1)=Tr0+TrCn(1);
@for(meses(t)| t#GT#1:
[Rest_cant_trabajadores_mes]Tr(t)-Tr(t-1)-TrCn(t)+TrDs(t) = 0;); !Tr(t)+TrDs(t)=Tr(t-
1)+TrCn(t);

@for(meses(t):
[rest_HH_mes]2*P(t)-8*DT(t)*Tr(t)-HEx(t) < 0;);

[Inventario_final]IF(6)=0;

[res_ruptura_mes6]Rup(6) = 0;

END

```

#### 4.1.2. Plan Maestro de Producción

Luego de saber el pronóstico de la demanda agregada en el horizonte planificado, procederemos a calcular nuestro plan maestro de producción para determinar los tiempos y la cantidad de materia prima que serán ordenados a nuestros proveedores. Al ser una empresa fabricante de productos textiles de altísimo nivel y como sus principales compradores, tiendas de prestigio en la capital, tiene que cumplir con la demanda establecida, además sabemos que la empresa fabrica 2 excelentes productos.

Para cumplir con la demanda existente de estos 2 productos se ha decidido realizar 2 MPS, uno para las chalinas y el otro para las capas.

Para calcular el MPS será necesario los pedidos requeridos por nuestros distribuidores, estos pedidos ya no son pronósticos, son la demanda requerida para cada mes.

**Demanda requerida**

Clientes	Productos	Mes 1 (Marzo) para Mayo	en kg	Mes 2 (Abril) para Junio	en kg	Mes 3 (Mayo) para Julio	en kg	Mes 4 (Junio) para Agosto	en kg	Mes 5 (Julio) para Septiembre	en kg	Mes 6 (Agosto) para Octubre	en kg
Andes	Chalinas	2300	368	2500	400	2800	448	2400	384	1300	208	900	144
	Capas	300	192	400	256	500	320	300	192	180	115.2	160	102.4
Classic alpaca	Chalinas	2200	352	2500	400	2900	464	2600	416	1500	240	1000	160
Silkeberg	Capas	700	448	800	512	1000	640	800	512	500	320	400	256
Alpaqita	Chalinas	2000	320	2100	336	2300	368	2000	320	1500	240	1000	160
	Capas	400	256	460	294.4	500	320	440	281.6	200	128	100	64
Total	Chalinas y Capas	7900	1936	8760	2198.4	10000	2560	8540	2105.6	5180	1251.2	3560	886.4
	Chalinas	6500	1040	7100	1136	8000	1280	7000	1120	4300	688	2900	464
	Capas	1400	896	1660	1062.4	2000	1280	1540	985.6	880	563.2	660	422.4

Tabla 4: Demanda requerida

**MPS: Capa**

Inventario Inicial	250	Lead Time	1 mes	Lote	LxL
--------------------	-----	-----------	-------	------	-----

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Pronóstico					897	1131	1365	949	624	455
Pedidos en firme					910	1079	1300	1001	572	429
Inventario final					0	0	0	0	0	0
Pedidos recibidos					660	1131	1365	1001	624	455
Pedidos ordenados(O/P)				660	1131	1365	1001	624	455	

Tabla 5: MPS-Capa

**MPS: Chalina**

Inventario Inicial	0	Lead Time	1 mes	Lote	LxL
--------------------	---	-----------	-------	------	-----

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Pronóstico					1048	1168	1264	1096	696	480
Pedidos en firme					1040	1136	1280	1120	688	464
Inventario final					0	0	0	0	0	0
Pedidos recibidos					1048	1168	1280	1120	696	480
Pedidos ordenados(O/P)				1048	1168	1280	1120	696	480	

Tabla 6: MPS-Chalina

#### 4.1.3. BOM

Para la fabricación de cada producto, es necesario pedir a nuestros proveedores los insumos necesarios, por ello realizamos un BOM de los materiales.

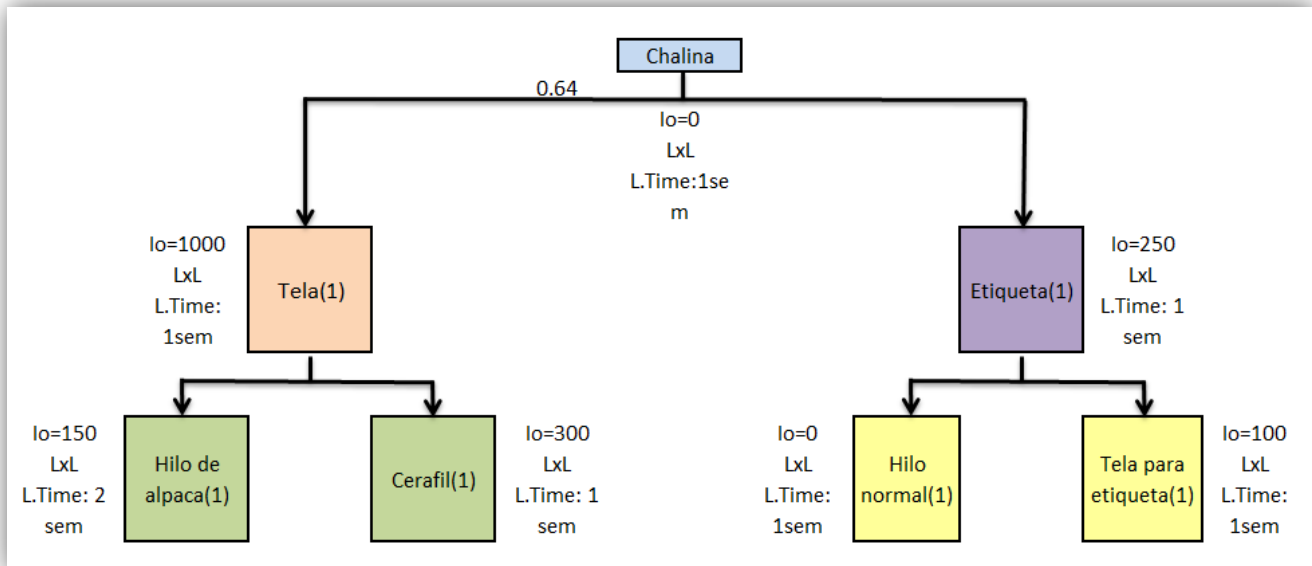


Fig.1.-BOM de la chalina

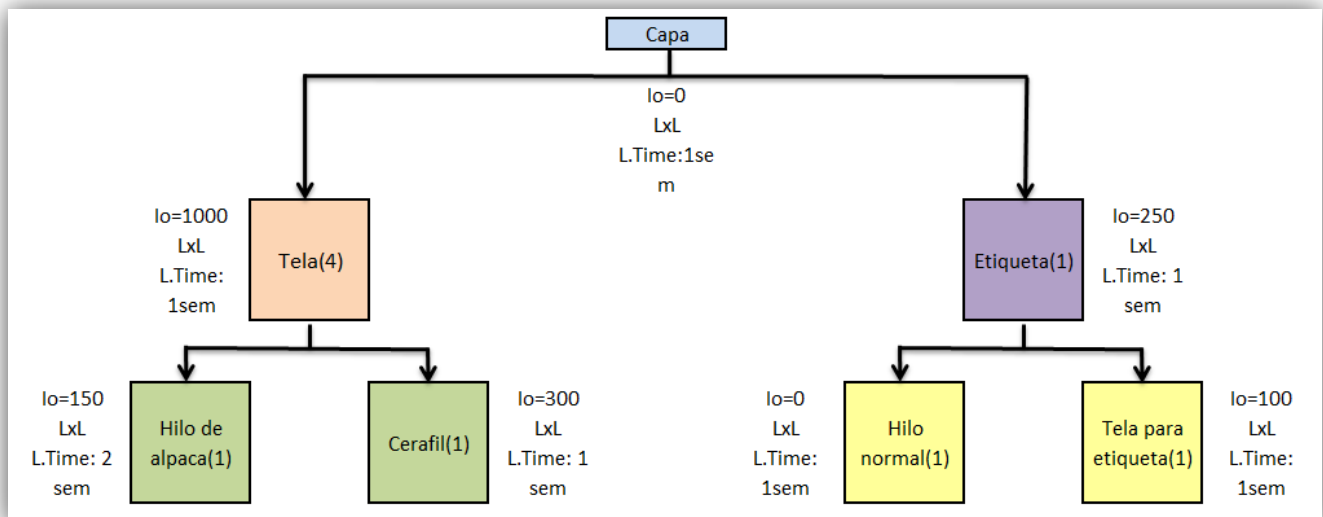


Fig.2.- BOM de la capa

#### 4.1.4. Plan de Requerimiento de Materiales

Por último el MRP nos servirá para planificar la cantidad de insumos y materia prima que serán entregados a la planta de producción, de esta manera se podrá tener un manejo de los inventarios a lo largo de las fechas establecidas para las entregas de pedidos.

##### Tela (1Ch,1Ca)

Inventario Inicial	1000	Lead Time	1 mes	Lote	LxL
--------------------	------	-----------	-------	------	-----

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Requerimiento Neto				1708	2299	2645	2121	1320	935	
Inventario final				0	0	0	0	0	0	
Pedidos recibidos				1608	2299	2645	2121	1320	935	
Pedidos ordenados(O/P)			1608	2299	2645	2121	1320	935		

Tabla 7.- MRP-Tela

##### Hilo(1Ch,1Ca)

Inventario Inicial	150	Lead Time	2 meses	Lote	LxL
--------------------	-----	-----------	---------	------	-----

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Requerimiento Neto			1608	2299	2645	2121	1320	935		
Inventario final			0	0	0	0	0	0		
Pedidos recibidos			1458	2299	2645	2121	1320	935		
Pedidos ordenados(O/P)	1458	2299	2645	2121	1320	935				

Tabla 8.- MRP-Hilo

##### Cerafil(1Ch,1Ca)

Inventario Inicial	300	Lead Time	1 mes	Lote	LxL
--------------------	-----	-----------	-------	------	-----

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Requerimiento Neto			1608	2299	2645	2121	1320	935		
Inventario final			0	0	0	0	0	0		
Pedidos recibidos			1308	2299	2645	2121	1320	935		
Pedidos ordenados(O/P)		1308	2299	2645	2121	1320	935			

Tabla 9.- MRP-Cerafil



**Etiqueta(1Ch,1Ca)**

<b>Inventario Inicial</b>	<b>250</b>	<b>Lead Time</b>	<b>1 mes</b>	<b>Lote</b>	<b>LxL</b>
---------------------------	------------	------------------	--------------	-------------	------------

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<b>Requerimiento Neto</b>				1708	2299	2645	2121	1320	935	
<b>Inventario final</b>				0	0	0	0	0	0	
<b>Pedidos recibidos</b>				1458	2299	2645	2121	1320	935	
<b>Pedidos ordenados(O/P)</b>			1458	2299	2645	2121	1320	935		

Tabla 10.- MRP-Etiqueta

**Hilo normal(1Ch,1Ca)**

<b>Inventario Inicial</b>	<b>0</b>	<b>Lead Time</b>	<b>1 mes</b>	<b>Lote</b>	<b>LxL</b>
---------------------------	----------	------------------	--------------	-------------	------------

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<b>Requerimiento Neto</b>			1458	2299	2645	2121	1320	935		
<b>Inventario final</b>			0	0	0	0	0	0		
<b>Pedidos recibidos</b>			1458	2299	2645	2121	1320	935		
<b>Pedidos ordenados(O/P)</b>		1458	2299	2645	2121	1320	935			

Tabla 11.- MRP-Hilo normal

**Tela para etiqueta(1Ch,1Ca)**

<b>Inventario Inicial</b>	<b>100</b>	<b>Lead Time</b>	<b>1 mes</b>	<b>Lote</b>	<b>LxL</b>
---------------------------	------------	------------------	--------------	-------------	------------

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<b>Requerimiento Neto</b>			1458	2299	2645	2121	1320	935		
<b>Inventario final</b>			0	0	0	0	0	0		
<b>Pedidos recibidos</b>			1358	2299	2645	2121	1320	935		
<b>Pedidos ordenados(O/P)</b>		1358	2299	2645	2121	1320	935			

Tabla 12.- MRP-Tela para etiqueta

## Resumen del MRP:

En la siguiente tabla se observa de manera más específica la cantidad de materia prima e insumos que serán necesario pedir a nuestros proveedores en fechas determinadas, con el fin de que nuestras ordenes lleguen a la planta de fabricación y comiencen con la producción.

	Mes/Componente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
MPS	Chalina				1048	1168	1280	1120	696	480	
	Capa				660	1131	1365	1001	624	455	
MRP	Tela			1608	2299	2645	2121	1320	935		
	Hilo de alpaca	1458	2299	2645	2121	1320	935				
	Cerafil		1308	2299	2645	2121	1320	935			
	Etiqueta			1458	2299	2645	2121	1320	935		
	Hilo normal		1458	2299	2645	2121	1320	935			
	Tela para la etiqueta		1358	2299	2645	2121	1320	935			

Tabla 13.- Resumen del MRP



## 4.2. Ruta óptima con ArcGis

ArcGIS es una completa plataforma de información que permite crear, analizar, almacenar y difundir datos, modelos, mapas y globos en 3D, poniéndolos a disposición de todos los usuarios según las necesidades de la organización.

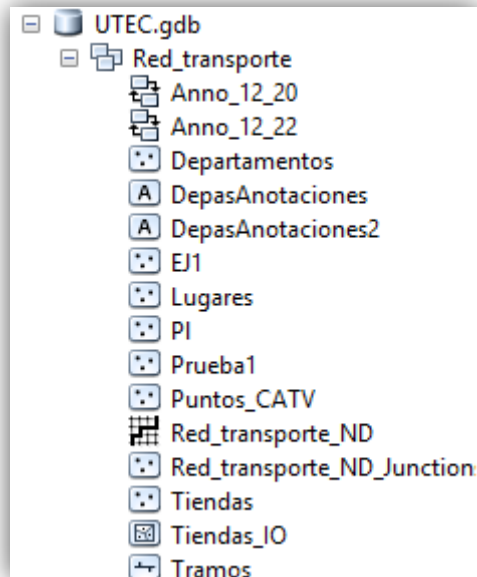
Como sistema de información, ArcGIS es accesible desde clientes desktop, navegadores web, y terminales móviles que se conectan a servidores de departamento, corporativos o con arquitecturas de computación en la nube (Cloud Computing).

Para los desarrolladores, ArcGIS proporciona herramientas que les permitirán crear sus propias aplicaciones.

Para nuestro proyecto utilizamos esta plataforma virtual, descargamos la carpeta de documentos

	Sistemas de Información Geográfico	7/14/2015 11:40 AM	File folder
	UTECH.gdb	7/15/2015 3:29 PM	File folder

Utilizaremos

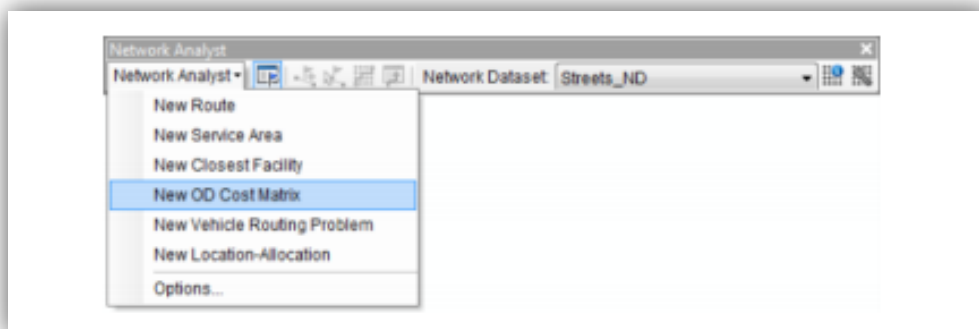


Red de transportes\_ND como plataforma base ya que contiene datos de Lima (capa) ahora solo la configuramos para Arcmap, donde utilizamos la función de ArcGIS Network Analyst para nuestro análisis.

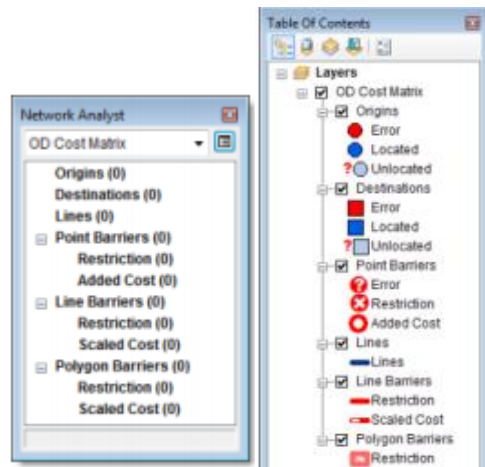
También, se puede crear una matriz de coste de origen a destino para las entregas de los nuevos depósitos a cada tienda. Los resultados de esta matriz se pueden utilizar para identificar las tiendas a las que dará servicio cada almacén a menos de 10 minutos conduciendo. Además, puede buscar el tiempo de conducción total desde cada almacén a sus tiendas.

Primero debemos obtener nuestra matriz de costo:

1. En la ventana Tabla de contenido, desactive la capa de análisis Área de servicio y la capa de entidades StoresWithPoly para mejorar la legibilidad del mapa.
2. Haga clic en Network Analyst en la barra de herramientas de Network Analyst y haga clic en Matriz de coste OD nueva.



Luego se abre las ventanas:



Hacemos clic en el botón Propiedades de capa de análisis de la ventana de Network Analyst

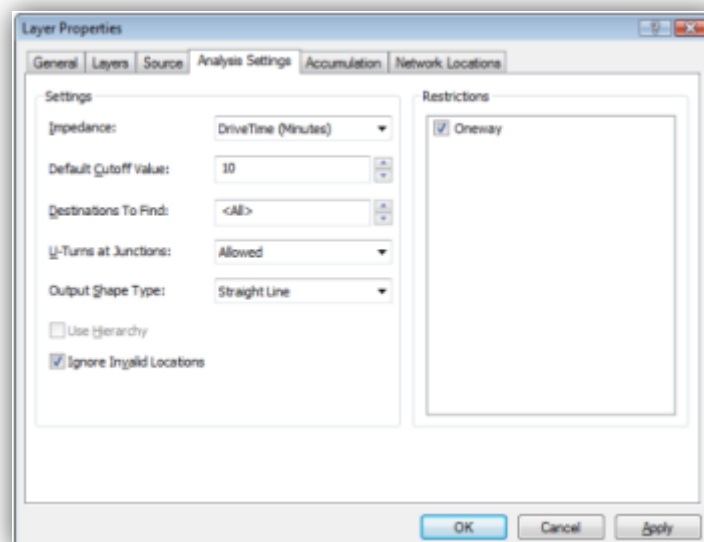
-Haga clic en la ficha Configuración de análisis.

-Asegúrese de que la lista desplegable Impedancia está establecida en Tiempo de recorrido por vehículo (minutos).

-Escriba 10 en el cuadro de texto Valor límite predeterminado. Esto creará rutas de origen a destino desde cada almacén hasta todas las tiendas que se puedan alcanzar antes de 10 minutos. Establezca Destinos para buscar

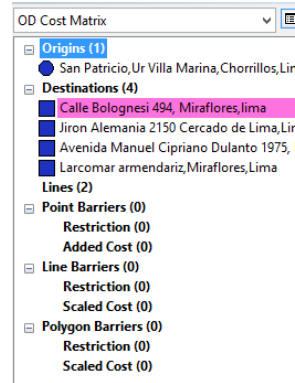
Haga clic en la flecha de lista desplegable Giros en U en cruces y elija Permitido. Establezca Tipo de forma de salida en Línea recta

Active Ignorar ubicaciones no válidas, active Unidireccional en la lista Restricciones.



Haga clic en el botón Resolver en la barra de herramientas Network Analyst. Las líneas OD aparecen en el mapa. Hay 2 líneas en este ejemplo.

Este número puede ser diferente, dependiendo de dónde reubicará la tienda número 2. Si no se muestra la capa Área de servicio, actívela para que se muestre en la capa Matriz de coste OD encima de las áreas de servicio de los depósitos.



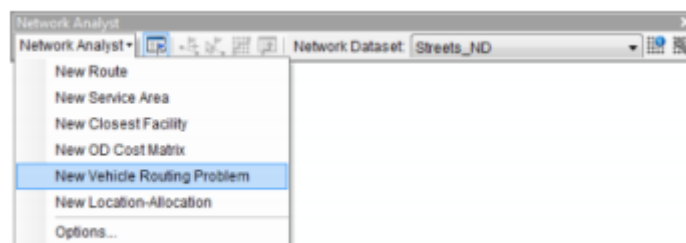
ObjectID	Shape	Name	OriginID	DestinationID	DestinationRank	Total_Minutes
17	Polyline	San Patricio,Ur Villa Marina,Chorrillos,Lima - Larcomar armendariz,Miraflores,Lima	13	4	1	7.590884
18	Polyline	San Patricio,Ur Villa Marina,Chorrillos,Lima - Calle Bolognesi 494, Miraflores,lima	13	1	2	8.889796

La matriz de coste OD muestra las tiendas a las que presta servicio, junto con el tiempo total de conducción para cada ruta. Algunas tiendas están dentro de una zona de accesibilidad de 10 minutos del depósito. La matriz de coste OD también se puede utilizar como entrada en modelos de rutas logísticas que utilizan matrices de origen a destino para asignar mercancías y servicios.

### Para obtener las rutas óptimas:

Esto se puede lograr resolviendo un problema de generación de rutas para vehículos (VRP). Una vez determinada la secuencia de entrega, generará instrucciones giro por giro para las rutas resultantes, que se pueden distribuir y entregarse a los conductores para que hagan las entregas.

Haga clic en Personalizar > Barras de herramientas > Network Analyst. La barra de herramientas Network Analyst se agrega a ArcMap. Si no se muestra la ventana de Network Analyst tendrá que agregarla. En la barra de herramientas de Network Analyst, haga clic en el botón Mostrar/ocultar la ventana de Network Analyst.

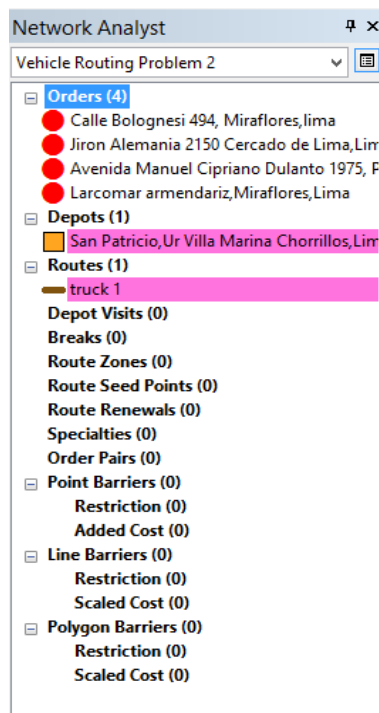





Agregaremos estas entidades de puntos de tiendas como órdenes en la capa del análisis.

Pasos:

En la ventana Network Analyst, haga clic con el botón derecho en Órdenes (0) y elija Cargar ubicaciones. Se abre el cuadro de diálogo Cargar ubicaciones 2. Seleccione Almacenamientos en la lista desplegable Cargar ubicaciones. La sección Propiedades del análisis de ubicación del cuadro de diálogo Cargar ubicaciones permite especificar qué atributos de la clase de entidad de Almacenamientos contienen los valores que ArcGIS Network Analyst utilizará para ayudar a resolver este problema de generación de rutas para vehículos.



Load Locations

Load From:  **Layers**

☐ Only load selected rows

☒ Only show point layers

Sort Field:

Location Analysis Properties

Property	Field	Default Value
Name	Name	
Description	Description	
ServiceTime	ServiceTime	
TimeWindowStart1	TimeWindowStart1	
TimeWindowEnd1	TimeWindowEnd1	
TimeWindowStart2	TimeWindowStart2	
TimeWindowEnd2	TimeWindowEnd2	
MinLoadRatePerSec	MinLoadRatePerSec	

Location Position

☐ Use Geometry

Search Tolerance:  Kilometers

☒ Use Network Location Fields

Property	Field
SourceID	SourceID
SourceID	SourceID
PosAlong	PosAlong
OrderID#Eten	OrderID#Eten

Advanced... [About load locations](#)

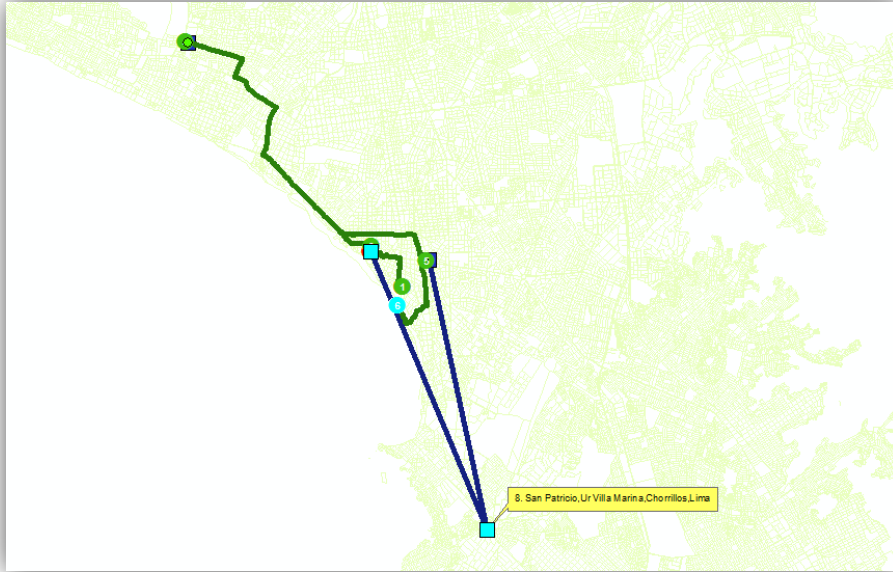
Properties - Routes

Attribute	Value
ObjectID	1
Name	truck 1
Description	<Null>
StartDepotName	San Patricio,Ur Villa Marina Chorrillos,Lima
EndDepotName	San Patricio,Ur Villa Marina Chorrillos,Lima
StartDepotServiceTime	60
EndDepotServiceTime	60
EarliestStartTime	8:00:00 AM
LatestStartTime	5:00:00 PM
ArriveDepartDelay	15000
Capacities	<Null>
FixedCost	0.5
CostPerUnitTime	1.5
CostPerUnitDistance	<Null>
OvertimeStartTime	<Null>
CostPerUnitOvertime	<Null>
MaxOrderCount	4
MaxTotalTime	360
MaxTotalTravelTime	120
MaxTotalDistance	100
SpecialtyNames	<Null>
AssignmentRule	Include
ViolatedConstraints	<Null>
OrderCount	<Null>
TotalCost	<Null>
RegularTimeCost	<Null>
OvertimeCost	<Null>
DistanceCost	<Null>

Haga clic en la ficha Configuración de análisis. Establezca la lista desplegable Atributo de tiempo en Travesirme (Minutos). El solucionador de VRP utilizará este atributo para calcular los costes basados en tiempo entre las órdenes y el depósito. Hacemos clic en la lista desplegable Atributo de distancia y elegimos metros. Este atributo se utiliza para determinar distancias de viaje entre las órdenes y el depósito para propósitos de restricción y creación de instrucciones; no obstante, el objetivo del solucionador de VRP es minimizar los costes horarios. Establecemos Fecha predeterminada en Día de la semana. Elegimos Lunes en la lista desplegable Día de la semana. Ponemos Cálculo de capacidad en 1. Esta configuración indica que las mercancías que se están entregando tienen solo una medida. En este caso, esa medida es el peso (libras). Si las capacidades se especificaran utilizando dos medidas, tales como peso y volumen, el cálculo de capacidad se establecería en 2. Seleccionamos Minutos para Unidades de campo de tiempo. Esto especifica que todos los atributos basados en tiempo, tales como ServiceTime y MaxViolationTime1 para Órdenes, y MaxTotalTime, MaxTotalTravelTime y CostPerUnitTime para Ruta, están en minutos. Establecemos Unidades de campo de distancia en kilómetros. Esto especifica que todos los atributos basados en distancia, tales como MaxTotalDistance y CostPerUnitDistance para Rutas, están en kilómetros.

Haga clic en el botón Resolver en la barra de herramientas Network Analyst. El solucionador de VRP calcula las rutas necesarias para servir las órdenes y dibuja líneas que conectan las órdenes. Cada ruta comienza y finaliza en el centro de la distribución y sirve un conjunto de órdenes por el camino.





Para nuestro proyecto utilizaremos 6 paradas durante el trayecto para hacer un solo recorrido del camión hacia las 4 tiendas haciendo mínimo el recorrido y optimizando la ruta, utilizamos ArcGis y la aplicación Arcmap como plataformas que nos brindan estos resultados en el menor tiempo posible

### **Recomendaciones para la implementación**

En base a los resultados obtenidos con la solución óptima mostrada por Lingo y comparándola con otros tipos de planes agregados (ver anexos) se recomienda que se opte por el planeamiento mostrado por el software.

Desde un aspecto económico, implementar la solución propuesta por Lingo hace que nuestros costos de producción se reduzcan comparados con los demás tipos de planes agregados, optimizar el uso de todos los recursos.

A esto le sumamos el gran aporte que nos generó trabajar con Arcgis, ya que nos ayuda a disminuir nuestros tiempos de entrega, la disminución de la gasolina consumida y el hecho de que gracias a implementar estos avances tecnológicos, pueda ser una empresa competitiva en el rubro.

## 5. CONCLUSIONES

- El plan agregado planteado con el software Lingo mostró una clara mejora con respecto a los demás planes agregados calculados, los costos de producción se redujeron y a su vez nos mostró la solución óptima para manejar la cantidad de producción, trabajadores, inventario, horas extras de manera eficiente.
- La solución en Lingo nos dice que lo más óptimo sería que no contemos con inventario inicial y nuestros trabajadores sean constantes, no habrán contratos ni despidos. Tenemos inventario final en el mes de marzo de 201.6 u.e. Para poder satisfacer la demanda de los meses de Mayo y Junio tendremos que trabajar horas extras para poder cumplir con la demanda generando un costo de S/. 1056 para el mes de Mayo y S/. 60.8 para Junio.
- El uso de un software de mapeo digital fue de gran ayuda para optimizar las distancias y rutas recorridas por nuestros camiones distribuidores. Con esto se pudo demostrar la compatibilidad de 2 software dirigido hacia distintos públicos, pero que en conjunto pueden lograr resultados favorables.
- Se demostró que el modelo generado por el software Lingo genera una reducción en nuestros costos de producción total, la comparativa es clara en la sección "Anexos", el plan generado por Lingo posee menores valores comparados con producción en base a caza de la demanda, operarios constantes y la rotura de stock.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda, dada la demanda de nuestros productos dependen mucho del clima y la estación del año, poseer inventario de seguridad. Es sabido que en los últimos años el clima muestra comportamientos anómalos, debido a esto las épocas con bajas temperaturas pueden aumentar y la demanda de la empresa también. Un inventario de seguridad nos garantizaría poder satisfacer a nuestros clientes y no perder su fidelidad.
- Si bien en la solución del caso no existe despido ni contratos de trabajadores en los 6 meses, se recomienda implementar una política de despidos para no tener problemas con el sindicato, ya que existen leyes que limitan el despido masivo de personal. De igual manera se recomienda determinar la capacidad de contratación.

## ANEXOS

### Resultados del Lingo:

Los resultados que se obtuvieron del programa se mostrarán de manera detallada en las siguientes tablas:

Mes	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
<b>Demanda</b>	1931.2	2281.6	2608	2030.4	1310.4	928
<b>Inv.Inicial=150</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Producción(u.e)</b>	1982.8	2080	2608	2030.4	1310.4	928
<b>Operarios H-N</b>	20	20	20	20	20	20
<b>Contratación</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Despido</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Inv. Final</b>	201.6	0	0	0	0	0
<b>Operarios H-E</b>	0	0	1056	60.8	0	0

Costos	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
<b>Costo de inv. Final</b>	2016	0	0	0	0	0
<b>Costo de romper stock</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Costo por contratación</b>	0	0	0	0	0	0
<b>costo por despido</b>	0	0	0	0	0	0
<b>costo laboral x H-N</b>	18000	18720	18720	18000	17280	18720
<b>costo laboral x H-E</b>	0	0	6336	364.8	0	0
<b>costo producción</b>	99140	104000	130400	101520	65520	46400
					<b>Total S/.</b>	<b>665136.8</b>

## Estrategias del plan agregado

**Operarios  
constantes**

Mes	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
<b>Demanda</b>	1931.2	2281.6	2608	2030.4	1310.4	928
<b>Inv.Inicial=150</b>	0	0	0	0	129.6	632
<b>Produccion(u.e)</b>	1781.2	2281.6	2608	2030.4	1310.4	928
<b>Requerimiento H-N</b>	3562.4	4563.2	5216	4060.8	2620.8	1856
<b>Dias de trabajo</b>	25	26	26	25	24	26
<b>Operarios</b>	15	15	15	15	15	15
<b>Int.Prod</b>	1500	1560	1560	1500	1440	1560
<b>Subcontratacion</b>	281.2	721.6	1048	530.4	0	0
<b>Despido</b>	5	0	0	0	0	0

Costos	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
<b>Costo de produccion</b>	89060	114080	130400	101520	65520	46400
<b>Costo de trabajadores</b>	13500	14040	14040	13500	12960	14040
<b>Costo de subcontratacion</b>	28120	72160	104800	53040	0	0
<b>Costo de despido</b>	12500	0	0	0	0	0
<b>Costo de mantener inventario</b>	0	0	0	0	1296	6320
					<b>Total S/.</b>	<b>907296</b>

**Caza de la  
demanda**

Mes	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
<b>Demanda</b>	1931.2	2281.6	2608	2030.4	1310.4	928
<b>Inv.Inicial=150</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Produccion(u.e)</b>	1781.2	2281.6	2608	2030.4	1310.4	928
<b>Requerimiento H-N</b>	3562.4	4563.2	5216	4060.8	2620.8	1856
<b>Dias de trabajo</b>	25	26	26	25	24	26
<b>Operarios</b>	17.81	21.9384615	25.0769231	20.304	13.65	8.92307692
<b>Operarios redondeados</b>	18	22	26	21	14	9
<b>Despidos</b>	2	0	0	5	7	5
<b>Contratos</b>	0	4	4	0	0	0

Costos	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
<b>Costo de produccion</b>	89060	114080	130400	101520	65520	46400
<b>Costo de trabajadores</b>	16200	20592	24336	18900	12096	8424
<b>Costo de despido</b>	5000	0	0	12500	17500	12500
<b>Costo de contrato</b>	0	8000	8000	0	0	0
					<b>Total S/.</b>	<b>711028</b>

<b>Rotura de Stock</b>
------------------------

Mes	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
<b>Demanda</b>	1931.2	2281.6	2608	2030.4	1310.4	928
<b>Inv.Inicial=150</b>	368.8	167.2	0	0	218.4	1370.4
<b>Produccion(u.e)</b>	1781.2	2281.6	2608	2030.4	1310.4	928
<b>Dias de trabajo</b>	25	26	26	25	24	26
<b>Act.Prod</b>	2000	2080	2080	2000	1920	2080
<b>Rotura de Stock</b>	0	0	360.8	391.2	0	
<b>Operarios H-N</b>	20	20	20	20	20	20

Costos	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
<b>Costo de inv. Final</b>	3688	1672	0	0	2184	13704
<b>Costo de romper stock</b>	0	0	4329.6	4694.4	0	0
<b>costo producción</b>	100000	104000	104000	100000	96000	104000
<b>costo laboral x H-N</b>	18000	18000	18000	18000	18000	18000
					Total S/.	746272

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Canizo, E.(2002). *Lingo*. [en línea]. Recuperado el 15 de julio del 2015:  
[http://www1.frm.utn.edu.ar/ioperativa/lingo\\_lindo.pdf](http://www1.frm.utn.edu.ar/ioperativa/lingo_lindo.pdf)
- ITC (2012). *MODA ALPACA. PERFILES DE EMPRESARIAS PERUANAS*. [en línea].  
Recuperado el 14 de julio del 2015:  
[http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/About\\_ITC/Where\\_are\\_we\\_working/Multi-country\\_programmes/Women\\_and\\_trade/Alpaca\\_perfiles\\_2013.pdf](http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/About_ITC/Where_are_we_working/Multi-country_programmes/Women_and_trade/Alpaca_perfiles_2013.pdf)
- López, S. (2013). *PERÚ: MODA Y TEXTILES*. [en línea]. Recuperado el 13 de julio del 2015: <http://www.peru.info/mensajeshtm/clip/libroperumoda.pdf>
- (24 de octubre, 2014). *“Perú concentra el 80% de la oferta de fibra de alpaca del mundo”*. [en línea]. De: El Comercio. Recuperado de <http://elcomercio.pe/economia/peru/peru-concentra-80-oferta-fibra-alpaca-mundo-noticia-1766335>