



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Matemáticas

Escuela Profesional de Investigación Operativa

**Modelo de programación lineal para la asignación de
asesores a puntos de venta en la empresa grupo Agra
SAC**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**Para optar el Título Profesional de Licenciada en Investigación
Operativa**

AUTOR

Yesenia Denisse VICTORIO CRUZ

ASESOR

Gladys Giovanna MELGAREJO ESTREMADOYRO

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Victorio, Y. (2022). *Modelo de programación lineal para la asignación de asesores a puntos de venta en la empresa grupo Agra SAC*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Escuela Profesional de Investigación Operativa]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Yesenia Denisse Victorio Cruz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47602464
URL de ORCID	-
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Gladys Giovanna Melgarejo Estremadoyro
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25673529
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2062-2707
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Miky Gerónimo Ortiz Ramírez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	25796803
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Luis Antonio Durand Romero
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09516593
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.3.3.1. Optimización Matemática
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.

Ubicación geográfica de la investigación	Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Coordenadas geográficas Latitud: -12.058333 Longitud: -77.083333
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2022
URL de disciplinas OCDE	Matemáticas aplicadas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América

DECANATO

Foja. 11

Anexo 6

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL EN LA MODALIDAD VIRTUAL PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO(A) EN INVESTIGACIÓN OPERATIVA (PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2022-I)

En la Ciudad Universitaria, Facultad de Ciencias Matemáticas, siendo las 11:38 horas del día domingo 24 de julio del año 2022, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional:

Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez	(Presidente)
Mg. Luis Antonio Durand Romero	(Miembro)
Lic. Gladys Giovanna Melgarejo Estremadoyro	(Miembro-Asesor)

Para la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional intitulada: MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA ASIGNACIÓN DE ASESORES A PUNTOS DE VENTA EN LA EMPRESA GRUPO AGRA SAC, presentada por la señorita Bachiller Victorio Cruz, Yesenia Denisse, para obtener el Título Profesional de Licenciada en Investigación Operativa.

Luego de la exposición del Trabajo de Suficiencia Profesional, el Presidente invitó a la expositora a dar respuesta a las preguntas formuladas.

Realizada la evaluación correspondiente por los miembros del jurado, la expositora mereció la aprobación **Aprobada con mención BUENA** con un calificativo promedio de: Quince (15).

A continuación, los miembros del jurado dan manifiesto que la participante señorita Bachiller Victorio Cruz, Yesenia Denisse, en virtud de haber aprobado la sustentación de su Trabajo de Suficiencia Profesional, será propuesta para que se le otorgue el Título Profesional de Licenciada en Investigación Operativa.

Siendo las 12:11 horas, se levantó la Sesión, firmando para constancia la presente Acta en tres (3) copias originales o archivo PDF.

PRESIDENTE

Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez

MIEMBRO

Mg. Luis Antonio Durand Romero

MIEMBRO-ASESOR

Lic. Gladys Giovanna Melgarejo Estremadoyro



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA

INFORME DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La Directora de la Escuela Profesional de Investigación Operativa, Mg. Carmela Catalina Velásquez Pino, informa lo siguiente:

1. Operador del programa informático de similitudes: Dr. Paulo Cesar Olivares Taipe
2. Documento evaluado:
Modelo de Programación Lineal para la asignación de asesores a puntos de venta en la empresa Grupo Agra SAC
3. Autor de la tesis: Yesenia Denisse VICTORIO CRUZ
4. Fecha de recepción de la tesis: 27/11
5. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes: 29/11
 - Software utilizado: Turnitin
6. Configuración del programa detector de similitudes:
 - Excluye textos entrecomillados
 - Excluye bibliografía
 - Excluye cadenas menores a 40 palabras
7. Porcentaje de similitudes según programa detector de similitudes:
8. Fuentes originales de las similitudes encontradas: 7%
Fuentes de internet: 7%
Publicaciones: 0%
9. Calificación de originalidad:
 - El documento mencionado cumple criterios de originalidad, sin observaciones

Lima, 29 de noviembre 2022

Mg. Carmela Catalina Velásquez Pino
Directora

FICHA CATALOGRÁFICA

YESENIA DENISSE VICTORIO CRUZ

MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA
ASIGNACIÓN DE ASESORES A PUNTOS DE VENTA
EN LA EMPRESA GRUPO AGRA SAC

Lima 2022.

Xi, 8p., 111p., 29.7 cm (UNMSM, Licenciada, Investigación
Operativa, 2022).

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Facultad de Ciencias Matemáticas

Escuela Profesional de Investigación Operativa

UNMSM / FCM

DEDICATORIA

A mis queridos padres por su gran apoyo, sacrificio y amor para culminar mis estudios, a Dios por darme salud y por guiarme en este camino profesional. A mi asesora por sus consejos, ayuda y recomendaciones.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por darme esa fuerza y ganas de seguir adelante con mi carrera profesional, por haber iluminado mi camino, por haberme dado salud. Un agradecimiento muy especial a mis queridos padres Marleny y Fredy, que sin su motivación no hubiese sido posible este logro en mi vida, por sus enseñanzas de nunca rendirme y seguir adelante, a mis hermanos Carlos, Cinthia y Diana por su apoyo incondicional, a mi novio Michael por su paciencia, ayuda, apoyo y acompañamiento en este camino. De igual manera gracias a mis profesores por su apoyo y enseñanzas a lo largo de mi vida profesional, por último, gracias a mi asesora por los consejos brindados.

Yesenia Denisse Victorio Cruz

RESUMEN

MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA ASIGNACIÓN DE ASESORES A PUNTOS DE VENTA EN LA EMPRESA GRUPO AGRA SAC

VICTORIO CRUZ YESENIA DENISSE

JULIO 2022

Título obtenido : Licenciada en Investigación Operativa

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo general formular un modelo de programación lineal que asigne de una manera eficiente a los asesores técnicos comerciales a las 8 sucursales de venta con las que se cuentan a nivel nacional, cuya asignación debe realizarse para dos días diferentes. Para ello se analizará el comportamiento de la demanda de clientes, se realizará entrevistas al jefe de ventas y a los asesores comerciales; así también, se registrarán datos como la disponibilidad de cada asesor en tiempo y preferencia. Esto nos ayudará a identificar nuestras variables de decisión, la función objetivo y las restricciones, para así lograr formular nuestro modelo de Programación Lineal, cuya ejecución se realizará en un software computacional llamado Lingo, para finalmente realizar la implementación y obtener los resultados esperados.

Palabras clave: Optimización, Programación Lineal, Asignación.

Abstract

LINEAR PROGRAMMING MODEL FOR THE ASSIGNMENT OF ADVISERS TO POINTS OF SALE IN THE COMPANY GRUPO AGRA SAC

VICTORIO CRUZ YESENIA DENISSE

July 2022

Graduate : Licensed in Investigación Operativa

The general objective of this professional proficiency work is to formulate a linear programming model that efficiently assigns commercial technical advisors to the 8 sales branches that are available nationwide, whose assignment must be made for two different days. For this, the behavior of customer demand will be analyzed, interviews will be carried out with the sales manager and the commercial advisors; likewise, data such as the availability of each advisor in time and preference will be recorded. This will help us identify our decision variables, the objective function and the restrictions, in order to formulate our Linear Programming model, whose execution will be carried out in a computer software called Lingo, to finally carry out the implementation and obtain the expected results.

Palabras clave: Optimization, Liner Programming, Assignment.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES DEL TEMA	3
1.1. Antecedentes de la Empresa	3
1.2. Descripción de cómo es y qué tipo de servicio otorga la organización en la que se desarrolla la experiencia profesional.	3
1.3. Contexto socioeconómico, descripción de las áreas.....	5
1.4. Descripción general de la experiencia.	9
1.5. Explicación del cargo, funciones ejecutadas.	10
1.6. Propósito del puesto.	11
1.6.1. <i>Objetivo General</i>	11
1.6.2. <i>Objetivos Específicos</i>	11
1.6.3. <i>Reto</i>	11
1.7. Producto o proceso que será objeto del informe.	12
1.7.1. <i>Título</i>	12
1.7.2. <i>Formulación del Problema</i>	12
1.7.3. <i>Descripción de la realidad problemática</i>	12
1.7.4. <i>Objetivo General</i>	14
1.7.5. <i>Objetivos Específicos</i>	14
1.7.6. <i>Flujograma de las Principales Actividades</i>	14
1.7.7. <i>Delimitaciones y limitaciones</i>	16
1.7.7.1. Delimitación	16
Delimitación Espacial	16
Delimitación Temporal	16
Delimitación Temática	16
1.7.7.2. Limitación	17
1.8. Resultados concretos que he alcanzado en este periodo de tiempo.	17
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN	19
2.1. Teorías asociadas al tema	19
2.2. Descripción de las acciones, metodologías y procedimientos.	20
2.2.1. <i>Marco Teórico</i>	23
2.2.1.1. Antecedentes de la investigación	23
2.2.1.2. <i>Bases teóricas</i>	28
CAPÍTULO III. APORTES Y DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA	38
3.1. Desarrollo de la Experiencia	38
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS	86

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

- Figura 1.** Organigrama de las áreas de la empresa.
Figura 2. Organigrama general de la empresa.
Figura 3. Subdivisión área Comercial.
Figura 4. flujograma del proceso de investigación de mercado.
Figura 5. Proceso de Optimización.
Figura 6. Cuadro de Asignación.
Figura 7. Interfaz del software Lingo.
Figura 8. Respuesta de Frecuencia de Asignación.
Figura 9. Cuadro con la actitud del asesor frente a la asignación dada.
Figura 10. Frecuencia de actividades extras.
Figura 11. Preferencias para visitas.
Figura 12. Lugares de preferencias del asesor.
Figura 13. Disponibilidad y preferencias del asesor en el primer día.
Figura 14. Disponibilidad y preferencias del asesor en el segundo día.
Figura: 15. Función objetivo del modelo.
Figura16. Restricciones de asignación a una sola sucursal.
Figura 17. Restricciones de requerimiento de asesores.
Figura 18. Restricciones de no disponibilidad.
Figura 19. Restricciones de disponibilidad.
Figura 20. Solución computacional Lingo.
Figura 21. Solución Lingo – Cantidad de asesores.
Figura 22. Análisis Reduce Cost día 1.
Figura 23. Análisis de sensibilidad día 1.
Figura 24. Función objetivo día 2.
Figura 25. Restricciones de asignación día 2.
Figura 26. Restricciones de requerimiento día 2.
Figura 27. Restricciones de disponibilidad día 2.
Figura 28. Restricciones de no disponibilidad día 2.
Figura 29. Resultado computacional Lingo día 2.
Figura 30. Resultados de cantidad de asesores día 2.
Figura 31. Análisis Reduced cost día 2.
Figura 32. Análisis de sensibilidad día 2.

- Tabla 1.** Cantidad de trabajadores por áreas.
Tabla 2. Procedimiento para la visita de los clientes.
Tabla 3. Variables de estandarización.
Tabla 4. Nombres y códigos de los asesores técnicos comerciales.
Tabla 5. Cantidad de asesores requeridos para el día 1.
Tabla 6. Cantidad de asesores requeridos para el día 2.
Tabla 7. Cuadro de cantidad de asesores mínimos.
Tabla 8. Cuadro de asesores asignados para el día 1.
Tabla 9. Asesores no asignados día 1.
Tabla 10. Cantidades mínimas por sucursal día 2.
Tabla 11. Nombres y códigos de asesores asignados al día 2.
Tabla 12. Asesores no asignados al día 2.
Tabla 13. Resultado final: asesores asignados por día y sucursal.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Entrevista sobre la programación de visitas.

Anexo 2. Entrevista sobre preferencias y disponibilidad del asesor.

Anexo 3. Cuadro de disponibilidad del asesor.

Anexo 4. Software Lingo - Función Objetivo del día N°1 de visita.

Anexo 5. Software Lingo – Restricciones de requerimiento del día N°1 de visita.

Anexo 6. Software Lingo – Restricciones de asignación a una sola sucursal del día N°1 de visita.

Anexo 7. Software Lingo – Restricciones de no disponibilidad del asesor para día N°1 de visita.

Anexo 8. Software Lingo – Restricciones de disponibilidad del asesor para día N°1 de visita.

Anexo 9. Software Lingo - Función Objetivo del día N°2 de visita.

Anexo 10. Software Lingo – Restricciones de requerimiento del día N°2 de visita.

Anexo 11. Software Lingo – Restricciones de asignación a una sola sucursal del día N°2 de visita.

Anexo 12. Software Lingo – Restricciones de disponibilidad del asesor para día N°2 de visita.

Anexo 13. Software Lingo – Restricciones de no disponibilidad del asesor para día N°2 de visita.

Anexo 14. Software Lingo –Resultados día N°1 de visita.

Anexo 15. Software Lingo – Resultado día N°2 de visita.

Anexo 16. Software Lingo – Análisis de sensibilidad para el día N°1 de visita.

Anexo 17. Software Lingo – Análisis de sensibilidad para el día N°2 de visita.

INTRODUCCIÓN

En estos últimos años las empresas han resaltado que una de las actividades más importantes en donde se debería de mejorar, para llevar mejores operaciones de gestión, es en la programación del personal de trabajo en sus diversas áreas. Es por ello que el presente trabajo de suficiencia profesional se centra fundamentalmente en un problema específico de una empresa dedicada a la distribución mayorista de productos eléctricos, cuyo nombre comercial es Grupo Agra.

Dentro de esta empresa, el estudio de este informe se limitó de manera espacial en el área de ventas y específicamente en el proceso de visitas a los clientes; para los datos de investigación se tomó como año base el periodo de 2021 - 2022, este trabajo se realizó durante la pandemia. Dentro del área comercial se encuentra el área de ventas, esta área de ventas cuenta con 35 asesores técnicos comerciales para atención al cliente.

Al realizar el análisis del proceso de visitas a los clientes, se detectó el problema siguiente: que la forma en cómo se realizaba la programación de los asesores para su visita a los clientes en los 8 puntos de ventas a nivel nacional, no era la adecuada, ya que existía en algunos puntos una sobreposición de asesores, lo que ocasionaba que la empresa incurriera en gastos innecesarios y que el asesor tuviera tiempo ocioso; así también, se observaba en otros puntos que la cantidad de asesores designados eran más que el número que se requería realmente e incluso habían puntos de venta que no se visitaban totalmente, lo que ocasionaba que los clientes se quedaran insatisfechos y como consecuencia empezaban a llegar las quejas. Todo esto fue debido a que en la asignación que se realizaba no se tomaba en cuenta ciertos factores importantes que podrían afectarla directamente, como lo es la disponibilidad del asesor, tanto en tiempo como en preferencias. Por lo que en este trabajo se está considerando los factores que afectan directamente a esta programación.

El objetivo de este estudio de investigación es diseñar un modelo matemático para resolver el problema de asignación de asesores a los diversos puntos de venta con las que cuenta la empresa, con la finalidad de minimizar la cantidad de estos asesores en cada punto de venta. Para la solución de este problema se propuso formular un modelo matemático de Programación Lineal que tome en cuenta todos los factores necesarios. Asimismo, para la ejecución y obtención de los resultados se hará uso del software Lingo, esto debido al gran número de variables que contendrá el modelo.

Con el desarrollo de este trabajo de investigación se pretende determinar qué asesores (nombre y apellido) deben ser asignados a cada punto de venta para abarcar todas las visitas programadas de una manera eficiente, así también se pretende que cada asesor realice su visita según el tiempo que dispone y su preferencia.

Como profesional, considero que, con este trabajo de investigación, las empresas puedan implementar este modelo que se va a desarrollar, esto para darle solución a los problemas de asignación que tengan, que hoy en día es muy frecuente visualizar en todo tipo de organización, más aún en donde la cantidad de empleados es numerosa, como lo son los call center.

Este trabajo de investigación se ha organizado de la siguiente manera:

En el capítulo I: se presentan los antecedentes y descripción de la empresa, descripción y propósito del puesto que se ocupa actualmente, descripción de la situación problemática, formulación del problema, objetivos del trabajo de investigación, descripción de las actividades, delimitaciones y limitaciones.

En el capítulo II: se presentan las teorías asociadas al tema, el marco teórico, los antecedentes nacionales e internacionales y las bases teóricas.

En el capítulo III: se presenta el desarrollo de la experiencia.

Por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones, la bibliografía, las ilustraciones y los anexos del trabajo.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES DEL TEMA

1.1. Antecedentes de la Empresa

La empresa en estudio es una empresa peruana que tiene como razón social el nombre de Guillermo Romero S.A.C y como nombre comercial Grupo Agra SAC inició sus actividades laborales un 01 de diciembre de 1992, los actuales miembros del directorio son el Sr. Ángel Guillermo Romero Angulo y el Sr. Héctor Claudio Romero Angulo; el actual gerente de la empresa es el Sr. Richard Ygor Fuentes Rivera Escalante.

La empresa cuenta con 72 empleados, distribuidos en las 6 áreas de trabajo: gerencia, comercial, administrativa, importaciones, almacén y recursos humanos.

Esta empresa realiza operaciones a nivel nacional, cuenta con 8 sucursales de venta, las cuales se ubican en las siguientes ciudades: Ica, Cajamarca, Huancayo, Trujillo, Loreto, Ucayali, Arequipa y Lima, siendo esta última la sucursal principal, donde se lleva a cabo todas las funciones administrativas. Dentro de cada sucursal se cuenta con una cartera amplia de clientes, teniendo sus mayores ventas en los distribuidores de Lima. Esta empresa está en constante expansión, crecimiento y modernización.

1.2. Descripción de cómo es y qué tipo de servicio otorga la organización en la que se desarrolla la experiencia profesional.

La empresa Grupo Agra brinda soluciones mediante la importación, distribución y comercialización de productos para los sectores energía, construcción, electricidad, industria, comunicaciones, petróleo y minería.

Posee un amplio portafolio de productos, dentro de los cuales se encuentran los: interruptores, mangas termocontraíbles, herramientas para embalaje, luces de emergencia, reflectores, flejes de acero, hebillas de acero, cintillos

de nylon, productos para embalaje, tuberías, herramientas para terminales eléctricos, tomas y enchufes industriales, entre otros.

Actualmente importan y distribuyen las marcas líderes en el mercado eléctrico, tales como: Band-it, Hont, Starker P&S, Fulton, Scenicon, Transpak, Ybico, Agra Tools, Bals, Starker, Woer, Strike, Bandimex, FMF, entre otros.

Por otro lado, adicional a las ventas, los asesores brindan asesoría profesional y personalizada a los clientes distribuidores top con los que se cuenta a nivel nacional, estos clientes son aquellos cuya venta se encuentren dentro del top anual. En estas asesorías, las cuales se realizan en dos días diferentes, los asesores de venta brindan a los clientes información acerca del funcionamiento correcto de los productos, así también, brindan novedades de algún nuevo producto que la empresa haya adicionado a su portafolio de productos, a su vez, estas visitas también sirven para comunicar a los clientes si alguna certificación se ha actualizado, o también para brindarles muestras y productos de merchandising (folletos publicitarios, carteles, banner, polos, entre otros).

Visión

Su visión es ser la empresa que proveerá productos del sector industrial y minero a nivel del territorio nacional.

Misión

Proporcionar soluciones en el sector industrial, ofreciendo productos de calidad y competentes dentro del mercado, con el fin de satisfacer al cliente y mejorar el trabajo en equipo.

Su objetivo diario es colaborar con el aumento de productos dentro del mercado industrial, manejando costos razonables en la logística y disminuyendo el tiempo de despacho a sus clientes.

Valores

- **Compromiso ético;** es el valor principal en todo su grupo de valores, exigiendo a todo su personal el cumplimiento y mejoramiento como empresa, con el fin de hacer que realicen su trabajo de una manera consciente.
- **Integridad y respeto;** este valor tiene que ver con la actitud que se muestra hacia los demás compañeros, clientes, proveedores, accionistas, y a todo aquello que los rodea; el equipo de trabajo debe realizar sus actividades de manera honesta y profesionalmente.
- **Atención y excelencia;** este valor se basa en el reconocimiento que hace el cliente a la empresa, por su buena atención a tiempo y con el mejor estándar de servicio.

1.3. Contexto socioeconómico, descripción de las áreas.

La empresa Grupo Agra SAC cuenta con 72 trabajadores, quienes se encuentran distribuidos en las 5 áreas de trabajo, las cuales se describen de la siguiente manera:

a) Área Comercial

Realiza actividades para obtener como resultado la integración de nuestras marcas al mercado actual, se encarga de crear estrategias de ventas, marketing, relaciones públicas para alcanzar una mejor posición en el mercado actual.

b) Área Administrativa

En esta área se realizan las operaciones de flujo de dinero de la empresa, aquí se refleja la comunicación de todas las áreas administrativas y contables de la empresa. Tiene como objetivo liderar la gestión administrativa, presupuestal y financiera.

c) Área de importaciones

Esta área se encarga de hacer que la empresa cuente con la mercadería en tiempo y forma de acuerdo con las necesidades del mercado nacional. Así también, se encarga de evaluar y analizar los precios de los proveedores.

d) Área de Recursos Humanos

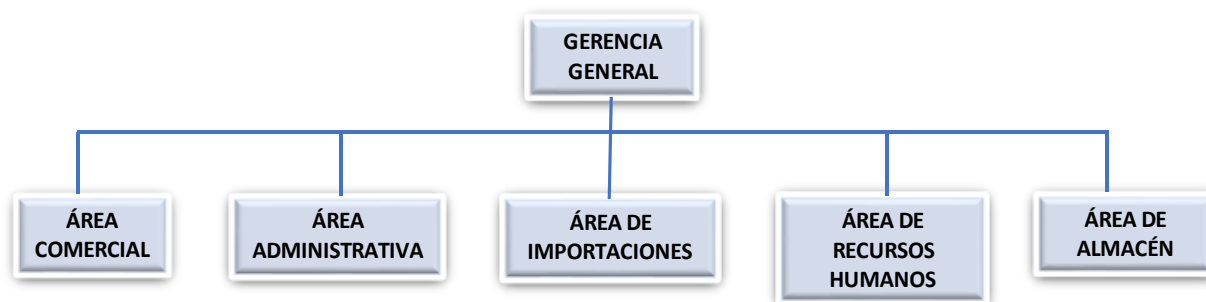
Es el área que se encarga de la gestión, administración y organización del personal dentro de la empresa. Aquí se realizan las funciones de integración del personal de trabajo, a través de charlas y dinámicas; así también, se encarga de hacer cumplir las normas y políticas de la empresa. Dentro de esta área se encuentra la asistente de gerencia, encargada de llevar un control de la agenda y documentos de la gerencia general de la empresa.

e) Área de almacén

Esta área se encarga de garantizar el abastecimiento de los productos y entregas de pedidos a tiempo a nuestros clientes.

Figura 1

Organigrama áreas de la empresa.



Nota: Se presentan las 5 áreas de trabajo en las que se divide la empresa. Adaptado del organigrama de la empresa Grupo Agra, por Y. Victorio, 2021.

Tabla 1

Cantidad de trabajadores por áreas.

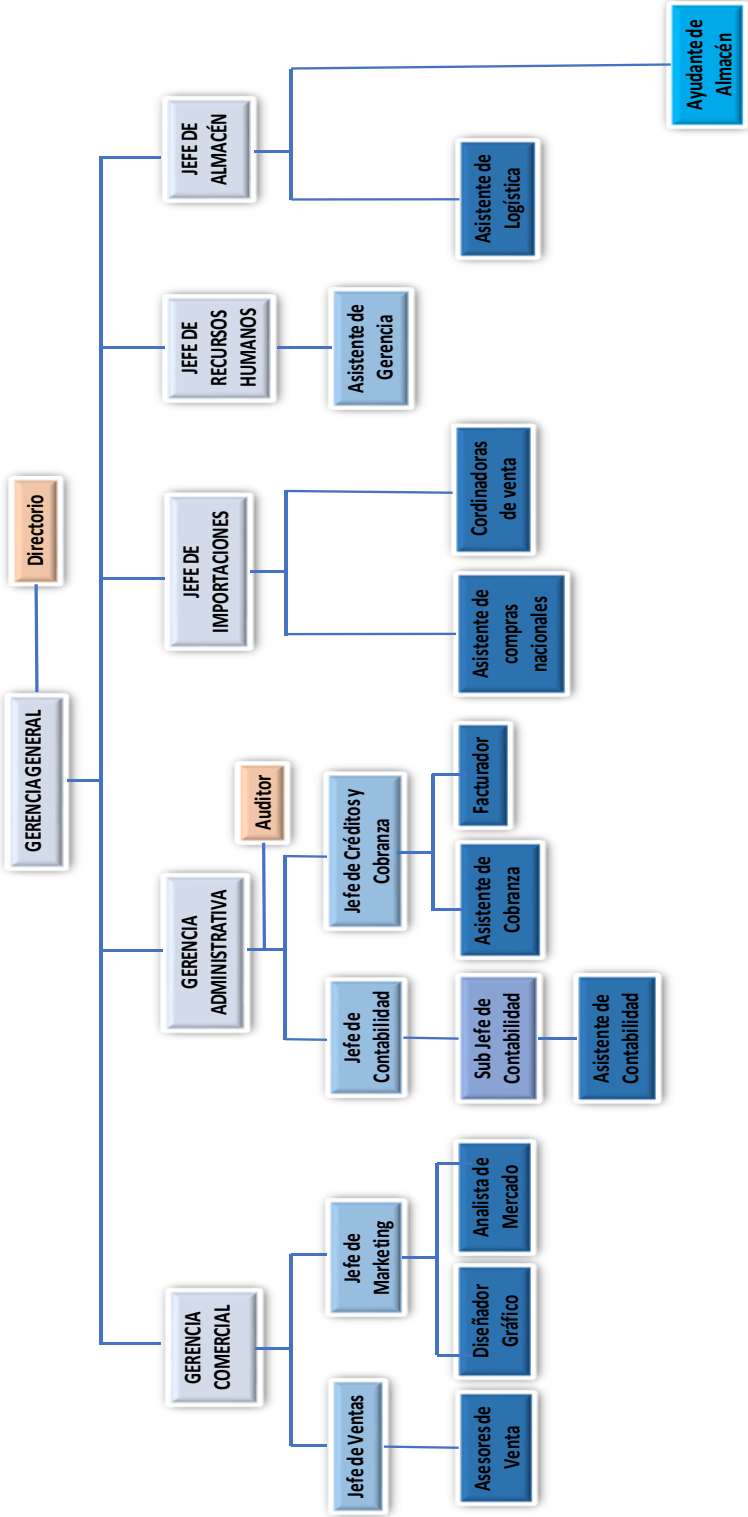
ÁREAS	CANTIDAD DE TRABAJADORES
DIRECTORIO	3
GERENCIA GENERAL	1
ÁREA COMERCIAL	40
ÁREA ADMINISTRATIVA	9
ÁREA DE IMPORTACIONES	4
ÁREA DE RECURSOS HUMANOS	2
ÁREA DE ALMACÉN	13
TOTAL DE TRABAJADORES	72

Nota. Se muestra la cantidad total de empleados en las diversas áreas.

Elaboración propia.

Figura 2

Organigrama general de la empresa.

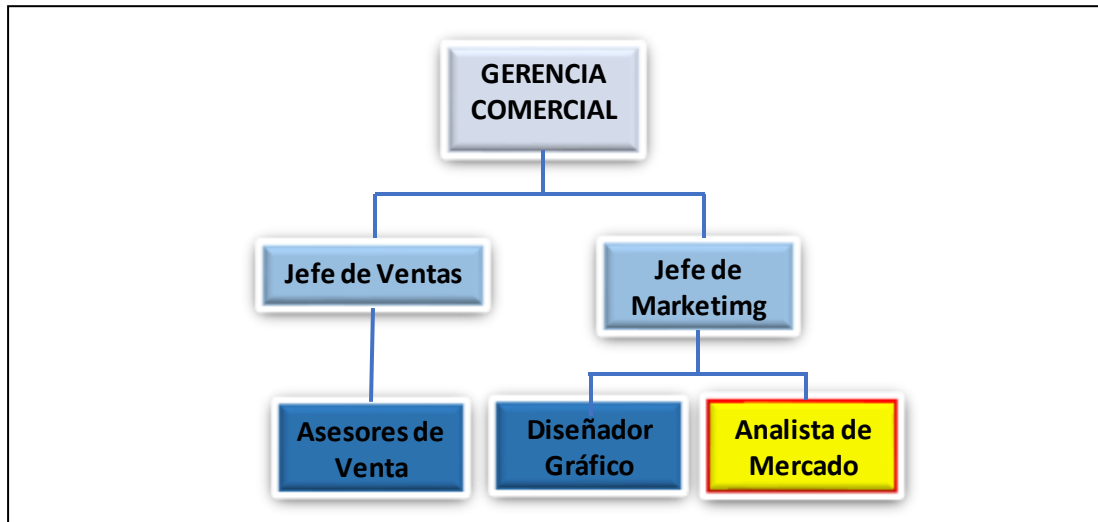


Nota. Se presenta la división general que tiene la empresa Grupo Agra, mostrando todas sus áreas y subáreas. Adaptado del organigrama general de la empresa Grupo Agra, por Y. Victorio, 2021.

El puesto que ocupo actualmente es el de analista de mercado Junior, el cual se encuentra dentro del área comercial, subárea de marketing, como se visualiza en la siguiente figura resaltada de amarillo:

Figura 3

Subdivisión área Comercial.



Nota. En esta subdivisión resaltaré el puesto que ocupo en la actualidad. Adaptado del organigrama de la empresa Grupo Agra SAC, por Y. Victorio, 2021.

- **Analista de investigación de mercado;** es el área que se encarga de recopilar y analizar datos sobre preferencias y necesidades del consumidor, así también, analizar la demanda de ciertos productos, y ver la rentabilidad de insertar dichos productos al mercado nacional.

1.4. Descripción general de la experiencia.

Inicié mis actividades profesionales en el año 2018, realicé dos periodos de prácticas preprofesionales en dos empresas diferentes: Sinapsis Corp SAC e Instituto Científico del Pacífico - ICIP, en la primera realicé actividades de manejo de redes sociales y ventas, y en la segunda realicé funciones de investigación de mercado.

Ingresé a la empresa Grupo Agra S.A.C. en enero del 2019 como practicante profesional de investigación de mercado, puesto en el que realizaba y sigo realizando las siguientes funciones:

- Analizo y evalué las importaciones realizadas por empresas de nuestra misma línea de productos en ciertos periodos de tiempo bajo un sistema de búsqueda.
- Analizo estadísticamente precios de importación y venta de los productos del sector eléctrico.

En mayo del 2019 inicié en el puesto de asistente de investigación de mercado como trabajadora formal dentro de la empresa, desde entonces realizo las siguientes funciones:

- Realizo evaluaciones periódicas de las importaciones del sector eléctrico a través de los sistemas de aduanas.
- Propongo, en base a un estudio, nuevos productos del sector eléctrico para nuestro portafolio, analizando la rentabilidad.
- Analizo el SELL IN (precios de importación) y SELL OUT (precios de venta al cliente) a través de cuadros estadísticos con comparativas porcentuales.
- Realizo la búsqueda de nuevos mercados para insertar productos a nuestro portafolio.

1.5. Explicación del cargo, funciones ejecutadas.

Actualmente dentro de la empresa Grupo Agra ocupo el puesto de Analista de investigación de Mercado Junior, dentro de mis funciones que realizo adicional a las ya antes mencionadas son las siguientes:

- Ingreso información de compras internacionales al sistema CRM de Odoo.

- Brindo apoyo como asistente en el área de importaciones, realizando seguimiento a las embarcaciones, a los tiempos de entrega de las cargas, envío los documentos a nuestros agentes de aduanas y coordino la recepción de mercadería a nuestros almacenes de Jesús María.
- Busco y analizo nuevas propuestas para entablar relaciones comerciales con otros proveedores a nivel internacional.
- Propongo la inserción de nuevos productos al mercado.

1.6. Propósito del puesto.

1.6.1. Objetivo General

- Buscar nuevos mercados nacionales e insertar productos mediante el análisis de importaciones.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Analizar estadísticamente las importaciones de productos del rubro eléctrico que realiza la competencia cada dos meses.
- Conocer las necesidades de los clientes en base a los proyectos que se presenten en los diversos sectores.
- Investigar y analizar estadísticamente los precios de importación de los proveedores.
- Conocer y analizar la calidad de los productos en investigación.

1.6.3. Reto

- Incluir anualmente 5 nuevos productos del sector eléctrico a nuestro portafolio de productos.
- Elaborar estadísticamente el análisis de las importaciones a través de cuadros interactivos en el programa de Excel a través de macros.

1.7. Producto o proceso que será objeto del informe.

1.7.1. Título

Modelo de programación lineal para la asignación de asesores a puntos de venta en la empresa Grupo Agra SAC.

1.7.2. Formulación del Problema

Luego de analizar la problemática, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

- ¿De qué manera formular un modelo de programación lineal para la asignación de asesores en la empresa Grupo Agra SAC?

1.7.3. Descripción de la realidad problemática

En muchas organizaciones de los diversos sectores a nivel nacional se ha visualizado que una de las problemáticas más frecuentes que se presentan es la falta de una organización adecuada del personal de trabajo en sus diversas áreas. Como es el caso de los hospitales, lo cual se ve reflejado en los tiempos de atención, otro caso podemos ver en los call center, como ejemplo la empresa Teleatento del Perú SAC donde la cantidad de trabajadores es grande y organizarlos en horarios tal que se cumplan sus objetivos es algo con lo que se topan frecuentemente.

En este trabajo de investigación vamos a centrarnos en la empresa Grupo Agra SAC y específicamente en el área de ventas, donde la principal actividad es la venta de productos del rubro eléctrico, adicional a esto, se brinda un servicio de asesoría personalizada al cliente, este servicio personalizado consiste en visitar los puntos de venta en donde se encuentran los clientes top de la empresa (el 80%) a nivel nacional, estas visitas se realizan en dos días diferentes (quincena y fin de mes). En este proceso, se ha detectado que existe una inadecuada programación para las visitas de los asesores a los 8 puntos de venta, donde se encuentra nuestra cartera de clientes, esta programación es realizada actualmente por el jefe de ventas, quién a través del programa básico de Excel construye un cuadro de doble entrada con la

cantidad de clientes por puntos de venta y coloca de manera aleatoria a los 35 asesores en los diversos puntos, lo que le toma mucho tiempo en elaborarlo. Sin embargo, todo esto ha ocasionado que en ciertos puntos de venta haya más asesores de lo que realmente se necesita, en otros puntos existe falta de asesores, ya que por factores como es el tiempo de disponibilidad, no han podido abarcar las visitas, porque ya tenían programado realizar otras actividades, por lo que incluso se han visto puntos de ventas en los cuales no se ha llegado a visitar a ningún cliente.

Esta situación afecta directamente los ingresos de la empresa, ya que al ubicarse 7 puntos de venta fuera de Lima, a los asesores se les asigna un presupuesto como viático para que realicen el viaje, y al tener puntos de venta con demasiada cantidad de asesores, se está incurriendo en gastos innecesarios que no le generan beneficio a la empresa, así también se genera tiempo ocioso del asesor.

Por otro lado, estamos afectando la fidelidad del cliente, ya que, al no asistir a la asesoría programada con anticipación para visitarlos, recibimos quejas por parte de ellos, malas recomendaciones, y futuramente corremos el riesgo de que opten por otro proveedor que brinden los mismos servicios.

Hasta el momento, cuando se han presentado este tipo de quejas, la empresa ha tratado de solucionar dándole promociones al cliente, brindándole algún precio especial por el mal momento que pasó, también les enviamos mediante encomienda muestras de productos, fichas técnicas y en algunos casos producto de merchandising para sus propios clientes.

Es por ello necesario realizar una asignación óptima de asesores a los diversos puntos de venta, tomando en cuenta todos los factores involucrados, como son: la demanda de clientes por punto de venta, requerimiento mínimo de asesores para cubrir esa demanda y la disponibilidad que tiene cada asesor para cubrir esos días de visita.

1.7.4. Objetivo General

- Formular un modelo de programación lineal para la asignación de asesores en la empresa Grupo Agra SAC.

1.7.5. Objetivos Específicos

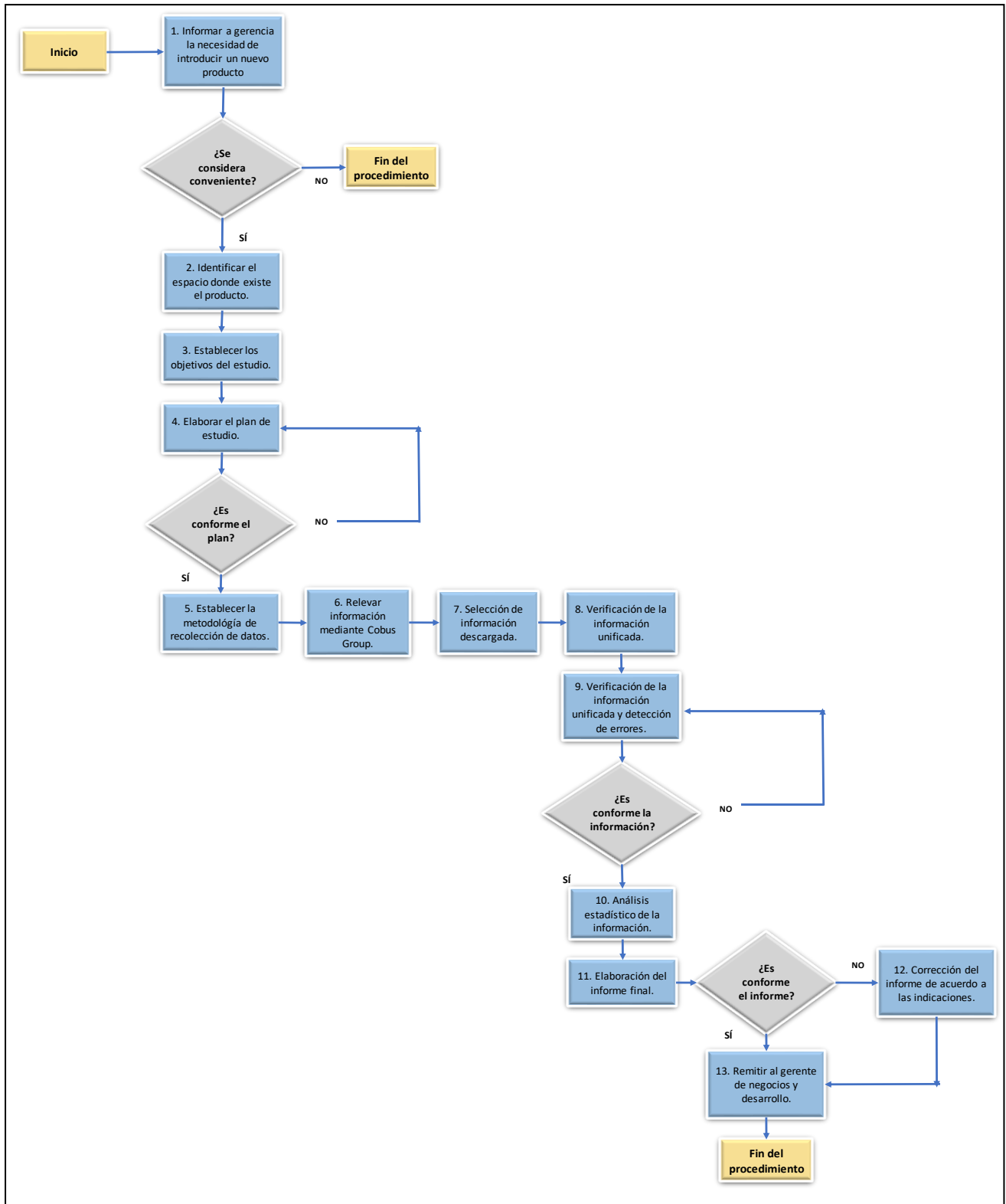
- Determinar la demanda de clientes en cada uno de los 8 puntos de venta a nivel nacional.
- Registrar la disponibilidad de servicio del asesor para realizar las visitas.
- Determinar el requerimiento mínimo de asesores para cubrir la demanda de clientes en cada punto de venta.

1.7.6. Flujograma de las Principales Actividades

En el puesto de Analista de Investigación de Mercado, la principal función que realizo es la de insertar nuevos productos al mercado nacional, a través de un estudio de mercado y análisis de las importaciones de empresas de la competencia y una evaluación de proveedores, tanto en precios como en la calidad de su producto (ver figura 4).

Figura 4

Flujograma del Proceso de Investigación de Mercado.



Nota. En este cuadro se presenta los pasos para la investigación de mercado. Elaboración propia.

1.7.7. Delimitaciones y limitaciones

1.7.7.1. Delimitación

Delimitación Espacial

La empresa Grupo Agra SAC se ubica geográficamente en el departamento de Lima, distrito de Jesús María, la dirección exacta es Av. Horacio Urteaga Nro. 1156 Dpto. 201.

Delimitación Temporal

Para poder resolver la problemática detectada dentro del área de ventas de esta empresa cuento con información y datos basados en los años 2021 – 2022.

Delimitación Temática

- **Asesor de venta;** es aquella persona que se dedica a brindar un servicio profesional de venta y asesoría de uno o varios productos.
- **Asesoría;** es la acción de brindar información de algún producto, como el funcionamiento, las características, las garantías, los lugares de uso, entre otros.
- **Productos de merchandising;** es toda mercancía adicional al producto que tiene como finalidad aumentar la rentabilidad en un punto de venta, por ejemplo: volantes publicitarios con la información del producto, lapiceros con la marca del producto, cuadernos con logos de la marca, polos, gorras, etc.
- **Clientes Top;** son aquellos clientes cuyas compras mensuales se encuentran dentro del 80% de las ventas totales de la empresa.
- **Óptima;** es el mejor resultado ante una situación difícil.
- **Programación Lineal;** campo de la programación matemática, dedicada a la maximización o minimización según sea el caso de una función lineal, cumpliendo un conjunto de restricciones.
- **Importaciones;** acción de comprar productos del extranjero.
- **Competencia;** empresas que brindan nuestros mismos servicios.

- **Tiempo Ocioso;** se refiere a la mano de obra que representa salarios pagados por tiempo improductivo.
- **Muestras;** son aquellos productos que no son para venta, sino, que sirven al cliente como una representación de lo que es el producto en sí, para que puedan ver las características y funcionamiento, las muestras por lo general no tienen costo alguno.
- **Sobreposición de asesores;** cantidad en demasía de asesores innecesariamente.
- **Sistema Odoo;** software integrado para la gestión empresarial que incluye un amplio conjunto de herramientas para ayudar a rentabilizar una empresa.

1.7.7.2. Limitación

Para este trabajo de investigación solo se está abarcando la subárea donde se está presentando la problemática, el cual es el área de ventas. Se quiso incluir la parte de costos en cuanto a viáticos por asesor, sin embargo, esta información es confidencial para el área de finanzas, por lo que no abarcaré ese dato.

1.8. Resultados concretos que he alcanzado en este periodo de tiempo.

Desde que inicié mis labores he alcanzado los siguientes resultados concretos a la fecha, lo que me ha ayudado en mi crecimiento profesional:

- Cuando ingresé a esta empresa detecté la falta de un orden para realizar los análisis de todas las importaciones de nuestros productos de portafolio, no existía un esquema que ayudara a que los jefes tomaran una decisión rápida, por lo que, diseñé en el programa de Excel cuadros interactivos para mostrar los resultados de las importaciones, ventas y comparativos de precios. Hoy todos estos cuadros son usados no solo por la empresa, sino también por algunos proveedores que hacen el seguimiento de nuestras ventas. Gracias a

estos cuadros el directorio juntamente con el jefe de importaciones y ventas pueden tomar decisiones rápidas ante cualquier amenaza competitiva.

- Se detectó la falta de personal en el área de importaciones, lo que originó que aprendiera el uso de todo el sistema que ayuda a controlar nuestras embarcaciones que vienen del exterior.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN

2.1. Teorías asociadas al tema

Asignación de asesores

“El modelo de asignación clásico se ocupa de compaginar a los trabajadores (con diversas habilidades) con los trabajos. Presumiblemente la variación con la habilidad afecta el costo de completar un trabajo. La meta es determinar la asignación de costo mínimo de los trabajadores a los trabajos” (Hamdy A. Taha, 2012, p. 200).

El presente trabajo de suficiencia profesional se realizará con la finalidad de darle una mejora en la programación de visitas de los asesores comerciales a los clientes, mediante una adecuada asignación de asesores a los diferentes puntos de ventas donde se encuentran estos clientes, con la finalidad de minimizar la cantidad de asesores comerciales en cada punto de venta y que esa cantidad mínima de asesores logre abarcar todas las visitas que se requieren realizar en un mes.

Nuestro problema se centra en la ineficiente asignación de los asesores a los 8 puntos de venta que tiene la empresa a nivel nacional, por lo que nuestro objetivo será formular un modelo de programación lineal, que nos ayude a saber a qué asesor asignar a cierto punto de venta y en qué día.

Programación lineal

“La programación lineal es una técnica de optimización que consiste en la maximización o minimización de una función lineal, llamada función objetivo, sujeta a restricciones también lineales” (Jorge Álvarez, 2014, p. 37)

“De hecho, el modelo de asignación puede resolverse de forma directa como un modelo de transporte (o como una PL regular).” (Hamdy A. Taha, 2012, p. 201).

En este trabajo de investigación formularemos un modelo de programación lineal para resolver nuestro problema de asignación de asesores a los puntos

de venta, considerando restricciones como: la cantidad estimada necesaria de asesores por punto y la disponibilidad en tiempo y preferencias del asesor de ventas.

2.2. Descripción de las acciones, metodologías y procedimientos.

El presente trabajo de suficiencia profesional se desarrolla en la subárea de ventas de la empresa Grupo Agra SAC, donde el problema se da en el proceso de la programación de las visitas a los clientes, por lo que, el objetivo es darle solución al problema de asignación de asesores a los 8 puntos de venta donde se encuentran los clientes a nivel nacional. A continuación, presentaré los pasos que se realizan para el proceso de programación de visitas a clientes:

Tabla 2

Procedimiento para la visita de los clientes

PROCESO DE PROGRAMACIÓN DE VISITAS A LOS CLIENTES	PASOS	PROCEDIMIENTOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO
	1° Paso	Convocar a la jefatura comercial para la decisión de las visitas.	El jefe del área comercial solicita al jefe de marketing reunirse para decidir a qué clientes se realizará las visitas.
	2° Paso	Análisis de ventas y clasificación de clientes.	En la reunión se obtiene la lista de los clientes top según el porcentaje de ventas del mes anterior.
	3° Paso	Verificación del material de merchandising.	El jefe de marketing junto a su asistente, revisan si se cuenta con todo el material publicitario para brindarle al cliente.
	4° Paso	Reunión de jefaturas de ventas y comercial.	En esta reunión se decide qué clase de material llevar a cada cliente seleccionado.
	5° Paso	Programación de días de visitas.	El jefe de ventas programa los días en los que se realizará las visitas a los clientes seleccionados.

	6° Paso	Elaboración de cuadros de visitas.	El jefe de ventas elabora un cuadro asignado a cada asesoren los 8 puntos de ventas.
	7° Paso	Elaboración del presupuesto para viático por asesor.	El jefe de ventas comunica al jefe de marketing la relación de asesores asignados, en base a ello elabora un cuadro con el presupuesto que se tendrá que disponer para realizar las visitas.
	8° Paso	Aprobación del documento de visitas y presupuesto.	El jefe de ventas y el gerente comercial se reúnen para analizar y aprobar de manera formal las visitas.
	9° Paso	Organización del material y llenado de maletas.	El asistente de marketing se encarga de seleccionar el material que se decidió llevar por cliente, y las llena en las maletas correspondientes.
	10° Paso	Reunión del jefe de ventas y asesores comerciales.	Se realiza una reunión del área comercial para comunicar a los asesores el día y el punto de venta que le tocará visitar.
	11° Paso	Comunicado oficial de visitas a los clientes.	A través de un comunicado se le informa al cliente el día en el que el asesor irá a visitarlo.

Nota. Elaboración propia.

2.2.1. Marco Teórico

A lo largo del tiempo se pueden encontrar estudios realizados por profesionales de las diversas áreas sobre los temas de asignación de personal y programación lineal, que se orientaron hacia el mismo fin, ya que todas las organizaciones buscan que sus procesos de producción ya sean de bienes o de servicios, se den de manera eficiente.

2.2.1.1. Antecedentes de la investigación

La investigación que realizó Ortiz Huamán (2018) titulada “Aplicación web basada en un método de asignación multicriterio y programación lineal para apoyar a la planificación de horarios del personal de seguridad de la municipalidad provincial de Chiclayo” tuvo como objetivo principal ayudar en la organización de los horarios para el personal de seguridad ciudadana de la Municipalidad distrital de Chiclayo, ya que existía una demora en la planificación de horarios y como consecuencia una insatisfacción en los trabajadores. Para este trabajo los autores utilizaron el marco del trabajo SCRUM para la implementación del producto software, la metodología de asignación multicriterio y programación lineal para la distribución respectiva de horarios, así también, usaron el plugin OpenStreetMaps para dibujar la ubicación de los establecimientos de serenazgo. Como resultados lograron aumentar en un 25% las veces que se realizaba una organización de horarios, también lograron reducir la insatisfacción de los colaboradores en un 43.84%; por otro lado se menoró en un 31.47% el índice de los trabajadores que no estaban a favor del proceso de organización de horarios, ya que anteriormente más de la mitad estaban en contra, sin embargo, los autores pretendieron reducir esto totalmente en los meses siguientes, finalmente con este trabajo lograron disminuir de 13.025% a 8.915% el porcentaje de renuncia de los colaboradores que no estaban conformes con el horario asignado.

El trabajo de investigación realizado por Mongrut Cuba & Tigre Acosta (2019) titulado “Aplicación de la programación lineal en el área de extrusión para optimizar la producción en la empresa PROCOMSAC”, donde la problemática se centró en una demanda de clientes que no estaba siendo atendida en la

empresa, esto se dio por el crecimiento en las ventas en el año 2019 originando un cuello de botella en el área de extrusión que imposibilitaba cumplir con el total de los pedidos. Su objetivo principal fue aplicar un modelo de programación lineal dentro del área de extrusión que optimizara la productividad de la empresa; en este trabajo los autores desarrollaron un modelo de programación lineal que maximizara los ingresos que percibía la empresa, tomando en cuenta las variables que afectaban la producción en el área de extrusión y de qué manera influían en las ganancias de la empresa, para la solución utilizaron el software TORA. Como resultado de esta investigación se concluyó que, los ingresos no percibidos disminuyeron a S/.136,809.57 siendo el %16.33 la ganancia no aprovechada y mediante la evaluación del costo beneficio concluyeron que con una inversión de S/.4,510 soles se obtuvo un beneficio-costo 2.31, lo que indicaba que se obtenía S/1.31 por cada S/1.00 invertido.

En el trabajo de investigación realizado por Flores Espinoza (2017) titulado “La sistematización del proceso de asignación de personal con el fin de implementar las especialidades funcionales dentro de la Policía Nacional del Perú”, la problemática se dio en la ineficiente e irracional manera de emplear el capital humano en el combate a la inseguridad ciudadana, asignando al personal de una manera inadecuada, anteponiendo el mayor número en actividades de patrullaje y de fiscalización en las calles, y dándole menor importancia al trabajo especializado; esta situación trajo consigo el retraso en el procedimiento para asignar al personal de trabajo de manera anual, afectando a la productividad del trabajo policial y a la vida personal del trabajador policial. El objetivo principal fue mejorar el proceso de asignación del trabajador dentro de la PNP, de tal manera lograr la implementación de las funciones de especializaciones. Para resolver esta problemática el autor reformuló el cuadro de asignación del personal (CAP) donde estableció las habilidades y capacidades específicas, las cuales eran necesarias, ya que se requerían en cada puesto de trabajo, así también, efectuaron la organización del personal de trabajo, según su especialidad funcional, capacitaciones con las que cuenta, especializaciones, experiencia en el ámbito laboral, actitudes y aptitudes que demostró a lo largo de su carrera profesional. Como resultado

lograron establecer un software que les permitió asignar a cada trabajador policial según el perfil que tenía y colocarlo en cierto puesto de acuerdo con su perfil.

El trabajo de investigación realizado por Echevarría López (2021) titulado “Análisis de la asignación del personal de oficiales por parte del comando de personal del ejército del Perú”, tuvo como problemática la falta de una adecuada asignación de personal en cada puesto, lo que afectaba cumplir con los objetivos de la organización, los cuales se cumplían en base a estrategias; lo que significaba que sin la participación del recurso humano no había mejoramiento en los procesos, por lo que no se disponía de trabajadores capaces y comprometidos en la realización de sus funciones. Este trabajo utilizó el enfoque cualitativo, de tipo empírico y utilizando la metodología hermenéutico de interpretación, de corte transversal, así también, utilizó el muestreo no probabilístico usando un prototipo de expertos; este trabajo lo llevaron a cabo mediante la elaboración de una entrevista al personal que trabajaba en el Comando de Personal del Ejército y un análisis que le sirvió para proceder con el estudio de la asignación de trabajadores oficiales por parte del Comando de Personal del Ejército del Perú. Como conclusiones el autor obtuvo lo siguiente: que el encargado de realizar la asignación no estaba preparado, por ende, el no conocimiento de administración de personal, por lo que, propusieron que el encargado de asignar al personal en cada departamento debería de contar con habilidades y capacidades para lograr los objetivos institucionales; así también, propusieron que la designación del personal se realice en base al perfil según el puesto, según conocimientos, habilidades y aptitudes, a fin de realizar mejora de procesos y plan de mejora continua para el control del personal y la reconocimiento del manual de los perfiles de una manera transparente.

En el trabajo de investigación realizado por Gonzales Triana & Suarez Londoño (2018), titulado “Desarrollo de un modelo de asignación de horarios en el entorno educativo mediante Programación Lineal”, donde la problemática se dio al momento de realizar la organización de los horarios de los grupos escolares en el Colegio Mixto San Vicente, el objetivo principal de

este trabajo fue desarrollar un modelo de asignación mediante programación lineal orientado al crecimiento de los recursos que satisficiera las limitaciones y las necesidades del sistema. Para el desarrollo de la tesis los autores utilizaron un modelo de programación lineal, tomando en cuenta los factores y restricciones como los intereses de los docentes, interés de la educación educativa y el cumplimiento del plan de estudio y la legislación del ministerio de la educación nacional, que influían directamente en la programación de los horarios. Como resultado se obtuvo que el proceso de asignación que tardaba entre 40 y 60 días, sin garantizar una asignación óptima, ahora solo se les tomaría un tiempo de 5 días, es decir, obtuvieron un aumento eficaz del 91.66%.

El trabajo de investigación realizado por Carranza Ospitia & Moncada Cortes (2019) titulado “Optimización de las Utilidades en la Empresa DM&E S.A.S mediante un Modelo de Programación Lineal que permita mejorar su Rendimiento Operacional”, donde la problemática se dio en la productividad de la empresa, ya que no se estaba tomando en cuenta los factores internos y externos que afectaban la venta de sus productos, así también no se estaba haciendo un uso eficiente de los recursos y se estaban realizando compras innecesarias aumentando de esta manera el costo de los inventarios. El objetivo de este trabajo fue optimizar las utilidades de la empresa DM&E S.A.S. a través de un modelo de programación lineal que nos ayude en su rendimiento operacional. El método que se utilizó tuvo un enfoque mixto, ya que se hizo fundamental la recolección de datos tipo cualitativo y cuantitativo para mejorar las ganancias de manera adecuada, los autores desarrollaron un modelo matemático de programación lineal cuya función objetivo fue maximizar las utilidades sujeto a una lista de limitaciones: como la máxima ganancia que puede obtener la empresa y las unidades óptimas a vender, el cual permitió que los resultados obtenidos fueran acertados. Como resultado se obtuvieron que la máxima utilidad que podía obtener la empresa era de \$112,570,852.44 mensuales, también se concluyeron que 33 productos no deberían seguir siendo vendidos, ya que estaban generando pérdidas.

En el trabajo de investigación realizado por Martínez Hernández (2017) titulado “Optimización de la asignación de personal en un sistema de transporte de pasajeros”, su problemática era la no adecuada asignación de personal operativo, administrativo y de mantenimiento, lo que generó un aumento en los costos y conflictos internos con el personal. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un modelo matemático de asignación de personal para seleccionar los trabajadores necesarios para un plan de trabajo real en un servicio de transporte de pasajeros, de tal manera que los costos totales sean mínimos y la eficiencia máxima, para esta programación el autor utilizó ciertos factores como: actitudes y habilidades del personal. Para la solución de este problema el autor utilizó la programación lineal, diseñando un modelo matemático de asignación, el cual lo resolvió mediante el método simplex a través del programa básico de Excel 2016, tomando en cuenta todos los factores que influyen de manera directa a la problemática. Se llegó a los siguientes resultados: para el primer turno eran necesarios 6 trabajadores como mínimo, para el segundo turno eran necesarios 6 trabajadores y 10 trabajadores para el tercer turno como mínimo y que a su vez cumplieran con todos los requisitos que solicitaba el cliente; adicional, se necesitó contratar a un ingeniero topógrafo y a un técnico en administración. Por lo tanto, eran necesario 24 elementos para cumplir con la planilla contractual, de los cuales 6 eran los encargados de turno, así también, concluyeron que a cada uno de los 24 trabajadores se debería de pagar 8,760 pesos por los servicios que prestaban.

La investigación realizado por Beltran Alonso (2020) titulado “Modelo de asignación de personal para la operación de transporte de camiones de Gategourmet”, tuvo como principal problema la inadecuada asignación de turnos de trabajos y del número de personal requerido, existían franjas de horarios con problemas de personal faltante y en algunos otros casos la cantidad disponible era mayor a la cantidad requerida de personal, lo que generaba desperdicios del tiempo laboral del personal y el pago de horas extras a otros operarios con el fin de suplir los servicios programados, en resumen, toda esta situación no permitía la reducción significativa de los costos de contratación de personal para dar cumplimiento al transporte de los

servicios de catering de los vuelos programados. El objetivo de este trabajo de investigación fue minimizar los costos asociados a los turnos de trabajo teniendo en cuenta las limitaciones asociadas a la duración de la jornada laboral. Para el desarrollo de la tesis el autor utilizó programación lineal entera mixta, utilizando un algoritmo de generación de columnas, el cual se aplicó para resolver el problema de programación de tripulación de gran escala; la utilización de este método les permitió encontrar turnos factibles que disminuyeron potencialmente los costos asociados a la contratación de equipos de trabajo para satisfacer la operación. El autor logró que el beneficio estimado con respecto a la situación actual fuera de \$303,755 diarios, correspondientes a un ahorro del 8.8% del costo diario.

2.2.1.2. Bases teóricas

A continuación, presentaremos bases teóricas de las dos variables del presente trabajo de investigación: programación lineal y asignación, esto con el fin de conocer características generales que permitan un mejor entendimiento del presente estudio, explicando la importancia del modelo de asignación a través de programación lineal.

2.2.1.2.1. Modelo

“Un modelo es la abstracción de un problema real; al cual se le aplicarán ciertas consideraciones matemáticas, permitiendo obtener resultados óptimos” (Pérez Peña, 2019, p.19).

2.2.1.2.2. Optimización

La optimización es la parte más importante de la Investigación de Operaciones, el cual tuvo sus inicios durante la segunda guerra mundial en Inglaterra, nace con la finalidad de poder darle solución a los problemas de optimización para una mejora en las operaciones militares de ese entonces. La optimización consiste en la elección de la mejor alternativa de solución, dentro de todas las alternativas posibles y aceptables.

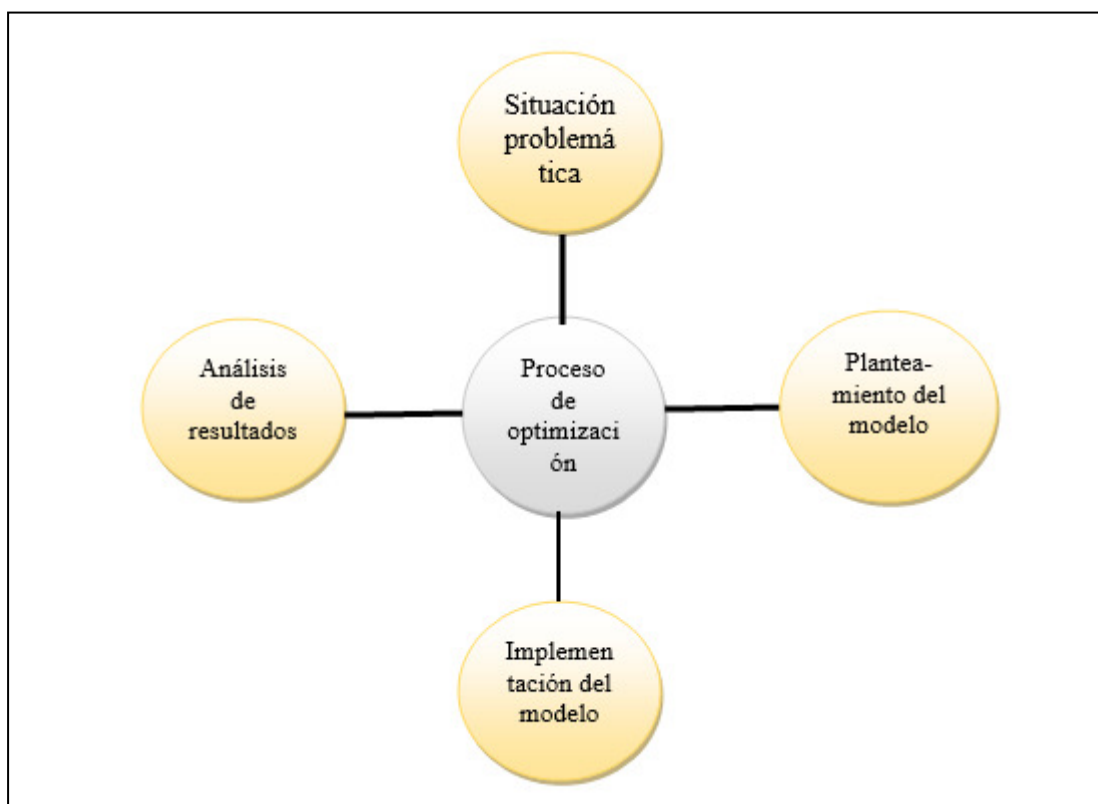
El concepto de optimización ha ido adquiriendo importancia a lo largo del tiempo, por ser una herramienta que ayuda a la toma de decisiones con el objetivo de satisfacer las necesidades que presentan las empresas.

La optimización consiste en buscar la solución óptima y eficiente frente a una situación problema mediante la formulación de un modelo matemático, en este modelo se puede inclinar a una maximización o minimización del resultado final, sujeto a una serie de restricciones.

Los diferentes modelos de optimización que plantea la investigación operativa son clave fundamental para la toma de decisiones, ya que ayuda a darle solución a los diversos problemas que se presentan dentro de una empresa y/o organización. El proceso de optimización se da como nos muestra el siguiente gráfico.

Figura 5

Proceso de Optimización.



Nota. En el gráfico se presentan los pasos para resolver un problema de optimización. Elaboración propia.

2.2.1.2.3. Programación Lineal

Dentro de los modelos de optimización, formularé el modelo de Programación Lineal, cuya función objetivo es lineal y es la que se adecúa mejor a nuestro problema planteado.

“Es una técnica de optimización que consiste en la maximización o minimización de una función lineal, llamada función objetivo, sujeta a restricciones también lineales. El criterio de optimización es por lo general un objetivo económico, por ejemplo, maximizar un beneficio o minimizar un costo y por esta razón recibe el nombre de función económica o función objetiva” (Álvarez, 2014, p.37)

“Es una herramienta para resolver problemas de optimización. En 1947, George Dantzig desarrolló un método efectivo, el algoritmo simplex, para resolver problemas de programación lineal. Desde que surgió dicho algoritmo, la programación lineal se utiliza para resolver problemas de optimización en industrias diversas, como los bancos, la educación, silvicultura, petróleo y transporte de carga” (Winston, 2004, p.49).

En base a estos dos conceptos, podemos decir que el modelo de programación lineal es la más utilizada dentro de la investigación operativa, esto debido a que todas las funciones incluidas dentro de este modelo serán del tipo lineal y la cantidad de restricciones será finitas.

Dentro de la programación lineal nos encontraremos con los siguientes elementos que forman parte de ella, presentamos algunos conceptos importantes:

1. Variables

Son aquellas que representan los valores de decisión, los cuales afectan el valor de la función objetivo. Estos valores son reales y mayores o iguales a cero. Estas pueden representar: peso, valor, recursos, entre otros. Se representa de la siguiente manera:

$$x = (x_1, x_2, \dots)$$

2. Función objetivo:

Es el criterio cuantitativo que se desea maximizar o minimizar (optimizar), es decir, es la solución óptima que se desea alcanzar con la solución del modelo que utilicemos, estos pueden ser: minimizar costos de producción, minimizar costos de asignación, maximizar beneficios, entre otros. Se puede definir de la siguiente manera:

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n$$

3. Restricciones:

Son las limitaciones que las variables de decisión deben de cumplir dentro de un modelo matemático, los cuales se representan mediante ecuaciones e inecuaciones lineales, los cuales restringen al sistema y no permite que las variables de decisión tomen cualquier valor. Las restricciones podemos expresarlo de la siguiente manera:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2$$

$$\cdot \quad \quad \quad \cdot \quad \quad \quad \cdot$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m$$

Y las restricciones de no negatividad:

$$x_j \geq 0; \text{ donde } j = 1, 2, \dots, n. \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Dentro de un modelo matemático pueden darse restricciones de un solo tipo, así también pueden darse dos tipos de restricciones o simultáneamente pueden darse los tres tipos de restricciones antes mencionadas.

4. Forma estándar del problema de programación lineal

La forma estándar de un modelo de programación lineal consiste en expresar todas las restricciones del modelo en igualdades, esto se podrá hacer aumentando una variable de holgura o quitando una variable de exceso, eso dependerá del tipo de restricción que se tenga. Para su mejor entendimiento se presenta el siguiente cuadro:

Tabla 3

Variables de estandarización.

Tipo de restricción (desigualdad de la ecuación)	Variables para agregar o restar
\leq	Se agrega o suma una variable de holgura.
\geq	Se le resta una variable de exceso o se le agrega una variable artificial.
$=$	Se le agrega una variable artificial.

Nota. Se presenta los tipos de restricciones dentro de una ecuación matemática. Elaboración propia.

2.2.1.3. Asignación

La asignación consiste en buscar balancear ciertos recursos frente a otros, pero con la condición de que la oferta y la demanda sean igual a uno. Dentro de un problema de asignación se pueden tener, realización de tareas, personal de trabajo, máquinas, vehículos, transporte, equipos, entre otros. El objetivo de realizar una asignación óptima es minimizar los costos.

a) REVISIÓN DE LA LITERATURA

Thomas Jefferson (1792), fue la primera persona que habló acerca de temas de asignación, ya que sugirió como una solución asignar un representante a cada estado.

Hitchcock (1941), es la persona quien lo formaliza, ya que aparece el problema de asignación, y él publica darle una solución analítica del problema.

Según lo revisado, se visualiza que el problema de asignación fue evolucionando durante la historia, esto debido a los grandes problemas de toma de decisiones que surgían en ese entonces y en la actualidad.

b) PROBLEMA DE LA ASIGNACIÓN

Según (Álvarez, 2014^a, p.330), “El problema de asignación es un caso particular del problema de transporte, el cual consiste en asignar cada servicio a un trabajo y solo a uno, de forma que la medida de rendimiento sea la óptima.”

El problema de asignación consiste en la designación, tales como:

- Asignación de tareas a los trabajadores.
- Designación de asesores a horarios de trabajo dentro de una plataforma de servicio.
- Designación de docentes a aulas de estudio.
- Designación de jefes de producción a plantas de producción.
- Designación de vendedores a puntos de venta.

Entre otros, pero todas estas designaciones tienen un fin común, el cual es encontrar el “costo mínimo”. Asimismo, en este trabajo nos centraremos en el problema de asignación de asesores (personal).

Figura 6
Cuadro de Asignación.

	Costo por unidad distribuida				Recursos
	Destino				
	1	2	...	n	
1	c_{11}	c_{12}	...	c_{1n}	s_1
2	c_{21}	c_{22}	...	c_{2n}	s_2
⋮	⋮
m	c_{m1}	c_{m2}	...	c_{mn}	s_m
Demanda	d_1	d_2	...	d_n	

Nota. Se presenta el cuadro para la solución de un problema de asignación. Adaptado de Introducción a la investigación de operaciones (p.287), por F. Hillier & G. Lieberman, 2010, McGrawHillEducation.

c) ELEMENTOS DEL PROBLEMA DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL

Dentro de un problema de asignación, se encuentran varios elementos que la conforman, de allí su importancia de definir cada uno de ellos. Cabe resaltar que no todos estos elementos se visualizarán simultáneamente dentro de este tipo de problemas, pero son los más frecuentes a utilizar.

- 1. Matriz de costos:** “matriz cuadrada $n \times n$, que se caracteriza porque contiene todos los costos de asignar cada punto de suministro a cada punto de demanda.” (Winston, 2004B).
Cabe resaltar que, en este tipo de problemas, los suministros son iguales a las demandas.
- 2. Turnos de trabajo:** consiste en designar a los trabajadores a los horarios de trabajo disponibles dentro de un sistema.
- 3. Capacidad limitada:** esto se refiere a que la asignación se realiza de uno a uno, es decir, que la cantidad de recursos designados a las necesidades deben de ser iguales, cada trabajador debe ser asignado a un trabajo, cada jefe debe ser asignado a una planta de producción, etc.

4. **Matriz de costos reducida:** esta matriz se obtiene de la resta del elemento más pequeño de cada fila y luego la resta del elemento más pequeño de la columna.
5. **Cuadro de transporte:** “Se refiere a la distribución de cualquier mercancía desde cualquier grupo de centro de suministros, llamados orígenes hacia cualquier grupo de recepción, llamados destinos, de tal manera que se minimicen los costos totales de distribución.” (Hillier, Frederick & Lieberman, Gerald, 2010A).
6. **Tiempos de servicio:** se refiere a los tiempos en el cual un trabajador se encuentra laborando dentro de la empresa, según sea el tipo de servicio brindado y según la disponibilidad que se tenga.

d) DEFINICIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

1. TEOREMA FUNDAMENTAL DE LA ASIGNACIÓN

“No se cambia las o las soluciones óptimas de un problema de asignación disminuyendo o aumentando una misma cantidad a todos los elementos de una misma fila o columna de la matriz costo.” (Alvaréz, 2014B, p.332).

2. MODELO MATEMÁTICO

El modelo que se utiliza en este tipo de problemas es el modelo matemático binario, donde las variables de decisión X_{ij} solo toman valores de 0 y 1. Con esto se concluye que los problemas de asignación son problemas binarios. Cuya variable binaria se representa de la siguiente manera:

$$X_{ij} \begin{cases} 0, \text{ si el } j - \text{ésimo trabajo no se asigna a la } i - \text{ésima máquina.} \\ 1, \text{ si el } j - \text{ésimo trabajo se asigna a la } i - \text{ésima máquina.} \end{cases}$$

Con:

C_{ij} : costo del desempeño individual de $i - \text{ésima máquina en la acción } j$
 $- \text{ésima trabajo}$

Entonces la función objetivo que busca minimizar los costos de asignación será como sigue:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

- a) Restricción donde el empleado realiza solo la actividad asignada.

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = 1, \quad j = 1, \dots, m.$$

- b) Restricción donde el trabajo es realizado solo por un empleado.

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, n.$$

Donde $m = n$.

- c) Restricción de no negatividad.

$$X_{ij} \geq 0$$

2.2.1.4. Uso de la tecnología

A continuación, hablaré acerca del programa que nos ayudará a resolver el modelo que formularé, se hará uso de un software debido a que el modelo contendrá una gran cantidad de restricciones, lo que dificultaría su desarrollo con otros métodos.

LINGO

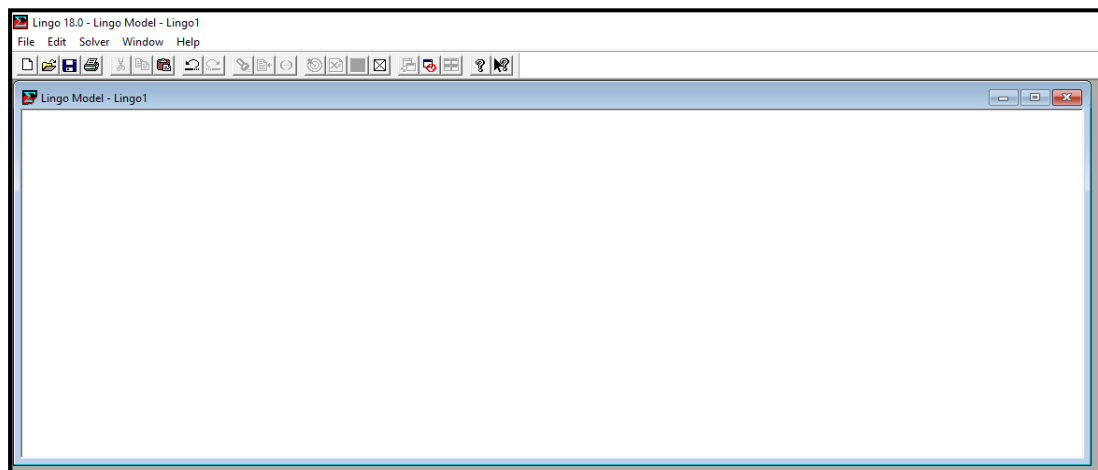
“El software LINGO es una herramienta para resolver modelos de programación lineal, entera y de problemas de programación cuadrática. Estos problemas ocurren en áreas de los negocios, de la industria, de la investigación y del gobierno, áreas específicas de aplicaciones, donde LINGO ha demostrado ser de gran uso y puede incluir a la distribución de productos,

mezcla de ingredientes, programación de la producción y personal, así como la administración de inventarios” (Álvarez, 2014, p.393).

Debido al gran número de restricciones que suele tener un modelo de programación lineal de un problema real, es que se recurre a la tecnología y a los programas de optimización que están destinados para este fin, como es el caso del software Lingo, cuya aplicación se da en el lenguaje de modelo matemático; y el objetivo de este trabajo de investigación es formular un modelo de programación lineal que ayude a asignar a los asesores en los diferentes puntos de venta de la empresa Grupo Agra SAC, y que dicha asignación se realice en el mínimo tiempo posible, es por ello la necesidad de incluir dentro de nuestro estudio un software de apoyo.

Figura 7

Interfaz del software Lingo.



Nota. Se presenta la interfaz del software Lingo, donde se incluirá las restricciones y la función objetivo. Adaptado del software Lingo 18.0.

CAPÍTULO III. APORTES Y DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

3.1. Desarrollo de la Experiencia

A lo largo de este trabajo se hizo una búsqueda de información de la empresa basada en los años 2021 – 2022, toda esta información y análisis previo nos ayudó a formular nuestro modelo de programación lineal para realizar una asignación eficiente.

Procedimientos de recolección de datos

En este trabajo de investigación, donde la elección del tema se dio al observar la problemática al momento de realizar la asignación de los asesores técnico-comerciales a los diferentes 8 puntos de ventas (sucursales) de la empresa Grupo Agra SAC, se realizó procedimientos de recolección de información para el desarrollo y logro de los objetivos, cuyos procedimientos fueron los siguientes:

1. Cuestionario dirigido al jefe de ventas y marketing (ver anexo 1).

Tuvo como objetivo conocer las ventajas y desventajas que tenía la aún realización de la programación de visitas de manera empírica, este cuestionario constó de 5 preguntas. En base a los resultados obtenidos se logró sustentar que para el proceso de asignación no se tomaba en cuenta: la disponibilidad y preferencia del asesor de ir a un lugar u otro; el monto límite en viáticos; por otra parte, sí se percataron del tiempo ocioso que los asesores tenían y las quejas de los clientes; así también se obtuvo que el tiempo que demandaba realizar esta programación por lo general era de 15 días aproximadamente.

2. Cuestionario dirigido a los asesores técnicos comerciales (ver anexo 02).

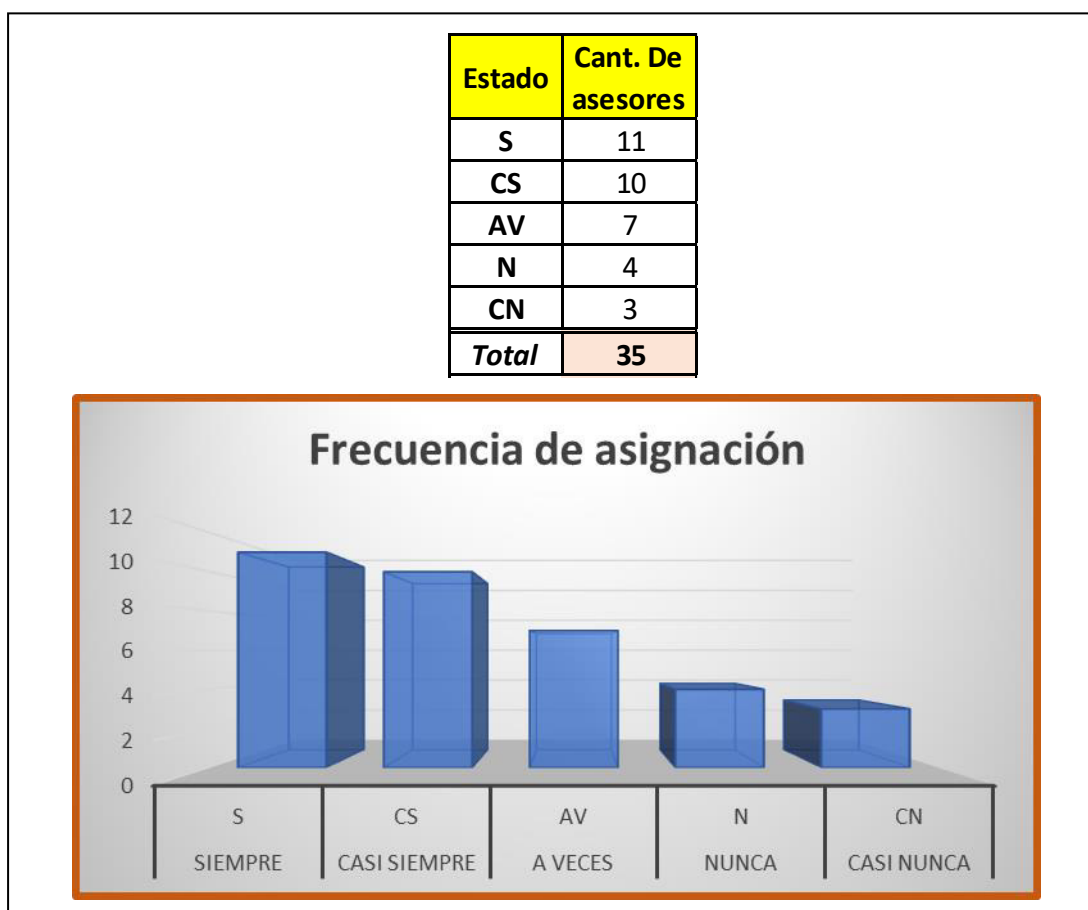
Tuvo como objetivo conocer la oferta de servicio de los 35 asesores técnicos comerciales, en cuanto a tiempo y preferencias, para ello se diseñó 5 preguntas, de las cuales se obtuvo los siguientes resultados:

a) ¿Con qué frecuencia te asignan visitar alguna sucursal?

Como resultado se puede visualizar que existen asesores a los cuales se les solicita realizar visitas con mayor frecuencia que a otros.

Figura 8

Respuesta de Frecuencia de Asignación.



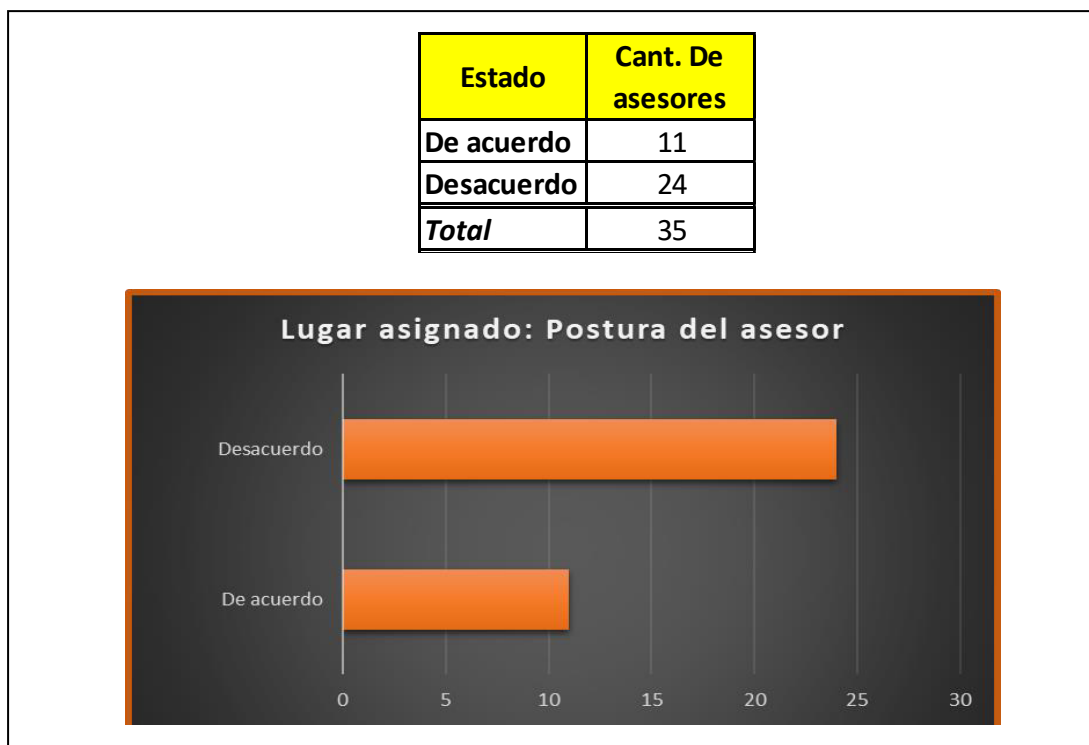
Nota. Elaboración propia.

b) ¿Estás de acuerdo o en des acuerdo con el lugar que usualmente te asignan visitar?

En esta premisa se puede ver que más del 50% de asesores no están de acuerdo con el lugar a los cuales los asignan para que realicen las visitas.

Figura 9

Postura del asesor frente al lugar asignado.



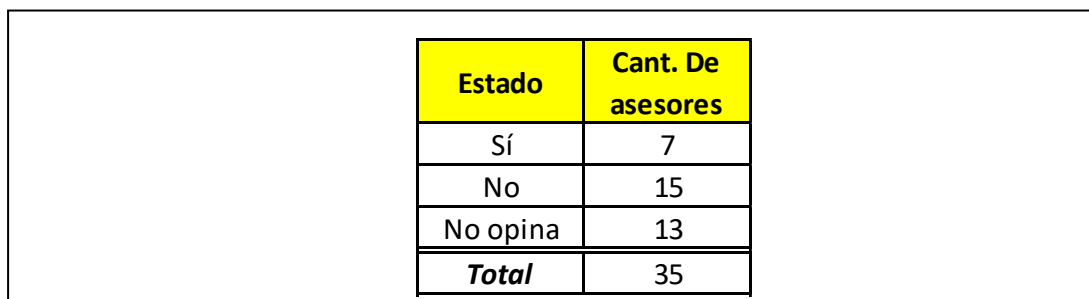
Nota. Elaboración propia.

- c) ¿En un día de visita, llega a existir un tiempo en el cual puedes hacer otras actividades?

Esta pregunta si bien muchos de los asesores no iban a dar su opinión respecto a ello, nos podemos dar cuenta que sí hay un número de asesores que tiene tiempo de ocio durante su jornada, lo que indica que hay lugares con una cantidad de asesores mayor a la requerida.

Figura 10

Frecuencia de actividades extras.





Nota. Elaboración propia.

d) ¿Cuál es el día que se te acomoda mejor para realizar visitas?

Aquí podemos observar que existe asesores que solo tienen tiempo disponible para visitar a los clientes en un día específico, mientras que hay otros que pueden optar por cualquiera de los dos días programados (ver anexo 3).

Figura 11

Preferencia del día de visita por parte del asesor.

Estado	Cant. De asesores
Ambas	28
Quincena	4
Fin de mes	3
Ninguno	0
Total	35



Nota. Elaboración propia.

- e) ¿Cuál o cuáles son los lugares de tu preferencia para realizar visitas?
 Podemos visualizar que el lugar con mayor preferencia es Lima, por lo mismo que los clientes se encuentran cerca y se evitarían ir de viaje, lo cual resulta muy tedioso para algunos asesores (ver anexo 3).

Figura 12

Lugares de preferencias del asesor

Sucursal	Cant. De asesores
LIMA	18
ICA	13
HUANCAYO	12
TRUJILLO	9
AREQUIPA	8
CAJAMARCA	7
UCAYALI	7
LORETO	6
Total	80

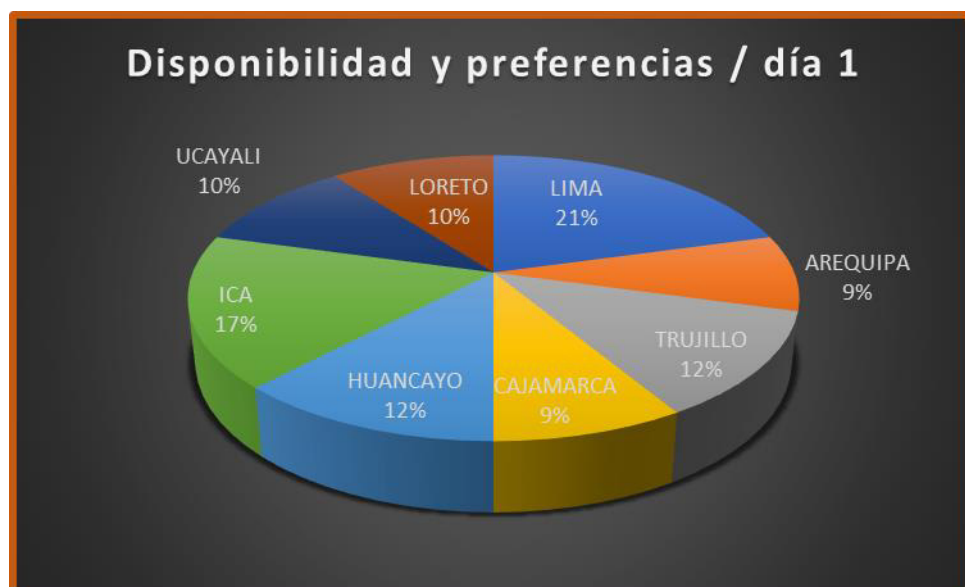


Nota. Elaboración propia.

Como la programación se hacen para dos días, las preferencias de los asesores son diferentes para ambos días.

Figura 13

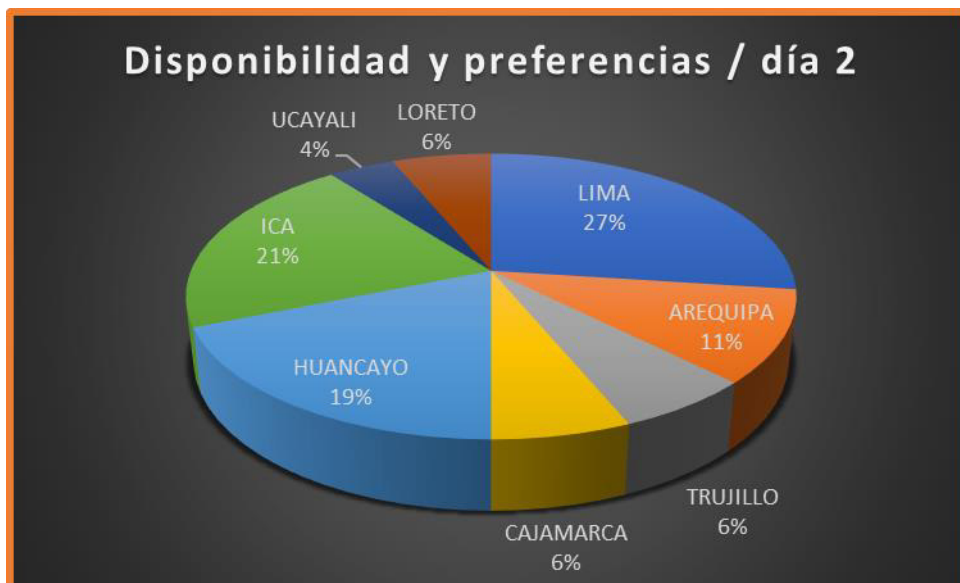
Disponibilidad y preferencias del asesor en el primer día de visita.



Nota. En esta gráfica se muestra el porcentaje de aceptación que tiene cada sucursal de venta para el primer día de visita. Elaboración propia.

Figura 14

Disponibilidad y preferencias del asesor en el segundo día.



Nota. En esta gráfica se muestra el porcentaje de aceptación que tiene cada sucursal de venta para el segundo día de visita. Elaboración propia.

Con este cuestionario se logró obtener un cuadro de doble entrada con el registro de la disponibilidad de tiempo y las preferencias que tienen los asesores técnicos comerciales, tanto de las sucursales de venta como el día en el que podrían realizar la visita, este cuadro fue el resultado de todo el análisis visto, el cual será incluido dentro de nuestro modelo de programación lineal como una restricción para asignación, esta restricción será denominada "restricción de disponibilidad del asesor" (ver cuadro en el anexo 3).

Actualmente contamos con 35 asesores técnicos comerciales, estos 35 asesores deben ser asignados a las 8 sucursales de ventas que tenemos a nivel nacional, a continuación, presento un cuadro con los códigos y nombres de cada asesor, es importante mencionar esto, porque al final el resultado que deseamos obtener es el nombre y el código del asesor que será asignado a cada punto de venta.

Tabla 4

Nombres y códigos de los asesores técnicos comerciales.

ÍTEM	CÓDIGO	ASESORES TÉCNICOS COMERCIALES
1	ATC1	Mario Esteban Quispe Paico
2	ATC2	Marina Mamani Ochoa
3	ATC3	Miriam Gloria Pérez Canto
4	ATC4	Carlos Ramos Robles
5	ATC5	Emily Gricelda Chávez Sainz
6	ATC6	Gimena Torres Villafana
7	ATC7	Jesús Manuel García Pérez
8	ATC8	Estefany López Esteban
9	ATC9	Carmen Robles Chipana
10	ATC10	Manuel Mendoza Espinoza
11	ATC11	Marco Esteban Yupanqui Barrientos
12	ATC12	Marleny Huamán Chimaico
13	ATC13	Diego Vargas Suárez
14	ATC14	Óscar Daniel Vásquez Torres
15	ATC15	Diana Carolina Silva Córdova
16	ATC16	Javier Castro Rojas
17	ATC17	Paulo Carlos Ritalva Rodríguez
18	ATC18	Ana Sofía Pelayo Chacsa
19	ATC19	Luciana Díaz Sarmiento
20	ATC20	Mirtha Saldaña Rojas
21	ATC21	Carlos Zavaleta Risco
22	ATC22	Richard Manuel Peralta Gómez
23	ATC23	Javier Félix Salazar Corrales
24	ATC24	Víctor Enrique De la Cruz Gonzales
25	ATC25	Aldair Mamani Rosales
26	ATC26	Gilbert Pinto Osorio
27	ATC27	Juliana Cristell Peña Ríos
28	ATC28	Daniela Cajachagua Caire
29	ATC29	Milagros Lina Ricapa Reyna
30	ATC30	Marisol Medina Aguilar
31	ATC31	Piero José Arena Bardales
32	ATC32	Rosa Belinda Vela Romero
33	ATC33	Betty Chirinos Samaniego
34	ATC34	Cristina Valero Lara
35	ATC35	Lucía Esmeralda Atachagua Uribe

Nota. En este cuadro se presentan los códigos y nombres de los 35 asesores técnicos comerciales de la empresa. Elaboración propia.

En cada sucursal o punto de venta existe una cantidad de clientes (empresas), sin embargo, de todo ese gran número de empresas a las cuales atendemos, solo de los cuales cuya venta se encuentran dentro de los 80% del total

general, se le programa visitas personalizadas, que normalmente suelen ser las mismas empresas. Estas visitas se realizan dos veces por mes, la primera se realiza en la quincena del mes y la otra a fin de mes, para esta programación se tiene la siguiente información:

- Un asesor solo puede ser asignado a una sola sucursal por día.
- Un asesor asignado al primer día también puede ser asignado en el segundo día de visita.
- Un asesor puede no ser asignado a ninguna sucursal en los dos días programados.
- Un asesor técnico puede realizar visitas como máximo a 4 clientes por día.
- La visita a un cliente no debe durar más de 1 hora y 30 minutos.
- Para la visita está contemplado 2 horas (1 hora y media para visita al cliente y 30 minutos para traslado de un lugar a otro).

Análisis de la demanda de clientes.

Para poder hallar la cantidad de clientes a visitar por punto de venta, se necesitó descargar las ventas periódicas mes a mes desde el año 2021 hasta abril del 2022, se ordenó de mayor a menor estas ventas y se tomó en cuenta el Pareto (80% de las ventas).

La cantidad de visitas a realizar en el día 1 y día 2 son diferentes, esto debido a que para el día 1 se prioriza a los clientes con las mayores ventas y a los más fidelizados, es por ello por lo que para el primer día de visita la cantidad de asesores a necesitar son más de los que se necesitaría para el segundo día. Teniendo en cuenta la información anterior, de que la cantidad de clientes que un asesor puede atender es de 4 clientes por día, se procedió a elaborar un estimado de la cantidad de asesores que se necesitaría para cubrir la demanda de atención de todos los clientes de las diversas sucursales, para ello se dividió la cantidad de clientes de cada sucursal entre 4, el cual nos dio como resultado la cantidad de asesores técnicos comerciales necesarios para ese punto, como en algunos casos salió este resultado no entero, se redondeó el número, tal que podamos cubrir al 100% todas las visitas programadas.

A continuación, presento cuadros con la cantidad estimada de asesores necesarios para cada día de visita programada:

Tabla 5

Cantidad de asesores requeridos para el día 1.

VISITAS PARA LA QUINCENA DE MES			
Sucursal	Cantidad de clientes a visitar	Cantidad de asesores necesarios	Cantidad de asesores necesarios
Lima	30	7.5	8
Arequipa	12	3	3
Trujillo	20	5	5
Huancayo	12	3	3
Ucayali	4	1	1
Cajamarca	11	2.75	3
Ica	16	4	4
Loreto	3	0.75	1
Total			28

Nota. Elaboración propia.

Tabla 6

Cantidad de asesores requeridos para el día 2.

VISITAS PARA FIN DE MES			
Sucursal	Cantidad de clientes a visitar	Cantidad de asesores necesarios	Cantidad de asesores necesarios
Lima	28	7	7
Arequipa	8	2	2
Trujillo	7	1.75	2
Huancayo	6	1.5	2
Ucayali	0	0	0
Cajamarca	6	1.5	2
Ica	4	1	1
Loreto	0	0	0
Total			16

Nota. Elaboración propia.

Según el análisis, se necesitaría 28 asesores para cubrir la demanda de clientes en el primer día de visitas programadas y para el día dos se

necesitaría 16 asesores. Estos datos por departamento nos ayudarán a formar nuestras restricciones de cantidad mínima de asesores necesarios para cubrir la demanda de clientes.

EL MODELO

Ahora que contamos con la información y análisis necesario, procedemos a formular nuestros modelos de programación lineal que asigne eficientemente a los asesores técnicos comerciales a los 8 puntos de venta; este modelo se desarrollará para el día N°1 (quincena de mes) y para el día N°2 (fin de mes). Para la formulación de este modelo se dispone de los siguientes datos: cantidad de demanda de clientes, la disponibilidad de cada asesor, cantidad de asesores requeridos para cubrir la demanda por punto de venta.

Formulación del modelo: “día 1” (Quincena de mes)

a) Definición de las variables de decisión

Por ser un problema de asignación, las variables de decisión son binarias, es decir solo pueden tomar los valores 0 y 1.

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el asesor } i \text{ es asignado a la sucursal } j. \\ 0, & \text{si el asesor } i \text{ no es asignado a la sucursal } j. \end{cases}$$

Donde:

I = conjunto de asesores i.

J = conjunto de sucursales de venta j.

Siendo,

I = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ..., 35.

J = {1 = Lima, 2 = Arequipa, 3 = Trujillo, 4 = Cajamarca, 5 = Huancayo, 6 = Ica, 7 = Ucayali, 8 = Loreto}.

b) Función Objetivo

$$\text{Min } Z = X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + \dots + X_{356} + X_{357} + X_{358}$$

Nuestra función objetivo del modelo será minimizar la cantidad de asesores en cada uno de los 8 puntos de venta, tomando en cuenta los 35 asesores, por lo que nuestra función objetivo será de la siguiente manera:

c) Restricciones

1.- Cada asesor solo puede ser asignado a uno a ninguna sucursal de venta, por lo que la sumatoria del asesor asignado a todas las sucursales debe de ser menor o igual a 1 (Ver anexo 6).

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} \leq 1$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} \leq 1$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + X_{37} + X_{38} \leq 1$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} + X_{46} + X_{47} + X_{48} \leq 1$$

•
•
•

$$X_{321} + X_{322} + X_{323} + X_{324} + X_{325} + X_{326} + X_{327} + X_{328} \leq 1$$

$$X_{331} + X_{332} + X_{333} + X_{334} + X_{335} + X_{336} + X_{337} + X_{338} \leq 1$$

$$X_{341} + X_{342} + X_{343} + X_{344} + X_{345} + X_{346} + X_{347} + X_{348} \leq 1$$

$$X_{351} + X_{352} + X_{353} + X_{354} + X_{355} + X_{356} + X_{357} + X_{358} \leq 1$$

2.- Restricción de requerimiento

La suma de la cantidad de asesores asignados a una misma sucursal debe ser mayor o igual a la cantidad de asesores requeridos para cubrir la demanda (Ver anexo 5).

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} + X_{51} + \dots + X_{331} + X_{341} + X_{351} \geq 8$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + \dots + X_{332} + X_{342} + X_{352} \geq 3$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} + X_{53} + \dots + X_{333} + X_{343} + X_{353} \geq 5$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} + X_{54} + \dots + X_{334} + X_{344} + X_{354} \geq 3$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} + X_{55} + \dots + X_{335} + X_{345} + X_{355} \geq 3$$

$$X_{16} + X_{26} + X_{36} + X_{46} + X_{56} + \dots + X_{336} + X_{346} + X_{356} \geq 4$$

$$X_{17} + X_{27} + X_{37} + X_{47} + X_{57} + \dots + X_{337} + X_{347} + X_{357} \geq 1$$

$$X_{18} + X_{28} + X_{38} + X_{48} + X_{58} + \dots + X_{338} + X_{348} + X_{358} \geq 1$$

3.- Restricciones de disponibilidad

En estas restricciones se representan la disponibilidad que tiene cada uno de los asesores para visitar a las sucursales de ventas, esto según tiempo y preferencias (Ver anexo 8).

- Disponibilidad del asesor 1, el cual solo puede visitar 4 sucursales de venta: Lima, Cajamarca, Ucayali o Loreto.

$$X_{11} + X_{14} + X_{17} + X_{18} \leq 1$$

- Disponibilidad del asesor 2, el cual está dispuesto a visitar 3 lugares: Lima, Trujillo o Huancayo.

$$X_{21} + X_{23} + X_{25} \leq 1$$

- Disponibilidad del asesor 3, el cual solo está dispuesto a visitar la sucursal de Ica.

$$X_{36} \leq 1$$

- Disponibilidad del asesor 4, quien está dispuesto a visitar las sucursales de Arequipa o Trujillo.

$$X_{42} + X_{43} \leq 1$$

...

- Disponibilidad del asesor 33, el cual solo desea visitar Lima, Cajamarca o Ica.

$$X_{331} + X_{334} + X_{336} \leq 1$$

- Disponibilidad del asesor 34, el cual solo desea visitar Ucayali o Loreto.

$$X_{347} + X_{348} \leq 1$$

- Disponibilidad del asesor 35, el cual solo prefiere visitar la sucursal de Trujillo.

$$X_{353} \leq 1$$

4.- Restricciones de no disponibilidad

En estas restricciones se tomarán en cuenta las sucursales a las cuales no desean ir los asesores, por lo que la suma de esa asignación debe ser igual a cero (Ver anexo 7).

- No disponibilidad del asesor 1, el cual no desea visitar Arequipa, Trujillo, Huancayo e Ica.

$$X_{12} + X_{13} + X_{15} + X_{16} = 0$$

- No disponibilidad del asesor 2, quien no desea visitar las sucursales de Arequipa, Cajamarca, Ica, Ucayali y Loreto.

$$X_{22} + X_{24} + X_{26} + X_{27} + X_{28} = 0$$

...

- No disponibilidad del asesor 35.

$$X_{351} + X_{352} + X_{354} + X_{355} + X_{356} + X_{357} + X_{358} = 0$$

5.- Restricciones de no negatividad

Las variables de decisión deben de tomar valores de 0 o 1, ya que es una variable binaria.

$$X_{ij} = 0, 1.$$

SOLUCIÓN COMPUTACIONAL DEL MODELO

Para la solución de este modelo, usaremos el software LINGO 18.0, esto debido a la gran cantidad de restricciones que tenemos, LINGO es una herramienta de optimización, cuyo objetivo principal es la de minimización o maximización de una función objetivo, que se utiliza para resolver problemas de programación lineal, cuadrática y entera. Este software nos servirá para darle solución a nuestro modelo matemático de programación lineal, lo que buscaremos con el uso de este software es minimizar la cantidad de asesores técnicos comerciales, y asignar a estos a cada punto de venta tomando en cuenta las restricciones planteadas de requerimiento y disponibilidad de asesores.

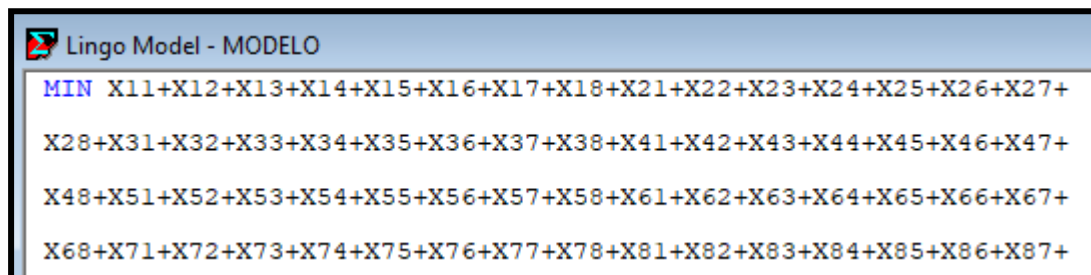
1.- Ingreso de datos,

Procederemos a ingresar los datos según la formulación del modelo antes realizado, el cual lo haremos de la siguiente manera:

- Función Objetivo, se inició colocando la función objetivo del modelo, el cual es minimizar la cantidad de asesores, por lo que se colocó la abreviación "MIN"; seguido a ellos se procedió a colocar la sumatoria de las variables de decisión, que en este caso finaliza con el asesor 35 asignado a la sucursal 8 (Ver anexo 4).

Figura 15

Función objetivo del modelo.



```
Lingo Model - MODELO
MIN X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+
X28+X31+X32+X33+X34+X35+X36+X37+X38+X41+X42+X43+X44+X45+X46+X47+
X48+X51+X52+X53+X54+X55+X56+X57+X58+X61+X62+X63+X64+X65+X66+X67+
X68+X71+X72+X73+X74+X75+X76+X77+X78+X81+X82+X83+X84+X85+X86+X87+
```

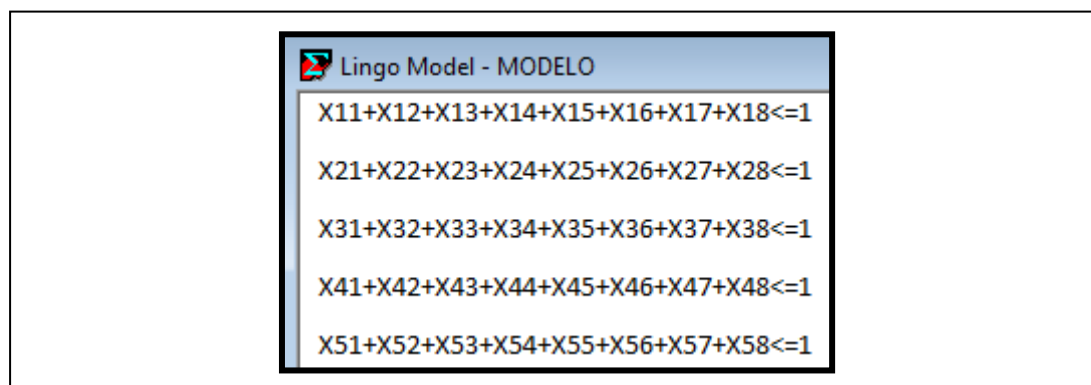
Nota. Elaboración propia.

- Restricciones de asignación a una sola sucursal

Se procedió a ingresar las restricciones de asignación de los asesores a uno o a ninguna sucursal de venta, en total se ingresaron 35 restricciones de este tipo, donde se restringe que un asesor no pueda ser asignado a dos sucursales el mismo día, por lo que la sumatoria debe ser menor o igual a 1 (Ver anexo 6).

Figura 16

Restricciones de asignación a una sola sucursal.



```
Lingo Model - MODELO
X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18<=1
X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28<=1
X31+X32+X33+X34+X35+X36+X37+X38<=1
X41+X42+X43+X44+X45+X46+X47+X48<=1
X51+X52+X53+X54+X55+X56+X57+X58<=1
```

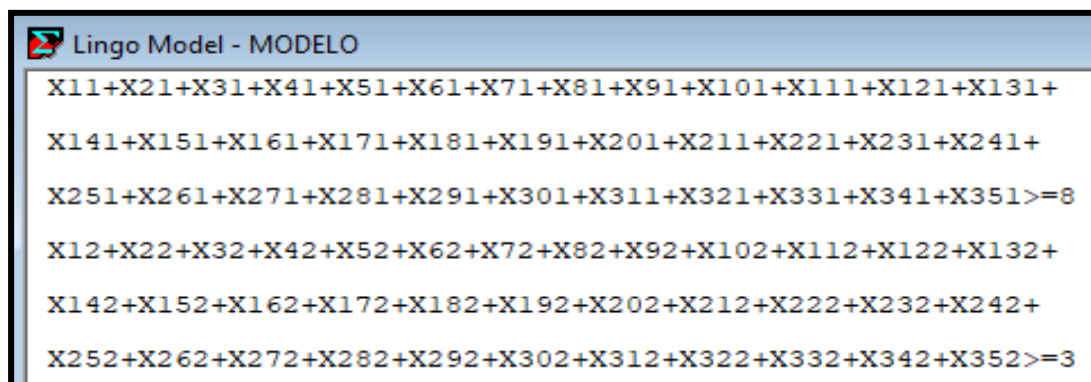
Nota. Elaboración propia.

- Restricciones de requerimiento

En estas restricciones se tomó en cuenta el mínimo número de asesores necesarios para atender la demanda en cada sucursal de venta, se ingresaron 8 restricciones en total (Ver anexo 5).

Figura 17

Restricciones de requerimiento de asesores.



```
Lingo Model - MODELO
X11+X21+X31+X41+X51+X61+X71+X81+X91+X101+X111+X121+X131+
X141+X151+X161+X171+X181+X191+X201+X211+X221+X231+X241+
X251+X261+X271+X281+X291+X301+X311+X321+X331+X341+X351>=8
X12+X22+X32+X42+X52+X62+X72+X82+X92+X102+X112+X122+X132+
X142+X152+X162+X172+X182+X192+X202+X212+X222+X232+X242+
X252+X262+X272+X282+X292+X302+X312+X322+X332+X342+X352>=3
```

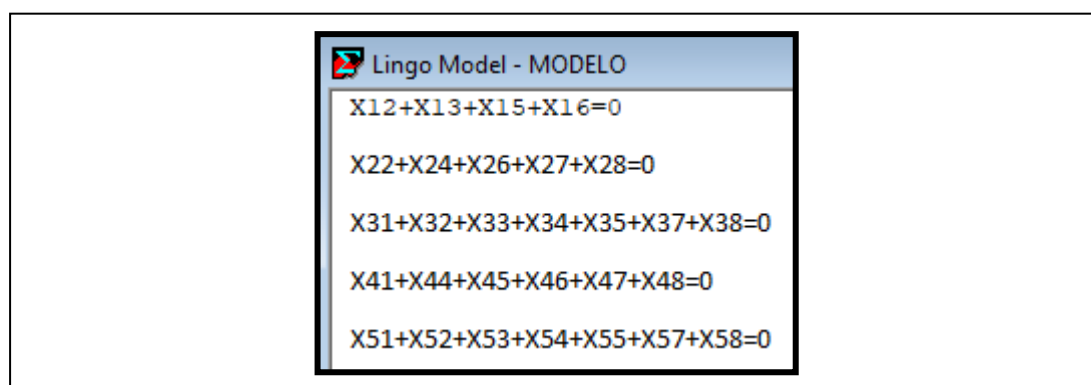
Nota. Elaboración propia.

Restricciones de no disponibilidad del asesor.

Se ingresaron en total 35 restricciones, los cuales nos restringen las sucursales a las cuales los asesores no desean visitar, ya sea por tiempo o por preferencia, es por ello por lo que la sumatoria se igual a cero (Ver anexo 7).

Figura 18

Restricciones de no disponibilidad.



```
Lingo Model - MODELO
X12+X13+X15+X16=0
X22+X24+X26+X27+X28=0
X31+X32+X33+X34+X35+X37+X38=0
X41+X44+X45+X46+X47+X48=0
X51+X52+X53+X54+X55+X57+X58=0
```

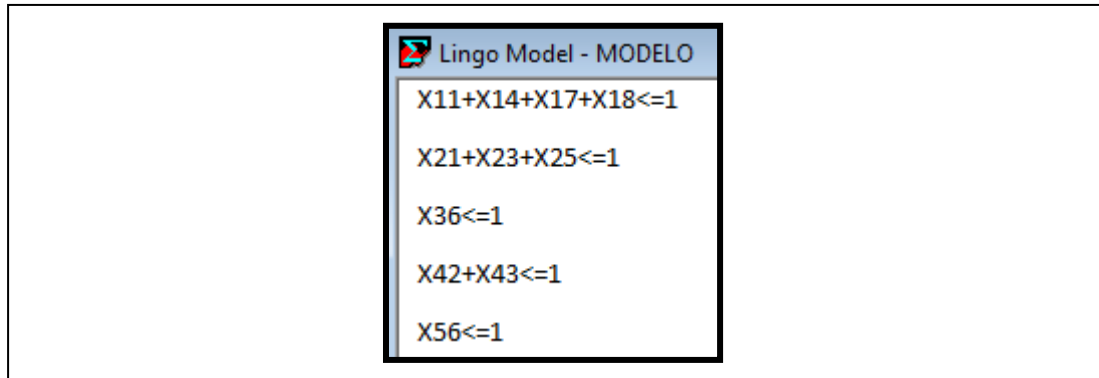
Nota. Elaboración propia.

- Restricciones de disponibilidad y preferencia

Se ingresaron un total de 32 restricciones, las cuales nos mencionan las sucursales de venta a las cuales los asesores están dispuestos visitar, es por ello por lo que la sumatoria de esta asignación es menor o igual a 1 (Ver anexo 8).

Figura 19

Restricciones de disponibilidad.



Nota. Elaboración propia.

Ejecución del software

El modelo de programación lineal que se elaboró fue para minimizar la cantidad de asesores técnicos comerciales en cada una de las sucursales de venta.

Este modelo de programación lineal contiene 280 variables de decisión, estas variables solo tomarán los valores de "0" en caso no sea asignado y "1" en caso sí sea asignado. Una vez ingresado el modelo matemático a la interfaz del software LINGO 18.0, este convirtió el problema de programación lineal en su forma estándar y para que esto suceda utilizó variables de holgura y artificiales, para finalmente brindarnos una solución detallada del problema.

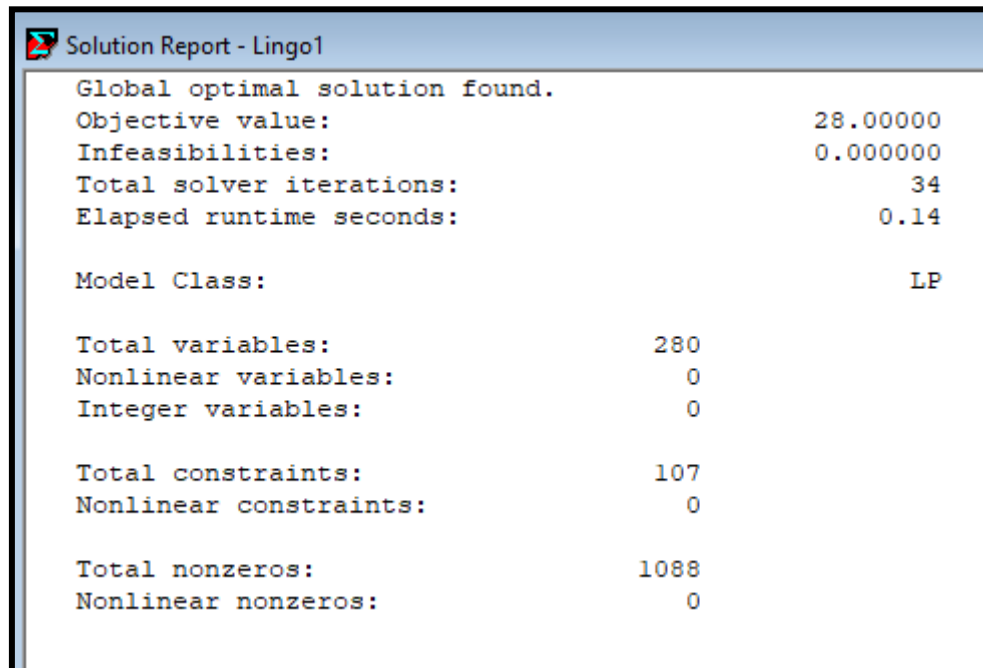
Tras la ejecución de este programa, se obtiene una serie de resultados a analizar, las cuales se presentarán a continuación.

RESULTADOS E INTERPRETACIONES

Una vez ejecutado el programa, se obtiene la siguiente solución mostrada en una ventana dentro de la interfaz del software Lingo.

Figura 20

Solución computacional Lingo.



The screenshot shows a window titled "Solution Report - Lingo1" with the following text:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                28.00000
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        34
Elapsed runtime seconds:        0.14

Model Class:                    LP

Total variables:                280
Nonlinear variables:            0
Integer variables:              0

Total constraints:              107
Nonlinear constraints:          0

Total nonzeros:                1088
Nonlinear nonzeros:            0
```

Nota. Se presenta el reporte resumen del software Lingo 18.0. Elaboración propia.

En esta ventana de la interfaz se observa que:

- El modelo matemático posee 280 variables de decisión en total.
- El modelo matemático contiene 107 restricciones en total.
- Se detectó cero errores en la compilación del programa.
- La solución se obtuvo con un total de 34 iteraciones.

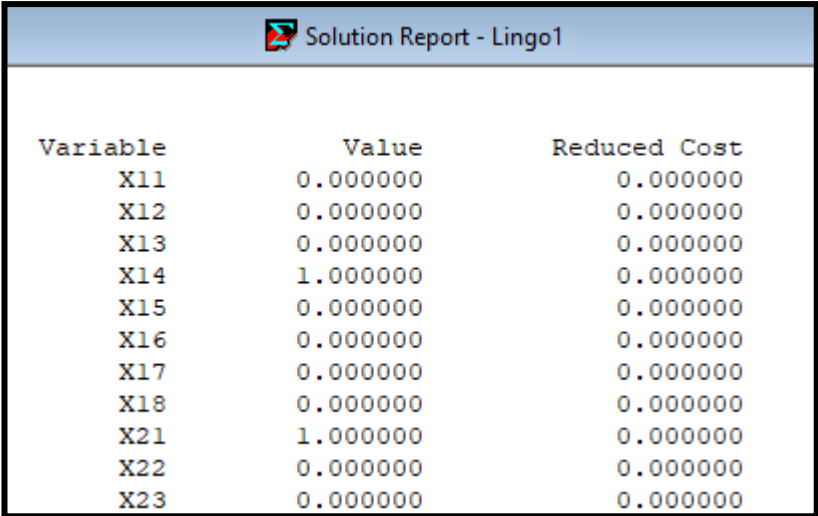
Por último, nos brinda el valor óptimo de la función objetivo, que en este caso es 28, es decir, que la cantidad mínima de asesores que se debe de asignar para abarcar la demanda de las 8 sucursales de venta son 28 asesores técnicos comerciales.

Cantidad mínima de asesores asignados por sucursal

La solución que se obtuvo se presenta a continuación, teniendo en cuenta que en la columna “value” nos presentan resultados de “0” y “1”, es decir, si es asignado o no es asignado respectivamente (ver resultados completos en el anexo 14).

Figura 21

Solución Lingo – Cantidad de asesores.



The image shows a screenshot of a Lingo Solution Report titled "Solution Report - Lingo1". It contains a table with three columns: "Variable", "Value", and "Reduced Cost". The variables listed are X11 through X23. The values for X11, X12, X13, X15, X16, X17, X18, X22, and X23 are 0.000000. The values for X14, X21, and X23 are 1.000000. All reduced costs are 0.000000.

Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	0.000000
X12	0.000000	0.000000
X13	0.000000	0.000000
X14	1.000000	0.000000
X15	0.000000	0.000000
X16	0.000000	0.000000
X17	0.000000	0.000000
X18	0.000000	0.000000
X21	1.000000	0.000000
X22	0.000000	0.000000
X23	0.000000	0.000000

Nota. Elaboración propia.

Este cuadro el resultado de las asignaciones de los 35 asesores técnicos comerciales con respecto a cada una de las sucursales de venta. Algunas de las interpretaciones de los resultados presentados son como siguen:

- El asesor 1 será designado a la sucursal 4 “Cajamarca”.
- El asesor 2 será designado a la sucursal 1 “Lima”.
- El asesor 3 será designado a la sucursal 6 “Ica”.
- El asesor 4 será designado a la sucursal 3 “Trujillo”.
- El asesor 5 será designado a la sucursal 6 “Ica”.
- El asesor 7 será designado a la sucursal de 5 “Huancayo”.
- El asesor 8 será designado a la sucursal de 3 “Trujillo”.

Y así sucesivamente hasta llegar a nuestros últimos asesores técnicos:

- El asesor 33 será designado a la sucursal 1 “Lima”.
- El asesor 35 será designado a la sucursal 3 “Trujillo”.

En base a lo mostrado e interpretado, se presentan los resultados de manera compacta en un cuadro:

Tabla 7

Cuadro de cantidad de asesores mínimos por sucursal.

VISITAS PARA LA QUINCENA DE MES		
Sucursal	Cantidad de clientes a visitar	Cantidad de asesores necesarios
Lima	30	8
Arequipa	12	3
Trujillo	20	5
Cajamarca	12	3
Huancayo	4	3
Ica	11	4
Ucayali	16	1
Loreto	3	1
Total		28

Nota. Elaboración propia.

Este cuadro representa el requerimiento mínimo de asesores que se necesita para cubrir toda la demanda de los clientes, es decir, que:

- Para la sucursal de Lima se asignarán 8 asesores.
- Para la sucursal de Arequipa se asignarán 3 asesores.
- Para la sucursal de Trujillo se asignarán 5 asesores.
- Para la sucursal de Cajamarca se asignarán 3 asesores.
- Para la sucursal de Huancayo se asignarán 3 asesores.
- Para la sucursal de Ica se asignarán 4 asesores.

- Para la sucursal de Ucayali se asignará 1 asesor.
- Para la sucursal de Loreto se asignará 1 asesor.

De esta manera concluimos que en total se asignarán como mínimo 28 asesores técnicos comerciales, para cubrir la demanda requerida en el día 1.

ASESORES ASIGNADOS POR SUCURSALES DÍA N°1

Luego de haber definido en base a los resultados la cantidad mínima de asesores a asignar en cada sucursal de venta, procedemos a detallar los nombres de los asesores técnicos comerciales que han sido asignados a cada punto de venta, así también mencionaremos su código. Es importante resaltar que para realizar esta asignación se tomó en cuenta la disponibilidad en tiempo y preferencias por parte del asesor.

Tabla 8

Cuadro de asesores asignados para el día 1.

Ítem	Asesor técnico comercial	Sucursal de venta asignado	Nombre del ATC
1	ATC1	Cajamarca	Mario Esteban Quispe Paico
2	ATC2	Lima	Marina Mamani Ochoa
3	ATC3	Ica	Miriam Gloria Pérez Canto
4	ATC4	Trujillo	Carlos Ramos Robles
5	ATC5	Ica	Emily Gricelda Chávez Sainz
6	ATC7	Huancayo	Jesús Manuel García Pérez
7	ATC8	Trujillo	Estefany López Esteban
8	ATC9	Lima	Carmen Robles Chipana
9	ATC10	Arequipa	Manuel Mendoza Espinoza
10	ATC13	Ica	Diego Vargas Suárez
11	ATC15	Lima	Diana Carolina Silva Córdova
12	ATC16	Loreto	Javier Castro Rojas
13	ATC17	Huancayo	Paulo Carlos Ritalva Rodríguez
14	ATC18	Lima	Ana Sofía Pelayo Chacsa

15	ATC19	Trujillo	Luciana Díaz Sarmiento
16	ATC20	Ucayali	Mirtha Saldaña Rojas
17	ATC21	Arequipa	Carlos Zabaleta Risco
18	ATC22	Huancayo	Richard Manuel Peralta Gómez
19	ATC23	Arequipa	Javier Félix Salazar Corrales
20	ATC26	Lima	Gilbert Pinto Osorio
21	ATC27	Trujillo	Juliana Cristell Peña Ríos
22	ATC28	Ica	Daniela Cajachagua Caire
23	ATC29	Lima	Milagros Lina Ricapa Reyna
24	ATC30	Lima	Marisol Medina Aguilar
25	ATC31	Cajamarca	Piero José Arena Bardales
26	ATC32	Cajamarca	Rosa Belinda Vela Romero
27	ATC33	Lima	Betty Chirinos Samaniego
28	ATC35	Trujillo	Lucía Esmeralda Atachagua U.

Nota. Elaboración propia.

ASESORES NO ASIGNADOS

Tenemos 7 asesores técnico-comerciales que no se encuentran dentro de la programación para realizar alguna visita en el día N°1. Es importante resaltar que, si estos asesores no fueron asignados en esta primera etapa, fue debido a las contradicciones que se están tomando en cuenta.

Tabla 9

Asesores no asignados al día 1.

ÍTEM	Código asesor técnico	Nombre del ATC
1	ATC6	Gimena Torres Villafana
2	ATC11	Marco Esteban Yupanqui Barrientos
3	ATC12	Marleny Huamán Chimaico
4	ATC14	Óscar Daniel Vásquez Torres
5	ATC24	Víctor Enrique De la Cruz Gonzales
6	ATC25	Aldair Mamani Rosales
7	ATC34	Cristina Valero Lara

Nota. Elaboración propia.

ANÁLISIS POST-ÓPTIMO

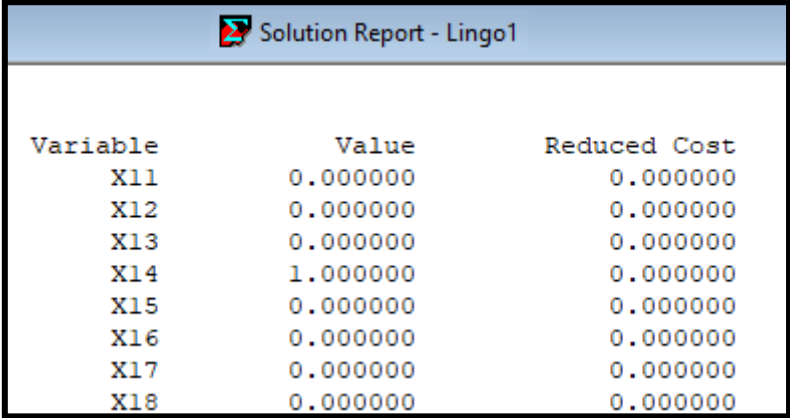
Una vez obtenidos a los asesores que será asignados a ciertas sucursales, procedemos a realizar un análisis de sensibilidad de las variables y restricciones.

Análisis Reduce Cost

Para realizar este análisis se presenta el siguiente cuadro, donde se encuentra el costo reducido permitido para cada variable (ver anexo 14).

Figura 22

Análisis Reduce Cost del día 1.



Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	0.000000
X12	0.000000	0.000000
X13	0.000000	0.000000
X14	1.000000	0.000000
X15	0.000000	0.000000
X16	0.000000	0.000000
X17	0.000000	0.000000
X18	0.000000	0.000000

Nota. Elaboración propia.

Según los resultados que nos muestra la figura, algunas de las interpretaciones son:

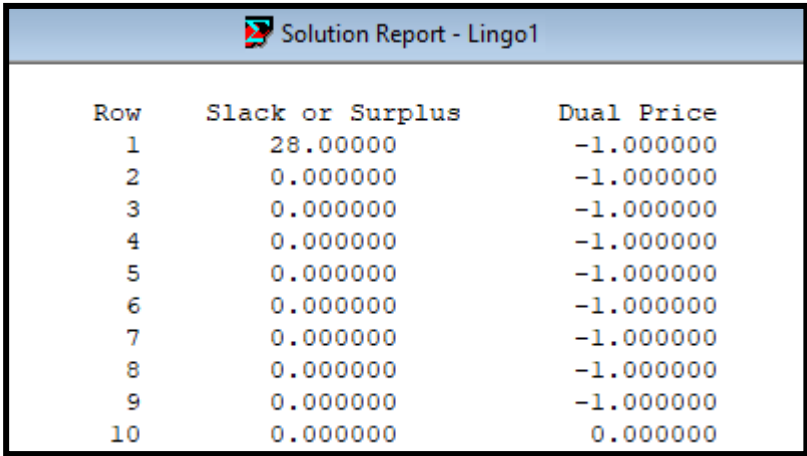
- Si al asesor 1 se les asignara a las sucursales 1, 2, 3, 5, 6, 7 o 8, el valor mínimo de la cantidad de asesores de servicio asignado no variaría, ya que el costo reducido para esta variante es 0.
- Si al asesor 2 se les asignara a las sucursales 2, 3, 4, 5, 6, 7 o 8, el valor mínimo de la cantidad de asesores no variaría, ya que al igual que el caso anterior el costo reducido para esta variante es cero.
- De igual manera para el resto de las variables.

Análisis de las restricciones

Para este análisis se presenta el siguiente cuadro, donde se aprecia las 107 restricciones, cada uno con diferente interpretación, asimismo cabe resaltar que el software Lingo considera a la función objetivo como una restricción, es por ello por lo que lo incorpora en el análisis como restricción número 1 (ver anexo 16).

Figura 23

Análisis de sensibilidad del día 1.



The screenshot shows a window titled "Solution Report - Lingo1" containing a table with three columns: "Row", "Slack or Surplus", and "Dual Price". The table lists 10 rows of data. Row 1 has a Slack or Surplus of 28.00000 and a Dual Price of -1.000000. Rows 2 through 9 have a Slack or Surplus of 0.000000 and a Dual Price of -1.000000. Row 10 has a Slack or Surplus of 0.000000 and a Dual Price of 0.000000.

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	28.00000	-1.000000
2	0.000000	-1.000000
3	0.000000	-1.000000
4	0.000000	-1.000000
5	0.000000	-1.000000
6	0.000000	-1.000000
7	0.000000	-1.000000
8	0.000000	-1.000000
9	0.000000	-1.000000
10	0.000000	0.000000

Nota. Elaboración propia.

Análisis para Slack ot Surplus

El cual nos brinda el valor de la variable de holgura o del exceso en la solución óptima. Tener en cuenta que la columna "Row" nos define las restricciones según el orden colocado en el modelo dentro del software Lingo.

- Los asesores en exceso que se encuentran dentro de la restricción 10 $X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} \leq 1$ vale 0, es decir, que esta restricción cumple con la igualdad, ya que el asesor fue asignado a la sucursal de Lima, es decir, a lo más fue asignado a una sucursal.

Análisis para Dual Price

El cual nos representa el índice de mejora en el valor óptimo de la función objetivo, cuando el segundo miembro de esta restricción aumenta o disminuye.

- Si en la restricción 3

$$\begin{aligned}
 X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + X_{62} + X_{72} + X_{82} + X_{92} + X_{102} + X_{112} + X_{122} \\
 + X_{132} + X_{142} + X_{152} + X_{162} + X_{172} + X_{182} + X_{192} + X_{202} + X_{212} \\
 + X_{222} + X_{232} + X_{242} + X_{252} + X_{262} + X_{272} + X_{282} + X_{292} + X_{302} \\
 + X_{312} + X_{322} + X_{332} + X_{342} + X_{352} \geq 3
 \end{aligned}$$

Aumentamos al término independiente una unidad, es decir, que, si pasamos de 3 a 4 el requerimiento mínimo de asesores para la sucursal a Arequipa, nuestra función objetivo aumentaría a 29 asesores como mínimo para este primer día de visita, es decir aumentaríamos un asesor más para lograr atender a toda la demanda.

Formulación del modelo: “día 2” (Fin de mes)

- a) Definición de las variables de decisión

Por ser un problema de asignación, las variables de decisión son binarias, es decir solo pueden tomar los valores 0 y 1. Para este segundo modelo el conjunto “J” solo incluirá 6 sucursales de venta, ya que son las únicas programadas a visitar.

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el asesor } i \text{ es asignado a la sucursal } j. \\ 0, & \text{si el asesor } i \text{ no es asignado a la sucursal } j. \end{cases}$$

Donde:

I = conjunto de asesores i.

J = conjunto de sucursales de venta j.

Siendo,

I = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ..., 35.

J = {1 = Lima, 2 = Arequipa, 3 = Trujillo, 4 = Cajamarca, 5 = Huancayo, 6 = Ica}.

b) Función Objetivo

Nuestra función objetivo del modelo será minimizar la cantidad de asesores en cada uno de los 6 puntos de venta, tomando en cuenta los 35 asesores, por lo que nuestra función objetivo será de la siguiente manera (Ver anexo 9).

$$\text{Min } Z = X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + \dots + X_{353} + X_{354} + X_{355} + X_{356}$$

c) Restricciones

1.- Cada asesor solo puede ser asignado a uno o a ninguna sucursal de venta (Ver anexo 11).

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} \leq 1$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} \leq 1$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} \leq 1$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} + X_{46} \leq 1$$

•
•
•

$$X_{321} + X_{322} + X_{323} + X_{324} + X_{325} + X_{326} \leq 1$$

$$X_{331} + X_{332} + X_{333} + X_{334} + X_{335} + X_{336} \leq 1$$

$$X_{341} + X_{342} + X_{343} + X_{344} + X_{345} + X_{346} \leq 1$$

$$X_{351} + X_{352} + X_{353} + X_{354} + X_{355} + X_{356} \leq 1$$

2.- Restricciones de requerimiento

La suma de la cantidad de asesores asignados a una misma sucursal debe ser mayor o igual a la cantidad de asesores requeridos para cubrir la demanda (Ver anexo 10).

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} + X_{51} + \dots + X_{331} + X_{341} + X_{351} \geq 7$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + \dots + X_{332} + X_{342} + X_{352} \geq 2$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} + X_{53} + \dots + X_{333} + X_{343} + X_{353} \geq 2$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} + X_{54} + \dots + X_{334} + X_{344} + X_{354} \geq 2$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} + X_{55} + \dots + X_{335} + X_{345} + X_{355} \geq 2$$

$$X_{16} + X_{26} + X_{36} + X_{46} + X_{56} + \dots + X_{336} + X_{346} + X_{356} \geq 1$$

3.- Restricciones de disponibilidad de cada asesor de venta

En esta restricción se representa la disponibilidad en cuanto a tiempo y preferencias que tiene cada uno de los asesores para visitar a las sucursales de ventas (Ver anexo 12).

- Disponibilidad del asesor 1, el cual solo puede visitar 3 sucursales de venta.

$$X_{14} + X_{15} + X_{16} \leq 1$$

- Disponibilidad del asesor 2, el cual solo puede visitar 2 sucursales de venta.

$$X_{22} + X_{24} \leq 1$$

- Disponibilidad del asesor 3, el cual solo puede visitar 1 sucursal de venta.

$$X_{36} \leq 1$$

- $X_{41} + X_{45} \leq 1$ Disponibilidad del asesor 4, el cual solo puede visitar 2 sucursales de venta.

.....

- Disponibilidad del asesor 33, el cual solo puede visitar 3 sucursales de venta.

$$X_{331} + X_{335} + X_{336} \leq 1$$

4.- Restricciones de no disponibilidad (Ver anexo 13).

- No disponibilidad del asesor 1, quien no está dispuesto a visitar los lugares: Lima, Arequipa ni Trujillo, esta restricción la expresamos de la siguiente manera.

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} = 0$$

- No disponibilidad del asesor 2, quien no desea visitar los siguientes lugares: Lima, Trujillo, Huancayo, ni Ica, restricción expresada de la siguiente manera:

$$X_{21} + X_{23} + X_{25} + X_{26} = 0$$

- No disponibilidad del asesor 3, quien no desea visitar los siguientes lugares: Lima, Arequipa, Trujillo, Cajamarca ni Huancayo, esta restricción se expresa de la siguiente manera:

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} = 0$$

Y así sucesivamente con el resto de los asesores, hasta llegar a los últimos asesores, de los cuales presentaremos los tres últimos asesores: 33, 34 y 35.

- No disponibilidad del asesor 33, quien no está dispuesto a visitar los lugares: Arequipa, Trujillo ni Cajamarca.

$$X_{332} + X_{333} + X_{334} = 0$$

- No disponibilidad del asesor 34, quien no está dispuesto a visitar los siguientes lugares: Lima, Arequipa, Trujillo, Cajamarca, Huancayo ni Ica.

$$X_{341} + X_{342} + X_{343} + X_{344} + X_{345} + X_{346} = 0$$

- No disponibilidad del asesor 35, quien según la encuesta decidió no visitar ningún lugar en este segundo día de programación.

$$X_{351} + X_{352} + X_{353} + X_{354} + X_{355} + X_{356} = 0$$

5.- Restricciones de no negatividad

$X_{ij} = 0, 1$. Las variables de decisión deben de tomar valores de 0 o 1, ya que es una variable binaria.

SOLUCIÓN COMPUTACIONAL DEL MODELO

Al igual que en el modelo anterior del día N°1 programado para las visitas a los clientes, en este segundo modelo de programación lineal para asignar a los asesores en el día N°2 de visitas también haremos uso del software Lingo, debido a la gran cantidad de restricciones que se tiene.

Procederemos a realizar el ingreso de nuestra función objetivo y restricciones de nuestro modelo dentro de la interfaz del software:

- Función Objetivo

Iniciamos colocando la función objetivo del modelo N°2, el cual es minimizar la cantidad de asesores, por lo que se colocó la abreviación "MIN"; seguido a ello se procedió a colocar la sumatoria de las variables de decisión, que en este caso finaliza con el asesor 35 asignado a la sucursal 6 (Ver anexo 9).

Figura 24

Función objetivo día 2.

```

Lindo Model - modelo_dia 2
MIN X11+X12+X13+X14+X15+X16+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X31+X32+X33+X34+
X35+X36+X41+X42+X43+X44+X45+X46+X51+X52+X53+X54+X55+X56+X61+X62+X63+
X64+X65+X66+X71+X72+X73+X74+X75+X76+X81+X82+X83+X84+X85+X86+X91+X92+
X93+X94+X95+X96+X101+X102+X103+X104+X105+X106+X111+X112+X113+X114+
X115+X116+X121+X122+X123+X124+X125+X126+X131+X132+X133+X134+X135+
X136+X141+X142+X143+X144+X145+X146+X151+X152+X153+X154+X155+X156+
  
```

Nota. Se presenta la sumatoria de todas las variables del modelo. Elaboración propia.

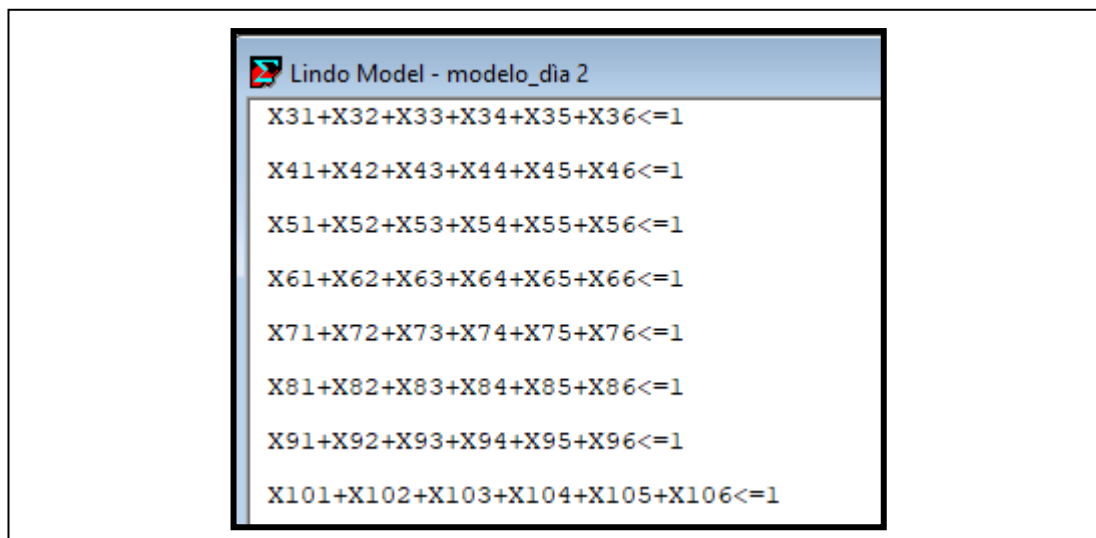
En la figura solo mostramos una parte de la función objetivo, la función completa se muestra dentro de los anexos del trabajo.

- Restricciones de asignación a una sola sucursal

Se procedió a ingresar las restricciones de asignación de los asesores a uno o a ninguna sucursal de venta, en total se ingresaron 35 restricciones de este tipo, donde se restringe que un asesor no pueda ser asignado a dos sucursales el mismo día, tener en cuenta que para este modelo solo se están considerando 6 sucursales de ventas (Ver anexo 11).

Figura 25

Restricciones de asignación de sucursal del día 2.



Nota. Elaboración propia.

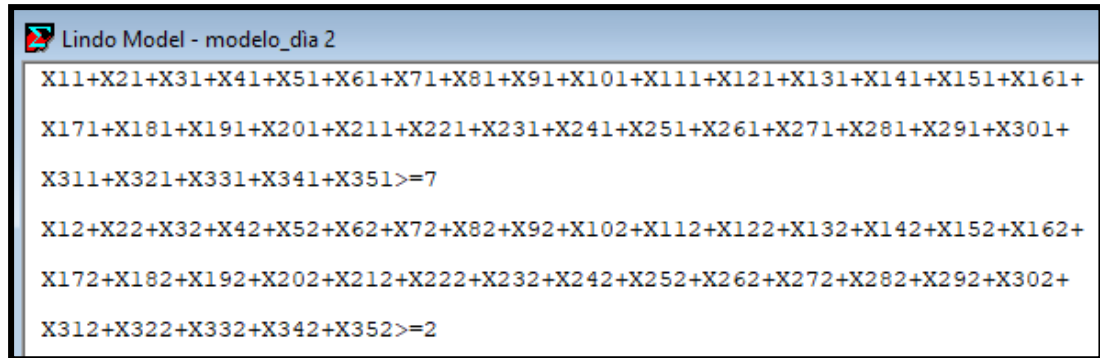
En la figura solo mostramos una parte de las restricciones, todas las restricciones completas se encuentran dentro de la parte de anexos del trabajo.

- Restricciones de requerimiento

En estas restricciones se tomó en cuenta el mínimo número de asesores necesarios por sucursal de venta, se ingresaron 6 restricciones en total, debido a que solo se requiere visitar 6 sucursales en este segundo día (Ver anexo 10).

Figura 26

Restricciones de requerimiento mínimo del día 2.



```
Lindo Model - modelo_día 2
X11+X21+X31+X41+X51+X61+X71+X81+X91+X101+X111+X121+X131+X141+X151+X161+
X171+X181+X191+X201+X211+X221+X231+X241+X251+X261+X271+X281+X291+X301+
X311+X321+X331+X341+X351>=7
X12+X22+X32+X42+X52+X62+X72+X82+X92+X102+X112+X122+X132+X142+X152+X162+
X172+X182+X192+X202+X212+X222+X232+X242+X252+X262+X272+X282+X292+X302+
X312+X322+X332+X342+X352>=2
```

Nota. Elaboración propia.

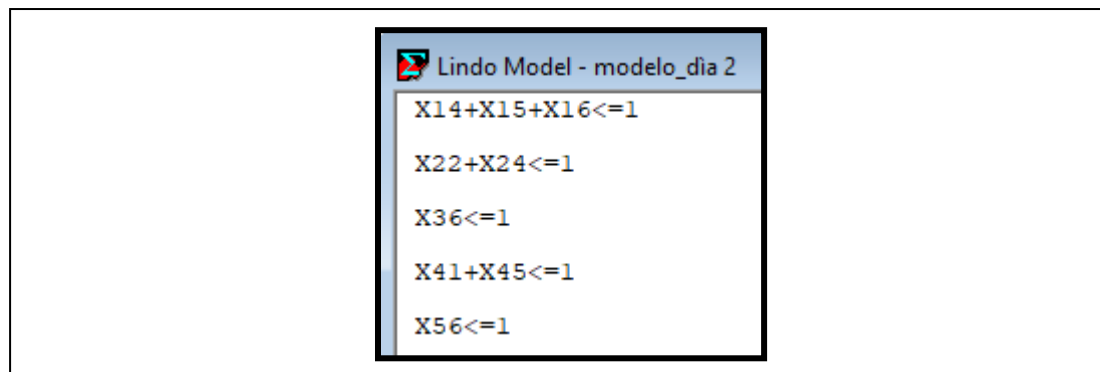
En la figura solo mostramos una parte de las restricciones de requerimiento, las restricciones completas se muestran dentro de los anexos del trabajo.

- Restricciones de disponibilidad

En total se tienen 26 restricciones de disponibilidad, estas restricciones nos ayudarán a saber el lugar que el asesor desea ser asignado (Ver anexo 12).

Figura 27

Restricciones de disponibilidad del asesor del día 2.



```
Lindo Model - modelo_día 2
X14+X15+X16<=1
X22+X24<=1
X36<=1
X41+X45<=1
X56<=1
```

Nota. Elaboración propia.

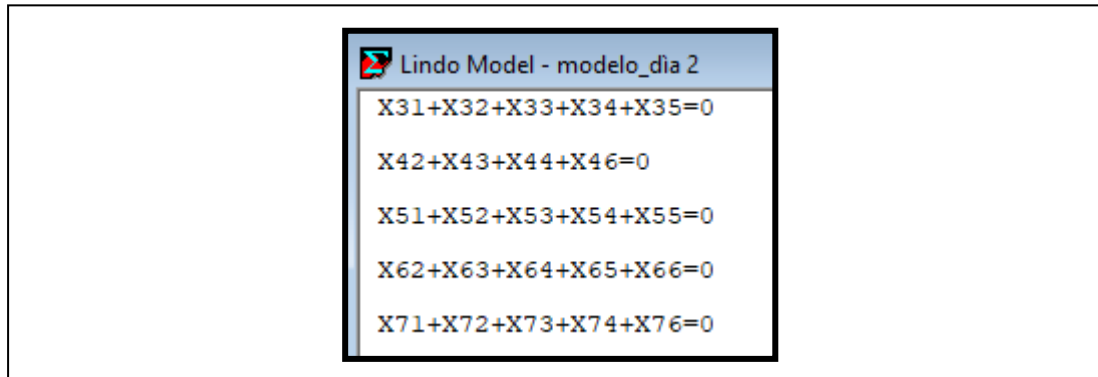
En la figura solo mostramos una parte de las restricciones de disponibilidad, todas las demás restricciones se muestran dentro de los anexos del trabajo.

- Restricciones de no disponibilidad

En esta parte contamos con 35 restricciones en total, en donde se toman en cuenta todas las sucursales a las cuales no pretende ir los asesores, por lo tanto, la suma de esas variables se debe igualar a “0” (Ver anexo 13).

Figura 28

Restricciones de no disponibilidad del asesor día 2.



Nota. Elaboración propia.

Ejecución del software

Este segundo modelo de programación lineal que se elaboró fue al igual que el anterior, para minimizar la cantidad de asesores técnicos comerciales en cada una de las sucursales de venta.

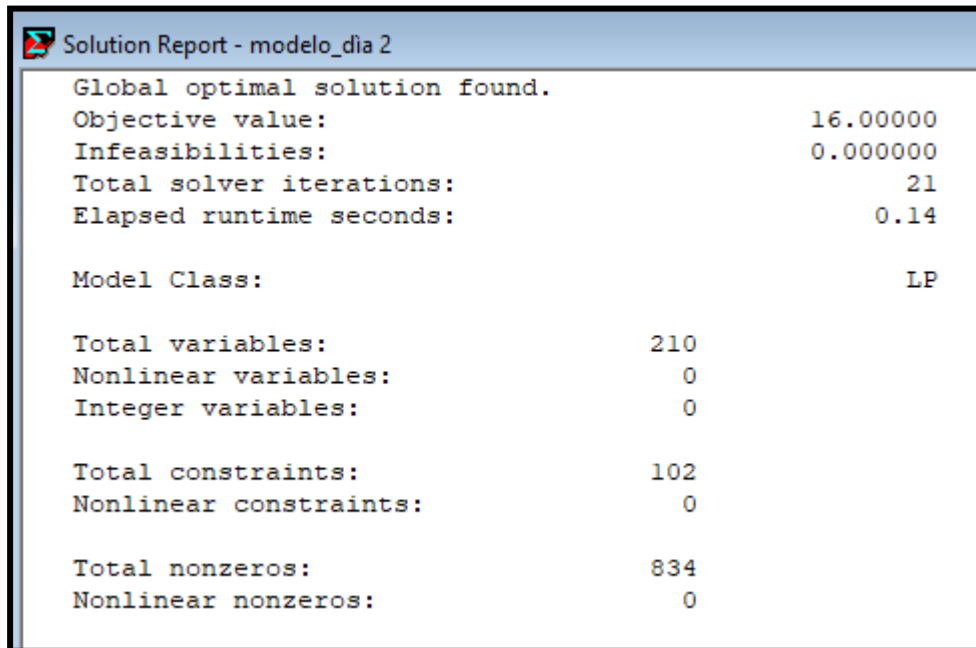
Este modelo de programación lineal contiene 210 variables de decisión, estas variables solo tomarán los valores de “0” en caso no sea asignado y “1” en caso sí sea asignado. Una vez ingresado el modelo matemático a la interfaz del software LINGO 18.0, se convirtió el problema de programación lineal en su forma estándar y para que ello ocurra el programa utilizó variables de holgura y artificiales, para finalmente brindarnos una solución detallada del problema.

RESULTADOS E INTERPRETACIONES

Una vez ejecutado el programa, se obtiene la siguiente solución mostrada en una ventana dentro de la interfaz del software Lingo.

Figura 29

Resultado computacional Lingo día 2.



The screenshot shows a window titled "Solution Report - modelo_dia 2" with a blue header. The main content area displays the following text:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                16.00000
Infeasibilities:                0.00000
Total solver iterations:        21
Elapsed runtime seconds:        0.14

Model Class:                    LP

Total variables:                210
Nonlinear variables:            0
Integer variables:              0

Total constraints:              102
Nonlinear constraints:          0

Total nonzeros:                834
Nonlinear nonzeros:            0
```

Nota. Elaboración propia.

En esta ventana de la interfaz se observa que:

- El modelo matemático posee 210 variables de decisión en total.
- El modelo matemático en total contiene 102 restricciones.
- Se detectó cero errores en la compilación del programa.
- La solución se obtuvo después de un total de 21 iteraciones.

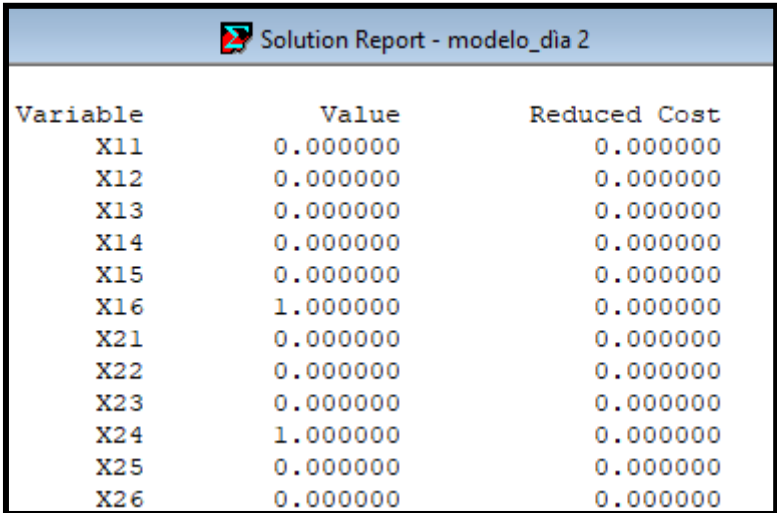
Por último, nos brinda el mejor valor de la función objetivo, que en este caso es 16, es decir, que la cantidad mínima de asesores que se debe de asignar en total para abarcar la demanda de clientes de las 6 sucursales de venta son 16 asesores técnicos comerciales.

Cantidad mínima de asesores asignados por sucursal

La solución que se obtuvo con el software fue de la siguiente manera (ver resultado completo en el anexo 15):

Figura 30

Resultados de cantidad de asesores día 2.



Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	0.000000
X12	0.000000	0.000000
X13	0.000000	0.000000
X14	0.000000	0.000000
X15	0.000000	0.000000
X16	1.000000	0.000000
X21	0.000000	0.000000
X22	0.000000	0.000000
X23	0.000000	0.000000
X24	1.000000	0.000000
X25	0.000000	0.000000
X26	0.000000	0.000000

Nota. Elaboración propia.

En este cuadro se muestra el resultado de las asignaciones de los 35 asesores técnicos comerciales con respecto a cada una de las sucursales de venta. Esto lo podemos verificar en la columna “Value”, donde “0” significa “no asignado” y “1” significa “asignado”. Algunas de las interpretaciones de los resultados presentados son como siguen:

- El asesor 1 será designado a la sucursal 6: Ica.
- El asesor 2 será designado a la sucursal 4: Cajamarca.
- El asesor 3 no será asignado a ninguna sucursal.
- El asesor 4 será designado a la sucursal 4: Cajamarca.
- El asesor 7 será designado a la sucursal 5: Huancayo.

Y así sucesivamente hasta llegar a nuestros últimos asesores técnicos:

- El asesor 33 será designado a la sucursal 1: Lima.
- El asesor 35 no será asignado a ninguna de las sucursales.

En base a lo mostrado e interpretado, se presentan los resultados dentro de un cuadro para mejor ilustración:

Tabla 10

Cantidades mínimas por sucursal del día 2.

Sucursal	Cantidad mínima de asesores
Lima	7
Arequipa	2
Trujillo	2
Cajamarca	2
Huancayo	2
Ica	1
Ucayali	0
Loreto	0
Total	16

Nota. Elaboración propia.

Este cuadro representa el requerimiento mínimo de asesores que se necesita para cubrir toda la demanda de los clientes para el día N°2 (fin de mes), es decir, que:

- Para la sucursal de Lima se asignarán 7 asesores.
- Para la sucursal de Arequipa se asignarán 2 asesores.
- Para la sucursal de Trujillo se asignarán 2 asesores.
- Para la sucursal de Cajamarca se asignarán 2 asesores.
- Para la sucursal de Huancayo se asignarán 2 asesores.
- Para la sucursal de Ica se asignarán 1 asesores.
- Para la sucursal de Ucayali se asignarán 0 asesores.
- Para la sucursal de Loreto se asignarán 0 asesores.

De esta manera concluimos que en total se asignarán como mínimo 16 asesores técnicos comerciales, para cubrir la demanda requerida del día de visita de fin de mes.

ASESORES ASIGNADOS POR SUCURSALES DÍA 2.

Luego de haber definido en base a los resultados la cantidad mínima de asesores a asignar en cada sucursal de venta para el segundo día de visitas, procedemos a detallar en un cuadro los nombres de los asesores técnicos comerciales que han sido asignados a cada punto de venta, así también mencionaremos su código.

Tabla 11

Nombres y códigos de asesores asignados al día 2.

Ítem	Asesor técnico comercial	Sucursal de venta asignado	Nombre del ATC
1	ATC1	Ica	Mario Esteban Quispe Paico
2	ATC2	Cajamarca	Marina Mamani Ochoa
3	ATC4	Lima	Carlos Ramos Robles
4	ATC7	Huancayo	Jesús Manuel García Pérez
5	ATC10	Arequipa	Manuel Mendoza Espinoza
6	ATC13	Lima	Diego Vargas Suárez
7	ATC15	Lima	Diana Carolina Silva Córdova
8	ATC17	Lima	Paulo Carlos Ritalva Rodríguez
9	ATC19	Lima	Luciana Díaz Sarmiento
10	ATC21	Huancayo	Carlos Zabaleta Risco
11	ATC22	Cajamarca	Richard Manuel Peralta G.
12	ATC23	Arequipa	Javier Félix Salazar Corrales
13	ATC26	Lima	Gilbert Pinto Osorio
14	ATC28	Trujillo	Daniela Cajachagua Caire
15	ATC30	Trujillo	Marisol Medina Aguilar
16	ATC33	Lima	Betty Chirinos Samaniego

Nota. Elaboración propia.

ASESORES NO ASIGNADOS

Tenemos a estos 19 asesores técnico-comerciales que no recibieron programación para realizar alguna visita. Es importante resaltar que, si estos

asesores no fueron asignados en esta etapa, fue debido a las restricciones que se están tomando en cuenta.

Tabla 12

Asesores no asignados al día 2.

Ítem	Asesor técnico comercial	Nombre del ATC
1	ATC3	Miriam Gloria Pérez Canto
2	ATC5	Emily Gricelda Chávez Sainz
3	ATC6	Gimena Torres Villafana
4	ATC8	Estefany López Esteban
5	ATC9	Carmen Robles Chipana
6	ATC11	Marco Esteban Yupanqui Barrientos
7	ATC12	Marleny Huamán Chimaico
8	ATC14	Óscar Daniel Vásquez Torres
9	ATC16	Javier Castro Rojas
10	ATC18	Ana Sofía Pelayo Chacsa
11	ATC20	Mirtha Saldaña Rojas
12	ATC24	Víctor Enrique De la Cruz Gonzales
13	ATC25	Aldair Mamani Rosales
14	ATC27	Juliana Cristell Peña Ríos
15	ATC29	Milagros Lina Ricapa Reyna
16	ATC31	Piero José Arena Bardales
17	ATC32	Rosa Belinda Vela Romero
18	ATC34	Cristina Valero Lara
19	ATC35	Lucía Esmeralda Atachagua Uribe

Nota. Elaboración propia.

ANÁLISIS POST-ÓPTIMO

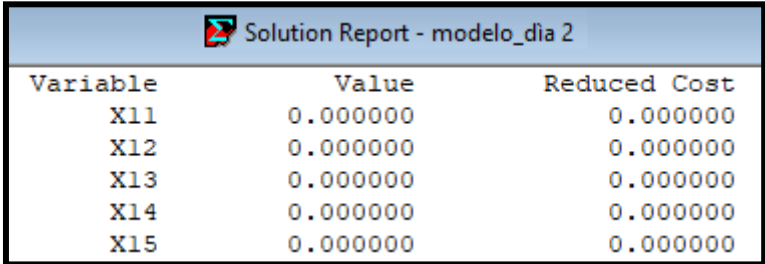
Una vez obtenidos a los asesores que serán asignados a ciertas sucursales, procedemos a realizar un análisis de sensibilidad a las variables y restricciones.

Análisis Reduce Cost

Para realizar este análisis se presenta el siguiente cuadro, donde se encuentra el costo reducido “reduced cost” permitido para cada variable (ver anexo 15).

Figura 31

Análisis Reduced cost día 2.



Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	0.000000
X12	0.000000	0.000000
X13	0.000000	0.000000
X14	0.000000	0.000000
X15	0.000000	0.000000

Nota. Elaboración propia.

Según los resultados que nos muestra la figura, algunas de las interpretaciones serían como sigue:

- Si al asesor 1 se les asignara a las sucursales 1, 2, 3, 4 o 5, el valor mínimo de la cantidad de asesores de servicio asignado no variaría, ya que el costo reducido para esta variante es 0.
- Si al asesor 2 se les asignara a las sucursales 1, 2, 3, 5 o 6, el valor mínimo de la cantidad de asesores no variaría, ya que al igual que el caso anterior el costo reducido para esta variante es cero.
- De igual manera para el resto de las variables.

Análisis de las restricciones

Para este análisis se presenta el siguiente cuadro, donde se aprecia algunas de las 102 restricciones, cada uno con diferente interpretación, asimismo cabe resaltar que el software Lingo considera a la función objetivo como una restricción, es por ello por lo que lo incorpora en el análisis como restricción número 1 (ver anexo 17).

Figura 32

Análisis de sensibilidad día 2.

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	16.000000	-1.000000
2	0.000000	-1.000000
3	0.000000	-1.000000
4	0.000000	-1.000000
5	0.000000	-1.000000
6	0.000000	-1.000000
7	0.000000	-1.000000
8	0.000000	0.000000

Nota. Elaboración propia.

Análisis para Slack or Surplus

El cual nos brinda el valor de la variable de holgura o del exceso en la mejor solución, algunas de las interpretaciones serían de la siguiente manera:

- Los asesores en exceso que se encuentran dentro de la restricción 9 $X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} \leq 1$ vale 0, es decir, que esta restricción cumple con la igualdad, ya que el asesor fue asignado a la sucursal de Lima, es decir, se le asignó a lo mucho un lugar.

Análisis para Dual Price

El cual nos representa el índice de mejora en el valor óptimo de la función objetivo, cuando el segundo miembro de esta restricción aumenta o disminuye.

- Si en la restricción 3

$$\begin{aligned} X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + X_{62} + X_{72} + X_{82} + X_{92} + X_{102} + \\ X_{112} + X_{122} + X_{132} + X_{142} + X_{152} + X_{162} + X_{172} + X_{182} + X_{192} + X_{202} + \\ X_{212} + X_{222} + X_{232} + X_{242} + X_{252} + X_{262} + X_{272} + X_{282} + X_{292} + X_{302} + \\ X_{312} + X_{322} + X_{332} + X_{342} + X_{352} \geq 2 \end{aligned}$$

aumentamos al término independiente en una unidad, es decir, que, si pasamos de 2 a 3 el requerimiento mínimo de asesores para la sucursal a

Arequipa, nuestra función objetivo aumentaría a 17 asesores como mínimo para esta sucursal, es decir, tendríamos que aumentar un asesor más para cumplir con el requerimiento mínimo para abarcar la demanda total de clientes.

RESULTADO FINAL

Después de haber formulado y resuelto nuestros dos modelos de programación lineal para la asignación del primer y segundo día de visitas en un mes, a continuación, presentaré los dos resultados obtenidos, estos resultados se presentarán en dos cuadros por separado, indicando el código del asesor técnico comercial, la sucursal al cual fue asignado y el nombre completo del asesor, por lo que con esto ya tenemos de manera formal qué asesores deberán de realizar visitas en esos dos días.

Tabla 13

Resultado final: asesores asignados por día y sucursal.

ASESORES ASIGNADOS DÍA N°1 (QUINCENA DE MES)			
ÍTEM	Código Asesor	Sucursal de venta asignado	Nombre del ATC
1	ATC1	Cajamarca	Mario Esteban Quispe Paico
2	ATC31	Cajamarca	Piero José Arena Bardales
3	ATC32	Cajamarca	Rosa Belinda Vela Romero
4	ATC2	Lima	Marina Mamani Ochoa
5	ATC9	Lima	Carmen Robles Chipana
6	ATC15	Lima	Diana Carolina Silva Córdova
7	ATC18	Lima	Ana Sofía Pelayo Chacsa
8	ATC26	Lima	Gilbert Pinto Osorio
9	ATC29	Lima	Milagros Lina Ricapa Reyna
10	ATC30	Lima	Marisol Medina Aguilar
11	ATC33	Lima	Betty Chirinos Samaniego
12	ATC3	Ica	Miriam Gloria Pérez Canto
13	ATC5	Ica	Emily Gricelda Chávez Sainz
14	ATC13	Ica	Diego Vargas Suárez

15	ATC28	Ica	Daniela Cajachagua Caire
16	ATC4	Trujillo	Carlos Ramos Robles
17	ATC8	Trujillo	Estefany López Esteban
18	ATC19	Trujillo	Luciana Díaz Sarmiento
19	ATC27	Trujillo	Juliana Cristell Peña Ríos
20	ATC35	Trujillo	Lucía Esmeralda Atachagua Uribe
21	ATC10	Arequipa	Manuel Mendoza Espinoza
22	ATC21	Arequipa	Carlos Zavaleta Risco
23	ATC23	Arequipa	Javier Félix Salazar Corrales
24	ATC7	Huancayo	Jesús Manuel García Pérez
25	ATC17	Huancayo	Paulo Carlos Ritalva Rodríguez
26	ATC22	Huancayo	Richard Manuel Peralta Gómez
27	ATC20	Ucayali	Mirtha Saldaña Rojas
28	ATC16	Loreto	Javier Castro Rojas

ASESORES ASIGNADOS DÍA N°2 (FIN DE MES)

ÍTEM	Código Asesor	Sucursal de venta asignado	Nombre del ATC
1	ATC1	Ica	Mario Esteban Quispe Paico
2	ATC4	Lima	Carlos Ramos Robles
3	ATC13	Lima	Diego Vargas Suárez
4	ATC15	Lima	Diana Carolina Silva Córdova
5	ATC17	Lima	Paulo Carlos Ritalva Rodríguez
6	ATC19	Lima	Luciana Díaz Sarmiento
7	ATC26	Lima	Gilbert Pinto Osorio
8	ATC33	Lima	Betty Chirinos Samaniego
9	ATC2	Cajamarca	Marina Mamani Ochoa
10	ATC22	Cajamarca	Richard Manuel Peralta Gómez
11	ATC7	Huancayo	Jesús Manuel García Pérez
12	ATC21	Huancayo	Carlos Zavaleta Risco
13	ATC10	Arequipa	Manuel Mendoza Espinoza
14	ATC23	Arequipa	Javier Félix Salazar Corrales
15	ATC28	Trujillo	Daniela Cajachagua Caire

Nota. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Al culminar el desarrollo de este trabajo de investigación, se procedió a realizar una comparación de los resultados obtenidos mediante el desarrollo de los modelos de programación lineal versus los resultados según el plan empírico que se ejecutaba por la empresa, de esa manera se obtuvieron las siguientes conclusiones principales:

1. La finalidad del presente trabajo de investigación ha sido presentar el manejo de una de las herramientas matemáticas de la investigación operativa, el cual es necesario para la optimización dentro de una empresa, de esta manera se puedan cumplir con sus objetivos internos y externos para ser competentes dentro del mercado.
2. Se concluyó que la cantidad de demanda total de clientes que se requería visitar por los asesores en el primer día fue de 108 clientes distribuidos en las 8 sucursales de ventas a nivel nacional, y para el segundo día fue de 59 clientes distribuidos en 6 sucursales de venta.
3. El requerimiento mínimo de asesores técnicos comerciales que se necesitó para cubrir la demanda total en el primer día de visita programado fue de 28 y para el segundo día de visita se requirió de 16 asesores técnicos comerciales.
4. La cantidad total de asesores técnico-comerciales que se asignó a las diversas sucursales mediante el modelo de programación lineal fue igual a 28 asesores para el día 1 y 16 asesores para el día 2, lo cual fue considerablemente menor a la cantidad que normalmente se efectuaban de manera empírica.
5. Se concluyó que el tiempo en que demoraba un asesor en visitar a un cliente era de dos horas, lo que nos hacía concluir que al día podrían visitar a 4 clientes. Sin embargo, con el plan empírico se visitaban a 3 como máximo e incluso a ninguno.
6. Se concluyó que la cantidad de asesores totales requeridos para las diversas sucursales son las mínimas, es decir, que no existirá otra forma de realizar la asignación que nos genere una menor cantidad de

asesores, y esto está garantizado por la herramienta de Programación Lineal, salvo que se modifiquen algunos factores que se tomaron en cuenta.

7. Se concluyó que la determinación de la asignación de asesores a los puntos de venta reduce indirectamente los costos innecesarios en los que incurría la empresa, así también se reduce las horas extras, las pérdidas en las atenciones, mala satisfacción al cliente y exceso de asesores en ciertos puntos.
8. Entonces se puede concluir que el Modelo de Programación Lineal, garantiza que se puede realizar de forma eficiente la asignación de asesores a los puntos de venta.
9. Se redujo el tiempo de realizar el proceso de programación de 15 días a 5 días, es decir, el tiempo de elaboración de la programación de visitas se redujo en un 67%.

RECOMENDACIONES

Luego de haber brindado las conclusiones a las cuales se llegó, procedo a brindar algunas recomendaciones para continuar con este trabajo:

1. Si bien el modelo se ha formulado para una empresa del sector eléctrico, esta se puede replicar en otros tipos de empresa, considerando de repente mayor cantidad de datos para el estudio.
2. Para el desarrollo de este modelo se utilizó ciertos factores como la disponibilidad, preferencias, requerimientos, entre otros. Sin embargo, se puede hacer un estudio tomando en cuenta factores adicionales como: los costos de contratación de los asesores de servicio, los gastos de viáticos en caso sean para viajar, las ganancias de la empresa, entre otros.
3. Si bien se realizó la aplicación de este modelo, este se hizo solo por facilidades y limitación del software Lindo 18.0 utilizado, sin embargo, para problemas con mayor cantidad de variables y restricciones, se debe de utilizar un software alternativo como el Tora o el Matlab.
4. Por último, se debe de tener en cuenta que para que este y futuros proyectos tengan éxito, las políticas de la empresa deberían de cambiar a ciertas reglas y mayor control en el personal de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ortiz, J. (2018). *Aplicación web basada en un método de asignación multicriterio y programación lineal para apoyar la planificación de horarios del personal de seguridad de la Municipalidad de Provincial de Chiclayo* [Título profesional, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].
- Mongrut, E, & Tigre, E. (2021). *Aplicación de la Programación lineal en el área de extrusión para optimizar la producción en la empresa PROCOMSAC* [Título profesional, Universidad Señor de Sipán].
- Flores, A. (2017). *La sistematización del proceso de asignación de personal con el fin de implementar las especialidades funcionales dentro de la Policía Nacional del Perú* [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Echevarría, L. (2021). *Análisis de la asignación de personal de oficiales por parte del comando de personal del Ejército del Perú* [Tesis de Maestría, Escuela Superior de Guerra del Ejército].
- Gonzalez, B, & Suarez, A. (2018). *Desarrollo de un modelo de asignación de horarios en el entorno educativo mediante la programación lineal* [Título profesional, Universidad Autónoma de Occidente].
- Carranza, D, & Moncada, L. (2019). *Optimización de las utilidades en la empresa DM&E S.A.S mediante un modelo de programación lineal que permita mejorar su rendimiento operacional* [Título profesional, Universidad Piloto de Colombia].
- Martinez, G. (2017). *Optimización de la asignación de personal en un sistema de transporte de pasajeros* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Beltran, J. (2020). *Modelo de asignación de personal para la operación de transporte de camiones de GATEGOURMET* [Tesis, Universidad de los Andes].

- Taha, H. (2012). *Investigación de Operaciones (9na ed.)*. Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Pérez, R. (2019). *Introducción a los modelos de Optimización*. Universidad Piloto de Colombia.
- Baquela, E. y Redchuk, A. (2013). *Optimización matemática con R, Volumen 1 Introducción al modelo y resolución de problemas*. Bubok Publishing.
- Wayne, W. (2006). *Investigación de Operaciones, aplicaciones y algoritmos (4ta ed.)*. International Thomson Editores S.A.
- Hillier, F. y Lieberman, G. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones (9na ed.)*. McGraw-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Álvarez, J. (2014). *Programación lineal Investigación de Operaciones (3ra ed.)*. Universidad Nacional de Ingeniería.

ANEXOS

Anexo 1

Entrevista sobre la programación de visitas.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS



Nombre del entrevistador (ora): Yesenia Denisse Victorio Cruz.

Nombre del entrevistado (a): _____

Título del Trabajo de Investigación de Suficiencia Profesional: Modelo de Programación Lineal para la Asignación de asesores a puntos de venta en la empresa Grupo Agra SAC.

Tipo de encuesta: Informativa y de opinión.

Leyenda:	S: sí	N: no		
ÍTEM	PROPOSICIÓN		S	N
1	¿Para realizar la asignación de asesores a los puntos de venta, se toma en cuenta la disponibilidad de horarios del asesor?			
2	¿Para realizar la asignación de asesores a los puntos de venta, se toma en cuenta el monto límite en viáticos?			
3	¿Ha notado que durante las visitas hay asesores con tiempo ocioso?			
4	¿Han habido quejas de los clientes por no cumplir con la visitada programada?			
5	¿Qué tiempo demora en realizar la programación para las visitas? a) 1 día b) 2 días c) 3 días d) 4 días e) de 5 a más días			

Nota. Elaboración propia.

Anexo 2

Entrevista sobre preferencias y disponibilidad del asesor.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS



Nombre del entrevistador (ora): Yesenia Denisse Victorio Cruz.

Nombre del entrevistado (a): _____

Título del Trabajo de Investigación de Suficiencia Profesional: Modelo de Programación Lineal para la Asignación de asesores a puntos de venta en la empresa Grupo Agra SAC.

Tipo de encuesta: Informativa y de opinión.

Leyenda:	N: nunca	CN: casi nunca	AV: a veces	CS: casi siempre	S: siempre					
ÍTEM	PROPOSICIÓN					N	CN	AV	CS	S
1	¿Con qué frecuencia te asignan visitar a un cliente?									
2	¿Estás de acuerdo o en desacuerdo con el lugar que te asignan? a) De acuerdo b) En desacuerdo									
3	¿En un día de visita, te sobra tiempo para hacer otras actividades? a) Sí b) No c) No opina									
4	¿En cuál de estos dos días se te acomoda mejor el tiempo para que puedas realizar visitas? a) Quincena de mes. b) Fines de mes. c) Ambas d) Ninguno									
5	¿A qué lugar te gustaría que te asignen? a) Lima b) Arequipa c) Trujillo d) Huancayo e) Ucayali f) Cajamarca g) Ica h) Loreto									

Nota. Elaboración propia.

Anexo 3

Disponibilidad del asesor.

SUCURSAL	ASESORES																																			TOTAL	SE NECESITA			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35					
VISITA DÍA N°1 (QUINCENA DE MES-15)	LIMA	☺	☺					☺							☺						☺						☺							☺				12	8	
	AREQUIPA			☺					☺												☺							☺										5	3	
	TRUJILLO		☺	☺			☺																													☺		7	5	
	CAJAMARCA	☺								☺																												5	3	
	HUANCAYO		☺				☺										☺																					7	3	
	ICA					☺							☺																									10	4	
	UCAYALI	☺														☺																						6	1	
	LORETO	☺						☺								☺																						6	1	
																																						28		
VISITA DÍA N°2 (FIN DE MES - 30)	LIMA			☺		☺		☺				☺		☺																								13	7	
	AREQUIPA		☺						☺																														5	2
	TRUJILLO																																					3	2	
	CAJAMARCA	☺																																				3	2	
	HUANCAYO	☺																																				9	2	
	ICA	☺																																				10	1	
	UCAYALI																																					2	0	
	LORETO																																					3	0	
																																							16	

Elaboración propia.

Anexo 4

Software Lingo - Función Objetivo del día N°1 de visita.

```
Lingo Model - MODELO
MIN X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+
X28+X31+X32+X33+X34+X35+X36+X37+X38+X41+X42+X43+X44+X45+X46+X47+
X48+X51+X52+X53+X54+X55+X56+X57+X58+X61+X62+X63+X64+X65+X66+X67+
X68+X71+X72+X73+X74+X75+X76+X77+X78+X81+X82+X83+X84+X85+X86+X87+
X88+X91+X92+X93+X94+X95+X96+X97+X98+X101+X102+X103+X104+X105+X106+
X107+X108+X111+X112+X113+X114+X115+X116+X117+X118+X121+X122+X123+
X124+X125+X126+X127+X128+X131+X132+X133+X134+X135+X136+X137+X138+
X141+X142+X143+X144+X145+X146+X147+X148+X151+X152+X153+X154+X155+
X156+X157+X158+X161+X162+X163+X164+X165+X166+X167+X168+X171+X172+
X173+X174+X175+X176+X177+X178+X181+X182+X183+X184+X185+X186+X187+
X188+X191+X192+X193+X194+X195+X196+X197+X198+X201+X202+X203+X204+
X205+X206+X207+X208+X211+X212+X213+X214+X215+X216+X217+X218+X221+
X222+X223+X224+X225+X226+X227+X228+X231+X232+X233+X234+X235+X236+
X237+X238+X241+X242+X243+X244+X245+X246+X247+X248+X251+X252+X253+
X254+X255+X256+X257+X258+X261+X262+X263+X264+X265+X266+X267+X268+
X271+X272+X273+X274+X275+X276+X277+X278+X281+X282+X283+X284+X285+
X286+X287+X288+X291+X292+X293+X294+X295+X296+X297+X298+X301+X302+
X303+X304+X305+X306+X307+X308+X311+X312+X313+X314+X315+X316+X317+
X318+X321+X322+X323+X324+X325+X326+X327+X328+X331+X332+X333+X334+
X335+X336+X337+X338+X341+X342+X343+X344+X345+X346+X347+X348+X351+
X352+X353+X354+X355+X356+X357+X358
```

Nota. Elaboración propia.

Anexo 5

Software Lingo – Restricciones de requerimiento del día N°1 de visita.

Lingo Model - MODELO
$X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{41}+X_{51}+X_{61}+X_{71}+X_{81}+X_{91}+X_{101}+X_{111}+X_{121}+X_{131}+X_{141}+X_{151}+X_{161}+X_{171}+X_{181}+X_{191}+X_{201}+X_{211}+X_{221}+X_{231}+X_{241}+X_{251}+X_{261}+X_{271}+X_{281}+X_{291}+X_{301}+X_{311}+X_{321}+X_{331}+X_{341}+X_{351} \geq 8$
$X_{12}+X_{22}+X_{32}+X_{42}+X_{52}+X_{62}+X_{72}+X_{82}+X_{92}+X_{102}+X_{112}+X_{122}+X_{132}+X_{142}+X_{152}+X_{162}+X_{172}+X_{182}+X_{192}+X_{202}+X_{212}+X_{222}+X_{232}+X_{242}+X_{252}+X_{262}+X_{272}+X_{282}+X_{292}+X_{302}+X_{312}+X_{322}+X_{332}+X_{342}+X_{352} \geq 3$
$X_{13}+X_{23}+X_{33}+X_{43}+X_{53}+X_{63}+X_{73}+X_{83}+X_{93}+X_{103}+X_{113}+X_{123}+X_{133}+X_{143}+X_{153}+X_{163}+X_{173}+X_{183}+X_{193}+X_{203}+X_{213}+X_{223}+X_{233}+X_{243}+X_{253}+X_{263}+X_{273}+X_{283}+X_{293}+X_{303}+X_{313}+X_{323}+X_{333}+X_{343}+X_{353} \geq 5$
$X_{14}+X_{24}+X_{34}+X_{44}+X_{54}+X_{64}+X_{74}+X_{84}+X_{94}+X_{104}+X_{114}+X_{124}+X_{134}+X_{144}+X_{154}+X_{164}+X_{174}+X_{184}+X_{194}+X_{204}+X_{214}+X_{224}+X_{234}+X_{244}+X_{254}+X_{264}+X_{274}+X_{284}+X_{294}+X_{304}+X_{314}+X_{324}+X_{334}+X_{344}+X_{354} \geq 3$
$X_{15}+X_{25}+X_{35}+X_{45}+X_{55}+X_{65}+X_{75}+X_{85}+X_{95}+X_{105}+X_{115}+X_{125}+X_{135}+X_{145}+X_{155}+X_{165}+X_{175}+X_{185}+X_{195}+X_{205}+X_{215}+X_{225}+X_{235}+X_{245}+X_{255}+X_{265}+X_{275}+X_{285}+X_{295}+X_{305}+X_{315}+X_{325}+X_{335}+X_{345}+X_{355} \geq 3$
$X_{16}+X_{26}+X_{36}+X_{46}+X_{56}+X_{66}+X_{76}+X_{86}+X_{96}+X_{106}+X_{116}+X_{126}+X_{136}+X_{146}+X_{156}+X_{166}+X_{176}+X_{186}+X_{196}+X_{206}+X_{216}+X_{226}+X_{236}+X_{246}+X_{256}+X_{266}+X_{276}+X_{286}+X_{296}+X_{306}+X_{316}+X_{326}+X_{336}+X_{346}+X_{356} \geq 4$
$X_{17}+X_{27}+X_{37}+X_{47}+X_{57}+X_{67}+X_{77}+X_{87}+X_{97}+X_{107}+X_{117}+X_{127}+X_{137}+X_{147}+X_{157}+X_{167}+X_{177}+X_{187}+X_{197}+X_{207}+X_{217}+X_{227}+X_{237}+X_{247}+X_{257}+X_{267}+X_{277}+X_{287}+X_{297}+X_{307}+X_{317}+X_{327}+X_{337}+X_{347}+X_{357} \geq 1$

Nota. Elaboración propia.

Anexo 6

Software Lingo – Restricciones de asignación a una sola sucursal del día N°1 de visita.

```
Lingo Model - MODELO
X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18<=1
X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28<=1
X31+X32+X33+X34+X35+X36+X37+X38<=1
X41+X42+X43+X44+X45+X46+X47+X48<=1
X51+X52+X53+X54+X55+X56+X57+X58<=1
X61+X62+X63+X64+X65+X66+X67+X68<=0
X71+X72+X73+X74+X75+X76+X77+X78<=1
X81+X82+X83+X84+X85+X86+X87+X88<=1
X91+X92+X93+X94+X95+X96+X97+X98<=1
X101+X102+X103+X104+X105+X106+X107+X108<=1
X111+X112+X113+X114+X115+X116+X117+X118<=1
X121+X122+X123+X124+X125+X126+X127+X128<=0
X131+X132+X133+X134+X135+X136+X137+X138<=1
X141+X142+X143+X144+X145+X146+X147+X148<=0
X151+X152+X153+X154+X155+X156+X157+X158<=1
X161+X162+X163+X164+X165+X166+X167+X168<=1
X171+X172+X173+X174+X175+X176+X177+X178<=1
X181+X182+X183+X184+X185+X186+X187+X188<=1
X191+X192+X193+X194+X195+X196+X197+X198<=1
X201+X202+X203+X204+X205+X206+X207+X208<=1
```

```
X311+X312+X313+X314+X315+X316+X317+X318<=1
X321+X322+X323+X324+X325+X326+X327+X328<=1
X331+X332+X333+X334+X335+X336+X337+X338<=1
X341+X342+X343+X344+X345+X346+X347+X348<=1
X351+X352+X353+X354+X355+X356+X357+X358<=1
```

Nota. Elaboración propia.

Anexo 7

Software Lingo – Restricciones de no disponibilidad del asesor para día N°1 de visita.

Lingo Model - MODELO
$X_{12}+X_{13}+X_{15}+X_{16}=0$
$X_{22}+X_{24}+X_{26}+X_{27}+X_{28}=0$
$X_{31}+X_{32}+X_{33}+X_{34}+X_{35}+X_{37}+X_{38}=0$
$X_{41}+X_{44}+X_{45}+X_{46}+X_{47}+X_{48}=0$
$X_{51}+X_{52}+X_{53}+X_{54}+X_{55}+X_{57}+X_{58}=0$
$X_{71}+X_{72}+X_{73}+X_{74}+X_{76}+X_{77}+X_{78}=0$
$X_{81}+X_{82}+X_{84}+X_{85}+X_{86}+X_{87}+X_{88}=0$
$X_{92}+X_{93}+X_{94}+X_{95}+X_{96}+X_{97}+X_{98}=0$
$X_{101}+X_{103}+X_{104}+X_{105}+X_{106}+X_{107}=0$
$X_{111}+X_{112}+X_{113}+X_{115}+X_{116}+X_{117}+X_{118}=0$
$X_{131}+X_{132}+X_{133}+X_{134}+X_{135}+X_{137}+X_{138}=0$
$X_{152}+X_{153}+X_{154}+X_{155}+X_{156}+X_{157}+X_{158}=0$
$X_{161}+X_{162}+X_{163}+X_{164}+X_{165}+X_{166}=0$
$X_{171}+X_{172}+X_{173}+X_{174}+X_{176}+X_{177}+X_{178}=0$
$X_{182}+X_{183}+X_{184}+X_{185}+X_{186}+X_{187}+X_{188}=0$
$X_{191}+X_{192}+X_{194}+X_{195}+X_{197}+X_{198}=0$
$X_{201}+X_{202}+X_{203}+X_{204}+X_{205}+X_{206}=0$
$X_{211}+X_{213}+X_{214}+X_{215}+X_{216}+X_{217}+X_{218}=0$
$X_{222}+X_{223}+X_{224}+X_{227}+X_{228}=0$
$X_{231}+X_{233}+X_{234}+X_{236}+X_{237}+X_{238}=0$
$X_{241}+X_{242}+X_{243}+X_{244}+X_{245}+X_{246}+X_{28}=0$
$X_{251}+X_{252}+X_{253}+X_{254}+X_{255}+X_{256}=0$
$X_{262}+X_{263}+X_{264}+X_{265}+X_{266}+X_{267}+X_{268}=0$
$X_{272}+X_{274}+X_{277}+X_{278}=0$
$X_{281}+X_{283}+X_{284}+X_{285}+X_{287}+X_{288}=0$
$X_{292}+X_{293}+X_{294}+X_{295}+X_{297}+X_{298}=0$
$X_{302}+X_{304}+X_{306}+X_{307}+X_{308}=0$
$X_{311}+X_{312}+X_{313}+X_{315}+X_{316}+X_{317}+X_{318}=0$
$X_{322}+X_{323}+X_{325}+X_{327}+X_{328}=0$
$X_{332}+X_{333}+X_{335}+X_{337}+X_{338}=0$
$X_{341}+X_{342}+X_{343}+X_{344}+X_{345}+X_{346}=0$
$X_{351}+X_{352}+X_{354}+X_{355}+X_{356}+X_{357}+X_{358}=0$

Nota. Elaboración propia.

Anexo 8

Software Lingo – Restricciones de disponibilidad del asesor para día N°1 de visita.

```
Lingo Model - MODELO
X11+X14+X17+X18<=1
X21+X23+X25<=1
X36<=1
X42+X43<=1
X56<=1
X75<=1
X83<=1
X91<=1
X102+X108<=1
X114<=1
X136<=1
X151<=1
X167+X168<=1
X175<=1
X181<=1
X193+X196<=1
X207+X208<=1
X212<=1
X221+X225+X226<=1
X232+X235<=1
```

```
Lingo Model - MODELO
X247<=1
X257+X258<=1
X261<=1
X271+X273+X275+X276<=1
X282+X286<=1
X291+X296<=1
X301+X303+X305<=1
X314<=1
X321+X324+X326<=1
X331+X334+X336<=1
X347+X348<=1
X353<=1
```

Nota. Elaboración propia.

Anexo 9

Software Lingo - Función Objetivo del día N°2 de visita.

```
Lingo Model - modelo_día 2
MIN X11+X12+X13+X14+X15+X16+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X31+X32+X33+X34+
X35+X36+X41+X42+X43+X44+X45+X46+X51+X52+X53+X54+X55+X56+X61+X62+X63+
X64+X65+X66+X71+X72+X73+X74+X75+X76+X81+X82+X83+X84+X85+X86+X91+X92+
X93+X94+X95+X96+X101+X102+X103+X104+X105+X106+X111+X112+X113+X114+
X115+X116+X121+X122+X123+X124+X125+X126+X131+X132+X133+X134+X135+
X136+X141+X142+X143+X144+X145+X146+X151+X152+X153+X154+X155+X156+
X161+X162+X163+X164+X165+X166+X171+X172+X173+X174+X175+X176+X181+
X182+X183+X184+X185+X186+X191+X192+X193+X194+X195+X196+X201+X202+
X203+X204+X205+X206+X211+X212+X213+X214+X215+X216+X221+X222+X223+
X224+X225+X226+X231+X232+X233+X234+X235+X236+X241+X242+X243+X244+
X245+X246+X251+X252+X253+X254+X255+X256+X261+X262+X263+X264+X265+
X266+X271+X272+X273+X274+X275+X276+X281+X282+X283+X284+X285+X286+
X291+X292+X293+X294+X295+X296+X301+X302+X303+X304+X305+X306+X311+
X312+X313+X314+X315+X316+X321+X322+X323+X324+X325+X326+X331+X332+
X333+X334+X335+X336+X341+X342+X343+X344+X345+X346+X351+X352+X353+
X354+X355+X356
```

Nota. Elaboración propia.

Anexo 10

Software Lingo – Restricciones de requerimiento del día N°2 de visita.

```
Lingo Model - modelo_dia 2
X11+X21+X31+X41+X51+X61+X71+X81+X91+X101+X111+X121+X131+X141+X151+X161+
X171+X181+X191+X201+X211+X221+X231+X241+X251+X261+X271+X281+X291+X301+
X311+X321+X331+X341+X351>=7
X12+X22+X32+X42+X52+X62+X72+X82+X92+X102+X112+X122+X132+X142+X152+X162+
X172+X182+X192+X202+X212+X222+X232+X242+X252+X262+X272+X282+X292+X302+
X312+X322+X332+X342+X352>=2
X13+X23+X33+X43+X53+X63+X73+X83+X93+X103+X113+X123+X133+X143+X153+X163+
X173+X183+X193+X203+X213+X223+X233+X243+X253+X263+X273+X283+X293+X303+
X313+X323+X333+X343+X353>=2
X14+X24+X34+X44+X54+X64+X74+X84+X94+X104+X114+X124+X134+X144+X154+X164+
X174+X184+X194+X204+X214+X224+X234+X244+X254+X264+X274+X284+X294+X304+
X314+X324+X334+X344+X354>=2
X15+X25+X35+X45+X55+X65+X75+X85+X95+X105+X115+X125+X135+X145+X155+X165+
X175+X185+X195+X205+X215+X225+X235+X245+X255+X265+X275+X285+X295+X305+
X315+X325+X335+X345+X355>=2
X16+X26+X36+X46+X56+X66+X76+X86+X96+X106+X116+X126+X136+X146+X156+X166+
X176+X186+X196+X206+X216+X226+X236+X246+X256+X266+X276+X286+X296+X306+
X316+X326+X336+X346+X356>=1
```

Nota. Elaboración propia.

Anexo 11

Software Lingo – Restricciones de asignación a una sola sucursal del día N°2 de visita.

```
Lingo Model - modelo_día 2
X21+X22+X23+X24+X25+X26<=1
X31+X32+X33+X34+X35+X36<=1
X41+X42+X43+X44+X45+X46<=1
X51+X52+X53+X54+X55+X56<=1
X61+X62+X63+X64+X65+X66<=1
X71+X72+X73+X74+X75+X76<=1
X81+X82+X83+X84+X85+X86<=1
X91+X92+X93+X94+X95+X96<=1
X101+X102+X103+X104+X105+X106<=1
X111+X112+X113+X114+X115+X116<=0
X121+X122+X123+X124+X125+X126<=1
X131+X132+X133+X134+X135+X136<=1
X141+X142+X143+X144+X145+X146<=1
X151+X152+X153+X154+X155+X156<=1
X161+X162+X163+X164+X165+X166<=1
X171+X172+X173+X174+X175+X176<=1
X181+X182+X183+X184+X185+X186<=0
X191+X192+X193+X194+X195+X196<=1
X201+X202+X203+X204+X205+X206<=1
X211+X212+X213+X214+X215+X216<=1
X221+X222+X223+X224+X225+X226<=1
X231+X232+X233+X234+X235+X236<=1
```

Nota. Elaboración propia.

Anexo 12

Software Lingo – Restricciones de disponibilidad del asesor para día N°2 de visita.

```
Lingo Model - modelo_dia 2
X14+X15+X16<=1
X22+X24<=1
X36<=1
X41+X45<=1
X56<=1
X61<=1
X75<=1
X81<=1
X91<=1
X102<=1
X121<=1
X131+X136<=1
X151+X156<=1
X171+X175<=1
X191+X192<=1
X215<=1
X222+X223+X224<=1
X232<=1
X261<=1
X275+X276<=1
X283<=1
X291+X296<=1
```

```
Lingo Model - modelo_dia 2
X303+X305<=1
X316<=1
X321+X325+X326<=1
X331+X335+X336<=1
```

Nota. Elaboración propia.

Anexo 13

Software Lingo – Restricciones de no disponibilidad del asesor para día N°2 de visita.


```
Lingo Model - modelo_día 2
X11+X12+X13=0
X21+X23+X25+X26=0
X31+X32+X33+X34+X35=0
X42+X43+X44+X46=0
X51+X52+X53+X54+X55=0
X62+X63+X64+X65+X66=0
X71+X72+X73+X74+X76=0
X82+X83+X84+X85+X86=0
X92+X93+X94+X95+X96=0
X101+X103+X104+X105+X106=0
X111+X112+X113+X114+X115+X116=0
X122+X123+X124+X125+X126=0
X132+X133+X134+X135=0
X141+X142+X143+X144+X145+X146=0
X152+X153+X154+X155=0
X161+X162+X163+X164+X165++X166=0
X172+X173+X174+X176=0
X181+X182+X183+X184+X185+X186=0
X193+X194+X195+X196=0
X201+X202+X203+X204+X205+X206=0|
X211+X212+X213+X214+X216=0
X221+X225+X226=0
```

```
Lingo Model - modelo_día 2
X221+X225+X226=0
X231+X233+X234+X235+X236=0
X241+X242+X243+X244+X245+X246=0
X251+X252+X253+X254+X255+X256=0
X262+X263+X264+X265+X266=0
X271+X272+X273+X274=0
X281+X282+X284+X285+X286=0
X292+X293+X294+X295=0
X301+X302+X304+X306=0
X311+X312+X313+X314+X315=0
X322+X323+X324=0
X332+X333+X334=0
X341+X342+X343+X344+X345+X346=0
X351+X352+X353+X354+X355+X356=0
```

Nota. Elaboración propia.

Anexo 14

Software Lingo – Resultados del día de visita N°1.

 Solution Report - MODELO		
Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	0.000000
X12	0.000000	0.000000
X13	0.000000	0.000000
X14	1.000000	0.000000
X15	0.000000	0.000000
X16	0.000000	0.000000
X17	0.000000	0.000000
X18	0.000000	0.000000
X21	1.000000	0.000000
X22	0.000000	0.000000
X23	0.000000	0.000000
X24	0.000000	0.000000
X25	0.000000	0.000000
X26	0.000000	0.000000
X27	0.000000	0.000000
X28	0.000000	0.000000
X31	0.000000	0.000000
X32	0.000000	0.000000
X33	0.000000	0.000000
X34	0.000000	0.000000
X35	0.000000	0.000000
X36	1.000000	0.000000
X37	0.000000	0.000000
X38	0.000000	0.000000
X41	0.000000	0.000000
X42	0.000000	0.000000
X43	1.000000	0.000000
X44	0.000000	0.000000
X45	0.000000	0.000000
X46	0.000000	0.000000

X47	0.000000	0.000000
X48	0.000000	0.000000
X51	0.000000	0.000000
X52	0.000000	0.000000
X53	0.000000	0.000000
X54	0.000000	0.000000
X55	0.000000	0.000000
X56	1.000000	0.000000
X57	0.000000	0.000000
X58	0.000000	0.000000
X61	0.000000	0.000000
X62	0.000000	0.000000
X63	0.000000	0.000000
X64	0.000000	0.000000
X65	0.000000	0.000000
X66	0.000000	0.000000
X67	0.000000	0.000000
X68	0.000000	0.000000
X71	0.000000	0.000000
X72	0.000000	0.000000
X73	0.000000	0.000000
X74	0.000000	0.000000
X75	1.000000	0.000000
X76	0.000000	0.000000
X77	0.000000	0.000000
X78	0.000000	0.000000
X81	0.000000	0.000000
X82	0.000000	0.000000
X83	1.000000	0.000000
X84	0.000000	0.000000
X85	0.000000	0.000000
X86	0.000000	0.000000
X87	0.000000	0.000000
X88	0.000000	0.000000
X91	1.000000	0.000000
X92	0.000000	0.000000
X93	0.000000	0.000000
X94	0.000000	0.000000
X95	0.000000	0.000000
X96	0.000000	0.000000
X97	0.000000	0.000000
X98	0.000000	0.000000
X101	0.000000	0.000000
X102	1.000000	0.000000
X103	0.000000	0.000000
X104	0.000000	0.000000
X105	0.000000	0.000000
X106	0.000000	0.000000
X107	0.000000	0.000000
X108	0.000000	0.000000
X111	0.000000	0.000000
X112	0.000000	0.000000
X113	0.000000	0.000000
X114	0.000000	0.000000

X115	0.000000	0.000000
X116	0.000000	0.000000
X117	0.000000	0.000000
X118	0.000000	0.000000
X121	0.000000	0.000000
X122	0.000000	0.000000
X123	0.000000	0.000000
X124	0.000000	0.000000
X125	0.000000	0.000000
X126	0.000000	0.000000
X127	0.000000	0.000000
X128	0.000000	0.000000
X131	0.000000	0.000000
X132	0.000000	0.000000
X133	0.000000	0.000000
X134	0.000000	0.000000
X135	0.000000	0.000000
X136	1.000000	0.000000
X137	0.000000	0.000000
X138	0.000000	0.000000
X141	0.000000	0.000000
X142	0.000000	0.000000
X143	0.000000	0.000000
X144	0.000000	0.000000
X145	0.000000	0.000000
X146	0.000000	0.000000
X147	0.000000	0.000000
X148	0.000000	0.000000
X151	1.000000	0.000000
X152	0.000000	0.000000
X153	0.000000	0.000000
X154	0.000000	0.000000
X155	0.000000	0.000000

X156	0.000000	0.000000
X157	0.000000	0.000000
X158	0.000000	0.000000
X161	0.000000	0.000000
X162	0.000000	0.000000
X163	0.000000	0.000000
X164	0.000000	0.000000
X165	0.000000	0.000000
X166	0.000000	0.000000
X167	0.000000	0.000000
X168	1.000000	0.000000
X171	0.000000	0.000000
X172	0.000000	0.000000
X173	0.000000	0.000000
X174	0.000000	0.000000
X175	1.000000	0.000000
X176	0.000000	0.000000
X177	0.000000	0.000000
X178	0.000000	0.000000
X181	1.000000	0.000000
X182	0.000000	0.000000
X183	0.000000	0.000000
X184	0.000000	0.000000
X185	0.000000	0.000000
X186	0.000000	0.000000
X187	0.000000	0.000000
X188	0.000000	0.000000
X191	0.000000	0.000000
X192	0.000000	0.000000
X193	1.000000	0.000000
X194	0.000000	0.000000
X195	0.000000	0.000000
X196	0.000000	0.000000
X197	0.000000	0.000000
X198	0.000000	0.000000
X201	0.000000	0.000000
X202	0.000000	0.000000
X203	0.000000	0.000000
X204	0.000000	0.000000
X205	0.000000	0.000000
X206	0.000000	0.000000
X207	1.000000	0.000000
X208	0.000000	0.000000
X211	0.000000	0.000000
X212	1.000000	0.000000
X213	0.000000	0.000000
X214	0.000000	0.000000
X215	0.000000	0.000000
X216	0.000000	0.000000
X217	0.000000	0.000000
X218	0.000000	0.000000
X221	0.000000	0.000000
X222	0.000000	0.000000
X223	0.000000	0.000000
X224	0.000000	0.000000
X225	1.000000	0.000000
X226	0.000000	0.000000

X227	0.000000	0.000000
X228	0.000000	0.000000
X231	0.000000	0.000000
X232	1.000000	0.000000
X233	0.000000	0.000000
X234	0.000000	0.000000
X235	0.000000	0.000000
X236	0.000000	0.000000
X237	0.000000	0.000000
X238	0.000000	0.000000
X241	0.000000	0.000000
X242	0.000000	0.000000
X243	0.000000	0.000000
X244	0.000000	0.000000
X245	0.000000	0.000000
X246	0.000000	0.000000
X247	0.000000	0.000000
X248	0.000000	0.000000
X251	0.000000	0.000000
X252	0.000000	0.000000
X253	0.000000	0.000000
X254	0.000000	0.000000
X255	0.000000	0.000000
X256	0.000000	0.000000
X257	0.000000	0.000000
X258	0.000000	0.000000
X261	1.000000	0.000000
X262	0.000000	0.000000
X263	0.000000	0.000000
X264	0.000000	0.000000
X265	0.000000	0.000000
X266	0.000000	0.000000
X267	0.000000	0.000000
X268	0.000000	0.000000
X271	0.000000	0.000000
X272	0.000000	0.000000
X273	1.000000	0.000000
X274	0.000000	0.000000
X275	0.000000	0.000000
X276	0.000000	0.000000
X277	0.000000	0.000000
X278	0.000000	0.000000
X281	0.000000	0.000000
X282	0.000000	0.000000
X283	0.000000	0.000000
X284	0.000000	0.000000
X285	0.000000	0.000000
X286	1.000000	0.000000
X287	0.000000	0.000000
X288	0.000000	0.000000
X291	1.000000	0.000000
X292	0.000000	0.000000
X293	0.000000	0.000000
X294	0.000000	0.000000
X295	0.000000	0.000000
X296	0.000000	0.000000
X297	0.000000	0.000000
X298	0.000000	0.000000

X301	1.000000	0.000000
X302	0.000000	0.000000
X303	0.000000	0.000000
X304	0.000000	0.000000
X305	0.000000	0.000000
X306	0.000000	0.000000
X307	0.000000	0.000000
X308	0.000000	0.000000
X311	0.000000	0.000000
X312	0.000000	0.000000
X313	0.000000	0.000000
X314	1.000000	0.000000
X315	0.000000	0.000000
X316	0.000000	0.000000
X317	0.000000	0.000000
X318	0.000000	0.000000
X321	0.000000	0.000000
X322	0.000000	0.000000
X323	0.000000	0.000000
X324	1.000000	0.000000
X325	0.000000	0.000000
X326	0.000000	0.000000
X327	0.000000	0.000000
X328	0.000000	0.000000
X331	1.000000	0.000000
X332	0.000000	0.000000
X333	0.000000	0.000000
X334	0.000000	0.000000
X335	0.000000	0.000000
X336	0.000000	0.000000
X337	0.000000	0.000000
X338	0.000000	0.000000
X341	0.000000	0.000000
X342	0.000000	0.000000
X343	0.000000	0.000000
X344	0.000000	0.000000
X345	0.000000	0.000000
X346	0.000000	0.000000
X347	0.000000	0.000000
X348	0.000000	0.000000
X351	0.000000	0.000000
X352	0.000000	0.000000
X353	1.000000	0.000000
X354	0.000000	0.000000
X355	0.000000	0.000000
X356	0.000000	0.000000
X357	0.000000	0.000000
X358	0.000000	0.000000

Elaboración propia.

Anexo 15

Software Lingo – Resultados del día de visita N°2.

Solution Report - modelo_dia 2		
Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	0.000000
X12	0.000000	0.000000
X13	0.000000	0.000000
X14	0.000000	0.000000
X15	0.000000	0.000000
X16	1.000000	0.000000
X21	0.000000	0.000000
X22	0.000000	0.000000
X23	0.000000	0.000000
X24	1.000000	0.000000
X25	0.000000	0.000000
X26	0.000000	0.000000
X31	0.000000	0.000000
X32	0.000000	0.000000
X33	0.000000	0.000000
X34	0.000000	0.000000
X35	0.000000	0.000000
X36	0.000000	0.000000
X41	1.000000	0.000000
X42	0.000000	0.000000
X43	0.000000	0.000000
X44	0.000000	0.000000
X45	0.000000	0.000000
X46	0.000000	0.000000
X51	0.000000	0.000000
X52	0.000000	0.000000
X53	0.000000	0.000000
X54	0.000000	0.000000
X55	0.000000	0.000000
X56	0.000000	0.000000
X61	0.000000	0.000000
X62	0.000000	0.000000
X63	0.000000	0.000000
X64	0.000000	0.000000
X65	0.000000	0.000000
X66	0.000000	0.000000
X71	0.000000	0.000000
X72	0.000000	0.000000
X73	0.000000	0.000000
X74	0.000000	0.000000
X75	1.000000	0.000000
X76	0.000000	0.000000
X81	0.000000	0.000000
X82	0.000000	0.000000
X83	0.000000	0.000000
X84	0.000000	0.000000
X85	0.000000	0.000000
X86	0.000000	0.000000
X91	0.000000	0.000000
X92	0.000000	0.000000
X93	0.000000	0.000000
X94	0.000000	0.000000

X95	0.000000	0.000000
X96	0.000000	0.000000
X101	0.000000	0.000000
X102	1.000000	0.000000
X103	0.000000	0.000000
X104	0.000000	0.000000
X105	0.000000	0.000000
X106	0.000000	0.000000
X111	0.000000	0.000000
X112	0.000000	0.000000
X113	0.000000	0.000000
X114	0.000000	0.000000
X115	0.000000	0.000000
X116	0.000000	0.000000
X121	0.000000	0.000000
X122	0.000000	0.000000
X123	0.000000	0.000000
X124	0.000000	0.000000
X125	0.000000	0.000000
X126	0.000000	0.000000
X131	1.000000	0.000000
X132	0.000000	0.000000
X133	0.000000	0.000000
X134	0.000000	0.000000
X135	0.000000	0.000000
X136	0.000000	0.000000
X141	0.000000	0.000000
X142	0.000000	0.000000
X143	0.000000	0.000000
X144	0.000000	0.000000
X145	0.000000	0.000000
X146	0.000000	0.000000
X151	1.000000	0.000000
X152	0.000000	0.000000
X153	0.000000	0.000000
X154	0.000000	0.000000
X155	0.000000	0.000000
X156	0.000000	0.000000
X161	0.000000	0.000000
X162	0.000000	0.000000
X163	0.000000	0.000000
X164	0.000000	0.000000
X165	0.000000	0.000000
X166	0.000000	0.000000
X171	1.000000	0.000000
X172	0.000000	0.000000
X173	0.000000	0.000000
X174	0.000000	0.000000
X175	0.000000	0.000000
X176	0.000000	0.000000
X181	0.000000	0.000000
X182	0.000000	0.000000
X183	0.000000	0.000000
X184	0.000000	0.000000
X185	0.000000	0.000000
X186	0.000000	0.000000
X191	1.000000	0.000000
X192	0.000000	0.000000

X193	0.000000	0.000000
X194	0.000000	0.000000
X195	0.000000	0.000000
X196	0.000000	0.000000
X201	0.000000	0.000000
X202	0.000000	0.000000
X203	0.000000	0.000000
X204	0.000000	0.000000
X205	0.000000	0.000000
X206	0.000000	0.000000
X211	0.000000	0.000000
X212	0.000000	0.000000
X213	0.000000	0.000000
X214	0.000000	0.000000
X215	1.000000	0.000000
X216	0.000000	0.000000
X221	0.000000	0.000000
X222	0.000000	0.000000
X223	0.000000	0.000000
X224	1.000000	0.000000
X225	0.000000	0.000000
X226	0.000000	0.000000
X231	0.000000	0.000000
X232	1.000000	0.000000
X233	0.000000	0.000000
X234	0.000000	0.000000
X235	0.000000	0.000000
X236	0.000000	0.000000
X241	0.000000	0.000000
X242	0.000000	0.000000
X243	0.000000	0.000000
X244	0.000000	0.000000
X245	0.000000	0.000000
X246	0.000000	0.000000
X251	0.000000	0.000000
X252	0.000000	0.000000
X253	0.000000	0.000000
X254	0.000000	0.000000
X255	0.000000	0.000000
X256	0.000000	0.000000
X261	1.000000	0.000000
X262	0.000000	0.000000
X263	0.000000	0.000000
X264	0.000000	0.000000
X265	0.000000	0.000000
X266	0.000000	0.000000
X271	0.000000	0.000000
X272	0.000000	0.000000
X273	0.000000	0.000000
X274	0.000000	0.000000
X275	0.000000	0.000000
X276	0.000000	0.000000
X281	0.000000	0.000000
X282	0.000000	0.000000
X283	1.000000	0.000000
X284	0.000000	0.000000
X285	0.000000	0.000000

X286	0.000000	0.000000
X291	0.000000	0.000000
X292	0.000000	0.000000
X293	0.000000	0.000000
X294	0.000000	0.000000
X295	0.000000	0.000000
X296	0.000000	0.000000
X301	0.000000	0.000000
X302	0.000000	0.000000
X303	1.000000	0.000000
X304	0.000000	0.000000
X305	0.000000	0.000000
X306	0.000000	0.000000
X311	0.000000	0.000000
X312	0.000000	0.000000
X313	0.000000	0.000000
X314	0.000000	0.000000
X315	0.000000	0.000000
X316	0.000000	0.000000
X321	0.000000	0.000000
X322	0.000000	0.000000
X323	0.000000	0.000000
X324	0.000000	0.000000
X325	0.000000	0.000000
X326	0.000000	0.000000
X331	1.000000	0.000000
X332	0.000000	0.000000
X333	0.000000	0.000000
X334	0.000000	0.000000
X335	0.000000	0.000000
X336	0.000000	0.000000
X341	0.000000	0.000000
X342	0.000000	0.000000
X343	0.000000	0.000000
X344	0.000000	0.000000
X345	0.000000	0.000000
X346	0.000000	0.000000
X351	0.000000	0.000000
X352	0.000000	0.000000
X353	0.000000	0.000000
X354	0.000000	0.000000
X355	0.000000	0.000000
X356	0.000000	0.000000

Elaboración propia.

Anexo 16

Software Lingo – Análisis de sensibilidad para el día N°1 de visita.

Solution Report - MODELO		
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	28.000000	-1.000000
2	0.000000	-1.000000
3	0.000000	-1.000000
4	0.000000	-1.000000
5	0.000000	-1.000000
6	0.000000	-1.000000
7	0.000000	-1.000000
8	0.000000	-1.000000
9	0.000000	-1.000000
10	0.000000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	0.000000
13	0.000000	0.000000
14	0.000000	0.000000
15	0.000000	0.000000
16	0.000000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	1.000000	0.000000
21	0.000000	0.000000
22	0.000000	0.000000
23	0.000000	0.000000
24	0.000000	0.000000
25	0.000000	0.000000
26	0.000000	0.000000
27	0.000000	0.000000
28	0.000000	0.000000
29	0.000000	0.000000
30	0.000000	0.000000
31	0.000000	0.000000
32	0.000000	0.000000
33	1.000000	0.000000
34	1.000000	0.000000
35	0.000000	0.000000
36	0.000000	0.000000
37	0.000000	0.000000
38	0.000000	0.000000
39	0.000000	0.000000
40	0.000000	0.000000
41	0.000000	0.000000
42	1.000000	0.000000
43	0.000000	0.000000
44	0.000000	0.000000
45	0.000000	0.000000
46	0.000000	0.000000
47	0.000000	0.000000
48	0.000000	0.000000
49	0.000000	0.000000
50	0.000000	0.000000
51	0.000000	0.000000

52	0.000000	0.000000
53	0.000000	0.000000
54	0.000000	0.000000
55	0.000000	0.000000
56	0.000000	0.000000
57	0.000000	0.000000
58	0.000000	0.000000
59	0.000000	0.000000
60	0.000000	0.000000
61	0.000000	0.000000
62	0.000000	0.000000
63	0.000000	0.000000
64	0.000000	0.000000
65	0.000000	0.000000
66	0.000000	0.000000
67	0.000000	0.000000
68	0.000000	0.000000
69	0.000000	0.000000
70	0.000000	0.000000
71	0.000000	0.000000
72	0.000000	0.000000
73	0.000000	0.000000
74	0.000000	0.000000
75	0.000000	0.000000
76	0.000000	0.000000
77	0.000000	0.000000
78	0.000000	0.000000
79	0.000000	0.000000
80	0.000000	0.000000
81	0.000000	0.000000
82	0.000000	0.000000
83	0.000000	0.000000
84	0.000000	0.000000
85	1.000000	0.000000
86	0.000000	0.000000
87	0.000000	0.000000
88	0.000000	0.000000
89	0.000000	0.000000
90	0.000000	0.000000
91	0.000000	0.000000
92	0.000000	0.000000
93	0.000000	0.000000
94	0.000000	0.000000
95	0.000000	0.000000
96	1.000000	0.000000
97	1.000000	0.000000
98	0.000000	0.000000
99	0.000000	0.000000
100	0.000000	0.000000
101	0.000000	0.000000
102	0.000000	0.000000
103	0.000000	0.000000
104	0.000000	0.000000
105	0.000000	0.000000
106	1.000000	0.000000
107	0.000000	0.000000

Elaboración propia.

Anexo 17

Software Lingo – Análisis de sensibilidad para el día N°2 de visita.

Solution Report - modelo_dia 2		
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	16.000000	-1.000000
2	0.000000	-1.000000
3	0.000000	-1.000000
4	0.000000	-1.000000
5	0.000000	-1.000000
6	0.000000	-1.000000
7	0.000000	-1.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	1.000000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	1.000000	0.000000
13	1.000000	0.000000
14	0.000000	0.000000
15	1.000000	0.000000
16	1.000000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	1.000000	0.000000
20	0.000000	0.000000
21	1.000000	0.000000
22	0.000000	0.000000
23	1.000000	0.000000
24	0.000000	0.000000
25	0.000000	0.000000
26	0.000000	0.000000
27	1.000000	0.000000
28	0.000000	0.000000
29	0.000000	0.000000
30	0.000000	0.000000
31	1.000000	0.000000
32	1.000000	0.000000
33	0.000000	0.000000
34	1.000000	0.000000
35	0.000000	0.000000
36	0.000000	0.000000
37	1.000000	0.000000
38	1.000000	0.000000
39	0.000000	0.000000
40	1.000000	0.000000
41	0.000000	0.000000
42	0.000000	0.000000
43	0.000000	0.000000
44	1.000000	0.000000
45	0.000000	0.000000
46	1.000000	0.000000
47	1.000000	0.000000
48	0.000000	0.000000
49	1.000000	0.000000
50	1.000000	0.000000
51	0.000000	0.000000
52	1.000000	0.000000

53	0.000000	0.000000
54	0.000000	0.000000
55	0.000000	0.000000
56	0.000000	0.000000
57	0.000000	0.000000
58	0.000000	0.000000
59	0.000000	0.000000
60	0.000000	0.000000
61	1.000000	0.000000
62	0.000000	0.000000
63	1.000000	0.000000
64	0.000000	0.000000
65	1.000000	0.000000
66	1.000000	0.000000
67	0.000000	0.000000
68	0.000000	0.000000
69	0.000000	0.000000
70	0.000000	0.000000
71	0.000000	0.000000
72	0.000000	0.000000
73	0.000000	0.000000
74	0.000000	0.000000
75	0.000000	0.000000
76	0.000000	0.000000
77	0.000000	0.000000
78	0.000000	0.000000
79	0.000000	0.000000
80	0.000000	0.000000
81	0.000000	0.000000
82	0.000000	0.000000
83	0.000000	0.000000
84	0.000000	0.000000
85	0.000000	0.000000
86	0.000000	0.000000
87	0.000000	0.000000
88	0.000000	0.000000
89	0.000000	0.000000
90	0.000000	0.000000
91	0.000000	0.000000
92	0.000000	0.000000
93	0.000000	0.000000
94	0.000000	0.000000
95	0.000000	0.000000
96	0.000000	0.000000
97	0.000000	0.000000
98	0.000000	0.000000
99	0.000000	0.000000
100	0.000000	0.000000
101	0.000000	0.000000
102	0.000000	0.000000

Elaboración propia.