Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Matemáticas
Escuela Profesional de Investigación Operativa

Maximización de la utilidad del mantenimiento, calibración y/o reparación en el área técnica de la empresa SEGUINSA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Investigación Operativa

AUTOR

Yna Levy CRISTOBAL ESPINOZA

ASESOR

Miky Gerónimo ORTIZ RAMÍREZ

Lima, Perú

2021



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

Cristobal, Y. (2021). *Maximización de la utilidad del mantenimiento, calibración y/o reparación en el área técnica de la empresa SEGUINSA.* [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	Yna Levy Cristobal Espinoza
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45538591
URL de ORCID	-
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25796803
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2090-4544
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Mg. Inés Gambini López Vda. de Chuquimuni
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08263251
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Mg. 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	Agosto 2021 - noviembre 2021
URL de disciplinas OCDE	Matemáticas aplicadas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02

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 2021-I)

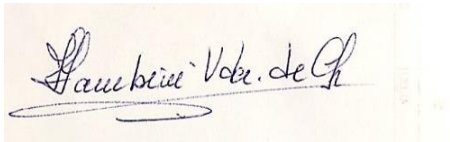
En Lima, siendo las 18.05 horas del sábado 02 de octubre del 2021, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado del Trabajo de Suficiencia Profesional (PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2021-I): Mg. Inés Gambini López Vda. de Chuquimuni (PRESIDENTE), Mg. Luis Antonio Durand Romero (MIEMBRO) y el Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez (MIEMBRO ASESOR), para la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: "**MAXIMIZACIÓN DE LA UTILIDAD DEL MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN Y/O REPARACIÓN EN EL ÁREA TÉCNICA DE LA EMPRESA SEGUINSA**", presentado por la señorita **Bachiller Yna Levy Cristobal Espinoza**, para optar el Título Profesional de Licenciada en Investigación Operativa.

Luego de la exposición del trabajo de suficiencia, la Presidente invitó a la expositora a dar respuesta a las preguntas formuladas.

Realizada la evaluación correspondiente por los miembros del Jurado Evaluador, la expositora mereció la aprobación **15 (quince),** con un calificativo promedio de **Bueno.**

A continuación, los miembros del Jurado dan manifiesto que la participante **Bachiller Yna Levy Cristobal Espinoza** en vista de haber aprobado la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, será propuesta para que se le otorgue el Título Profesional de Licenciada en Investigación Operativa.

Siendo las 18:45 horas se levantó la sesión firmando para constancia la presente Acta.



Mg. Inés Gambini López Vda. de Chuquimuni
PRESIDENTE



Mg. Luis Antonio Durand Romero
MIEMBRO



Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez
MIEMBRO ASESOR

RESUMEN

MAXIMIZACIÓN DE LA UTILIDAD DEL MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN Y/O REPARACIÓN EN EL ÁREA TÉCNICA DE LA EMPRESA SEGUINSA

Mediante el presente Trabajo de Suficiencia Profesional TSP, se estudia la problemática de la empresa SEGUINSA dedicada al mantenimiento, reparación y/o calibración de equipos de seguridad que, debido al crecimiento en su cartera de clientes, se pudo detectar que se están entregando equipos fuera de la fecha pactada con sus clientes, afectando la imagen de la empresa, puesto que este servicio es certificado para las posibles auditorias en las empresas de los clientes.

En la metodología este TSP es una investigación básica, descriptiva y transeccional, buscando presentar una propuesta que ayude a la empresa a tener una mejor relación con sus clientes, además presenta limitaciones como el registro no riguroso de los datos por un periodo de 6 meses, dificultando el análisis de estos datos.

La recolección de datos fue de los archivos físicos facilitados por la empresa para luego registrar, depurar, tratar y analizar los datos con el software Excel, para luego construir el modelo de programación lineal (herramienta de la Investigación de Operaciones), para ser ejecutada en el programa POM QM, obteniendo una utilidad máxima de S/ 20,090.00 soles teniendo una diferencia de S/ 10,423.33 soles con las utilidades promedio recabas de febrero a julio el presente año.

Palabras clave: Programación lineal, optimizar, modelo, UNMSM, SEGUINSA.

ABSTRACT

MAXIMIZING THE UTILITY OF MAINTENANCE, CALIBRATION AND / OR REPAIR IN THE TECHNICAL AREA OF THE SEGUINSA COMPANY

Through this TSP Professional Sufficiency Work, the problem of the SEGUINSA company dedicated to the maintenance, repair and / or calibration of security equipment is studied which, due to the growth in its client portfolio, it was possible to detect that equipment is being delivered outside of the date agreed with its clients, affecting the image of the company, since this service is certified for possible audits in the clients' companies.

In the methodology this TSP is a basic, descriptive and transectional investigation, seeking to present a proposal that helps the company to have a better relationship with its clients, it also has limitations such as the non-rigorous registration of data for a period of 6 months, making it difficult to analyze these data.

The data collection was from the physical files provided by the company to later record, purify, treat and analyze the data with Excel software, to then build the linear programming model (Operations Research tool), to be executed in the POM QM program, obtaining a maximum profit of S / 20,090.00 soles, having a difference of S / 10,423.33 soles with the average profits collected from February to July this year.

Keywords: Linear programming, optimize, model, UNMSM, M/M/S, Quipucamayoc.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN _____ *5*

II. INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD _____ *7*

II.1 Datos de la institución donde se desarrolló la actividad: _____ **7**

III. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD _____ *9*

III.1 Organización de la actividad: _____ **9**

III.1.1 Descripción de la empresa _____ 9

III.2 Finalidad de la actividad _____ **10**

III.3 Objetivos de la actividad _____ **10**

III.4 Problemática _____ **11**

III.5 Formulación del problema _____ **15**

III.6 Metodología y procedimientos _____ **16**

III.6.1 Tipo de investigación _____ 16
III.6.2 Nivel o Alcance _____ 16
III.6.3 Diseño de Investigación _____ 17
III.6.4 Delimitación _____ 17
III.6.5 Justificación _____ 17
III.6.6 Técnicas de recolección de datos. _____ 18
III.6.7 Herramientas informáticas para el análisis de datos _____ 19
III.6.8 PROCEDIMIENTOS _____ 19

III.7 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD _____ **20**

III.7.1 RECOPILACIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS _____ 20
III.7.2 FORMULACIÓN DEL MODELO _____ 27

IV. CONCLUSIÓN _____ *31*

V. RECOMENDACIONES _____ *32*

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____ *33*

VII. ANEXOS _____ *34*

I. INTRODUCCIÓN

Las Mypes son un eje fundamental en la economía del país, según el director de Mypes Unidas en el Perú menciona que “hace más de 10 años fuimos casi 40% antes de la pandemia entre 20% y 25%” del PBI. La Sociedad de Comercio Exterior del Perú COMEXPERU resume que las Pymes en el 2020 representa el 8% del PBI debido al estado de emergencia sanitaria.

Por otro lado, el sector minero metálico pese a la emergencia sanitaria crecería en el presente año un 14.4% según el Reporte de Inflación del Banco Central de Reserva del Perú.

SEGUINSA es una Pyme (microempresa), con 5 años de vida que busca ser una empresa líder en el servicio y mantenimiento de equipos de seguridad, que tiene como principales clientes a empresas del rubro minero metálico y debido a la creciente cartera de clientes, está presentando problemas que involucran la entrega a destiempo de los equipos.

Se determinó estudiar el área Técnica de la empresa, donde se realizan las reparaciones, mantenimiento y/ calibración de los equipos, para determinar y estudiar las condiciones reales del sistema.

Conociendo la problemática, se decide utilizar como herramienta de la Investigación de Operaciones, la programación lineal determinando un modelo financiero.

“La programación lineal (PL) es una herramienta para resolver problemas de optimización… se utiliza en industrias diversas” (Winston y otros, 2005).

Esta investigación se desarrolló en 7 capítulos como se detalla:

Capítulo I, En la introducción se detalla el ámbito de la empresa, la importancia de la variable el estudio, objetivo, problemática y aporte en la empresa.

Capítulo II, Información detallada de la empresa donde se desarrolló la actividad.

Capítulo III, Se describe la actividad, a la organización, detallando los objetivos, finalidad, justificación, metodología, datos obtenidos y resultados.

Capítulo IV, en las conclusiones se involucra a la justificación, metodología aplicada y resultados obtenidos.

Capítulo V, las recomendaciones para la empresa son en base a la investigación y resultados.

Capítulo VI, bibliografía.

Capítulo VII, en los anexos se detalla las evidencias de la investigación.

II. INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

II.1 Datos de la institución donde se desarrolló la actividad:

- **Nombre Comercial:**

  SEGUINSA Seguridad e Ingeniería

- **Razón Social:**

  SEGURYTEC E INGENIERIA S.A.C.

- **RUC:**

  20601355885

- **Periodo de duración de la actividad:**

  Por definir

- **Misión:**

  "Ser los mejores proveedores de servicios y ventas de equipos de seguridad que puedan prevenir los accidentes de trabajo que afecten la salud y el bienestar del trabajador, así como la propiedad física de la empresa".

- **Visión:**

  "Llegar a ser la principal empresa líder en el servicio y mantenimiento de equipos de seguridad, cumpliendo los más altos estándares de calidad en nuestros servicios".

- **Dirección postal:**

  Av. Nicolas Ayllon 4834 - Urb. Virgen del Carmen – Ate - Lima

- **Correo electrónico:**

  informes@seguinsa.com

  ventas@seguinsa.com

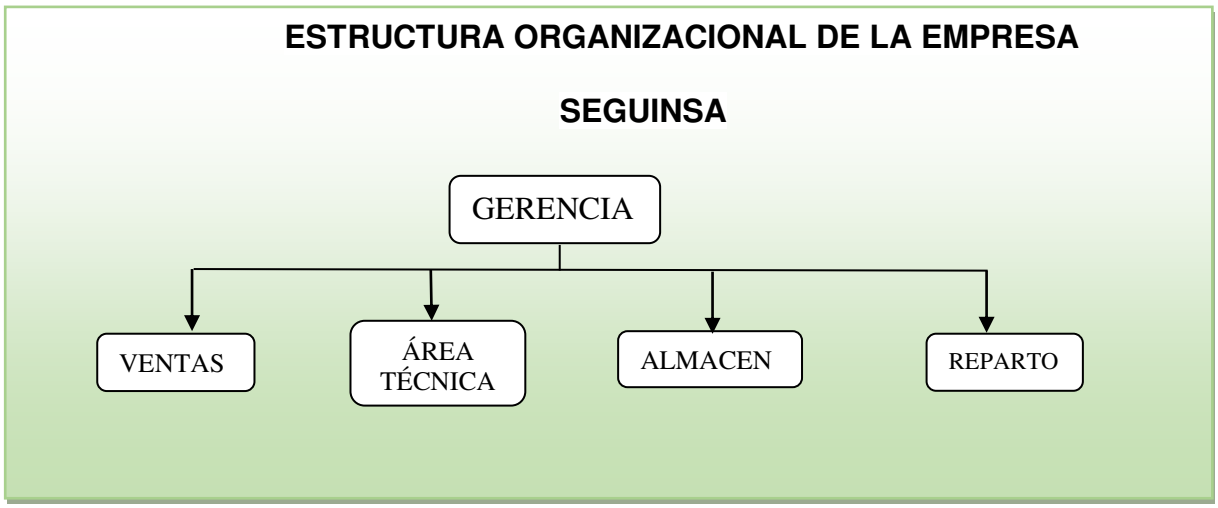
III. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

III.1 Organización de la actividad:

III.1.1 Descripción de la empresa

SEGUINSA es una PYME con una antigüedad de 5 años, se especializa en la venta, mantenimiento y reparación de equipos de Detección de Gases, Respiración Autónoma (SCBA), Líneas Retractiles, entre otros. Estos equipos son usados para la seguridad y salud ocupacional, por lo que debe tener mantenimiento certificado cada 6 o 12 meses, a la fecha cuenta con una cartera de 50 clientes.

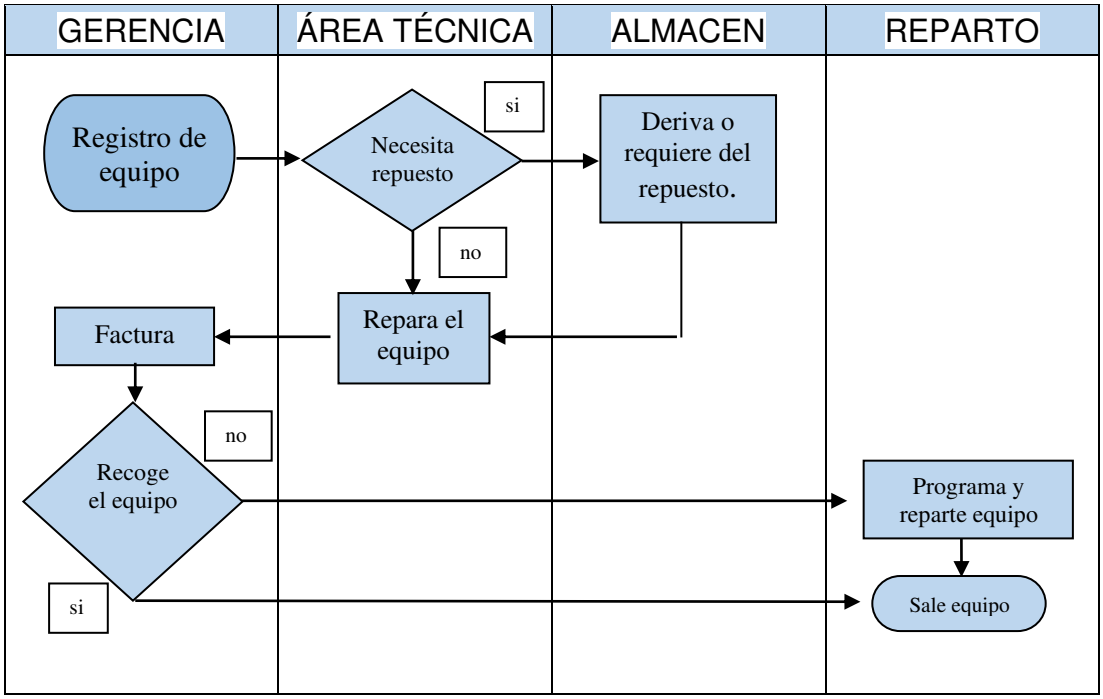
Figura 1
Organigrama de la empresa SEGUINSA



Nota: Elaboración propia

Figura 2

Flujograma de la organización de la empresa SEGUINSA.



Nota: Elaboración propia

III.2 Finalidad de la actividad

La finalidad del presente es presentar una propuesta de mejora a la empresa SEGUINSA que le permitirá maximizar su utilidad, mediante la programación lineal.

III.3 Objetivos de la actividad

Objetivo principal

Maximizar la utilidad del mantenimiento, calibración y/o reparación de los equipos de seguridad en el área técnica de SEGUINSA, utilizando la programación lineal.

Objetivos específicos

- Determinar el costo del mantenimiento, calibración y/o reparación de los equipos de seguridad en el área técnica de SEGUINSA.

- Determinar la cantidad óptima de equipos de seguridad que deben ser atendidos en SEGUINSA.

- Determinar la cantidad óptima del personal en el área técnica.

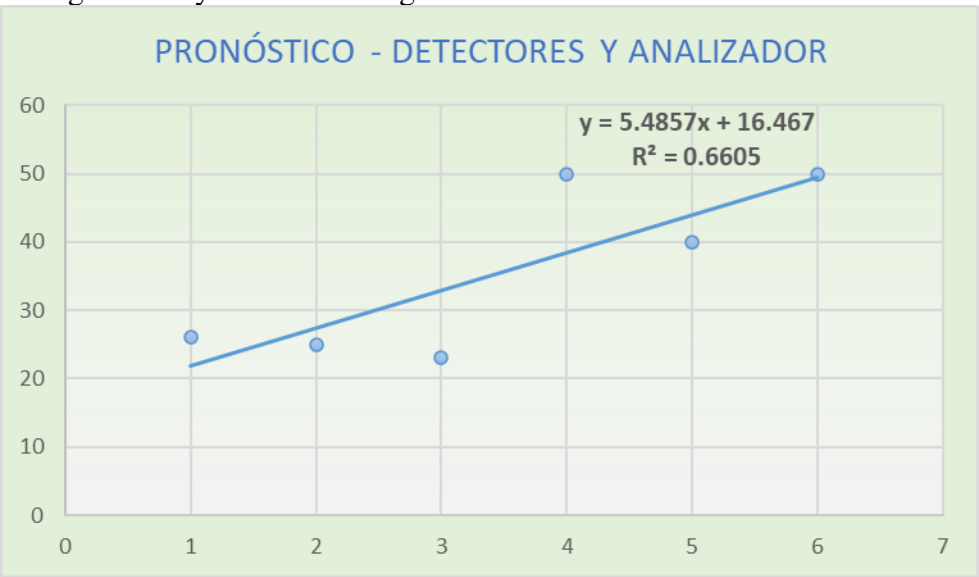
III.4 Problemática

SEGUINSA está comprometido continuamente en brindar el mejor servicio de calibración, mantenimiento y venta de equipos de seguridad para poder prevenir accidentes que impliquen daños personales y materiales, así como las enfermedades ocupacionales, identificando, manejando o eliminando los riesgos de seguridad, en el área técnica SEGUINSA cuenta con un ingeniero electrónico que realiza la calibración, reparación y/o mantenimiento a equipos de seguridad, que debido al crecimiento de la cartera de clientes, esta atención no es eficiente, ocasionando que no se llegue a cumplir con el tiempo de entrega pactado o perder al cliente, afectando el crecimiento de la empresa.

Los equipos de atención más frecuentes son los detectores multigas y analizador de gases de combustión en la marca MSA, utilizando la demanda de febrero a julio del 2021 de estos equipos se determinó mediante el modelo de regresión lineal Figura 3, el pronóstico de las demandas de 55 y 60 equipos que deben ser atendido en los meses de agosto y setiembre, respectivamente Tabla 2.

Figura 3

Pronóstico de los equipos de seguridad con demanda frecuente, se considera a los detectores multigas MSA y analizador de gases de combustión.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 1

Datos estadísticos de la regresión lineal, considerando el coeficiente de determinación medianamente aceptable.

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.813
Coeficiente de determinación R^2	0.660
R^2 ajustado	0.576
Error típico	8.227
Observaciones	6

Nota: Elaboración propia

Tabla 2

Pronóstico de los meses de agosto y setiembre en base a los datos recopilados de enero a julio del 2021.

MES 2021	*VARIABLE X1*	*DEMANDA PRONÓSTICO*	*DEMANDA REAL*
FEBRERO	1	21.952	**26**
MARZO	2	27.438	**25**
ABRIL	3	32.924	**23**
MAYO	4	38.410	**50**
JUNIO	5	43.895	**40**
JULIO	6	49.381	**50**
AGOSTO	7	54.867	
SETIEMBRE	8	60.352	

Nota: Elaboración propia

Asimismo, mediante Ley Nº 29783, D.S.Nº 023-2017-EM Y D.S. Nº 024-2016-EM, teniendo en consideración que toda persona tiene derecho a la salud en cualquier ámbito, que incluye el laboral, el Estado Peruano aprueba la normativa de protección a los trabajadores y trabajadoras en materia de seguridad y salud, asumiendo el empleador los costos de equipos de seguridad, bordeando los $ 4,000 dólares los precios del Detector Multigas MSA Altair 5x y el analizador de gas de combustión Forte Intech Bacharach, con una vida útil de 4 años aproximado especificado en el manual del equipo, requiere de mantenimiento cada 6 meses a 12 meses certificado para las auditorias en las empresas.

Figura 3

Imagen de los equipos de prevención con mayor demanda en la empresa SEGUINSA.



Nota: Lado izquierdo detector multigas MSA, lado derecho analizador de gases de combustión Bacharach

Causas:

- Incremento y fidelidad en la cartera de clientes.

Figura 4
Número de clientes por mes en el periodo febrero a julio del 2021.



Nota: Elaboración con los datos facilitados por la empresa SEGUINSA.

Los registros de los ingresos de los equipos de seguridad son físicos, este control de ingresos inicia en febrero del 2021, pero no es estricto, dado que existe un mayor porcentaje que no tiene información completa, dificultando el análisis de la situación actual de la empresa SEGUINSA.

Consecuencias:

- En el periodo de febrero a julio del presente año, se pudo verificar que 74 de 327 equipos de seguridad no fueron entregados en el pazo pactado con el cliente.

Tabla 3

Cantidad de equipos entregados por mes al cliente fuera de la fecha pactada.

	Días																	
MES	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	17	20	22	24	52	**Total general**
Feb	1	1	0	0	1	5	1	0	0	1	2	1	0	1	1	0	0	**15**
Mar	3	1	2	3	1	0	9	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	**21**
Abr	0	0	3	0	2	1	1	0	2	0	0	0	1	0	2	0	1	**13**
May	3	2	0	0	1	1	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	**12**
Jun	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	**4**
Jul	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**9**
Total general	**7**	**4**	**5**	**3**	**5**	**12**	**11**	**4**	**6**	**2**	**3**	**3**	**2**	**2**	**3**	**1**	**1**	**74**

Nota: Elaboración con los datos facilitados por la empresa SEGUINSA.

- Afecta el crecimiento de la utilidad al perder clientes dado que, en los registros de los meses tratados, existen devoluciones de equipos que estaban registrados y programados para atención.

Tabla 4

Cantidad de equipos devueltos del periodo febrero a julio.

MES	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
DEVOLUCIÓN	1	2	0	1	2	3

Nota: Elaboración con los datos facilitados por la empresa SEGUINSA

III.5 Formulación del problema

Declarativo

La atención no eficiente en el área técnica de la empresa SEGUINSA, ocasiona la entrega impuntual o perdida del cliente, afectando el crecimiento de la utilidad.

Pregunta principal

¿Cuál es la máxima utilidad del mantenimiento, calibración y/o reparación de los equipos de seguridad en el área técnica de SEGUINSA, utilizando la programación lineal?

Preguntas específicas

- ¿Cuál es el costo del mantenimiento, calibración y/o reparación de los equipos de seguridad en el área técnica de SEGUINSA?
- ¿Cuál es la cantidad óptima de equipos de seguridad que deben ser atendidos en SEGUINSA?
- ¿Cuál es la cantidad óptima del personal en el área técnica?

III.6 Metodología y procedimientos

III.6.1 Tipo de investigación

Según Zorrilla (1993:43), el presente trabajo es una investigación básica porque finaliza al proponer a la empresa SEGUINSA los resultados obtenidos y documental por ser necesario la revisión de archivos para extraer la información.

III.6.2 Nivel o Alcance

Esta investigación es descriptiva según Hernández Sampieri y otros (2006), porque se describe y analiza los datos, que finalizarán en una propuesta.

III.6.3 Diseño de Investigación

El diseño es transeccional descriptivo según Hernández Sampieri y otros (2006) porque se considera 32 variables para el estudio plenamente descriptivo sobre el comportamiento en un periodo establecido.

III.6.4 Delimitación

- Los datos recolectados y procesados son del 01 de febrero al 31 de julio del presente año.
- Los equipos estudiados son 32 tipos, del total de datos recolectados, debido a que no tenían datos completos.

III.6.5 Justificación

El presente estudio tiene como finalidad presentar una propuesta a la empresa SEGUINSA maximizando sus utilidades, mediante la programación lineal, el cual nos permite determinar la cantidad óptima de equipos a atender Hernández, Fernández y Baptista (2010:40-41).

- **Relevancia social**

  La presente investigación se justifica desde la aplicación de la programación lineal en la problemática de la empresa SEGUINSA, con la finalidad de mejorar y consolidar la relación con sus clientes, que, a su vez mejora la imagen de la empresa.

- **Implicancias prácticas**

Se encuentra en la propuesta para la empresa, quién se encargará de analizar, evaluar y plasmar lo que considere pertinente con la finalidad de mejorar y reforzar la organización del sistema.

- **Valor teórico**

El valor teórico de la presente investigación se considera en la problemática, desarrollo y conclusiones, para futuras investigaciones.

- **Utilidad metodológica**

Para cumplir con los objetivos de la presente investigación se aplicaron el software Excel para la recolección, tratamiento y análisis de datos, y programa POM QM, permitiendo ejecutar el modelo de programación lineal, al maximizar la utilidad, siendo estás técnicas e instrumentos válidos y confiables.

- **Viabilidad o factibilidad**

Los datos recolectados son del archivo físico de la empresa SEGUINSA, facilitados en las visitas y vía correo electrónico por la gerente, tratados digitalmente en constante comunicación con la empresa y se contó con las autorizaciones correspondientes.

III.6.6 Técnicas de recolección de datos.

Las técnicas que se utilizan para obtener los datos necesarios de los equipos en mantenimiento, son:

- Recopilación de datos registrados en folder de ingresos SEGUINSA.
- Encuesta a SEGUINSA por datos no registrados, según la experiencia.

III.6.7 Herramientas informáticas para el análisis de datos

- Tratamiento de los datos, para lo cual se utiliza como herramienta el software Microsoft Excel, que nos ayuda a registrar y analizar los datos.
- Mediante el programa POM -QM se aplicó el modelo obtenido para la optimización.

III.6.8 PROCEDIMIENTOS

Para cumplir con el objetivo de la presente investigación se siguieron los siguientes pasos:

a. Contacto con la Gerente de la empresa SEGUINSA, para conocer las problemáticas y realidad de la empresa en mención.

b. Investigar el rubro de la empresa, mediante la pagina web y otras redes sociales se llegó a tener noción de la actividad que realizaba.

c. Entrevista con la Gerente, para determinar la problemática a tratar y verificar las instalaciones de la empresa.

d. Selección de la herramienta de la investigación de operaciones.

e. Recopilación de los archivos para registrar en el software Excel, para el análisis de datos y depuración.

f. Se solicitó a la empresa SEGUINSA los datos necesarios que no estaban registrados en los archivos necesarios para el modelo.

g. Recepción de datos solicitados.

h. Ejecución del modelo en el programa POM-QM.

i. Evaluación, análisis e interpretación de los resultados.

j. Conclusiones

III.7 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD

III.7.1 RECOPILACIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS

Los datos recolectados se obtuvieron mediante los archivos de la empresa, el periodo registrado de equipos es del 1 de febrero al 31 de julio del 2021, teniendo un total de 345 equipos ingresados, pero se trabajó con 327 registros válidos.

Figura 4

Formato de registro de ingreso de los equipos de seguridad.



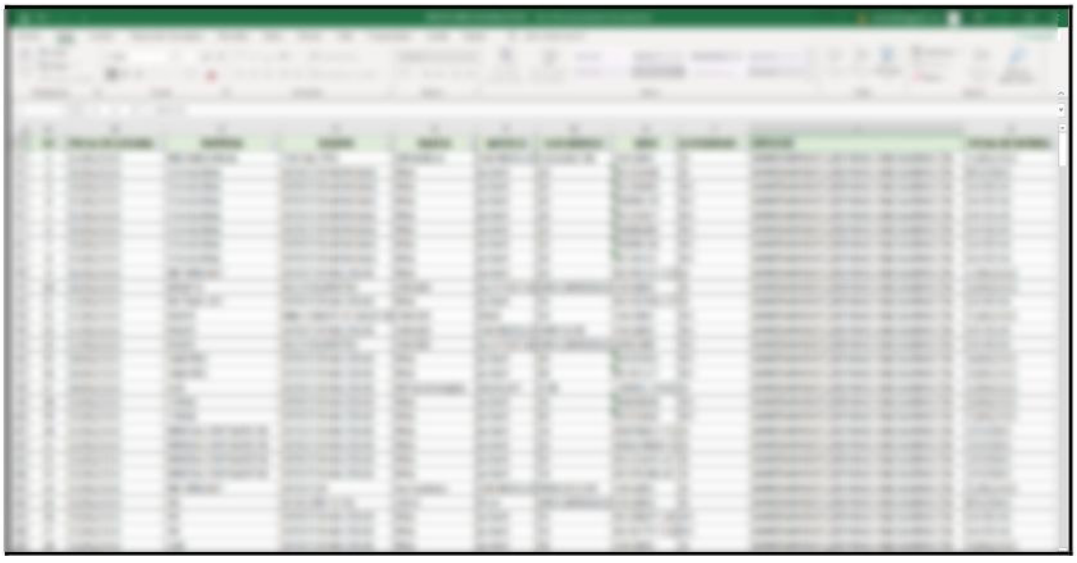
Nota: Fuente empresa SEGUINSA.

De los datos mencionados, se pudo obtener:

- Fecha de llegada
- Empresa
- Equipo
- Modelo
- Sub modelo
- Serie
- Accesorios
- Servicio
- Fecha de entrega

Figura 5

Base de datos de los equipos registrados en la empresa SEGUINSA desde febrero a julio del presente año.

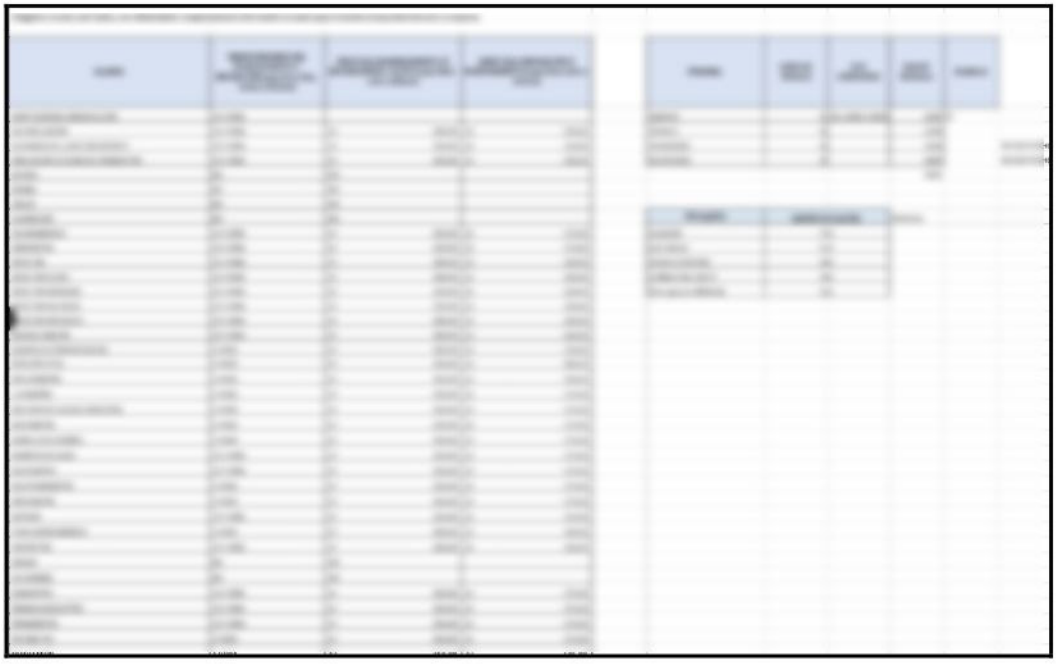


Nota: Elaboración propia con datos facilitados por la empresa.

En la entrevista realizada a la gerente de la empresa SEGUINSA y con el análisis a los datos obtenidos, se determinó utilizar como herramienta la programación lineal, siendo necesarios determinar el tiempo promedio de atención, el precio y costo de cada uno de los equipos registrados en la base de datos según la experiencia del ingeniero en el área Técnica, de igual manera se necesitaba conocer los costos fijos, facilitados como evidencia mediante correo electrónico como se verifica en el Anexo Nº 01.

Figura 6

Formato de recolección de datos adicionales de los equipos.



Nota: Información facilitada por la empresa SEGUINSA en base a su experiencia, invlucra precios, costos fijos y variables.

Se considera 32 variables a los tipos de equipos registrados agrupando por mes desde febrero a julio según registro válido en el Formato de la empresa SEGUINSA.

Tabla 5

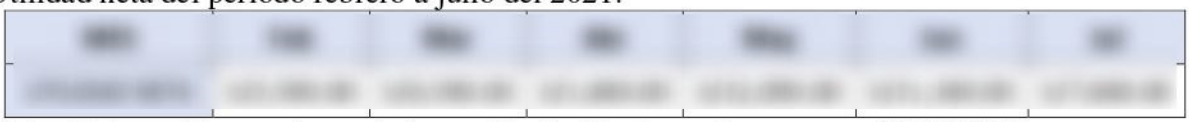
Resumen de las variables.

VARIABLE	TIPOS DE EQUIPO	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	TOTAL	TIEMPO REPARACIÓN MANTENIMIENTO	PRECIO ATENCIÓN	COSTO DE ATENCIÓN
X1	[illegible]	25	24	18	46	34	44	191	0.5	350	100
X2	[illegible]	7	7	3	8	4	0	29	0.5	250	100
X3	[illegible]	1	1	5	4	6	6	23	0.5	350	100
X4	[illegible]	3	6	1	0	0	0	10	0.5	300	100
X5	[illegible]	1	7	0	0	1	0	9	0.5	300	100
X6	[illegible]	0	0	0	1	5	1	7	0.5	250	175
X7	[illegible]	0	0	0	7	0	0	7	0.5	300	210
X8	[illegible]	0	0	0	0	6	0	6	1	500	150
X9	[illegible]	0	0	1	0	3	1	5	0.5	300	100
X10	[illegible]	0	2	1	2	0	0	5	0.5	250	175
X11	[illegible]	1	0	0	1	1	2	5	1	350	280
X12	[illegible]	0	0	1	0	2	0	3	0.5	300	100
X13	[illegible]	0	0	0	1	1	0	2	1	250	175
X14	[illegible]	0	0	0	0	2	0	2	1	200	140
X15	[illegible]	0	1	0	1	0	0	2	0.5	250	175
X16	[illegible]	1	0	1	0	0	0	2	1	350	100
X17	[illegible]	0	0	0	0	2	0	2	1	250	175
X18	[illegible]	0	1	1	0	0	0	2	1	250	175
X19	[illegible]	0	1	0	1	0	0	2	1	250	175
X20	[illegible]	0	1	0	0	0	0	1	2	300	210
X21	[illegible]	0	0	0	0	0	1	1	0.5	250	175
X22	[illegible]	0	0	1	0	0	0	1	0.5	250	175
X23	[illegible]	1	0	0	0	0	0	1	1	250	175
X24	[illegible]	0	0	0	0	0	1	1	1	250	175
X25	[illegible]	0	0	0	0	1	0	1	0.5	250	175
X26	[illegible]	0	0	0	1	0	0	1	1	250	175
X27	[illegible]	0	0	0	0	1	0	1	0.5	250	175
X28	[illegible]	0	0	0	0	1	0	1	0.5	220	154
X29	[illegible]	0	0	0	1	0	0	1	1	250	175
X30	[illegible]	0	1	0	0	0	0	1	0.5	350	120
X31	[illegible]	0	0	0	0	1	0	1	1	250	175
X32	[illegible]	0	0	0	0	0	1	1	0.5	200	140
	Total general	40	52	33	74	71	57	327			

Nota: Elaboración propia con información facilitada por la empresa SEGUINSA.

Con los datos registrados en la Tabla Nº 5 se pudo determinar la utilidad neta por cada mes en el periodo febrero a julio del presente año, de este periodo se eligen los 3 meses con mayor utilidad obteniendo un promedio de S/ 10,423.33 soles, como referencia para fines comparativos con el resultado del modelo, se eligen las utilidades más altas para ubicarnos en un mejor escenario frente al óptimo de la programación lineal.

Tabla 6
Utilidad neta del periodo febrero a julio del 2021.



Nota: Elaboración propia con información facilitada por la empresa. SEGUINSA.

Los datos empleados en el modelo de programación lineal:

TIEMPO DE ATENCIÓN: Se considera el tiempo de reparación, mantenimiento y calibración de cada tipo de equipos y se incrementa 30 minutos correspondiente al tiempo de recepción y embalaje, todo realizado por el ingeniero electrónico en el área Técnica.

PROMEDIO DE LA DEMANDA: Del periodo febrero a julio de cada tipo de equipo se selecciona las 3 más altas demandas y se promedia, con la finalidad de no ignorar la demanda existente, debido a que la empresa cuenta con una cartera de clientes que en estos meses frecuentan la empresa SEGUINSA con diversos equipos para su atención como se puede apreciar en el Anexo Nº 2.

PRECIO – COSTO: Se considera la utilidad bruta por cada tipo de equipo para el modelo de programación lineal.

Tabla 7
Variables y datos necesarios para el modelo de programación lineal.

VARIABLE	TIPO DE EQUIPO	TIEMPO DE ATENCIÓN (HORAS)	PROMEDIO DE LA DEMANDA (D)	PRECIOS CONTINO (BOLES)
X1	DETECTOR MULTIGAS	1	45	250
X2	DETECTOR MONOGAS	1	8	150
X3	ANALIZADOR DE GASES DE COMBUSTION	1	6	250
X4	ALCOHOLIMETRO	1	5	200
X5	DETECTOR	1	4	200
X6	TERMOMETRO	1	3	75
X7	DISTANCIOMETRO	1	4	90
X8	EQUIPOS AUTÓNOMOS (SCBA)	1.5	3	350
X9	DETECTOR DE GAS	1	2	200
X10	SONOMETRO	1	2	75
X11	ESTACION TOTAL	1.5	2	70
X12	DETECTOR TORMENTA	1	2	200
X13	MEGOMETRO	1.5	1	75
X14	PINZA AMPERIMETRICA	1.5	1	60
X15	MULTIMETRO	1	1	75
X16	EXPLOSIMETRO	1.5	1	250
X17	MULTIPARAMETRO	1.5	1	75
X18	OPACIMETRO	1.5	1	75
X19	LUXOMETRO	1.5	0	75
X20	TRIPODES	2.5	0	90
X21	TERMOANEMOMETRO	1	0	75
X22	MONITOR DE GASES	1	0	75
X23	TOX RAE PRO	1.5	0	75
X24	MODULO DE CONTROL	1.5	0	75
X25	COLORIMETRICO	1	0	75
X26	MEDIDOR DE CALIDAD AMBIENTAL	1.5	0	75
X27	DENSIMETRO	1	0	75
X28	OXYBABY	1	0	66
X29	TRANSMISOR	1.5	0	75
X30	ALINEADOR DE LUCES CON SOPORTE	1	0	230
X31	TURBIDIMETRO	1.5	0	75
X32	POSITECTOR	1	0	60

Nota: Elaboración propia con información facilitada por la empresa SEGUINSA.

GASTOS FIJOS: Los gastos fijos están comprendidos entre los sueldos, gastos de servicios básicos y la caja chica que en promedio son los gastos variables.

Tabla 8
Resumen de los costos adicionales.

COSTOS FIJOS	IMPORTE (S/)
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

Nota: Elaboración propia con información facilitada por la empresa SEGUINSA.

HORAS NETAS: La empresa SEGUINSA labora de lunes a viernes en el horario de 9:00 am a 5:00 pm, con una hora de refrigerio. Para el personal del área técnica de las 8 horas laboradas se descuenta el horario de refrigerio 1 hora y el tiempo de "ocio" 1 hora (tiempo de instalación al llegar a la empresa, necesidades fisiológicas, entre otros), quedando 6 horas netas laboradas multiplicando por los días laborables se obtiene la disponibilidad del servidor, en este caso se considera 130 horas laborables.

Tabla 9
Horas netas laboradas en el área técnica de la empresa SEGUINSA de febrero a julio del 2021.

MES	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
DÍAS	28	31	30	31	30	31
NO LABORADOS	8	8	10	10	10	10
HORAS LABORADAS NETAS	**130**	**150**	**130**	**137**	**130**	**137**

Nota: Elaboración propia con información facilitada por la empresa.

III.7.2 FORMULACIÓN DEL MODELO

III.7.2.1 VARIABLES DE DECISIÓN

- **Xi=** Equipos de seguridad (unidades).
- **PARÁMETROS**
- **V=** Precio del mantenimiento, reparación y/o calibración de los equipos de seguridad en soles.
- **C=** Costo del mantenimiento, reparación y/o calibración de los equipos de seguridad en soles.
- **CF=** Costo fijo en soles.
- **D=** Demanda mensual promedio (unidades).
- **Ti=** Tiempo de atención por equipo de seguridad (horas).
- **HN=** Horas netas del servidor.

III.7.2.2 FUNCIÓN OBJETIVO

Mi objetivo es maximizar la utilidad del servicio que ofrece la empresa SEGUINSA, partiendo de la relación entre el precio, costo de los equipos y el costo final.

$$\left[\sum_{1}^{32} Xi * (V - C)\right]$$

III.7.2.3 RESTRICCIONES

- La sumatoria del tiempo de atención de los equipos no debe ser superior a la disponibilidad de horas del único servidor.

$$\sum_{1}^{32} Xi * Ti < HN$$

- Cada tipo de equipo debe ser mayor a la demanda existente.

$$\sum_{1}^{32} Xi \geq D$$

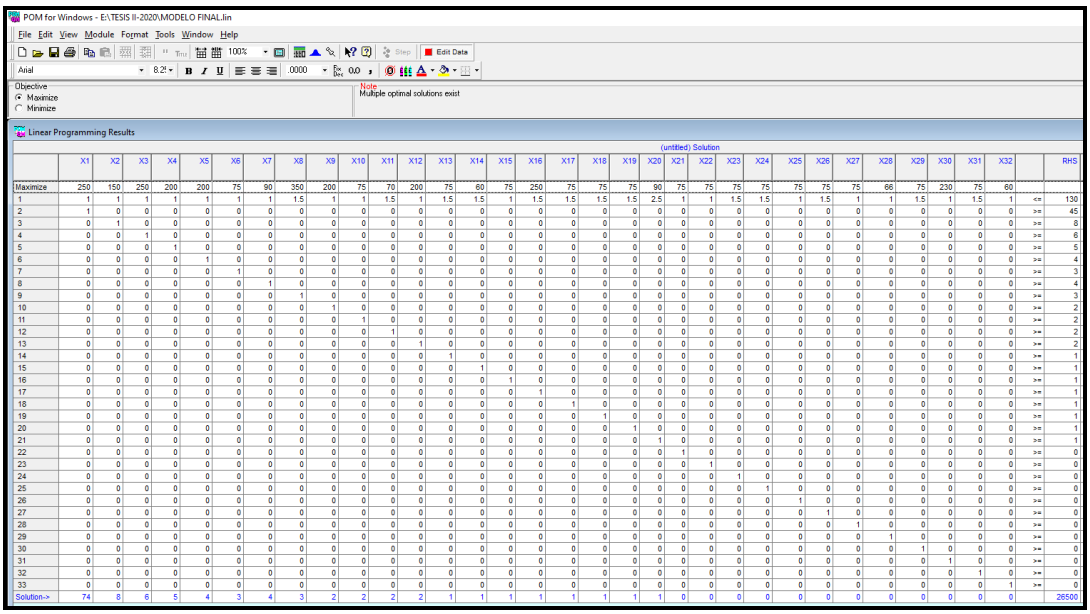
- De signo

$$Xi \geq 0$$

III.7.2.4 Resultado

Para la maximización de la utilidad bruta se utilizó el programa POM QM.

Figura 7
Modelo ejecutado en el POM QM.

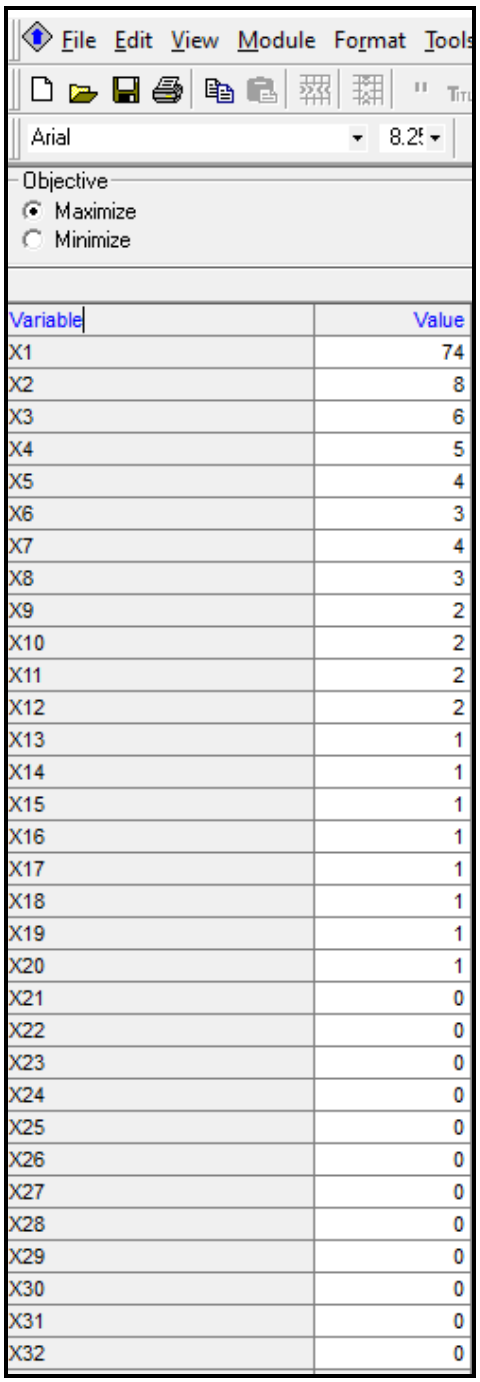


Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo la utilidad bruta máxima de S/ 26,500 soles restando los gastos fijos S/ 6,410 soles, obtenemos la utilidad neta de S/ 20,090 soles. Considerando que las ventas.

Figura 8

Resultado de la cantidad de equipos que se deben atender de cada variable para maximizar la utilidad.



Variable	Value
X1	74
X2	8
X3	6
X4	5
X5	4
X6	3
X7	4
X8	3
X9	2
X10	2
X11	2
X12	2
X13	1
X14	1
X15	1
X16	1
X17	1
X18	1
X19	1
X20	1
X21	0
X22	0
X23	0
X24	0
X25	0
X26	0
X27	0
X28	0
X29	0
X30	0
X31	0
X32	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9

Comparación del promedio de la demanda en unidades versus el óptimo, mediante la programación lineal, siendo más rentable la atención de los detectores multigas MSA.

VARIABLE	TIPO DE EQUIPO	PROMEDIO DEMANDA (D)	ÓPTIMO
X1	DETECTOR MULTIGAS	45	74
X2	DETECTOR MONOGAS	8	8
X3	ANALIZADOR DE GASES DE COMBUSTION	6	6
X4	ALCOHOLIMETRO	5	5
X5	DETECTOR	4	4
X6	TERMOMETRO	3	3
X7	DISTANCIOMETRO	4	4
X8	EQUIPOS AUTÓNOMOS (SCBA)	3	3
X9	DETECTOR DE GAS	2	2
X10	SONOMETRO	2	2
X11	ESTACION TOTAL	2	2
X12	DETECTOR TORMENTA	2	2
X13	MEGOMETRO	1	1
X14	PINZA AMPERIMETRICA	1	1
X15	MULTIMETRO	1	1
X16	EXPLOSIMETRO	1	1
X17	MULTIPARAMETRO	1	1
X18	OPACIMETRO	1	1
X19	LUXOMETRO	0	0
X20	TRIPODES	0	0
X21	TERMOANEMOMETRO	0	0
X22	MONITOR DE GASES	0	0
X23	TOX RAE PRO	0	0
X24	MODULO DE CONTROL	0	0
X25	COLORIMETRICO	0	0
X26	MEDIDOR DE CALIDAD AMBIENTAL	0	0
X27	DENSIMETRO	0	0
X28	OXYBABY	0	0
X29	TRANSMISOR	0	0
X30	ALINEADOR DE LUCES CON SOPORTE	0	0
X31	TURBIDIMETRO	0	0
X32	POSITECTOR	0	0

Fuente: Elaboración propia.

IV. CONCLUSIÓN

A través de la presente investigación se pudo conocer el sistema de la empresa SEGUINSA, identificando la problemática principal y aplicar la programación lineal para la mejora de la empresa frente a sus clientes.

La metodología propuesta permitió elaborar un modelo utilizando como herramienta la programación lineal, teniendo como finalidad maximizar la utilidad óptima frente a la utilidad de los datos recolectados por mes, desde febrero a julio del presente año, evidenciando que se pueden aplicar mejoras en el sistema, en las condiciones actuales.

Utilizando el programa POM QM se determinó que la utilidad máxima neta en los próximos meses bajo las mismas condiciones descritas en la presente investigación es de S/ 20,090.00 soles en comparación al promedio de los meses estudiados S/ 10,423.33 soles, siendo una diferencia de S/ 9666.67, si en el caso opta emplear la presente propuesta.

Se determinó el costo por cada tipo de equipo registrado para mantenimiento, calibración y/o reparación.

Se determinó que la cantidad de equipos atendidos se deben mantener a diferencia del detector multigas MSA, el cual debe incrementar en 29 unidades para cumplir con el objetivo.

El personal óptimo en el área técnica es 1, para cumplir con el objetivo principal.

V. RECOMENDACIONES

Luego de finalizada la presente investigación, se recomienda a la empresa SEGUINSA:

- Digitalizar los registros de los ingresos de equipos, para futuras investigaciones y el mejor control de la empresa, que involucre la elaboración de un presupuesto.

- Programar metas mensuales para la atención de los equipos de reparación, mantenimiento y calibración.

- Debe permanecer con un personal en el área técnica, hasta optimizar el sistema, luego se sugiere otra investigación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]	Sociedad de comercio exterior del Perú (2021) "El número de Mypes peruanas se redujo en 48.8% en 2020 y la informalidad pasó al 85% como consecuencia de la pandemia". Recuperado de: https://www.comexperu.org.pe/en/articulo/el-numero-de-mypes-peruanas-se-redujo-un-488-en-2020-y-la-informalidad-paso-al-85-como-consecuencia-de-la-pandemia
[2]	Hillier F.S. y Lieberman G.J.(1991).Introducción a la Investigación de Operaciones. México, D.F.
[3]	Lucía, T. (2021) "*Es impreciso decir que las micro y pequeñas empresas generan casi 40% del PBI, como indicó Hernando Guerra*", "Verificador de La República" Recuperado el 21 de setiembre del 2021 de: https://larepublica.pe/verificador/2021/02/27/es-impreciso-decir-que-las-micro-y-pequenas-empresas-generan-casi-40-del-pbi-como-indico-hernando-guerra/
[4]	MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (2020) "La minería será uno de los sectores con mayor crecimiento el 2021" Recuperado de: https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/305011-la-mineria-sera-uno-de-los-sectores-con-mayor-crecimiento-el-2021
[5]	MINISTERIO DE TRABAJO Y PROMOCIÓN DEL EMPLEO (2021) "Principales normal publicadas" Recuperado el 15 de setiembre del 2021 de: http://www.trabajo.gob.pe/boletin/boletin_10.html
[6]	Winston W.L. (2005). Investigación de Operaciones. México, D.F.

VII. ANEXOS

Anexo Nº 01

Frecuencia de la cantidad de equipos atendidos por mes por cada cliente (empresas).

CLIENTES	MES						
NOMBRE DE LA EMPRESA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Total general
[redacted]	1						1
[redacted]						1	1
[redacted]				4			4
[redacted]			1	4	1		6
[redacted]			3			2	5
[redacted]	3	2		3	2	2	12
[redacted]				3			3
[redacted]		1					1
[redacted]		2		1	7		10
[redacted]	1						1
[redacted]					1	2	3
[redacted]		4					4
[redacted]			1	1		3	5
[redacted]			2	3	4	3	12
[redacted]					1		1
[redacted]			1				1
[redacted]						1	1
[redacted]	1	4	1	4	1	4	15
[redacted]	4						4
[redacted]				1			1
[redacted]		2					2
[redacted]	2						2
[redacted]		1					1
[redacted]						1	1
[redacted]		1					1
[redacted]				3			3
[redacted]		2	1	2		2	11
[redacted]		3					3
[redacted]	2			2			4
[redacted]				1			1
[redacted]						3	3
[redacted]		1					1
[redacted]	3	2	3	10	11	4	37
[redacted]		2			1		3
[redacted]			2				2
[redacted]						1	1
[redacted]	3					2	5
[redacted]						1	1
[redacted]						3	3
[redacted]	2	3	3	3	10	7	27
[redacted]	1		3	1			5
[redacted]	4						4
[redacted]						2	2
[redacted]	7	1			2		10
[redacted]					4		4
[redacted]				2		2	4



Nota: Elaboración propia con información facilitada por la empresa SEGUINSA.

Anexo Nº 02

Evidencia de la información facilitada por la empresa SEGUINSA.

