

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**Mejora del proceso de recolección y transporte en una empresa operadora  
de residuos sólidos para reducir los costos operativos**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**Ingrid Carolina Reyes Bances**

**ASESOR**

**Ana Maria Caballero Garcia**

**<https://orcid.org/0000-0003-3452-9204>**

**Chiclayo, 2024**

**Mejora del proceso de recolección y transporte en una empresa operadora  
de residuos sólidos para reducir los costos operativos**

PRESENTADA POR

**Ingrid Carolina Reyes Bances**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

Annie Mariella Vidarte Llaja

PRESIDENTE

Edward Florencio Aurora Vigo

SECRETARIO

Ana María Caballero García

VOCAL

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis especialmente a Dios y a mis padres, Francisco y María, su amor incondicional ha sido pilar fundamental para hacer de mí una mejor persona y profesional; a mi hermano Ronald, por sus consejos y ejemplo de perseverancia; a mi hermana Elga, por su compañía y palabras de aliento cuando quería rendir; y a mis sobrinas Mafer y Flavia, me inspiran a ser mejor cada día; los amo.

## **Agradecimientos**

Agradezco infinitamente a Dios, por la vida, la salud y la sabiduría a lo largo de esta vida profesional.

Gracias a ustedes, mis adorados padres, por ser mis pilares de apoyo durante todos estos años, me animaron a seguir adelante cuando todo parecía demasiado difícil, espero ser fuente de orgullo y alegría para ustedes.

Gracias a la universidad y su plana docente por sus enseñanzas a lo largo de la carrera universitaria, en especial a mi asesora, por su apoyo para lograr mi objetivo.

Gracias a mis compañeros por su buena vibra y por el ánimo de seguir adelante a pesar de los momentos de estrés en este largo y retador camino.

## OBS\_FINAL\_INGRID REYES BANCES\_TESIS.pdf

### INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="https://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
7	<a href="https://tesis.pucp.edu.pe">tesis.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	FCA CONSULTORES AMBIENTALES S.A.C.. "PAMA del Fundo Blueberries Perú-	<1%

## Índice

Resumen .....	7
Abstract .....	8
Introducción .....	9
Revisión de la literatura.....	12
Materiales y métodos .....	19
Resultados y discusión .....	21
Conclusiones .....	32
Recomendaciones.....	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
ANEXOS.....	38

## **Lista de tablas**

Tabla 1. Porcentaje de costos operativos extras .....	23
Tabla 2. Afectación de los costos operativos extras sobre las ventas .....	24
Tabla 3. Matriz de selección de la metodología de trabajo .....	25
Tabla 4. Análisis 5W1H .....	26
Tabla 5. Vinculación del problema, causas, indicadores y propuesta de solución .....	27
Tabla 6. Objetivos y metas de la propuesta.....	27
Tabla 7. Comparativa de indicadores actuales y propuestos del proceso de recolección y transporte de RR.SS. ....	28
Tabla 8. Comparativa de los costos operativos extras actuales y propuestos .....	29
Tabla 9. Beneficios económicos.....	30
Tabla 10. Resumen del análisis de escenarios.....	31

## **Lista de figuras**

Figura 1. Estructura del Plan de mejora en base al Ciclo Deming.....	25
--	----

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo el diseño de un plan de mejora del proceso de recolección y transporte en la empresa operadora de residuos sólidos para reducir los costos operativos. En el diagnóstico se obtuvo que la empresa presentaba problemas relacionados con servicios retrasados en un 23,9%, materiales defectuosos en un 14,3%, servicios con paradas no programadas en un 15,0% y a la ineficacia en la clasificación en un 3,7%, lo que ocasionaba que un incremento en los costos operativos de 36,2%, es decir alrededor de S/ 53 825,67; para lo cual se propuso un plan de mejora basada en el Ciclo Deming, donde se diseñaron estrategias como capacitaciones, programa de mantenimiento preventivo, adición de un nuevo subproceso, estándar de recursos y evaluación de proveedores; lo que mejoró el porcentaje de servicios retrasados a un 7%, materiales defectuosos a un 8%, servicios con paradas no programadas a un 11% y la ineficacia en la clasificación a un 0,4% y redujo los costos operativos extras a un 15,6%, es decir a S/ 23 181,73; de esta manera, la propuesta es económicamente viable en un escenario normal con un VAN de S/39 944,35; un TIR de 65,35% y una relación de costo beneficio de S/2,21.

**Palabras clave:** residuos sólidos, recolección, transporte, costos operativos.

### **Abstract**

The objective of this research was to design a plan to improve the collection and transportation process in the solid waste operating company to reduce operating costs. In the diagnosis, it was found that the company had problems related to delayed services by 23.9%, defective materials by 14.3%, services with unscheduled stops by 15.0% and ineffectiveness in classification by 3%. .7%, which caused an increase in operating costs of 36.2%, that is, around S/ 53,825.67; For which an improvement plan was proposed based on the Deming Cycle, where strategies such as training, preventive maintenance program, addition of a new subprocess, resource standard and supplier evaluation were designed; which improved the percentage of late services to 7%, defective materials to 8%, services with unscheduled stops to 11% and inefficiency in sorting to 0.4% and reduced extra operating costs to 15,6%, that is, S/ 23 181,73; In this way, the proposal is economically viable in a normal scenario with an NPV of S/39 944,35; an IRR of 65,35% and a cost-benefit ratio of S/2.21.

**Keywords:** solid waste, collection, transportation, operating costs.



## Introducción

El crecimiento de la economía ha permitido que múltiples empresas incrementen su producción, generando adicionalmente residuos, los cuales constituyen una oportunidad para las empresas operadoras de residuos. Las cuales cumplen su función brindando sus servicios a empresas de otros rubros; ya que, presenta un sistema más efectivo frente a esta problemática; sin embargo, diferentes estudios de investigación señalan que las empresas operadores de residuos sólidos no tienen la capacidad suficiente para resolver las dificultades que se presentan dentro de sus procesos, influyendo significativamente en los costos operativos programados [1]. Un estudio sugiere que muchas empresas de este sector son afectadas por múltiples causas que intervienen en el crecimiento o desarrollo de la organización, el financiero es considerado el más importante; de manera general, atribuye estos factores a la falta de competencias adecuadas dentro de la organización, falta de liderazgo, infraestructura deficiente, falta de tecnologías y falta de mantenimiento preventivo; de esta manera se considera que, el proceso productivo produce sobrecostos, que muchas veces es asumida por la empresa y en el peor de los casos, por el cliente, que no vuelve a prestar sus servicios [1].

Ejemplo de ello son las empresas ubicadas en Ecuador, las cuales se han visto afectadas en los costos en un promedio del 38 %, debido a la deficiente estructuración de mano de obra para el proceso operativo en cuanto a competencias mínimas, remuneración y horas de trabajo adecuados [2]. Situación similar se observa en Argentina, pequeñas empresas operadoras privadas de RS no brindan servicios de calidad, es decir, no cumplen con lo pactado con el cliente en cuestión de tiempo, lo que les provoca afrontar sobrecostos en cuanto a mano de obra, materiales, entre otros, que ascienden a 17,7 % de lo presupuestado; indicando que la principal causa que ocasiona esta problemática es el no estandarizar los procesos operativos [3].

Por otro lado, en Perú se generan 8 455 615 toneladas de RR.SS. al año, lo que equivale producir a diario 23 166 toneladas, de esta cifra última, un 61,75 % tiene como disposición final los rellenos sanitarios [4]; a su vez cabe recalcar que el 19 % provienen de empresas de diferentes rubros, principalmente del sector construcción, y entre ellos solo el 48 % disponen adecuadamente sus RR.SS.; por este motivo, contratan empresas que garanticen la correcta gestión de residuos sólidos y sobre todo que sean capaces de brindar un buen asesoramiento ambiental. Las empresas operadoras de residuos sólidos cubren la necesidad de una adecuada gestión de residuos industriales que abarca los RR.SS. de diferentes rubros; hasta el 17 de noviembre de 2023, MINAM ha registrado 1 520 empresas, las cuales constituyen para el desarrollo de las operaciones vinculadas al manejo de residuos sólidos, inscribiéndose previamente en el Registro Autoritativo administrado por el MINAM, cuya inscripción tiene

una vigencia indeterminada, en concordancia con lo establecido en el artículo 41 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley de Procedimiento Administrativo General. (Artículo 87 del Decreto Supremo N° 014- 2017-MINAM) [5].

Sin embargo, gran número de empresas han sido afectadas en sus costos, especialmente operativos que abarcan mano de obra, maquinaria y materiales, sobrepasando en un 26% aproximadamente lo presupuestado, lo cual posiciona al país en un puesto inferior del promedio de América Latina y Caribe [6]. Un estudio desarrollado en el 2019, asegura que las causas de los sobrecostos operativos provienen del ineficiente control de los procesos, es decir, las empresas operadoras de residuos sólidos no cuentan con un cronograma de mantenimiento para sus equipos, no estandarizan sus procesos, manejan inadecuadamente los recursos y existe una falta de compromiso por parte de estas pequeñas empresas para mejorar sus procesos; sin embargo, todas estas causas apuntan a una causa mayor en estas pequeñas empresas y es la inexistente gestión apropiada por mantener la calidad del servicio ofrecido ocasionando sobrecostos de alrededor de 20 mil soles [7].

En la presente investigación, se estudia a la empresa Fumiguex, la cual desde agosto del año 2021, inició una nueva actividad de negocio que consiste en la recolección y transporte de residuos sólidos para otras empresas. Durante el año 2022 se han ejecutado múltiples servicios de recolección y transporte de residuos sólidos a clientes, como se puede observar en el Anexo 4, donde se señala la cantidad de residuos recolectados durante el periodo mencionado, el cual asciende a 1 172 toneladas; sin embargo, se ha evidenciado el incremento promedio del 36,2% de los costos operativos respecto a lo presupuestado; es decir existió un sobrecosto anual de aproximadamente S/ 53 825,67 respecto a los S/ 148 707,38 presupuestados para la ejecución de los servicios.

La causa principal de esta problemática se atribuye a que existe una inadecuada planificación en el proceso, ya que la falta de programación de un mantenimiento preventivo provoca un aumento en los costos operativos de S/ 16 699,96; puesto que aproximadamente el 15% de los servicios experimentan paradas no programadas de camiones debido a fallas imprevistas, lo que resulta en la contratación de proveedores externos para reemplazar los vehículos inoperativos. Además, la falta de estandarización de procesos conlleva a una asignación incorrecta de recursos, generando días extras de trabajo que ocasionan sobrecostos de S/ 23 692,31. Asimismo, la falta de capacitación del personal lleva a una inadecuada clasificación de residuos sólidos, generando un costo operativo extra de S/ 10 628,30. Por último, los materiales defectuosos en la ejecución de los servicios han generado un sobrecosto de S/2 805,40, muchas veces debido a la falta de control de proveedores.

Con este estudio se pretende dar respuesta a la pregunta ¿Cómo mejorar el proceso de recolección y transporte en una empresa operadora de residuos sólidos para reducir los costos operativos?, teniendo como objetivo general: Diseñar un plan de mejora del proceso de recolección y transporte en una empresa operadora de residuos sólidos para reducir los costos operativos. Para ello, se plantearon los objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual del proceso de recolección y transporte de una empresa operadora de residuos sólidos, Establecer un plan de mejora para el proceso de recolección y transporte y Realizar un análisis costo beneficio del plan de mejora.

Por lo que, el desarrollo de esta investigación pretende contribuir a la empresa con un plan de mejora del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos; debido a que éste presenta un incremento en sus costos operativos. De acuerdo con Andrade y Massy [8], los costos operativos son esenciales para el funcionamiento del negocio; ya que gracias a éstos subsiste la empresa; por tanto, es importante que sea rentable; en ese sentido, es importante para la empresa Fumigex logre reducirlos al máximo.

En el aspecto práctico, la investigación contribuye con un plan de mejora para solucionar la problemática de los costos operativos, enfocándose en reducir o eliminar las causas más significativas que lo provocan; lo cual concuerda con lo mencionado por Hernández y Mendoza [9], quien indica que este tipo de justificación es válida cuando el trabajo pretende resolver un problema. Por lo que la propuesta se enfoca en la mitigación de la falta de estandarización del proceso que soluciona algunos factores que afectan los costos operativos como los servicios retrasados, materiales defectuosos, ineficacia en la clasificación y servicios con paradas no programadas. En el aspecto económico, Ñaupas et al [10] indica que la contribución debería ser reducir costos o proyectar que se obtendrá un beneficio económico del dinero invertido; por este motivo, contribuye con un análisis de beneficio costo del plan de mejora; además, de la finalidad misma de la propuesta que es reducir los costos operativos. En el aspecto teórico, Hernández y Mendoza [9] indican que la finalidad teórica de un trabajo es promover la reflexión sobre los conocimientos actuales; por ello, se contribuye con un plan de mejora utilizando el Ciclo PHVA, que promovió una mejor comprensión de los conocimientos ya existentes de la metodología en el sector de servicios en el rubro ambiental. En el aspecto ambiental, Ñaupas et al. [10] mencionan que debe resaltar la contribución con el medio ambiente; en ese sentido, la propuesta contribuye con mejorar los conocimientos de los trabajadores respecto a la identificación de RR.SS. que mejorará su clasificación y su repercusión en el medio ambiente.

## Revisión de la literatura

Con la finalidad de brindar sustento a la presente investigación, a continuación, se presentan investigaciones a nivel internacional y nacional relacionadas a las variables estudiadas.

En ese sentido, Aguirre y Ortega [2] en su investigación titulada “Costos operativos de los sistemas de recolección de residuos sólidos en los cantones de Ecuador”, identificó un déficit en el presupuesto asignado para la recolección de residuos sólidos, por lo que tuvo por objetivo analizar los costos operativos de estos sistemas en 13 ciudades para establecer un presupuesto real; para ello, siguieron una metodología aplicada – descriptiva, donde utilizaron como técnica el análisis documental para obtener la cantidad de residuos sólidos generados y recolectados por año y la estimación del costo total de la gestión a través de un análisis de regresión lineal. Como resultado se obtuvo que la proporción más baja de residuos recolectados fue del 23,87 %; la estimación del costo total de la gestión por tonelada de residuos recolectados fue de \$44,43 y de acuerdo al análisis del presupuesto, solo 3 ciudades son autosuficientes y las otras necesitan de subsidios, ya que sobrepasan sus costos entre el 10,21 % al 44,59 %. Se concluye que, los presupuestos operativos brindados a las ciudades no están siendo estimados correctamente; ya que existe un déficit en lo asignado.

Asimismo, Castillo et al [6] en su investigación “Recolección de residuos sólidos con demanda en línea”, identificó que los costos operativos abarcaban un gran porcentaje del costo total del servicio de recolección de RR. SS, por lo cual tuvo por objetivo reducir los costos operativos optimizando la gestión del proceso; para ello, se siguió una metodología aplicada – no experimental, analizando el perfil del distrito de Comas, donde se recolectó la información de la ruta que seguía los 52 vehículos recolectores por el distrito, los costos operativos que ocasionaba dicha ruta, y la cantidad histórica de residuos sólidos recolectados. Como resultado se obtuvo que, los vehículos recolectaban alrededor de 464,18 toneladas por día, donde los costos operativos abarcan el 89 % del costo total, ascendiendo a 86 mil soles aproximadamente (S/57,93 + IGV por tonelada); para lo cual se realizó un modelamiento de rutas, reduciendo el costo en un 13,8 % por tonelada, es decir a S/49,89. Se concluye que, la gestión de la demanda en base al consumo y tipos de residuos, se pudo mejorar el ruteo y los recursos utilizados, logrando reducir los costos operativos.

Según Phartan et al [11] en su investigación “Cost Estimation for Solid Waste Management in Industrialising Regions Precedents, Problems and Prospects”, señala que el presupuesto para la gestión de RR.SS es insuficiente en relación a los verdaderos costos que éste genera; por lo que tuvo por objetivo revisar las prácticas que actualmente se desarrollan para estimar los costos y los problemas que enfrentan los planificadores para mejorar la planificación de costos. Para

ello, siguió una metodología aplicativa-no experimental; donde los costos operativos fueron estimados en base a 3 puntos: método del costo unitario, técnicas de benchmarking y desarrollo de un modelo de costos utilizando subenfoques. Como resultados se obtuvo que el costo de gestión asciende a \$89 por tonelada, de los cuales \$40,1 se manejaban como costos operativos, es decir alrededor del 54,9 %, que abarcan mano de obra, maquinaria, materiales, equipos y vertederos; mientras que el benchmarking indicaba un costo de \$26,6 en costos operativos, por lo cual se propusieron sistemas de modelamiento tecnológicos enfocados en lo económico para ajustar los costos operativos a \$29,7, reduciendo en un 65 %. Se concluye que, la información referente al tema es limitada; sin embargo, se rescata que mejorar la estimación de costos y, por tanto, su planificación repercute significativamente en la rentabilidad de las industrias.

Asimismo, Townsend [12] en su investigación titulada “Leadership Strategies for Reducing Operational Costs in Waste Management Businesses in Liberia” señala que las empresas de gestión de residuos sólidos enfrentan problemas que incrementan los costos operativos, tales como equipos y transportes obsoletos y las horas intensivas de trabajo, que reducen los ingresos; por lo que tuvo por objetivo analizar las estrategias ya impuestas por ciertas empresas recolectoras de residuos sólidos para la reducción de sus costos operativos; para ello, se siguió una metodología aplicada – descriptiva, donde el instrumento utilizado fue un cuestionario semiestructurado para recolectar información de 6 empresas de este rubro en Liberia; cuyos resultados arrojaron que las estrategias impuestas fueron la capacitación tanto para clientes como el personal, además de recibir feedback de parte de los clientes, contar con registros de control durante todo el proceso, aprovechar la tendencia al reciclaje y la segregación por colores, lo que arrojó una reducción de los costos operativos en un promedio del 48%, acaparando solo el 26 % del presupuesto, en lugar del 50 %. Se concluye que, para reducir costos operativos es necesario la implementación de ciertas estrategias que se encuentran relacionadas a la mano de obra y el control del proceso.

Por otro lado, Pacheco [13] en su tesis “Mejora en los procesos de mantenimiento para reducir costos operativos en la empresa GSP Trujillo S.A.C”, indicó que el problema principal se centraba en las fallas de los equipos, a pesar de planificarse un mantenimiento preventivo, lo que se traducía en pérdidas económicas de S/96 080,22 anuales; por tal motivo su principal propósito fue disminuir los costos operativos mejorando los procesos del área de mantenimiento. La metodología fue diseño experimental, del tipo aplicada; en el cual se aplicó una encuesta para conocer las causas raíz del problema y se buscó información referente a los costos operativos históricos del proceso de mantenimiento, para brindar estrategias de mejora enfocadas. Se obtuvo como resultados, posterior a la aplicación de fichas de control de

mantenimiento, instructivos de trabajo, ficha de productividad general, programa de capacitación, metodología 5s, entre otros, una reducción de S/73 916,79 en por falta de capacitación y control de actividades, una reducción de S/15 247,35 por falta de capacitación y conocimiento al personal y S/6 329,73 por falta de limpieza del área y de equipos. Finalmente, fue posible concluir que con una inversión de S/18 271,88 la propuesta es viable con un TIR de 98,13% y VAN de S/81 255,78 y un costo-beneficio de 1,31.

De acuerdo con Nureña [14] en su investigación “Propuesta de mejora en la gestión operativa y calidad para reducir los costos operativos en una empresa de servicios de ingeniería y construcción”, la problemática se centró en las deficiencias de la gestión operativa, como la inexistencia de control de calidad, la entrega de materiales a destiempo, falta de capacitaciones y plan de mantenimiento, entre otros, que generaban un costo operativo de S/ 28 054,39; por lo que tuvo como objetivo determinar el impacto de una propuesta de mejora sobre los costos operativos de la empresa. La metodología fue pre-experimental, cuantitativa, donde se encuestó al personal para identificar las deficiencias de la gestión operativa y priorizarlas a través de Pareto, para luego obtener información económica de los costos según las causas priorizadas y enfocar las soluciones en la propuesta de mejora. Como resultados, se obtuvo una propuesta que incluía la implementación de procedimiento de trabajo, instructivos, estudio de tiempos, programa de mantenimiento y PERT, logrando reducir los costos operativos en S/15 760.84 mensuales lo cual representa el 56 % del valor inicial. Se concluye que la propuesta es viable económicamente al obtenerse un beneficio/costo de S/1,9.

Asimismo, Ccahuay et al. [15] en su artículo “Plan de mejora en la gestión operativa para reducir costos de la empresa Shalom Empresarial S.A.C. Chiclayo” identificó que existe deficiencias en la gestión operativa, tales como el desorden en la zona de recepción y almacenamiento, manipulación inadecuada y demora en su recojo, que incrementan los costos de almacenamiento, por daño en los paquetes y en la distribución; por ello, planteó como propósito la elaboración de un plan de mejora para disminuir costos de la empresa. La investigación sigue una metodología de diseño no experimental y del tipo cuantitativa descriptiva, en la cual se aplicó una encuesta al jefe de operaciones y los trabajadores para conocer las deficiencias del proceso y se recolectó información acerca de los costos históricos. Se obtuvo como resultados una disminución de los costos operativos de S/127 846,54 a S/108 445,39 lo que representa un 15,18 % de los costos actuales y un beneficio-costo de 1,75, tras aplicar 5s, capacitaciones, programación de vehículos y rediseño de layout. Se llegó a la conclusión que el plan de mejora en la gestión operativa favorece a la disminución de los costos operativos de la empresa.

Según Rivas y Zamora [16] en su investigación denominada “Propuesta de un plan de mejora para optimizar la gestión del proceso de transporte de inversiones Zamcar S.A.C.”; la empresa se encontraba afectada por la deficiente gestión de transporte, que generaba altos costos por combustible y mantenimiento y reparaciones debido a la falta planificación de rutas y fallas inesperadas, que ocasionaban alrededor de S/260 765,9 en pérdidas anuales; por lo cual plantearon como objetivo principal la optimización de la gestión del proceso de transporte a través de una propuesta de mejora. Esta investigación es de nivel explicativa, tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y de diseño cuasiexperimental, donde se aplicó la metodología DMAIC según sus 5 etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Como resultado, se aplicaron estrategias como procedimientos de gestión de combustible, plan de mantenimiento preventivo y procedimiento de capacitación, obteniendo una disminución en consumo de combustible del 15% (23 mil a 19 mil galones), en gastos por mantenimiento de 19,80 % (260 mil a 20 mil soles) y de paradas imprevistas por fallas mecánicas del 15% (75% a 60% de fallas). Concluyendo que la propuesta logrará una disminución de gastos en mantenimiento, ahorros en consumos, personal más motivado y reducción de las paradas inesperadas.

También Rodrigues et al. [17] en su artículo “Operating cost budgeting methods: quantitative methods to improve the process”, busca revertir la problemática en relación a la poca utilización de métodos de pronósticos para los costos operativos en las empresas; por lo que tuvo como objetivo comparar los modelos de pronósticos de costos operativos para señalar la mejor opción, es decir, sin mucha desviación y fácil de implementar. Siendo de nivel descriptiva, se analizaron 2 modelos: univariado ARIMA y modelo multivariado con rezagos distribuidos; para lo cual se estimaron costos y se analizaron los indicadores de calidad como el porcentaje de error, porcentaje de error acumulado y error cuadrático medio. La investigación tuvo como resultado que, los modelos multivariados presentan menos desviación (3,32 %) que los modelos univariados (5,53 %); ya que, considera los rezagos distribuidos en base al costo operativo total. Por tanto, concluye que, los modelos multivariados pueden ser aplicados fácilmente con un pronóstico más exacto en relación al costo-beneficio.

Asimismo, en los siguientes párrafos se procedió describir los principales conceptos de las variables de estudio, tanto de la variable dependiente e independiente, detallados a continuación

En ese sentido, se dice que los costos operativos son todos aquellos que se originan como consecuencia de prestar un servicio o a la producción de un bien, es decir, los costos que mantienen en funcionamiento la empresa; por otro lado, estos costos se tienen en cuenta incluso si no se ha vendido nada durante el mes. De esta manera, los principales costos operativos se

desglosan en: Costos por materiales, costos por equipos, costos por maquinaria, costos por mano de obra, costos de contratación externa [18].

Es por ello que los costos por materiales, se entiende como la suma de los costos de todos los materiales utilizados para producir un bien o prestar un servicio, respecto a los costos por equipo, es la suma del valor de depreciación de todos los equipos utilizados para producir un bien o prestar un servicio. En caso, sean adquiridos de manera externa, el valor utilizado es el de alquiler; los costos por maquinaria vienen a ser la suma del valor de depreciación de todos los equipos utilizados para producir un bien o prestar un servicio. En caso, sean adquiridos de manera externa, el valor utilizado es el de alquiler; asimismo, los costos por mano de obra: Representa el valor de las horas trabajadas del personal que ejecuta las tareas operativas para la ejecución del proceso, ya sea de producción o servicio. Asimismo, los costos de contratación externa: Representa el valor de adquisición del servicio contratado para la ejecución del proceso operativo [19].

Algunas investigaciones indican que existen estrategias para reducir costos operativos, según a la necesidad de la empresa, dentro de ellas se encuentran: adecuada gestión de costes, que consiste en planificar de manera óptima los costos es un buen comienzo para mantener controlado el presupuesto y no incurrir en sobrecostos; controlar los procesos: Es una forma de monitorear el proceso y analizar la data para la toma de decisiones; gracias a los indicadores se puede identificar el problema y darles solución, lo que permiten reducir costos [20]. Asimismo, invertir en tecnología: lo que significa que se tiene que implementar programas de automatización, softwares, pueden ayudar a optimizar el proceso operativo; por tanto, disminuiría costo e incrementa el nivel de precisión. Buscar nuevos proveedores: El control de los proveedores es fundamental para el funcionamiento continuo de la producción; por tanto, contar con proveedores eficientes vuelven a la empresa más competitiva y a reducir los costos a consecuencia de proveedores deficientes [21]. Realizar mantenimiento preventivo: La maquinaria es parte importante del proceso operativo; por tanto, tener en cuenta que los costos operativos pueden elevarse por fallas en éstas es un punto clave. La prevención de fallas en las máquinas cuesta muchísimo menos que reparar un sinnúmero de veces una falla inesperada [20].

Por otro lado, el ciclo PHVA, por sus siglas se refieren a los términos, que son las fases del ciclo: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar; es una metodología que evalúa los procesos de manera constante asegurando el desarrollo de la organización. El Ciclo PHVA brinda soluciones a las causas de una problemática identificada, a través de una serie de estrategias o



medidas que reduzcan el impacto negativo; para de esta manera, incrementar la productividad y, sobre todo, reducir costos; según lo mencionado por Benites et al [22].

A continuación, se detallan las fases del Ciclo PHVA, de acuerdo con Moyano y Villamil [23]: Planificar, hace referencia a la identificación del problema, creándose actividades para su solución, identificando los responsables y las fechas de implementación. Hacer, hace referencia a la ejecución de las actividades plasmadas en la primera parte, manteniendo el control y monitoreando los avances. Verificar, hace referencia a la evaluación de los resultados de las actividades ejecutadas, donde se comprueba si fueron eficaces. Actuar, hace referencia al establecimiento de acciones correctivas, si en caso, se encontraron fallas; caso contrario, se documenta lo realizado y se integra al proceso.

En cuanto a los residuos sólidos, éstos son materiales sólidos o semisólidos que no tienen valor para un uso directo, que al no ser manejados de una manera correcta pueden ocasionar impacto en la salud pública o dañar al medio ambiente. Estos residuos provienen de la generación de bienes o servicios, cuando se trata de empresas de manufactura, minería, servicios, entre otras; asimismo, se generan por las actividades de consumo [24]. Actualmente, los residuos sólidos no son considerados como materiales sin valor; al contrario, se consideran como insumos para otras industrias que pueden otorgarle un nuevo valor; además de ello la incorporación de tecnología para el manejo de residuos sólidos permite la generación de alto valor y generación de mayores ingresos [25].

Por otro lado, las empresas que se encargan de gestionar los residuos sólidos son instituciones inscritas en el Registro Autoritativo de Empresas Operadoras de Residuos Sólidos administrado por el MINAM, la cual se les define como empresas que se dedican a la realización de operaciones vinculadas al manejo de residuos sólidos. Éstas son supervisadas por el Ministerio del Ambiente, incluso si sus operaciones se dirigen a empresas privadas y no al servicio público [5].

En ese sentido, las empresas operadoras, por lo general, desarrollan el siguiente proceso de recolección y transporte de residuos sólidos: Inician con la Recolección, se refiere a recoger los residuos sólidos del sitio donde se realiza el servicio para cargarlos a los vehículos y seguir el proceso. Por tanto; la recolección de los residuos sólidos puede darse de manera indiscriminada o no, dependiendo la disposición final [26]. De darse de una manera indiscriminada, todos los residuos sólidos sin importar su tipo deben ser cargados a los vehículos; mientras que, si es de la otra manera, se debe segregar los residuos sólidos según su tipo en base a su tratamiento posterior [26]. Luego se procede a realizar el transporte, el cual consta del traslado de residuos sólidos recolectados al punto de disposición final. Para esta operación, el vehículo debe

encontrarse adecuadamente acondicionado a la normativa vigente y la capacidad de carga vehicular depende del total de residuos sólidos a recolectar. Es necesario que la carga se encuentre monitoreada desde el sitio de recolección al punto de disposición final, además, esta operación se realiza de manera nocturna [27].

Todas las empresas en cualquier rubro que se encuentren tienen como estrategia medir el desempeño de sus procesos para alcanzar una meta establecida, punto del cual no es indiferente una empresa dedicada al rubro de la gestión de residuos sólidos, puesto que toda empresa se maneja en base a recursos que no deben ser desperdiciados; en relación a ello, muchas empresas implementan acciones para visualizar una evolución positiva y las ganancias que trae consigo [28]. Por este motivo es que para medir la evolución en una empresa se establecen indicadores, los cuales permiten analizar los resultados de una respectiva tarea o proceso y verificar si realmente se cumplió lo esperado [29]. En ese sentido, se presentan algunos:

Las entregas a tiempo o en inglés denominadas On Time Delivery, miden el porcentaje de pedidos o servicios que fueron entregados dentro del plazo acordado con el cliente, siendo uno de los indicadores más sensibles dentro de la empresa, pues se relaciona de manera directa con la satisfacción del cliente [30]. Asimismo, se tiene el indicador de servicios sin paradas, el cual mide la disponibilidad de un servicio en relación a las paradas de máquinas o equipos, se puede medir de dos maneras, sea como disponibilidad en tiempo o disponibilidad en ocurrencia [31]. Otro indicador es la eficacia, el cual mide la relación de los resultados obtenidos sobre los resultados propuestos, enfocándose en obtención de alcance y no en los recursos utilizados, por tanto, para este sector de gestión de residuos sólidos, se mide en relación a su clasificación adecuada [32].

En base a todo lo antes mencionado, en la investigación la hipótesis es la siguiente: La mejora del proceso de recolección y transporte en una empresa operadora de residuos sólidos reduce los costos operativos.

## **Materiales y métodos**

### **Diagnosticar la situación actual del proceso de recolección y transporte de una empresa operadora de residuos sólidos**

Para el diagnóstico se analizó el proceso de recolección y transporte de RR.SS. mediante la ineficacia en la clasificación de RR.SS., el cual se basó en los indicadores de Pacheco [13] y Nureña [14], los cuales miden el desempeño del personal en la ejecución de sus funciones; en ese sentido, una manera de medir el desempeño del personal fue durante la clasificación, donde se observaron inconvenientes; asimismo, con en base en los mismos autores se tomaron en cuenta indicadores como servicios con paradas no programadas y materiales defectuosos; añadiendo el indicador de servicios retrasados, tal como lo utilizó Ccahuay et al. [15]. Referente a la medición de los costos operativos, se utilizó la metodología de Aguirre y Ortega [2], en el cual se determinó el porcentaje de costos operativos extras en base al presupuesto, además de la afectación de éstos sobre los ingresos. Posterior, se analizó las causas de los altos costos operativos utilizando el Diagrama de Ishikawa y Diagrama de Pareto, según el método utilizado por Pacheco [13]; finalmente, para la selección de la metodología de trabajo se utilizó la metodología de Guerras et al. [35] y Nantes [36], con base en criterios y puntaje.

### **Establecer un plan de mejora para el proceso de recolección y transporte**

Se estableció un plan de mejora para el proceso de recolección y transporte de la empresa a través de la aplicación del Ciclo PHVA, de acuerdo a lo que utilizó Ccahuay et al. [15], donde se aplicaron las 4 fases: En la fase planificar, se seleccionó un equipo de trabajo y se aplicó la técnica de 5W1H para establecer una solución adecuada a la causa raíz del problema [16], además se definieron los objetivos y metas [13]. En la fase Hacer, se estableció un plan con el diseño de cada una de las soluciones establecidas en la fase anterior, además de capacitar a los trabajadores de acuerdo al plan [15]. En la fase Verificar, se midió el impacto de la propuesta sobre los indicadores del proceso [13] - [15] y en relación a los costos operativos, se utilizó la metodología de la Guía PMBOK con base en la matriz de probabilidad e impacto [34]; asimismo, se utilizó el método de regresión lineal [2] para pronosticar las ventas y en consecuencia determinar el porcentaje propuesto de costos operativos extras y la afectación propuesta sobre las ventas. En el Fase Actuar, se incluyó acciones correctivas, preventivas y auditorías [15].

### **Realizar un análisis costo beneficio del plan de mejora**

Se analizó el costo beneficio del plan de mejora, identificando los beneficios económicos, inversión y los egresos de cada solución propuesta [13] para determinar el costo beneficio de la propuesta [14], al igual que el VAN y TIR.

La metodología de la investigación, se presenta de la siguiente manera: Según Hernández y Mendoza [9], es de tipo aplicada; ya que, busca resolver problemas a partir de conocimientos sólidos para generar nuevo conocimiento; además, es de alcance descriptivo-propositivo; puesto que, pretende describir a las variables de estudio para proponer una solución a un problema en específico. Es de diseño no experimental, ya que se observan las variables en su estado natural sin la intervención del investigador [9]. De esta manera, se espera que la presente investigación analice el proceso de recolección y transporte de residuos sólidos para proponer un plan de mejora, basado en el Ciclo PHVA con el fin de reducir los costos operativos, sin llegar a manipular la variable.

Según Arias, Villasís y Miranda [33] la población abarca todos los elementos que se van a estudiar, en tanto la muestra es una parte representativa de la población; sin embargo, si la población es menor de 50 elementos puede ser considerada como muestra. En ese sentido, la muestra fue igual a la población, la cual abarca los costos operativos de los servicios ejecutados durante el año 2022. Por tanto, el muestreo utilizado es no probabilístico por conveniencia, ya que, la muestra se seleccionó por la facilidad de acceso y su disponibilidad para la ejecución de la investigación [33].

La investigación respeta la estructura brindada por la Universidad; asimismo, cita correctamente la información encontrada de diferentes autores según la norma IEEE. El autor de esta investigación utiliza datos reales y veraces, contribuyendo con una propuesta de mejora para la empresa, respetando a todos los trabajadores involucrados en el proceso; además de ello, se cuenta con la autorización por parte de la empresa para el tratamiento de su información con fines académicos.

## Resultados y discusión

### **Objetivo 1: Diagnóstico de la situación actual del proceso de recolección y transporte en la Empresa Operadora de Residuos Sólidos Fumiguex.**

La empresa Fumiguex se encuentra ubicada en Chiclayo, la cual a partir de agosto del año 2021 está autorizada por el Ministerio del Ambiente para ser una empresa operadora de residuos sólidos en el ámbito de gestión no municipal. En este rubro, el principal servicio que la organización ofrece es la recolección y transporte de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, los cuales lo realiza utilizando su flota de 6 camiones furgón con capacidad de 4 toneladas c/u y 2 volquetes de 30 toneladas, según sea necesario. Durante el año 2022, la empresa ha realizado servicios para 5 clientes, donde ha llegado a recolectar alrededor de 1 172 toneladas de residuos sólidos, entre peligrosos y no peligrosos (Anexo 4); sus clientes pertenecen a diferentes rubros, tales como a la manufactura de cerámicos, construcción electromecánica, comercializadoras de textiles y hoteleras.

El proceso de recolección y transporte que realiza como parte de sus servicios, se divide en 4 etapas, donde las áreas de ventas y operaciones se ven involucradas, tal como se observa su flujograma en el Anexo 5.

- **Cotización:** Se realiza una propuesta económica al cliente en base al total de residuos sólidos calculado al visualizar las fotografías y videos que el cliente envía. Aunque este no es una actividad operativa, influye mucho en la cantidad de recursos que el área operativa debe utilizar para la ejecución del servicio.

- **Recolección:** Una vez que se aceptó el servicio, se procede con la ejecución, asimismo, para proceder con el carguío y recolección, primero se revisa que los residuos estén previamente acondicionados e identificados, una vez esté conforme se realiza la carga y acondicionamiento en el vehículo.

- **Transporte:** El transporte se realiza con vehículos modernos, cerrados y calibrados según los requisitos normativos y de seguridad. Los tipos de unidades y las cargas útiles varían según sus necesidades de transporte. Para realizar el transporte en condiciones especiales y bajo estricto control, la carga es precintada y transportada por las instalaciones del cliente o generador. El tránsito al lugar de destino o disposición final sólo se permite durante el día.

- **Gestión Documentaria:** Todo el proceso está certificado por documentación que asegura el cumplimiento normativo y la correcta gestión de residuos y se resume en un

informe de gestión de residuos presentado al cliente y ejecutado por el responsable de operaciones.

En el Anexo 28 se presenta el diagrama de análisis del proceso (DAP actual), donde se muestra que el proceso toma un total de 15.3 horas, ejerciéndose 10 operaciones en 6 horas, 1 inspección en 1.3 horas, 7 traslados en 5.9 horas y 2 esperas en 2 horas, siendo las actividades con mayor tiempo el traslado de los residuos sólidos a su disposición y la recolección de residuos sólidos.

De esta manera, se evaluó el proceso de recolección y transporte de residuos sólidos en los servicios ejecutados durante el año 2022, a través de los servicios retrasados, materiales defectuosos, servicios con paradas no programadas y la ineficacia en la clasificación de RR.SS., cuyo detalle se presenta en el Anexo 6.

Respecto a los servicios retrasados, este indicador se calculó en base al número de días extras en los servicios retrasados sobre el total de días programados en los servicios; donde se obtuvo que el porcentaje promedio fue de 23,9%, es decir de 147 servicios ejecutados con 147 días programados, 22 sufrieron retrasos con un aproximado de 35 días extras equivalentes a 315 horas extras de trabajo. El retraso se debe a que no se envía la suficiente cantidad de trabajadores al servicio, debido a una ineficiente planificación de recursos que se estima mediante fotos enviadas por el cliente, además de la mala calidad de los materiales que se adquieren para los servicios y las paradas no programadas que ocasiona extender el tiempo de recolección pasándose de la fecha límite programada.

Respecto a los materiales defectuosos, pueden ocasionar retrasos en la ejecución de servicios; dentro de los materiales y herramientas con los que trabaja la empresa se encuentran las balanzas, stoka, tacos de seguridad, conos de seguridad, kit antiderrame, botiquín, desinfectante de objetos, gel hidroalcohólico y extintor. Por cada servicio varía la cantidad de materiales a utilizar, debido a que no son consumibles, los materiales se reutilizan para cada servicio, por lo que en total se utilizaron 203 materiales, de los cuales 28 materiales se encontraron defectuosos, es decir el 14,3%.

Respecto a los servicios con paradas no programadas, este indicador se calculó en base al número de servicios parados por fallas imprevistas de los vehículos sobre el total de servicios; donde se obtuvo que el porcentaje promedio de los servicios con paradas no programadas fue de 15,0%, es decir de 147 servicios ejecutados, 12 sufrieron paradas por fallas imprevistas, afectando alrededor de 136 horas de trabajo.

Respecto a la ineficacia en la clasificación, se refiere a la clasificación incorrecta por parte de los trabajadores al no saber identificar los residuos sólidos peligrosos de los no peligrosos; ya que cada tipo de residuo tiene un costo diferente. De esta manera, se obtuvo que el porcentaje promedio fue de 3,7%, es decir de las 1 172,0 toneladas de residuos sólidos recolectados en los servicios, 42,8 toneladas se clasificaron de manera incorrecta. Esto se debe a que el personal solo ha recibido una capacitación general de sus funciones y temas relacionados; por tanto, hasta la fecha no adquieren los conocimientos necesarios para mejorar su labor, lo cual es más notorio en trabajadores nuevos, ya que los trabajadores más “antiguos” son los mismos que los capacitan, basándose esa capacitación en experiencia independientemente si es lo correcto o no, surgiendo así errores al momento de realizar el servicio.

De acuerdo al análisis realizado de los problemas que se suscitaron en la ejecución de los servicios durante el año 2022, se ha evidenciado un incremento de los costos operativos respecto a lo presupuestado. En Tabla 1 se muestra que el porcentaje de costos operativos extras fue del 36,2%, puesto que de los S/148 707,38 que se establecieron para la ejecución de todos los servicios durante el año, se necesitó en realidad S/202 533,05, logrando superar el presupuesto por S/ 53 825,67.

*% costos operativos extras*

$$= \frac{(\text{costo operativo real} - \text{costo operativo presupuestado})}{\text{costo operativo presupuestado}} \times 100$$

$$\% \text{ costos operativos extras} = \frac{(202\,533,05 - 148\,707,38)}{148\,707,38} \times 100$$

$$\% \text{ costos operativos extras} = 36,2\%$$

**Tabla 1. Porcentaje de costos operativos extras**

Meses	Cantidad recolectada (TM)	Venta	Costos operativos presupuestados	Costos operativos reales	Costos operativos extras	Porcentaje
Enero	95,1	S/ 18 952,28	S/ 12 129,46	S/ 14 909,14	S/ 2 779,68	22,9%
Febrero	91,8	S/ 18 354,90	S/ 11 747,14	S/ 13 859,63	S/ 2 112,49	18,0%
Marzo	99,9	S/ 20 061,48	S/ 12 839,34	S/ 16 643,82	S/ 3 804,47	29,6%
Abril	90,7	S/ 18 052,53	S/ 11 553,62	S/ 15 205,51	S/ 3 651,89	31,6%
Mayo	103,6	S/ 20 779,80	S/ 13 299,07	S/ 18 814,65	S/ 5 515,58	41,5%
Junio	95,7	S/ 19 064,38	S/ 12 201,20	S/ 17 942,33	S/ 5 741,13	47,1%
Julio	112,3	S/ 22 406,73	S/ 14 340,30	S/ 19 950,82	S/ 5 610,52	39,1%
Agosto	99,0	S/ 19 868,25	S/ 12 715,68	S/ 16 574,61	S/ 3 858,93	30,3%
Setiembre	88,8	S/ 17 670,50	S/ 11 309,12	S/ 14 492,20	S/ 3 183,08	28,1%
Octubre	96,7	S/ 17 670,50	S/ 11 309,12	S/ 15 998,50	S/ 4 689,38	41,5%
Noviembre	104,1	S/ 20 787,18	S/ 13 303,79	S/ 19 739,83	S/ 6 436,04	48,4%
Diciembre	94,3	S/ 18 686,78	S/ 11 959,54	S/ 18 402,01	S/ 6 442,47	53,9%
<b>Total</b>	<b>1172,0</b>	<b>S/ 232 355,28</b>	<b>S/ 148 707,38</b>	<b>S/ 202 533,05</b>	<b>S/ 53 825,67</b>	<b>36,2%</b>

Fuente. Obtenido de la información interna de la empresa.

A continuación, en la Tabla 2 se muestra que la afectación de los costos operativos extras sobre las ventas del año 2022, donde los costos operativos extras totales (S/ 53 825,67) afectan en un 23,2% sobre las ventas anuales (S/ 232 355,28). Los costos operativos extras se atribuyen a costos de mano de obra (S/ 29 780,27), costos de maquinaria (S/ 10 856,00), costos de materiales (S/ 2 805,40) y costos de contratación externa (S/ 10 384,00). El detalle del cálculo de cada uno de los costos operativos extras se encuentra en el Anexo 7.

**Tabla 2. Afectación de los costos operativos extras sobre las ventas**

Mes	Ventas (S/)	Costos extras de mano de obra (S/)	Costos extras de maquinaria (S/)	Costos extras de materiales (S/)	Costos extras de contratación externa (S/)	Total (S/)	Afectación
Enero	18 952,28	1 637,88	590,00	79,80	472,00	2 779,68	14,7%
Febrero	18 354,90	917,19	354,00	369,30	472,00	2 112,49	11,5%
Marzo	20 061,48	2 426,67	826,00	79,80	472,00	3 804,47	19,0%
Abril	18 052,53	1 800,19	708,00	199,70	944,00	3 651,89	20,2%
Mayo	20 779,80	2 787,98	1 062,00	249,60	1 416,00	5 515,58	26,5%
Junio	19 064,38	3 247,63	1 180,00	369,50	944,00	5 741,13	30,1%
Julio	22 406,73	3 316,72	1 180,00	169,80	944,00	5 610,52	25,0%
Agosto	19 868,25	2 441,23	826,00	119,70	472,00	3 858,93	19,4%
Setiembre	17 670,50	1 746,68	590,00	374,40	472,00	3 183,08	18,0%
Octubre	17 670,50	2 556,88	944,00	244,50	944,00	4 689,38	26,5%
Noviembre	20 787,18	3 427,44	1 298,00	294,60	1 416,00	6 436,04	31,0%
Diciembre	18 686,78	3 473,77	1 298,00	254,70	1 416,00	6 442,47	34,5%
<b>Total</b>	<b>232 355,2</b>	<b>29 780,27</b>	<b>10 856,00</b>	<b>2 805,40</b>	<b>10 384,00</b>	<b>53 825,67</b>	<b>23,2%</b>

**Fuente. Elaboración propia en base al Anexo 7.**

Por este motivo, se procedió a identificar las causas más relevantes del problema (incremento de los costos operativos) en el Anexo 8, las cuales se plasmaron en un Diagrama de Ishikawa, donde por cada causa principal se halló sus causas raíz, identificando un total de 6, éstas se priorizaron en una Matriz de priorización según el Principio de Pareto y se determinó que las causas raíz más significativas son la falta de estandarización del proceso, falta de capacitación y ausencia de mantenimiento preventivo.

De esta manera, en conjunto con el Supervisor de Operaciones, se analizan diferentes metodologías de mejora continua para estructurar la propuesta de mejora; por tanto en el Anexo 9, se muestra la caracterización de las diferentes metodologías, con la finalidad de evaluarlas de acuerdo a los criterios de evaluación y puntaje. Es así que, en la Tabla 3 se muestra la evaluación de las metodologías.



**Tabla 3. Matriz de selección de la metodología de trabajo**

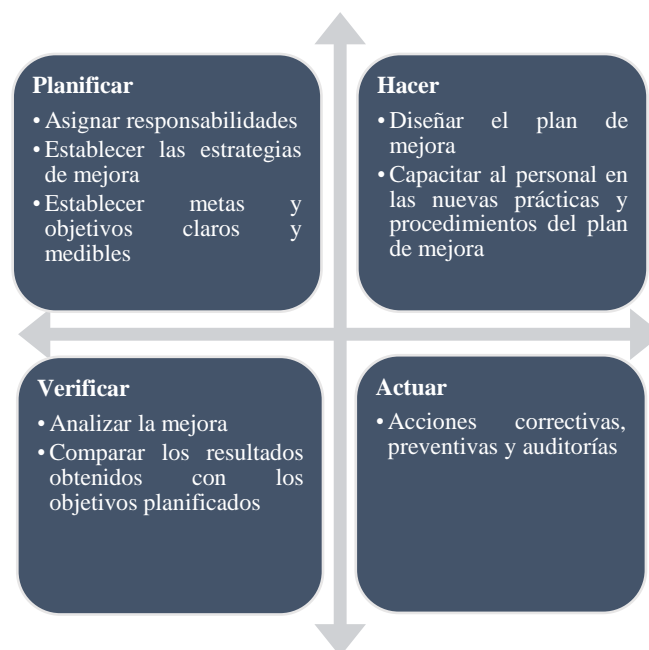
Criterio	Peso	DMAIC		Kaizen		Ciclo Deming		TQM	
		Punt.	Pond.	Punt.	Pond.	Punt.	Pond.	Punt.	Pond.
Adecuación estratégica	40%	7	2,8	9	3,6	9	3,6	5	2.0
Factibilidad económica	25%	5	1,3	7	1,8	7	1,8	3	0.8
Factibilidad de tiempo	20%	5	1,0	7	1,4	9	1,8	3	0.6
Aceptabilidad	15%	7	1,1	9	1,4	9	1,4	5	0.8
Total			6,1		8,1		<b>8,5</b>		4,1

**Fuente. Elaboración propia**

En síntesis, la metodología seleccionada para estructurar la propuesta de mejora fue Ciclo Deming con un ponderado de 8,5; debido a sus ventajas respecto a tiempo y costo, que a diferencia de herramientas como DMAIC o TQM, no requiere de una gran inversión, al ser una herramienta fácil de aplicar y entender; asimismo, supera a Kaizen, debido a que su tiempo de implementación es ligeramente más corto.

**Objetivo 2: Diseño del plan de mejora para el proceso de recolección y transporte en la Empresa Operadora de Residuos Sólidos Fumiguex EIRL.**

Una vez recopilada toda la información pertinente a la empresa, se diseñó el plan de mejora del proceso de recolección y transporte mediante la aplicación del ciclo de Deming:



**Figura 1. Estructura del Plan de mejora en base al Ciclo Deming**

**Fuente. Elaboración propia**

## Planificar

Primero, en el Anexo 10 se asignó a las personas responsables de llevar a cabo el plan de mejora para mitigar la falta de estandarización del proceso y reducir los costos operativos extras; puesto que es importante que haya claridad en los roles de cada miembro del equipo y que se comuniquen las responsabilidades de manera clara y concreta.

Posterior a ello, de acuerdo a la evaluación en el objetivo 1, el problema a trabajar recae en el incremento de los costos operativos en un 36,2% (Tabla 1); del cual se analizaron sus causas en el Anexo 8; por lo que, a continuación, en la Tabla 4 se presenta un análisis más detallado de las 3 causas raíz más significativas, utilizando la técnica 5W1H, para establecer la propuesta de solución.

**Tabla 4. Análisis 5W1H**

Qué?	Por qué?	Cuando?	Dónde?	Quién?	Cómo?
Falta de estandarización del proceso	Inadecuada planificación de los recursos; ya que se estima la cantidad de RR.SS. por fotos y videos que envía el cliente	Durante la cotización	En las instalaciones de la empresa	Ejecutivos de ventas	-Procedimiento estandarizado del proceso, añadiendo un subproceso de visita técnica in situ para la determinación de la cantidad de RR.SS. realizada por el área de operaciones y establecer un estándar de recursos según cantidad de RR.SS.
	Retrasos en la ejecución del servicio por materiales defectuosos	Durante la recolección	En el lugar de prestación de servicio	Operador	-Procedimiento de evaluación de proveedores
Falta de capacitación	Ineficiente clasificación de los residuos sólidos	Durante la recolección	En el lugar de prestación de servicio	Operador	-Capacitación sobre tipos de residuos sólidos peligrosos y no peligros, según tipos de industrias.
Ausencia de mantenimiento preventivo	Paradas no programadas por fallas en los camiones	Durante el transporte	En el lugar de prestación de servicio	Conductor	-Establecer un programa de mantenimiento preventivo para las unidades críticas.

**Fuente. Elaboración propia**

En ese sentido, en la Tabla 5 se procedió con la vinculación de la problemática, causa, indicadores y propuesta de solución.

**Tabla 5. Vinculación del problema, causas, indicadores y propuesta de solución**

Problema	Causa raíz	Indicadores	Propuesta de solución
Incremento de los costos operativos	Falta de estandarización del proceso	% Servicios retrasados	Procedimiento estandarizado del proceso, añadiendo un subproceso de visita técnica in situ y un estándar de recursos según cantidad de RR.SS.
		% Materiales defectuosos	Procedimiento de evaluación de proveedores
	Falta de capacitación	% Ineficacia en la clasificación de RR.SS.	Capacitación sobre tipos de residuos sólidos peligrosos y no peligros, según tipos de industrias.
	Ausencia de mantenimiento preventivo	% Servicios con paradas no programadas	Establecer un programa de mantenimiento preventivo para las unidades críticas.

**Fuente. Elaboración propia**

Finalmente, se definió los objetivos específicos de acuerdo a los indicadores de la Tabla 5, puesto que miden las deficiencias que ocasiona la falta de estandarización del proceso de recolección y transporte de RR.SS. y que a su vez, genera el incremento de los costos operativos. En la Tabla 6 se presentan los objetivos específicos, los indicadores, el valor actual calculados en el Anexo 6 y el valor meta, según el impacto de las investigaciones de otros autores, el cual se encuentra plasmado en el Anexo 11.

**Tabla 6. Objetivos y metas de la propuesta**

Nº	Objetivos	Indicadores	Valor actual	Meta
1	Reducir los servicios retrasados	% Servicios retrasados	23,9%	< 13%
2	Reducir los materiales defectuosos	% Materiales defectuosos	14,3%	< 5%
3	Reducir la ineficacia en la clasificación de RR.SS.	% Ineficacia en la clasificación de RR.SS.	3,7%	< 3%
4	Reducir los servicios con paradas no programadas	% Servicios con paradas no programadas	15,0%	< 8%

**Fuente. Elaboración propia en base al Anexo 11.**

### **Hacer**

Para cumplir con los objetivos propuestos se procedió a diseñar las estrategias de la Tabla 5 con el fin de mitigar las causas raíz del problema.

En ese sentido, se diseñó un procedimiento estandarizado del proceso de recolección y transporte de RR.SS en el Anexo 12, donde se añadió una nueva etapa que corresponde a la visita técnica in situ con la finalidad de determinar la cantidad correcta a recolectar de RR.SS y de esta manera, enviar los recursos necesarios y suficientes al momento del servicio, para lo cual también se creó un estándar de recursos; asimismo, se elaboró un procedimiento de evaluación de proveedores en el Anexo 13 con la finalidad de reducir la cantidad de materiales defectuosos que se llevan al servicio y que en conjunto, con todo lo mencionado, retrasan el servicio generando costos operativos extras de mano de obra,

maquinaria y materiales. Por otro lado, se elaboró un cronograma de capacitación en el Anexo 14 para que los operadores puedan identificar correctamente los RR.SS. peligrosos y no peligrosos según el tipo de industria, con el fin de no cometer errores en la recolección y mitigar los costos operativos extras de mano de obra. Además, se diseñó un programa de mantenimiento preventivo para las unidades críticas del proceso en el Anexo 15 con el fin de reducir las paradas no programadas durante los servicios y con ello, reducir los costos operativos de mano de obra, maquinaria y contratación externa.

Finalmente, en el Anexo 16 se establecieron los temas de capacitación que debe recibir el personal en las nuevas prácticas y procedimientos establecidos en el plan de mejora, con la finalidad de asegurar el involucramiento de todos en el proceso de recolección y transporte y comprender las nuevas estrategias. Asimismo, en el Anexo 29 se presenta el diagrama de análisis del proceso (DAP propuesto), donde se muestra que el proceso toma un total de 13.5 horas, ejerciéndose 13 operaciones en 5.3 horas, 1 inspección en 0.7 horas, 10 traslados en 6.2 horas y 2 esperas en 1 hora; demostrando una reducción del 12% en el tiempo total del proceso.

### **Verificar**

Se refiere a revisar y analizar detalladamente las actividades de mejora, para asegurarse de la efectividad de éstas en el proceso de recolección y transporte respecto a los costos operativos; sin embargo, debido a que la propuesta no se encuentra implementada en la empresa, se procedió identificar el impacto en base a diferentes trabajos de investigación.

En ese sentido, se utilizó el impacto promedio identificado en las investigaciones [13] - [15] mencionadas en el Anexo 17, para determinar los valores propuestos en relación a los indicadores del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos (Tabla 6). Por tanto, en la Tabla 7 se observa que el % de servicios retrasados se reduciría a un 7%, el % de materiales defectuosos a un 8%, el % de ineficacia en la clasificación a un 0,4% y el % de servicios con paradas no programadas a un 11%.

**Tabla 7. Comparativa de indicadores actuales y propuestos del proceso de recolección y transporte de RR.SS.**

<b>Indicador</b>	<b>Actual</b>	<b>Reducción según autores</b>	<b>Propuesto</b>
% Servicios retrasados	23,9%	69%	7%
% Materiales defectuosos	14,3%	42%	8%
% Ineficacia en la clasificación	3,7%	88%	0.4%
% Servicios con paradas no programadas	15,0%	29%	11%

**Fuente. Elaboración propia en base al Anexo 17.**

Además, en el Anexo 18 se comparó los valores propuestos determinados en la Tabla 7 según cada indicador con los valores metas establecidos en la Tabla 6 para verificar si se logró alcanzar lo planificado. Los resultados indicaron que la meta se logró alcanzar en los indicadores relacionados a los servicios retrasados e ineficacia en la clasificación; puesto que se mantuvieron por debajo del 13% y 3% respectivamente; sin embargo, el porcentaje de materiales defectuosos y servicios con paradas no programadas necesitan seguir bajando para alcanzar la meta de 5% y 8% respectivamente.

Asimismo, gracias a la propuesta de mejora diseñada en el proceso de recolección y transporte de residuos sólidos, los costos operativos extras pueden disminuir un porcentaje significativo; por tanto, se utilizó la metodología de la Guía PMBOK para determinar el valor propuesto con base en la matriz de probabilidad e impacto [34], donde se relaciona la probabilidad de ocurrencia de las causas (79,3%), según el porcentaje acumulado de la Matriz de priorización del Anexo 8, con el porcentaje promedio de mejora según el impacto establecido por las investigaciones [6] y [13] - [16] (Anexo 19); en consecuencia el valor propuesto resulta de la multiplicación del valor actual por la probabilidad y el impacto.

**Tabla 8. Comparativa de los costos operativos extras actuales y propuestos**

<b>Costos operativos extras</b>	<b>Actual</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Propuesto</b>
Costos extras de mano de obra	S/ 29 780,27		76%	S/ 18 065,26
Costos extras de maquinaria	S/ 10 856,00		37%	S/ 3 198,17
Costos extras de materiales	S/ 2 805,40	79,3%	15%	S/ 333,70
Costos extras de contratación externa	S/ 10 384,00		19%	S/ 1 584,59
<b>Total</b>	<b>S/ 53 825,67</b>			<b>S/ 23 181,73</b>

**Fuente. Elaboración propia**

De esta manera, los costos operativos extras pasarían de S/ 53 825,67 a S/ 23 181,73; debido a la reducción de los costos operativos extras de mano de obra a S/ 18 065,26, de maquinaria a S/ 3 198,17, de materiales a S/ 333,70 y de contratación externa a S/ 1 584,59.

### **Actuar**

La finalidad de utilizar el Ciclo Deming como metodología de desarrollo para la propuesta de mejora es identificar y sugerir cambios que puedan optimizar el diseño propuesto y puedan reducir aún más los costos operativos extras.

Por tanto, se propusieron acciones correctivas, tal como incluir mantenimiento autónomo del TPM dentro del programa de mantenimiento preventivo para reforzar la reducción de fallas en los camiones furgón con ayuda de los conductores, quienes podrían

realizar algunas tareas de mantenimiento básicas, con el fin de reducir el porcentaje de servicios con paradas no programadas; asimismo, añadir nuevos proveedores para reemplazar los proveedores deficientes. Dentro de ello, se creó el registro de lecciones aprendidas en el Anexo 22 para identificar acciones correctivas. Por otro lado, se propusieron acciones preventivas como integrar un sistema de premios y recompensas para motivar al personal a cumplir las metas del proceso de recolección y transporte de RR.SS.; además, se elaboró un registro de sugerencias de mejora continua en el Anexo 23; finalmente, se propuso realizar auditorías internas cada 6 meses, a cargo del administrador, supervisor de operaciones y gerencia general, con la finalidad de identificar las deficiencias del proceso y monitorear los indicadores para asegurarse de que se están cumpliendo los objetivos establecidos; para ello, se elaboró un registro de monitoreo de indicadores en el Anexo 24.

### **Análisis costo beneficio del plan de mejora**

Para la determinación de los beneficios económicos, se tomó en consideración los costos operativos extras según cada estrategia de solución, tanto en su valor actual como propuesto, cuyo total concuerda con lo planteado en la Tabla 8; en ese sentido, en la Tabla 10 se muestra que los beneficios ascienden a S/ 30 643,94

**Tabla 9. Beneficios económicos**

<b>Propuesta</b>	<b>Pérdida actual</b>	<b>Pérdida propuesta</b>	<b>Beneficio</b>
1. Procedimiento estandarizado del proceso: Adición de visita técnica in situ y un estándar de recursos según cantidad de RR.SS.	S/ 31 952,31	S/ 16 805,59	S/ 15 146,72
2. Procedimiento de evaluación de proveedores	S/ 2 805,40	S/ 333,70	S/ 2 471,70
3. Capacitación sobre residuos sólidos	S/ 2 368,30	S/ 1 436,66	S/ 931,65
4. Programa de mantenimiento preventivo	S/ 16 699,66	S/ 4 605,79	S/ 12 093,87
<b>Total</b>	<b>S/ 53 825,67</b>	<b>S/ 23 181,73</b>	<b>S/ 30 643,94</b>

**Fuente. Elaboración propia**

Posteriormente, se presupuestó la inversión necesaria en el Anexo 25, tomando en consideración el costo de la capacitación para socializar y emprender la propuesta de solución y la inversión de cada una de las propuestas diseñadas para el desarrollo de la mejora, lo que en total asciende a S/23 562,79. En relación a los egresos, en el Anexo 26 se tomó en cuenta la depreciación y los costos de cada una de las propuestas diseñadas, lo cual asciende a un total de S/ 13 890,91.

En ese sentido, se realizó un análisis de escenarios con un flujo de caja anual pesimista, normal y optimista en el Anexo 27. El escenario pesimista consideró un incremento anual del 4,3% en los egresos y una reducción de los beneficios en ese mismo porcentaje, de

acuerdo a la inflación y; para el escenario optimista se consideró un incremento porcentual en los beneficios del 4,3% y una reducción de los egresos en ese mismo porcentaje. Todos estos escenarios consideraron un TMAR de 14,3%; puesto que de acuerdo al BCRP la tasa de inflación que abarca hasta octubre del año 2023 se situó en 4,3% y el premio al riesgo fue del 10%. De esta manera, en la Tabla 11 se muestra un resumen del análisis de escenarios, donde en el escenario pesimista se obtuvo un VAN de S/22 324,17, un TIR de 54,51% y un B/C de S/ 1,90; en el escenario normal se obtuvo un VAN de S/39 944,35, un TIR de 65,35% y un B/C de S/ 2,21 y en el escenario optimista se obtuvo un VAN de S/44 999,13, un TIR de 74,54% y un B/C de S/ 2,56. Estos indicadores señalan que la propuesta es viable económicamente; ya que el VAN es positivo, el TIR en todos los escenarios es mayor al TMAR y la relación de beneficio costo es mayor a 1, lo que señala que por cada sol invertido se tiene una ganancia significativa.

**Tabla 10. Resumen del análisis de escenarios**

Escenarios	VAN	TIR	B/C
Pesimista	S/22 324,17	54,51%	1,90
Normal	S/39 944,35	65,35%	2,21
Optimista	S/44 999,13	74,54%	2,56

Fuente. Elaboración propia

## Discusión

Referente al diagnóstico de la situación actual del proceso de recolección y transporte en la empresa, se realizó el análisis del proceso a través de indicadores, de los cuales se obtuvieron un 23,9% de servicios retrasados, un 15% de servicios con paradas no programadas, un 3,7% de residuos mal clasificados y un 14,3% de materiales defectuosos; caso similar con Pacheco [13] y Nureña [14], quienes utilizaron como indicador el % de desempeño del personal respecto a incidentes en sus funciones; sin embargo obtuvieron porcentajes más deficientes alrededor del 5% al 10% y en consecuencia, demandó un mayor costo perdido; respecto a los servicios retrasados [15] y paradas no programadas [14] se mantuvo en un valor similar del 15% y 11% respectivamente, lo que indica que las deficiencias identificadas respecto a procedimientos ineficientes y fallas en las máquinas, son puntos críticos en las empresas. Asimismo, Aguirre y Ortega [2], determinaron en su investigación, como problemática, que los costos operativos en empresas operadoras de RR.SS. llegan a excederse entre el 10,21% al 44,59 % de los costos operativos presupuestados, lo que concuerda con lo identificado en la presente

investigación, donde los costos operativos extras (S/ 53 825,67) abarcan un 36,2% del costo presupuestado, lo que llega a afectar en un 23,2% sobre las ventas.

Referente al diseño del plan de mejora para el proceso de recolección y transporte en la empresa, se dividió en las cuatro etapas del ciclo Deming e incluyó soluciones tales como, la estandarización del proceso mediante la adición de un subproceso visita técnica y estándar de recursos, procedimiento de evaluación de proveedores, capacitación sobre RR.SS. y programa de mantenimiento preventivo. Estas soluciones guardan similitud con Townsend [12] y Pacheco [13], quienes aplicaron capacitaciones al personal; asimismo, Nureña [14] aplicó estandarización de procesos, específicamente la adición de un nuevo puesto de trabajo, además de otras mejoras [15], y un programa de mantenimiento preventivo y control de proveedores. Todas estas soluciones se aplicaron para reducir los costos operativos, lo que se logró en un 57%, al igual que otras investigaciones [13] y [14] quienes redujeron en un 98% y 52%, cuyas variaciones son posibles debido a la magnitud de la solución propuesta.

Finalmente, el análisis costo beneficio del plan de mejora planteado logró determinar que con la propuesta se tendría un beneficio económico de S/ 30 643,94, siendo necesaria una inversión de S/23 562,79 para su puesta en marcha y egresos de S/ 13 890,91; con ello se obtuvo en un escenario normal un VAN de S/39 944,35, un TIR de 65,35% y B/C de 2,21, lo que indica que la propuesta es económicamente viable. Con estos resultados se tiene concordancia con lo presentado por Pacheco [13], dado que en su investigación demostró un beneficio económico de S/ 95 493,88 anuales y un obtuvo un TIR de 98,13%, VAN de S/. 81 255,78 y un costo-beneficio de S/ 1,31. De la misma forma, se encontró similitud con lo presentado por Nureña [14], dado que en su investigación logró reducir los costos operativos en la prestación del servicio, teniendo como beneficio S/ 15 760,84 mensuales lo cual representa una reducción del 56% respecto a los sobrecostos iniciales, además, tuvo un beneficio/costo de S/ 1,9. Sumado a ello, se obtuvo concordancia con lo señalado por Ccahuay et al. [15] puesto que con su propuesta logró una relación de costo beneficio de 1,95 soles ganados por cada sol invertido.

## **Conclusiones**

El diseño del plan de mejora del proceso de recolección y transporte en una empresa operadora de RR.SS. redujo los costos operativos en un 57%; ya que, el porcentaje de costos operativos extras disminuyó de 36,2% (S/ 53 825,67) a 15,6% (S/ 23 181,73) respecto a los costos operativos presupuestados.



El diagnóstico de la situación inicial permitió determinar que la empresa presenta un porcentaje de costos operativos extras de 36,2%, lo que representa una afectación de 23,2% respecto a las ventas, lo que se atribuye a los servicios retrasados en un 23,9%, materiales defectuosos en un 14,3%, servicios con paradas no programadas en un 15,0% y a la ineficacia en la clasificación en un 3,7%; además, se determinó que las causas raíz son la falta de estandarización del proceso, ausencia de programa de mantenimiento y la falta de capacitación, además la metodología de trabajo fue Ciclo Deming.

El diseño del plan de mejora para el proceso de recolección y transporte se dividió en las cuatro etapas del ciclo PHVA, donde se obtuvo una mejora en el porcentaje de servicios retrasados a un 7%, materiales defectuosos a un 8%, servicios con paradas no programadas a un 11% y la ineficacia en la clasificación a un 0,4%; asimismo, resultó en una reducción de los costos operativos extras a un 15,6%, con una afectación sobre las ventas de un 10%.

El análisis de costo beneficio permitió determinar que se tendría un beneficio económico de S/ 30 643,94 respecto a la reducción de los costos operativos extras; con ello se obtuvo en un escenario pesimista un VAN de S/22 324,17, una TIR de 54,51% y un B/C de S/ 1,90; en un escenario normal se obtuvo un VAN de S/39 944,35, una TIR de 65,35% y un B/C de S/ 2,21 y en un escenario optimista se obtuvo un VAN de S/44 999,13, una TIR de 74,54% y un B/C de S/ 2,56; señalando que la propuesta es viable económicamente en todos sus escenarios.

### **Recomendaciones**

Se recomienda a los futuros investigadores, aplicar en el proceso de recolección y transporte, la metodología RCS “Repuestos centrados en la confiabilidad” para mejorar la disponibilidad de repuestos durante los mantenimientos con la finalidad de reducir los costos operativos, específicamente, de máquina.

Por otro lado, se sugiere a los investigadores, aplicar los lineamientos de la norma ISO 10667 como medio de evaluación de desempeño del personal encargado del proceso de recolección y transporte con la finalidad de direccionar diferentes estrategias de mejora centradas en los trabajadores para reducir los costos operativos de mano de obra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. Abarca, G. Maas y W. Hogland, «Desafíos en la gestión de residuos sólidos para las ciudades de países en desarrollo,» *Tecnología en Marcha*, vol. 28, n° 2, pp. 141-168, 2017.
- [2] J. Aguirre y J. Ortega, «Costos Operativos de los sistemas de recolección de residuos sólidos en los cantones de Ecuador,» *FIPCAEC*, vol. 7, n° 1, pp. 412-429, 2022.
- [3] V. Bercheñi y M. González, «Determinación de la rentabilidad privada de la gestión de residuos sólidos urbanos del municipio de Corrientes, provincia de Corrientes. Período 2010- 2020,» *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, vol. 5, n° 1, pp. 1-11, 2021.
- [4] I. Guzmán, «Gestión de residuos sólidos en Perú: su avance y lo que plantea el Minam,» *Gestión*, 01 agosto 2023. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/peru/gestion-de-residuos-solidos-en-peru-cual-es-el-avance-y-lo-que-plantea-el-minam-giuliana-becerra-plantas-de-tratamiento-de-residuos-solidos-plantas-de-valorizacion-de-residuos-solidos-oefa-noticia/?ref=gesr>. [Último acceso: 06 diciembre 2023].
- [5] Ministerio del Ambiente, «Listado de empresas operadoras de residuos sólidos autorizadas por el MINAM,» 15 septiembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/274465-listado-de-empresas-operadoras-de-residuos-solidos-autorizadas-por-el-minam>. [Último acceso: 28 septiembre 2022].
- [6] E. Castillo, N. Martinez, A. Torbisco y M. Chong, «RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS CON DEMANDA EN LÍNEA,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2022.
- [7] K. Bellido, «IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 14001:2015 A EMPRESAS OPERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS (EO-RS),» Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, 2019.
- [8] J. Andrade y G. Massy, «Simulation of the operation of a natural gas transport system based on a criterion of minimum operating cost,» *DYNA*, vol. 86, n° 211, pp. 1-18, 2019.
- [9] R. Hernández y C. Mendoza, *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, México: McGraw-Hill. Interamericana Editores S.A, 2018.
- [10] H. Ñaupas, M. Valdivia, J. Palacios y H. Romero, *Metodología de la Investigación Cuantitativa, Cualitativa y Redacción de tesis*, Bogotá, 2018.

- [11] S. Phartan, M. Milke, D. Wilson y J. Cocks, «Cost Estimation for Solid Waste Management in Industrialising Regions Precedents, Problems and Prospects,» *Waste Management*, vol. 1, n° 1, pp. 1-37, 2020.
- [12] R. Townsend, «Leadership Strategies for Reducing Operational Costs in Waste Management Businesses in Liberia,» Walden University, Minnesota, 2019.
- [13] C. Pacheco, «MEJORA EN LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN LA EMPRESA GSP TRUJILLO S.A.C,» Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2017.
- [14] C. Nureña, «Propuesta de Mejora en la Gestión Operativa y Calidad para reducir los costos operativos en una empresa de Servicios de Ingeniería y Construcción,» Trujillo, 2018.
- [15] J. Ccahuay y K. Jara, «Plan de mejora en la gestión operativa para reducir costos de la empresa Shalom Empresarial S.A.C. Chiclayo-2019,» Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, 2020.
- [16] C. Rivas y H. Zamora, «PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DEL PROCESO DE TRANSPORTE DE INVERSIONES ZAMCAR S.A.C.,» Universidad Ricardo Palma, Lima, 2019.
- [17] J. Rodrigues, G. Fortunato y S. Pereira, «Operating cost budgeting methods: quantitative methods to improve the process,» *Production*, vol. 26, n° 4, pp. 675-687, 2016.
- [18] Q. Flores, R. Ludwing, P. Blanco y O. Joseph, «Determinación de costos operativos y su incidencia en la rentabilidad económica y financiera de las empresas de transportes urbano de pasajeros de la ciudad de Puno – Perú,» *Actualidad Contable Faces*, vol. 24, n° 43, pp. 76-92, 2021.
- [19] Universidad Nacional de Tucumán, «COSTO OPERATIVO DE LA MAQUINARIA AGRICOLA,» Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, 2020.
- [20] P. Rosa, «Maplink,» 15 agosto 2022. [En línea]. Available: <https://maplink.global/blog/es/cual-es-costo-operativo/>. [Último acceso: 28 septiembre 2022].
- [21] Conexión ESAN, «¿Cómo reducir los costos operativos de una empresa?,» 21 mayo 2021. [En línea]. Available: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/como-reducir-los-costos-operativos-de-una-empresa>. [Último acceso: 27 septiembre 2022].
- [22] R. Benites, A. Benites, S. Javez y S. Ulloa, «Application of the PHVA cycle to increase productivity in the Frescor production area of ARY Servicios Generales,» *Journal of business and entrepreneurial studies*, vol. 5, n° 3, pp. 1-8, 2021.

- [23] F. Moyano y D. Villamil, «ANÁLISIS DEL CICLO PHVA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS, UNA REVISIÓN DOCUMENTAL,» *Revista Politécnica*, vol. 17, n° 34, pp. 55-69, 2021.
- [24] M. De Oliveira, R. Klafke y S. Chaerki, «The Challenge of Urban Solid Waste Management in Brazil,» *Economía, sociedad y territorio*, vol. 22, n° 68, pp. 177-206, 2022.
- [25] Ministerio del Ambiente, «Nueva ley y reglamento de residuos sólidos,» 24 abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>. [Último acceso: 28 septiembre 2022].
- [26] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Etapas de la gestión integral de residuos sólidos urbanos,» 13 octubre 2021. [En línea]. Available: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/control/rsu/etapas>. [Último acceso: 28 septiembre 2020].
- [27] Instituto Nacional de ecología y cambio climático, «Residuos Sólidos,» 21 agosto 2018. [En línea]. Available: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/105/I.html>. [Último acceso: 28 septiembre 2022].
- [28] Escuela Superior de Formación, «La importancia de medir los procesos para una gestión eficiente,» 16 junio 2022. [En línea]. Available: <https://www.cesi-iberia.com/la-importancia-de-medir-los-procesos-para-una-gestion-eficiente/#:~:text=La%20medici%C3%B3n%20de%20procesos%20es%20una%20estrategia%20que%20nos%20permite,de%20la%20evoluci%C3%B3n%20del%20negocio.> [Último acceso: 5 mayo 2023].
- [29] C. Ares, «Empleo de indicadores globales de gobernanza en el análisis comparativo de políticas públicas,» *Gestión y Análisis de Políticas Públicas. Nueva época*, vol. 1, n° 31, pp. 96-110, 2023.
- [30] W. Macías, K. Rodríguez y H. Barriga, «COVID-19 lockdown and the satisfaction with online food delivery providers,» *Estudios Gerenciales*, vol. 37, n° 159, pp. 200-209, 2021.
- [31] P. De Grande, «GOBIERNO ELECTRÓNICO Y ACCESIBILIDAD: DISPONIBILIDAD DE SERVICIO EN PLATAFORMAS ONLINE ESTATALES DE LA ARGENTINA,» *Ciencias Administrativas*, vol. 1, n° 15, pp. 1-14, 2020.
- [32] C. Suárez y L. García, «El nivel de eficacia y eficiencia como principio fundamental de la gestión documental,» *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuso)*, vol. 6, n° 1, pp. 92-105, 2021.
- [33] J. Arias, M. Villasís y M. Miranda, «El protocolo de investigación III: la población de estudio,» *Revista Alergia México*, vol. 63, n° 2, pp. 201-206, 2016.

- [34] Project Management Institute, *Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos*, vol. 6, Project Management Institute Inc., 2017.
- [35] L. Guerras, J. Navas y E. Rimbau, «Evaluación y selección de estrategias,» de *Dirección estratégica*, 1 ed., Barcelona, Eureka Media, SL, 2019.
- [36] E. Nantes, «EL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS PARA LA TOMA DE DECISIONES. REPASO DE LA METODOLOGÍA Y APLICACIONES,» *Investigación Operativa*, vol. 27, nº 46, pp. 54-73, 2019.
- [37] Organizational Risk and Compliance Administration, «5 Criterios para la evaluación y selección de proveedores,» 8 junio 2021. [En línea]. Available: <https://blog.orcagrc.com/evaluacion-y-seleccion-de-proveedores>.
- [38] R. Jones, «Ejemplo práctico para realizar un análisis de criticidad,» 2022. [En línea]. Available: <https://angelmendizabal.com/mantenimiento/ejemplo-practico-para-realizar-un-analisis-de-criticidad/?cn-reloaded=1>.

## ANEXOS

## Anexo 1. Autorización de la empresa



**Fumiguex**  
SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

SANEAMIENTO AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL  
LICENCIA MUNICIPAL N°0659-2021  
RUC: 20561313882  
AV. FRANCISCO BOLOGNESI N°110 – CHICLAYO

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Gerencia de la empresa Fumiguex Servicios Generales EIRL: Expide la presente

**CONSTANCIA**

Que la Srta. Ingrid Carolina Reyes Bances identificada con DNI 44853536, quien labora actualmente como administradora en nuestra sede ubicada en Av. Francisco Bolognesi Nro. 110 - Chiclayo, solicita el nombre de nuestra representada, e información para el desarrollo de su proyecto de investigación titulado **"Mejora del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos en la empresa Fumiguex para reducir los costos operativos"**.

Ante lo solicitado, la empresa da autorización para tomar el nombre comercial de "FUMIGUEX", y está presto a colaborar con la estudiante; la información brindada será únicamente para fines académicos.

Atentamente;

Chiclayo, 7 de septiembre de 2022



**FUMIGUEX**  
SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
Ronald A. Hernández Bances  
TITULAR GERENTE



**FUMIGUEX**  
SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
GERENCIA

**TELÉFONOS: 074 231302 - 978721063 - 979953515**

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cómo mejorar el proceso de recolección y transporte en la empresa operadora de residuos sólidos para reducir los costos operativos?	<p><b>Objetivo General:</b> Diseñar un plan de mejora del proceso de recolección y transporte en una empresa operadora de residuos sólidos para reducir los costos operativos.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> -Diagnosticar la situación actual del proceso de recolección y transporte de la empresa operadora de residuos sólidos. -Establecer un plan de mejora para el proceso de recolección y transporte en una empresa operadora de residuos sólidos. -Realizar un análisis costo beneficio del plan de mejora para el proceso de recolección y transporte en la empresa operadora de residuos sólidos.</p>	La mejora del proceso de recolección y transporte en una empresa operadora de residuos sólidos reduce los costos operativos.	<p><b>Independiente:</b> Proceso de recolección y transporte de residuos sólidos</p> <p><b>Dimensiones:</b> Servicios con paradas no programadas Servicios retrasados Ineficacia en la clasificación Materiales defectuosos</p> <p><b>Dependiente:</b> Costos operativos</p> <p><b>Dimensiones:</b> % costos operativos extras</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> descriptivo - propositivo</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> no experimental</p> <p><b>Población y muestra:</b> Costos operativos de los servicios ejecutados del año 2022.</p>

### Anexo 3. Matriz de operacionalización

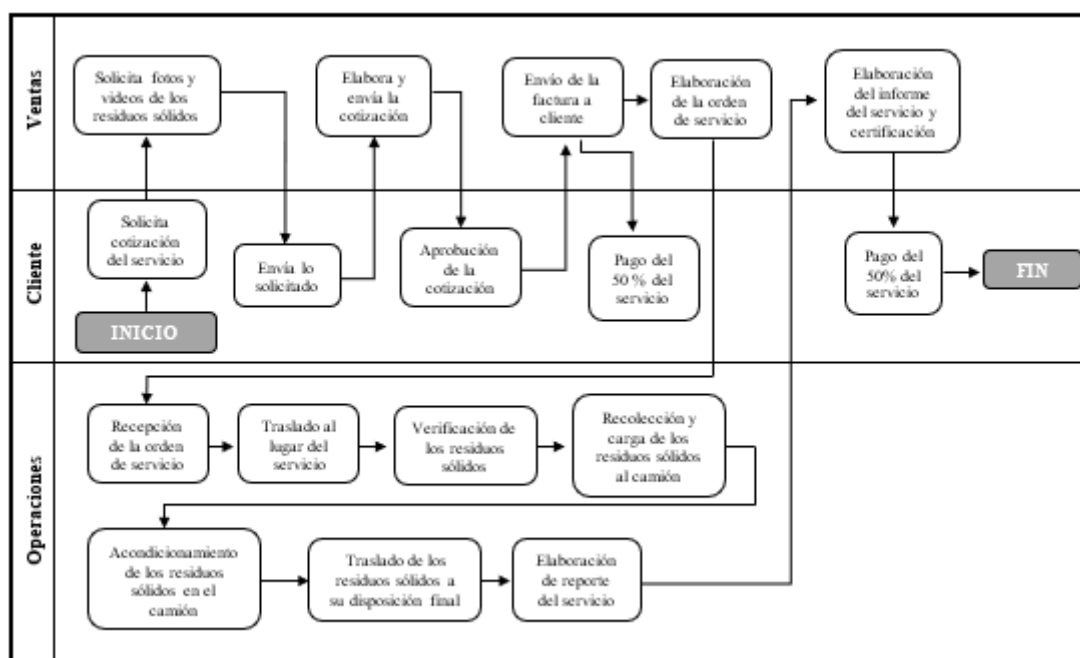
Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable independiente: Proceso de recolección y transporte de residuos sólidos	Trata del proceso en el que se ejecuta la recolección de residuos sólidos, los cuales pueden ser peligrosos o no peligrosos y posterior a ello se procede a su respectivo traslado a un lugar de disposición final	Servicios retrasados	$\text{Servicios retrasados} = \frac{\text{servicios con retraso}}{\text{total de servicios}} \times 100$	Razón
		Materiales defectuosos	$\text{Materiales defectuosos} = \frac{\text{Materiales defectuosos}}{\text{Materiales utilizados}} \times 100$	
		Servicios con paradas no programadas	$\text{Servicios con paradas} = \frac{\text{servicios con paradas imprevistas}}{\text{Total servicios}} \times 100$	
		Ineficacia en la clasificación	$\% \text{ clasificación inadecuada} = \frac{\text{cantidad recolectada inadecuada}}{\text{cantidad total recolectada}} \times 100$	
Variable dependiente: Costos operativos	Se trata de todos los costos a los que incurre la empresa para la adquisición de bienes o servicios que le permiten la prestación de sus propios servicios al mercado	% costos operativos extras	$\% \text{ costos operativos extras} = \frac{(\text{costo operativo real} - \text{costo operativo presupuestado})}{\text{costo operativo presupuestado}}$	Razón



**Anexo 4. Residuos recolectados según clientes (periodo 2022)**

N°	Cientes	Cantidad recolectada (TM)
1	Inversiones Mocce S.A	353,3
2	Terminales del Perú	310,6
3	Corporación Bilbao	164,5
4	Inversiones Cartagena	176,0
5	Corporación Hotelera San Andrés	167,6
<b>Total</b>		<b>1 172,0</b>

**Anexo 5. Diagrama de flujo del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos**



## Anexo 6. Detalle de los indicadores del proceso de recolección y transporte de RR.SS

### *Servicios retrasados*

$$\% \text{ Servicios retrasados} = \frac{\text{Servicios retrasados}}{\text{Total servicios}} \times 100$$

$$\% \text{ Servicios a retrasados} = \frac{35}{147} \times 100$$

$$\% \text{ Servicios retrasados} = 23,9\%$$

Mes	Total servicios	Días programados	Servicios retrasados	Días extras	Horas extras	Porcentaje
Enero	12	12	1	2	18	16,8%
Febrero	11	11	1	1	9	8,7%
Marzo	12	12	2	3	27	24,0%
Abril	11	11	1	2	18	17,6%
Mayo	13	13	2	3	27	23,2%
Junio	12	12	2	4	36	33,4%
Julio	14	14	3	4	36	28,5%
Agosto	12	12	2	3	27	24,2%
Setiembre	11	11	1	2	18	18,0%
Octubre	12	12	2	3	27	24,8%
Noviembre	13	13	2	4	36	30,7%
Diciembre	12	12	3	4	36	33,9%
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>147</b>	<b>22</b>	<b>35</b>	<b>315</b>	<b>23,9%</b>

### *Materiales defectuosos*

$$\text{Materiales defectuosos} = \frac{\text{Materiales defectuosos}}{\text{Materiales utilizados}} \times 100$$

$$\text{Materiales defectuosos} = \frac{29}{203} \times 100$$

$$\% \text{ Materiales defectuosos} = 14,3\%$$

Mes	Cantidad de materiales utilizados	Cantidad de materiales defectuosos	Porcentaje
Enero	15	2	13.3%
Febrero	22	3	13.6%
Marzo	14	2	14.3%
Abril	12	2	16.7%
Mayo	15	2	13.3%
Junio	17	2	11.8%
Julio	16	2	12.5%
Agosto	20	3	15.0%
Setiembre	20	3	15.0%
Octubre	19	3	15.8%
Noviembre	14	2	14.3%
Diciembre	19	3	15.8%
<b>Total</b>	<b>203</b>	<b>29</b>	<b>14,3%</b>

**Servicios con paradas no programadas**

$$\text{Servicios con paradas no programadas} = \frac{\text{Servicios con paradas imprevistas}}{\text{Total servicios}}$$

$$\text{Servicios con paradas no programadas} = \frac{22}{147}$$

$$\text{Servicios con paradas no programadas} = 15,0\%$$

Mes	Total Servicios	Servicios con paradas imprevistas	Horas afectadas	Porcentaje
Enero	12	1	5	8,4%
Febrero	11	1	6	8,7%
Marzo	12	1	7	8,0%
Abril	11	2	11	17,6%
Mayo	13	3	17	23,2%
Junio	12	2	12	16,7%
Julio	14	2	15	14,2%
Agosto	12	1	8	8,1%
Setiembre	11	1	7	9,0%
Octubre	12	2	12	16,5%
Noviembre	13	3	16	23,1%
Diciembre	12	3	20	25,5%
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>22</b>	<b>136</b>	<b>15,0%</b>

**Ineficacia en la clasificación**

$$\% \text{ clasificación inadecuada} = \frac{\text{Cantidad recolectada incorrectamente}}{\text{Cantidad total recolectada}} \times 100$$

$$\% \text{ clasificación inadecuada} = \frac{42,8}{1172,0} \times 100$$

$$\% \text{ clasificación inadecuada} = 3,7\%$$

Mes	Cantidad recolectada (TM)	Cantidad recolectada incorrectamente (TM)	Porcentaje
Enero	95,1	2,7	2,8%
Febrero	91,8	1,4	1,5%
Marzo	99,9	3,7	3,7%
Abril	90,7	2,6	2,9%
Mayo	103,6	5,3	5,1%
Junio	95,7	3,8	4,0%
Julio	112,3	3,6	3,2%
Agosto	99,0	3,5	3,5%
Setiembre	88,8	3,6	4,1%
Octubre	96,7	3,6	3,7%
Noviembre	104,1	5,1	4,9%
Diciembre	94,3	4,0	4,2%
<b>Total</b>	<b>1172,0</b>	<b>42,8</b>	<b>3,7%</b>

## Anexo 7. Detalle de los costos operativos extras

### *Costos operativos extras de mano de obra*

Mes	Costos operativos extras de mano de obra			Total
	Costo por horas extras	Costo por clasificación incorrecta de RR.SS	Costo por paradas no programadas	
Enero	S/ 1 353,85	S/ 147,29	S/ 136,75	S/ 1 637,88
Febrero	S/ 676,92	S/ 76,17	S/ 164,10	S/ 917,19
Marzo	S/ 2 030,77	S/ 204,45	S/ 191,45	S/ 2 426,67
Abril	S/ 1 353,85	S/ 145,49	S/ 300,85	S/ 1 800,19
Mayo	S/ 2 030,77	S/ 292,25	S/ 464,96	S/ 2 787,98
Junio	S/ 2 707,69	S/ 211,74	S/ 328,21	S/ 3 247,63
Julio	S/ 2 707,69	S/ 198,77	S/ 410,26	S/ 3 316,72
Agosto	S/ 2 030,77	S/ 191,66	S/ 218,80	S/ 2 441,23
Setiembre	S/ 1 353,85	S/ 201,38	S/ 191,45	S/ 1 746,68
Octubre	S/ 2 030,77	S/ 197,90	S/ 328,21	S/ 2 556,88
Noviembre	S/ 2 707,69	S/ 282,14	S/ 437,61	S/ 3 427,44
Diciembre	S/ 2 707,69	S/ 219,07	S/ 547,01	S/ 3 473,77
<b>Total</b>	<b>S/ 23 692,31</b>	<b>S/ 2 368,30</b>	<b>S/ 3 719,66</b>	<b>S/ 29 780,27</b>

### *Costos operativos extras de materiales*

Mes	Costos operativos extras de materiales
	Costo por materiales defectuosos
Enero	S/ 79,80
Febrero	S/ 369,30
Marzo	S/ 79,80
Abril	S/ 199,70
Mayo	S/ 249,60
Junio	S/ 369,50
Julio	S/ 169,80
Agosto	S/ 119,70
Setiembre	S/ 374,40
Octubre	S/ 244,50
Noviembre	S/ 294,60
Diciembre	S/ 254,70
<b>Total</b>	<b>S/ 2 805,40</b>

### *Costos operativos extras de maquinaria*

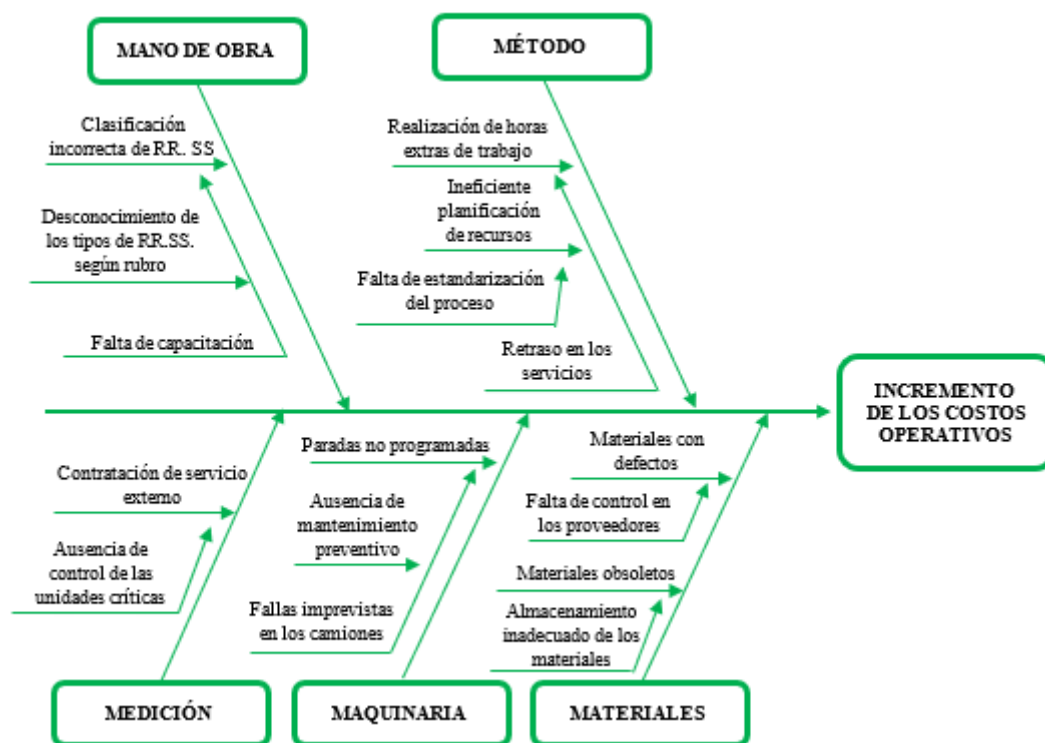
Mes	Costos operativos extras de maquinaria		Total
	Costos por horas extras	Costo por paradas no programadas	
Enero	S/ 472,00	S/ 118,00	S/ 590,00
Febrero	S/ 236,00	S/ 118,00	S/ 354,00
Marzo	S/ 708,00	S/ 118,00	S/ 826,00
Abril	S/ 472,00	S/ 236,00	S/ 708,00
Mayo	S/ 708,00	S/ 354,00	S/ 1 062,00
Junio	S/ 944,00	S/ 236,00	S/ 1 180,00
Julio	S/ 944,00	S/ 236,00	S/ 1 180,00
Agosto	S/ 708,00	S/ 118,00	S/ 826,00
Setiembre	S/ 472,00	S/ 118,00	S/ 590,00
Octubre	S/ 708,00	S/ 236,00	S/ 944,00
Noviembre	S/ 944,00	S/ 354,00	S/ 1 298,00
Diciembre	S/ 944,00	S/ 354,00	S/ 1 298,00
<b>Total</b>	<b>S/ 8 260,00</b>	<b>S/ 2 596,00</b>	<b>S/ 10 856,00</b>

***Costos operativos extras de contratación externa***

Mes	Costos operativos extras de contratación externa	
	Costo por paradas no programadas	
Enero	S/	472,00
Febrero	S/	472,00
Marzo	S/	472,00
Abril	S/	944,00
Mayo	S/	1 416,00
Junio	S/	944,00
Julio	S/	944,00
Agosto	S/	472,00
Setiembre	S/	472,00
Octubre	S/	944,00
Noviembre	S/	1 416,00
Diciembre	S/	1 416,00
<b>Total</b>	S/	10 384,00

### Anexo 8. Análisis de las causas raíz del problema

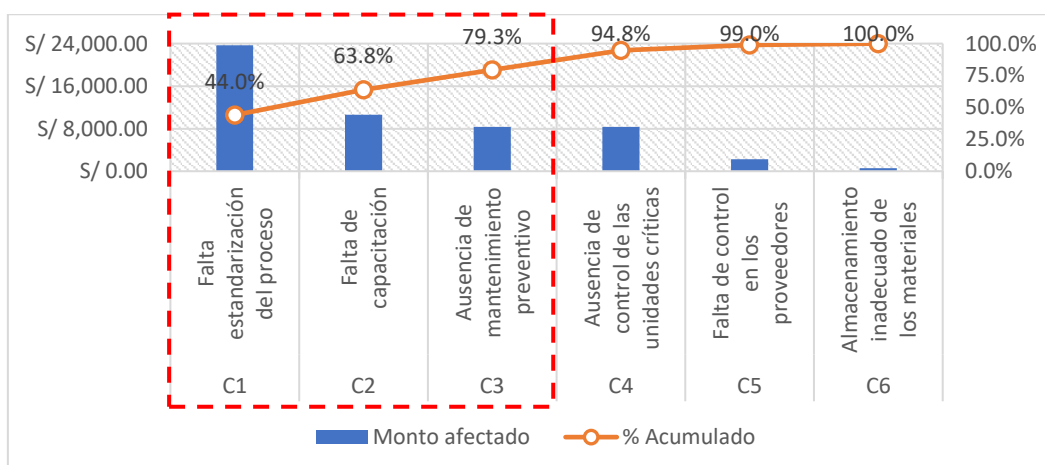
Diagrama de Ishikawa



Matriz de priorización

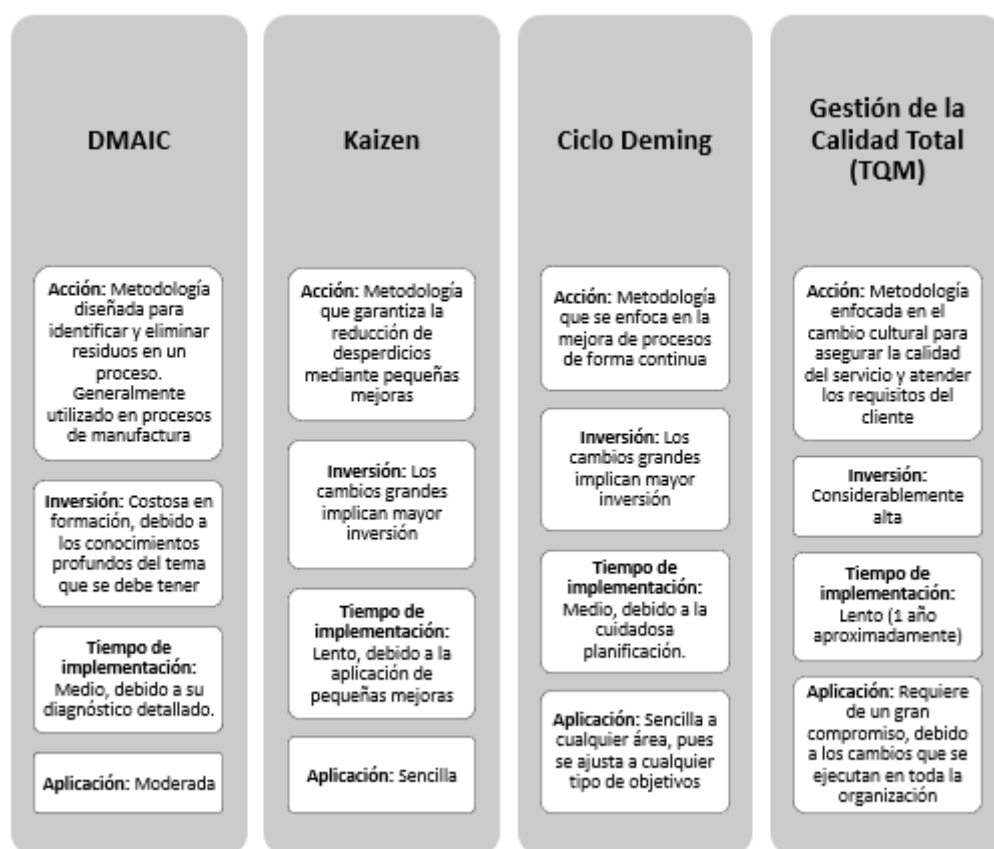
N°	Causas	Monto afectado	%	%Acumulado
C1	Falta estandarización del proceso	S/ 23,692.31	44.0%	44.0%
C2	Falta de capacitación	S/ 10,628.30	19.7%	63.8%
C3	Ausencia de mantenimiento preventivo	S/ 8,349.83	15.5%	79.3%
C4	Ausencia de control de las unidades críticas	S/ 8,349.83	15.5%	94.8%
C5	Falta de control en los proveedores	S/ 2,244.32	4.2%	99.0%
C6	Almacenamiento inadecuado de los materiales	S/ 561.08	1.0%	100.0%
<b>Total</b>		<b>S/ 53,825.67</b>	<b>100%</b>	

Diagrama de Pareto



## Anexo 9. Análisis de la metodología de trabajo

### Caracterización de las metodologías



### Crterios y puntaje de evaluación

Criterio	Descripción	Peso	Puntaje
Adecuación estratégica	Señala la adecuación de la herramienta respecto a lo que quiere llegar la empresa, de acuerdo al problema identificado.	40%	
Factibilidad económica	Señala la capacidad de financiamiento de la organización para la aplicación de la herramienta.	25%	1: Bajo 3: Moderado 5: Fuerte
Factibilidad de tiempo	Señala la aceptación del tiempo de aplicación de la herramienta por parte de la organización	20%	7: Muy fuerte 9: Extremo
Aceptabilidad	Señala el grado de aceptación de la herramienta, respecto a su aplicabilidad y conveniencia dentro de la organización.	15%	

Fuente: Guerras et al. [35] y Nantes [36]

### Anexo 10. Responsabilidades del equipo de trabajo

Rol	Cargo	Función
Líder	Supervisor de Operaciones	Planifica, ejecuta y supervisa las actividades de mejora.
Coordinador	Asistente de Operaciones	Coordina y ejecuta las actividades de mejora.
Apoyo	Supervisor de ventas	Brinda apoyo en las actividades de mejora.

### Anexo 11. Meta de los indicadores según autores

Autores	Servicios retrasados	Materiales defectuosos	Ineficacia en la clasificación	Servicios con paradas no programadas
Pacheco [13]	---	---	1%	11%
Nureña [14]	15%	5%	5%	5%
Ccahuay et al. [15]	10%	---	---	---
Promedio	13%	5%	3%	8%

El porcentaje de ineficacia en la clasificación, hace referencia a la realización de sus funciones de manera inadecuada; por tanto, Pacheco [13] en el proceso de mantenimiento de una empresa de servicios utilizó un indicador similar, donde se impuso como meta un valor de 1%; asimismo, en cuanto al porcentaje de paradas no programadas, un valor de 11%. Por otro lado, Nureña [14] en una empresa de servicios de ingeniería, logró reducir el porcentaje de servicios retrasados a un 15%, gracias a la estandarización de procesos; asimismo, en relación a la ineficacia en la clasificación, el cual midió en base al desempeño, lo redujo a un 5%, gracias a un programa de capacitaciones; además, redujo las paradas no programadas a un 5%, aplicando un programa de mantenimiento preventivo y los materiales defectuosos a un 5%, gracias a la elaboración de un procedimiento de control de proveedores. Ccahuay et al. [15] impuso como meta en el indicador de servicios retrasados en una empresa de transportes alcanzar un valor del 10%.



## Anexo 12. Procedimiento estandarizado del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos

PROCEDIMIENTO	
<b>PROCESO ESTÁNDAR DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	Código: FSG-P-RRSS-1
	Versión: 01
	Fecha: 03/07/2023

### I. OBJETIVO

Definir los lineamientos para la ejecución estandarizada y efectiva del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos.

### II. ALCANCE

La aplicación de este documento se extiende a todos los involucrados participantes en el proceso de recolección y transporte de residuos sólidos de la empresa Fumigux.

### III. MARCO NORMATIVO

- Ley General del Ambiente N° 28611.
- Ley Gestión Integral de Residuos Sólidos D.L. N° 1278 y D.S. N° 014-2017-MINAM
- Ley que regula el Transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos N° 28256 y D.S. N° 021-2008-MTC.
- Ley de Seguridad y salud en el Trabajo N° 30222 y N° 006-2015-TR
- NTP 900.058:2019 INACAL. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos.

### IV. DEFINICIONES

- Residuos sólidos: Materiales sólidos o semisólidos que no tienen valor para un uso directo, que al no ser manejados de una manera correcta pueden ocasionar impacto en la salud pública o dañar al medio ambiente.
- Residuos peligrosos: Residuos que por sus características representan un riesgo a la salud o el ambiente por ser corrosivos, tóxicos, nocivos, etc.
- Residuos no peligrosos: Residuos que no tienen características peligrosas conforme a lo que indica la normativa.
- Manejo de residuos sólidos: Actividad operativa que abarca la manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos.
- Acondicionamiento: Preparación de los residuos sólidos de manera sanitaria y compatible según el desecho.

### V. RESPONSABLES

- Supervisor de operaciones: Encargado de supervisar y dirigir a un equipo de trabajo con la finalidad de garantizar la efectividad de las operaciones ejecutadas.
- Asistente de operaciones: Encargado de brindar soporte administrativo y seguimiento de las operaciones que se ejecutan en la empresa.
- Operador: Encargado de identificar y recolectar los residuos sólidos para su transporte a su disposición final
- Conductor: Encargado de conducir las unidades vehiculares que transportan los residuos sólidos a su disposición final.

PROCEDIMIENTO	
PROCESO ESTÁNDAR DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS	Código: FSG-P-RRSS-1
	Versión: 01
	Fecha: 03/07/2023

- Almacenero: Encargado del carguío y el acondicionamiento de los residuos sólidos en las unidades vehiculares.

## VI. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### A. Cotización

El primer contacto con el cliente se realiza en esta etapa, en la cual se brinda información acerca del servicio. Para la cotización del servicio se debe realizar, en primera instancia, una visita in situ por el área de operaciones con la finalidad de determinar la cantidad y tipo de residuos sólidos que tiene el cliente; posterior a ello, se brinda una propuesta económica del servicio.

### B. Visita técnica

Esta etapa refiere la cantidad de recursos a necesitar para el servicio que tiene por objetivo evaluar las condiciones y/o cantidades de residuos sólidos a recolectar, teniendo en cuenta que éstos deben estar en recipientes seguros, sanitarios e identificados, ubicados en un punto de almacenamiento temporal. Por tanto, la ejecución del servicio ya no se realiza en base a una estimación de fotos y videos, sino en base a la información obtenida de la visita técnica previa.

Para realizar la visita técnica es importante que los operarios sepan distinguir el tipo de residuos del que se trata y sus unidades de expresión.

Tipo de residuo	Unidad de expresión
Agrícola	Kg de residuos / ton de producto bruto
Doméstico	Se expresa en razón de kg por habitante al día (kg/hab./día)
Industrial	Son medidos en función al tipo de industria de la que se está hablando, no obstante, por lo general es kilogramos por el tipo de producto que produce la fábrica
Comercial	Expresado en kg/hab./día; sin embargo, se estima de una razón más confiable para estimar la cantidad de este tipo de residuos consiste en mediar las cantidades generadas por el número de clientes; así como el valor de las ventas

Sumado a ello, el método más rápido para determinar la cantidad de RR.SS. y conocer los recursos que se van a necesitar para la prestación del servicio, es por medio de su densidad, dado que ello determina el tamaño o el número de unidades que se van a necesitar el traslado de los RR.SS. hasta su lugar de disposición final; la densidad se expresa en función a la siguiente fórmula:

$$Densidad = \frac{\text{Peso de los residuos sólidos (Kg)}}{\text{Volúmen que ocupan los residuos sólidos en el recipiente (m}^3\text{)}}$$

La información obtenida de los RR.SS. en la visita técnica permitirá planificar de manera adecuada los recursos necesarios para la ejecución posterior del servicio; para lo cual se utilizará el siguiente estándar de recursos:

PROCEDIMIENTO	
<b>PROCESO ESTÁNDAR DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	Código: FSG-P-RRSS-1
	Versión: 01
	Fecha: 03/07/2023

Cantidad RR.SS.	Mano de obra	Maquinaria	Materiales
Hasta 4 tn	- Asistente de operaciones - 3 operadores - 1 almacenero - 1 conductor	1 camión furgón	
Hasta 8 tn	- Asistente de operaciones - 4 operadores - 1 almacenero - 2 conductores	2 camiones furgón	Por cada vehículo: - 2 tacos de seguridad - 1 stoka
Hasta 16 tn	- Asistente de operaciones - 6 operadores - 2 almaceneros - 4 conductores	4 camiones furgón	- 4 conos de seguridad - 1 kit antiderrame - 1 botiquín
Hasta 24 tn	- Asistente de operaciones - 9 operadores - 2 almaceneros - 6 conductores	6 camiones furgón	- 1 desinfectante de objetos - 1 gel hidroalcohólico - 1 extintor
Hasta 30 tn	- Asistente de operaciones - 11 operadores - 2 almaceneros - 1 conductor	1 volquete	

### C. Recolección

Aceptado el servicio por parte del cliente, se procede con su ejecución; es decir, con el carguío y recolección, donde los operadores realizan la carga de las bolsas de RR.SS. hacia las unidades, las cuales deben tomarse de la parte superior con una mano y con la otra la parte inferior con la finalidad de que no se rompa el paquete y los almaceneros deben acondicionar los RR.SS. en el vehículo de manera adecuada.

Todo personal debe usar correctamente sus equipos de protección personal: botas, guantes, mascarilla y ropa reflectante, lo cual debe ser verificado por el asistente de operaciones.

### D. Transporte

El transporte se realiza con vehículos modernos, cerrados y calibrados según los requisitos normativos y de seguridad. Los tipos de unidades y las cargas útiles varían según sus necesidades de transporte. La unidad vehicular cuenta con las características técnicas y equipamiento adecuado para realizar el transporte en condiciones especiales y bajo estricto control, la carga es precintada y transportada por las instalaciones del cliente o generador. El tránsito al lugar de destino o disposición final sólo se permite durante el día.

### E. Gestión documentaria

Todo el proceso está certificado por documentación que asegura el cumplimiento normativo y la correcta gestión de residuos y se resume en un informe de gestión de residuos presentado al cliente y ejecutado por el responsable de operaciones.

La caracterización de cada una de las etapas se encuentra en el Anexo A.

PROCEDIMIENTO	
<b>PROCESO ESTÁNDAR DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	Código: FSG-P-RRSS-1
	Versión: 01
	Fecha: 02/07/2022

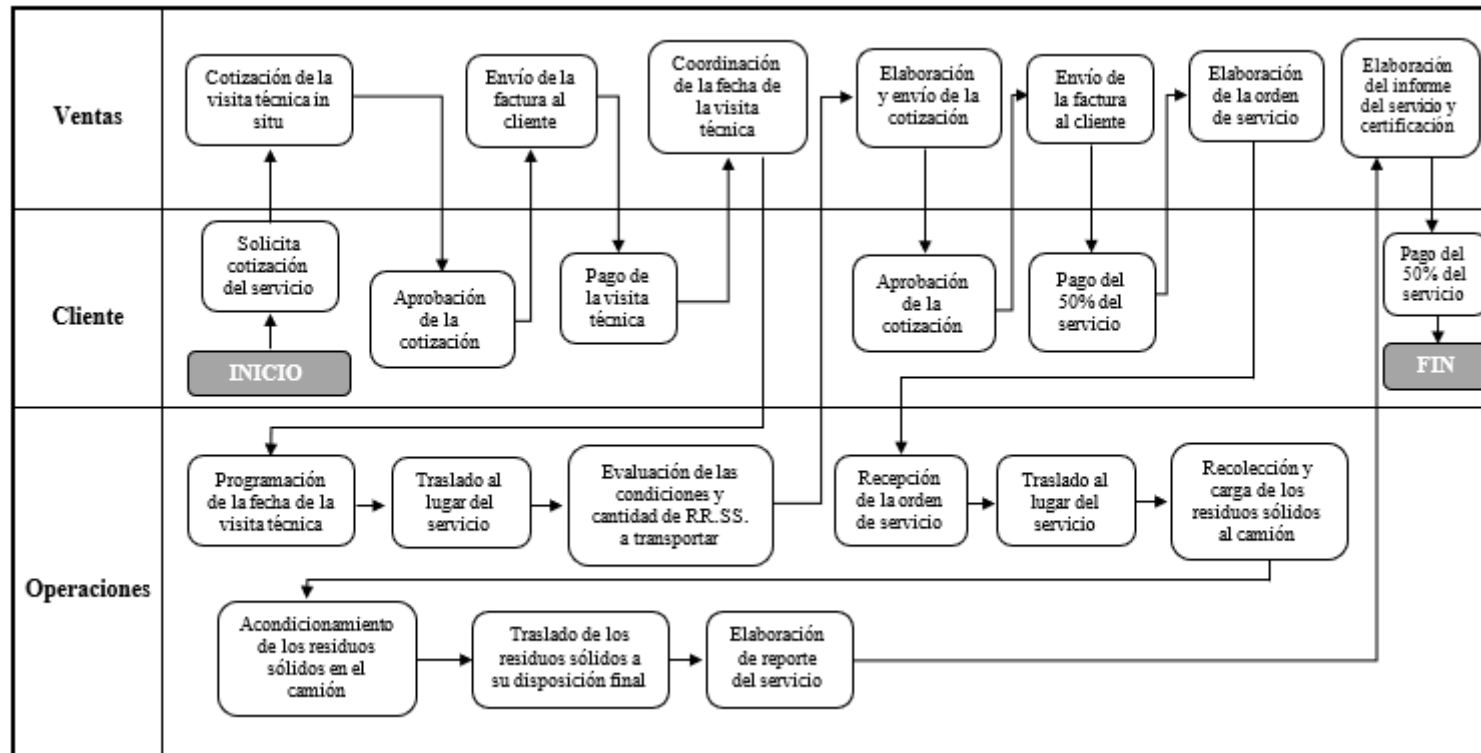
## VII. RECURSOS

Los recursos utilizados para el proceso son los siguientes:

<b>Mano de obra</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Equipos</b>	<b>Materiales</b>
1 supervisor de operaciones	6 camiones furgón	2 computadoras	1 balanza industrial
1 asistente de operaciones	2 volquetes	1 stoka	16 conos de seguridad
11 operadores			8 kit antiderrame
2 almaceneros			8 botiquín
			8 desinfectante de objetos
			8 gel hidroalcohólico
			8 extintores

PROCEDIMIENTO	
<b>PROCESO ESTÁNDAR DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	Código: FSG-P-RRSS-1
	Versión: 01
	Fecha: 03/07/2023

**VIII. FLUJOGRAMA DEL PROCESO**



PROCEDIMIENTO	
PROCESO ESTÁNDAR DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS	Código: FSG-P-RRSS-1
	Versión: 01
	Fecha: 03/07/2023

## IX. ANEXOS

### ANEXO A. Caracterización de las nuevas etapas del proceso de recolección y transporte de RR.SS.

ETAPA 1: COTIZACIÓN DE LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RR.SS.		
<b>Propósito</b>		
Brindar información sobre el servicio de recolección y transporte que requiere el cliente en base a la visita técnica y precios establecidos por la empresa, según la cantidad de RR.SS.		
<b>Roles y responsabilidades</b>		
Supervisor de ventas: Encargado de supervisar al equipo de ventas con la finalidad de alcanzar las metas mensuales, coordinar con Operaciones para la ejecución del servicio y atención posventa. Ejecutivo de ventas: Encargado de ofrecer y vender el servicio según información del cliente, dar seguimiento al servicio y asegurar la satisfacción del cliente, además de alcanzar la meta mensual establecida.		
<b>Partes interesadas</b>		
Gerencia General Área de Operaciones Área de Contabilidad Clientes		
Entradas	Actividades	Salidas
Informe de la visita técnica Formato de precios estándar.	Contacto entre el cliente y el ejecutivo de ventas. Cotización de la visita técnica in situ Enviar la factura al cliente Coordinar fecha de la visita técnica Análisis del informe de la visita técnica para indicar el precio del servicio según la cantidad estimada y el tipo de RR.SS. Realizar y enviar al cliente la cotización del servicio. Si se acepta, enviar la factura al cliente y recibir los comprobantes de pago. Elaborar orden de servicio	Cotización del servicio Orden de servicio Factura Comprobantes de pago.
Indicadores del proceso		Registros asociados al proceso
Desviación del presupuesto Facturación mensual N° de ventas		Formato de cotización de servicio Informe del servicio Certificación del servicio

ETAPA 2: VISITA TÉCNICA		
<b>Propósito</b>		
Identificar el tipo de residuos sólidos a recolectar y determinar su cantidad para la estimación de recursos cuando se realice el servicio de recolección y transporte.		
<b>Roles y responsabilidades</b>		
Supervisor de operaciones: Supervisa la visita técnica y elabora el informe respectivo. Operador de residuos: Identifica y cuantifica tipo de RR.SS.		
<b>Partes interesadas</b>		
Área de ventas Área de Operaciones Clientes		
Entradas	Actividades	Salidas
Residuos sólidos del cliente	Programación de la fecha de visita técnica Traslado al lugar del servicio	Informe de la visita técnica

PROCEDIMIENTO	
<b>PROCESO ESTÁNDAR DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	Código: FSG-P-RRSS-1
	Versión: 01
	Fecha: 03/07/2023

	Evaluación de las condiciones y cantidad de RR.SS. a transportar Entrega del informe de la visita técnica	
Indicadores del proceso		Registros asociados al proceso
Productividad de los trabajadores		Informe de visita técnica Formato de productividad

ETAPA 3: RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		
Propósito		
Identificar, clasificar y recolectar los residuos sólidos para su acondicionamiento y debido transporte a su disposición final.		
Roles y responsabilidades		
Supervisor de operaciones: Planifica los recursos de mano de obra, materiales y maquinaria en función a la información recibida en la orden de servicio, supervisa la ejecución del servicio y elabora el reporte del servicio. Operador de residuos: Identifica, clasifica y recolecta los RR.SS. hasta los camiones.		
Partes interesadas		
Gerencia General Área de ventas Área de Operaciones Clientes		
Entradas	Actividades	Salidas
Orden de servicio Residuos sólidos del cliente	Planificación de los recursos de acuerdo a la información recibida en la orden de servicio. Coordinación del traslado al lugar del servicio. Identificación y clasificación de los RR.SS. Recolección y pesado de los RR.SS. Traslado de los RR.SS. a los camiones.	Registro de pesaje de residuos sólidos recolectados. Residuos sólidos recolectados
Indicadores del proceso		Registros asociados al proceso
Productividad de los trabajadores Porcentaje de clasificación inadecuada		Registro de residuos sólidos Formato de productividad

ETAPA 4: TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS		
Propósito		
Transportar los residuos sólidos en las condiciones adecuadas y bajo estricto control a su disposición final.		
Roles y responsabilidades		
Supervisor de operaciones: Planifica los recursos de mano de obra, materiales y maquinaria en función a la información recibida en la orden de servicio, supervisa la ejecución del servicio y elabora el reporte del servicio. Almacenero: Acondiciona los RR.SS. dentro de los camiones para su traslado. Conductor: Maneja la unidad hasta el lugar de disposición final.		
Partes interesadas		
Área de Operaciones Lugar de disposición final Clientes		
Entradas	Actividades	Salidas

<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<b>PROCESO ESTÁNDAR DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	Código: FSG-P-RRSS-1
	Versión: 01
	Fecha: 03/07/2023

Residuos sólidos recolectados	Carga de los RR.SS. a la unidad. Acondicionamiento de los RR.SS. en la unidad.	Residuos sólidos en su disposición final
Registro de pesaje de RR.SS.	Traslado de los RR.SS. a su disposición final.	Comprobantes de pesaje.
<b>Indicadores del proceso</b>		<b>Registros asociados al proceso</b>
N° unidades disponibles	Guías de remisión remitente – transportista.	
Consumo de combustible	Comprobantes de pesaje	
Paradas no programadas	Registro de paradas imprevistas	

<b>ETAPA 5: GESTIÓN DOCUMENTARIA DEL PROCESO</b>		
<b>Propósito</b>		
Elaborar la documentación de la gestión de residuos sólidos brindada al cliente.		
<b>Roles y responsabilidades</b>		
Supervisor de operaciones: Informa a ventas sobre el servicio realizado. Supervisor de ventas: Informa al cliente acerca del servicio brindado, con información estadística y de análisis.		
<b>Partes interesadas</b>		
Área de Operaciones Área de ventas Clientes		
<b>Entradas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Salidas</b>
Comprobantes de pesaje. Reporte de servicio	El jefe de operaciones elabora el reporte de servicio, indicando los comprobantes de pesaje, la cual se entrega al supervisor de ventas y a Gerencia.  El supervisor de ventas elabora el informe del servicio en base al reporte entregado por el supervisor de operaciones, para el cliente.  El supervisor de ventas entrega certificado de gestión de RR.SS. al cliente.  Se archiva la copia de la documentación.	Informe del servicio Certificación del servicio.
<b>Indicadores del proceso</b>		<b>Registros asociados al proceso</b>
N° documentos conformes	Informe de servicios	
Costos operativos del servicio.	Registro de costos operativos	
Servicios retrasados	Registro del cumplimiento de servicios	



### Anexo 13. Procedimiento de evaluación de proveedores

PROCEDIMIENTO	
EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	Código: FSG-P-EVP-1
	Versión: 01
	Fecha: 15/07/2023

#### I. OBJETIVO

Definir los lineamientos para el control de proveedores en base a criterios de evaluación para el abastecimiento adecuado de materiales.

#### II. ALCANCE

La aplicación de este documento se extiende a todos los involucrados en la selección y control de proveedores del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos de la empresa Fumiguex.

#### III. DEFINICIONES

- Material: Producto tangible requerido por la empresa necesario para la ejecución de sus servicios.
- Proveedor: Persona natural o jurídica responsable de proveer los materiales requeridos por la empresa.
- Abastecimiento: Se refiere a la adquisición de materiales necesarios para la ejecución del servicio ofrecido por la empresa.

#### IV. RESPONSABLES

- Encargado de logística: Responsable de las actividades logísticas, desde el abastecimiento hasta la recepción de los materiales necesarios para el desarrollo de los servicios.
- Supervisor de operaciones: Responsable de las actividades operativas del servicio brindado, define de manera clara los requerimientos de materiales en relación a cantidad y calidad.

#### V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Se espera un mejor control en los proveedores al momento de brindar materiales en buen estado, que, aunque la afectación dentro de los costos operativos extras no es significativa como las otras partidas, forma parte de ese porcentaje de incremento, por lo cual se propone controlar a los proveedores mediante los siguientes criterios [37]:

Criterios	Peso	Descripción
Calidad del producto	40%	Se refiere al estado en que se entrega los productos por parte del proveedor.
Precio	20%	Se refiere a la tarifa ofrecida por el proveedor, con respecto a la calidad ofrecida.
Posventa	10%	Se refiere a la atención y logística inversa que ofrece el proveedor en caso de algún inconveniente posterior a la compra
Calidad del servicio	30%	Se refiere a la rapidez de atención y pertinencia durante todo el proceso de venta al proveedor.
Puntuación: (0) no cumple, (1) cumple parcialmente y (3) cumple totalmente		

PROCEDIMIENTO	
EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	Código: FSG-P-EVP-1
	Versión: 01
	Fecha: 15/07/2023

Cabe mencionar que los pesos fueron establecidos por el supervisor de operaciones en conjunto con el encargado de logística, con la finalidad de priorizar ciertos factores a la hora de comprar los materiales. De esta manera, se evalúan los proveedores bajo la siguiente fórmula:

$$Ponderación = \sum \text{peso} \times \text{puntuación}$$

La matriz donde se desarrollará la evaluación de proveedores es la siguiente:

Cartera de proveedores	Criterios de evaluación				Ponderación	Calificación
	Calidad de producto (40%)	Precio (20%)	Posventa (10%)	Calidad de servicio (30%)		
Puntuación: (0) no cumple, (1) cumple parcialmente, (3) cumple totalmente						

En el Anexo A se presenta la primera evaluación de los proveedores posterior a la creación del presente procedimiento, con la finalidad de ser tomada como guía referente.

## VI. RECURSOS

Los recursos utilizados para el proceso son los siguientes:

- Mano de obra: Supervisor de operaciones y encargado de logística
- Materiales: Computadora.

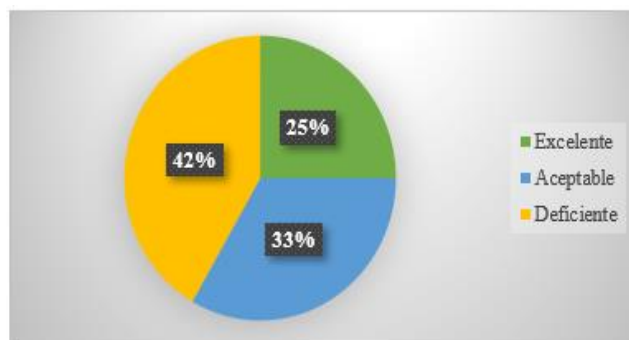
## VII. ANEXOS

### Anexo A. Primera evaluación de proveedores – referente.

Se identificó que el 42 % de ellos se identifican como deficientes (es decir 5 proveedores de 12), ya que no cumplen con los criterios establecidos por la empresa y por este motivo deben ser removidos de la cartera de clientes, mientras que el 33 % son aceptables (es decir 4 de 12), con posibilidades de mejorar y el 25 % son excelentes (es decir 3 de 12).

PROCEDIMIENTO	
EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	Código: FSG-P-EVP-1
	Versión: 01
	Fecha: 15/07/2023

Cartera de proveedores	Criterios de evaluación				Ponderación	Calificación
	Calidad de producto (40%)	Precio (20%)	Posventa (10%)	Calidad de servicio (30%)		
Proveedor 1	1,2	0,4	0,2	0,6	2	Aceptable
Proveedor 2	0,4	0,2	0,1	0,6	1	Deficiente
Proveedor 3	1,2	0,6	0,3	0,9	3	Excelente
Proveedor 4	0,4	0,6	0,1	0,3	1	Deficiente
Proveedor 5	0,8	0,6	0,3	0,6	2	Aceptable
Proveedor 6	1,2	0,4	0,1	0,9	3	Excelente
Proveedor 7	0,8	0,2	0,2	0,9	2	Aceptable
Proveedor 8	1,2	0,2	0,2	0,9	3	Excelente
Proveedor 9	0,4	0,6	0,2	0,9	2	Aceptable
Proveedor 10	0,4	0,2	0,1	0,6	1	Deficiente
Proveedor 11	0,4	0,2	0,1	0,6	1	Deficiente
Proveedor 12	0,8	0,2	0,1	0,3	1	Deficiente



### Anexo 14. Cronograma de capacitación de RR.SS.

N <sup>o</sup>	Tema	Duración	Dirigida a	Realizada por	Meses												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Definición de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos	20 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones	■							■					
2	Identificación de los residuos sólidos peligrosos	30 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones	■							■					
3	Identificación de los residuos sólidos no peligrosos	30 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones	■							■					
4	Tipos de residuos sólidos en la industria hotelera	45 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones		■							■				
5	Tipos de residuos sólidos en la industria textil	45 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones			■							■			
6	Tipos de residuos sólidos en la industria de construcción	45 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones				■							■		
7	Tipos de residuos sólidos en la industria manufacturera de cerámicos	45 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones					■							■	
8	Tipos de residuos sólidos en otras industrias	60 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones							■						■

## Anexo 15. Programa de mantenimiento preventivo

PROGRAMA	
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	Código: FSG-PR-MP-1
	Versión: 01
	Fecha: 22/07/2023

### I. OBJETIVO

Definir las tareas de mantenimiento preventivo de las unidades críticas del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos.

### II. ALCANCE

La aplicación de este documento se extiende a todos los involucrados del mantenimiento de las unidades críticas encargadas del transporte de residuos sólidos de la empresa Fumiguex.

### III. DEFINICIONES

- Paradas imprevistas: Son aquellas que se presentan de imprevisto durante la ejecución de un trabajo planificado, debido a la ocurrencia de fallas en los sistemas de la maquinaria o equipos.
- Mantenimiento preventivo: Son intervenciones planificadas para la prevención de ocurrencia de fallas durante la ejecución de un trabajo planificado con la finalidad de alargar su vida útil y capacidad operativa.
- Severidad de la falla: Consecuencia u efecto de la falla.
- Ocurrencia de la falla: Probabilidad de resultado en un modo de falla.
- Detección de la falla: Probabilidad de identificar una falla.
- Repuesto: Pieza utilizada para reemplazar partes en una máquina.

### IV. RESPONSABLES

- Supervisor de operaciones: Responsable de las actividades operativas del servicio brindado, busca la eficiencia operativa de las unidades de transporte de residuos sólidos durante los servicios.
- Asistente de operaciones: Apoyo de las actividades operativas y de mantenimiento necesarias para el correcto funcionamiento del proceso de recolección y transporte.

### V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

#### A. Análisis de criticidad

Debido a las paradas imprevistas que se suscitaron en los servicios del año 2022 a causa de fallas en las unidades, se realizó un análisis de criticidad para determinar las unidades más críticas y proponer un programa de mantenimiento preventivo. Para ello, se tuvo en cuenta el número de fallas en la flota de vehículos durante el año 2022.

Unidades	Nº de fallas
Camión furgón 1	10
Camión furgón 2	13
Camión furgón 3	16
Camión furgón 4	12
Camión furgón 5	13
Camión furgón 6	11
Volquete 1	6
Volquete 2	8

PROGRAMA	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Código: FSG-PR-MP-1
	Versión: 01
	Fecha: 22/07/2023

El análisis de criticidad se realizó teniendo en cuenta los factores expuestos en el Anexo D: frecuencia de fallas (FF), impacto operacional (IO), Flexibilidad operacional (FO), costo de mantenimiento (CM) e impacto en seguridad ambiente higiene (ISAH) [38], utilizando las fórmulas siguientes:

$$\text{Consecuencia} = (IO \times FO) + CM + ISAH$$

$$\text{Criticidad} = FF \times \text{Consecuencia}$$

Donde:

- Maquinaria crítica (C): 81 a 200
- Maquinaria con criticidad media (MC): 41 a 80
- Maquinaria no crítica (NC): 0 a 40

N°	Máquina	FF	IO	FO	CM	ISAH	Consecuencia	Criticidad	Nivel
1	Camión furgón 1	2	7	2	1	4	19	38	No crítica
2	Camión furgón 2	2	7	2	2	8	24	48	Media Crítica
3	Camión furgón 3	2	7	2	2	8	24	48	Media Crítica
4	Camión furgón 4	2	7	2	1	4	19	38	No crítica
5	Camión furgón 5	2	7	2	3	8	25	50	Media Crítica
6	Camión furgón 6	2	7	2	1	4	19	38	No crítica
7	Volquete 1	2	7	2	1	4	19	38	No crítica
8	Volquete 2	2	7	2	1	4	19	38	No crítica

## B. Análisis de modo y efecto de fallas

Una vez realizado el análisis de criticidad, con dicha información se procedió a determinar qué furgones analizar. Se analizaron las fallas de los camiones furgón con criticidad media (furgón 2, 3 y 5) para plantear el programa de mantenimiento en base a las fallas más significativas según el AMEF (Análisis de modo y efecto de fallas) y NPR (Número de prioridad de riesgo), para lo cual se utilizaron las tablas de probabilidad de ocurrencia, severidad y detección plasmadas en el Anexo B y la fórmula siguiente:

$$NPR = \text{Severidad} \times \text{Ocurrencia} \times \text{Detección}$$

PROGRAMA	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Código: FSG-PR-MP-1
	Versión: 01
	Fecha: 22/07/2023

Modo de Fallo	Efecto de falla	Valor Severidad	Valor Probabilidad de ocurrencia	Valor Detección	NPR	Descripción
Descalibración de válvulas del cabezote	Rotura en sus componentes	6	3	6	108	Bajo
Reducción de potencia máxima en el motor	Menor tiempo de funcionamiento	5	3	5	75	Bajo
Recalentamiento en baja potencia	Consumo excesivo de combustible	7	5	7	245	Medio
Desfase en juego axil de portacruetas	Daño en los componentes	6	5	7	210	Medio
Derramamiento de lubricante	Anillo de retención reventados	6	3	5	90	Bajo
Servotransmisión en mal estado	Bajo rendimiento del sistema	5	7	5	175	Medio
Filtro de aire sucio	Componentes no pueden conectarse fácilmente	5	8	7	280	Medio
Desgaste en los sellos de la bomba de inyección	Paradas del sistema	8	8	8	512	Alto
Fugas en mangueras	Fricción del motor	6	7	8	336	Medio
Fugas de aire	Accionamientos mal ejecutados	6	6	7	252	Medio
Provocación de fuertes ruidos en el motor	Fuerzas excesivas	5	5	6	150	Medio
Daños en el sistema de dirección de neumáticos	Fuga de aceite hidráulico	8	3	8	192	Medio
Daños en la goma del neumático	Desgaste mecánico en el aro	3	7	6	126	Medio
Menor adherencia de los neumáticos con el suelo	Mayor demanda de potencia del motor	3	3	5	45	Bajo
Desgaste en el sistema de frenos	Presión anormal en el sistema	9	8	7	504	Alto
Zapatas de freno desgastadas	Dificultad en el manejo del sistema	7	6	8	336	Medio
Indicador de nivel de combustible con fallas	No indica el nivel de combustible	5	4	6	120	Bajo
Humedad en los amortiguadores	Daño en los amortiguadores	5	3	6	90	Bajo
Daños en el Sensor RPM y velocidad del sistema de transmisión	No marca los RPM	7	2	5	70	Bajo

PROGRAMA	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Código: FSG-PR-MP-1
	Versión: 01
	Fecha: 22/07/2023

## VI. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO

Tomando en cuenta los resultados obtenidos anteriormente, se realizó el programa de mantenimiento preventivo para el camión furgón, según el AMEF.

CAMIÓN FURGÓN				
Actividades	Kilómetros			
	5000	10000	20000	50000
Revisar ABC frenos		x		
Cambiar ABC frenos			x	
Lubricar el árbol de transmisión y crucetas		x		
Verificar las bandas de accesorios			x	
Revisar las baterías	x			
Cambiar aceite y filtro de motor	x			
Verificar las cañerías, acoples y uniones	x			
Verificar la bomba de inyección			x	
Lubricar las crucetas	x			
Revisión general de la dirección		x		
Engrase general	x			
Inspeccionar filtro de aire	x			
Cambiar filtro de aire			x	
Revisar el filtro de combustible	x			
Revisar las fugas de fluidos o aire	x			
Inspeccionar motor		x		
Revisar los neumáticos	x			
Revisar el nivel de fluidos: refrigerante, frenos, embrague y dirección	x			
Engrasar los rodamientos, cubos de ruedas y ejes			x	
Verificar el sistema de escape		x		
Verificar el sistema de suspensión				
Verificar el cimentador				
Cambiar el cimentador				x

## VII. RECURSOS

Los recursos necesarios para el programa de mantenimiento preventivo son:

- Mano de obra: Supervisor de operaciones y técnicos de mantenimiento
- Materiales: Computadora.
- Repuestos: ABC frenos, aceite de motor, filtro de motor, aceite de transmisión, filtro de aire, sedimentar, filtro de combustible.



PROGRAMA	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Código: FSG-PR-MP-1
	Versión: 01
	Fecha: 22/07/2023

## VIII. ANEXOS

### Anexo A. Factores para el análisis de criticidad

FRECUENCIA DE FALLAS (FF)	Ponderación
Mayor o igual a 8 fallas/mes	4
De 5 a 7 fallas/mes	3
De 2 a 4 fallas/mes	2
Menor o igual a 1 falla/mes	1
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	
Parada inmediata de toda la producción	10
Afecta a más del 50% a la producción	7
Afecta menos del 50% a la producción	4
No afecta a la producción	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	
No se dispone de otro equipo igual o similar	4
El sistema puede seguir funcionando	2
Se dispone de otro equipo igual o similar	1
COSTO DE MANTENIMIENTO (CM)	
Más de US\$ 10.000	3
Entre US\$ 5.000 y menos de US\$ 10.000	2
Menos de US\$ 5.000	1
IMPACTO DE SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (ISAH)	
Afecta a la seguridad humana	8
Afecta al medio ambiente produciendo daños reversibles	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores - accidentes e incidentes	2
Provoca impacto ambiental cuyo afecto no viola las normas ambientales	1
No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o al ambiente	0

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

PROGRAMA	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Código: FSG-PR-MP-1
	Versión: 01
	Fecha: 22/07/2023

### Anexo B. Tablas de severidad, ocurrencia y detección para AMEF

Severidad		
ASQ (American Society for Quality)		
Clasificación	Efecto	Criterio: Severidad de Efecto Definido (proceso)
10	<b>Critico</b> Peligroso: Sin Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá SIN AVISO.
9	<b>Critico</b> Peligroso: Con Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.
8	<b>Muy Alto</b>	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho.
7	<b>Alto</b>	Interrupción menor a la línea de producción. Producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho.
6	<b>Moderado</b>	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada (no clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	<b>Bajo</b>	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea re trabajado. Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	<b>Muy Bajo</b>	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) re trabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	<b>Pequeño</b>	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser re trabajada en línea pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	<b>Muy Pequeño</b>	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser re trabajada en la línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido solo por clientes expertos.
1	<b>Ninguno</b>	Ningún efecto.

Ocurrencia (Probabilidad de que pase)			
ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Ocurrencia	Descripción	Frecuencia
10	<b>Muy Alta</b>	La falla del proceso es casi inevitable	1 en 2
9			1 en 3
8	<b>Alta</b>	Procesos similares han presentado fallas	1 en 8
7			1 en 20
6	<b>Moderada</b>	Muy pocas fallas ocasionales asociadas a procesos similares	1 en 80
5			1 en 400
4			1 en 2,000
3	<b>Baja</b>	Pocas fallas asociadas con procesos similares	1 en 15,000
2			1 en 150,000
1	<b>Remota</b>	Falla es improbable. Fallas nunca asociadas con procesos casi idénticos	< 1 en 1,500,000

PROGRAMA	
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	Código: FSG-PR-MP-1
	Versión: 01
	Fecha: 22/07/2023

Detección			
ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Probabilidad de detección	Oportunidad de detección	Criterio: Probabilidad de detección por control de procesos
10	Casi Imposible	Sin oportunidad de detección	no hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	Muy Remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
7	Muy Baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Altamente Moderada	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
2	Muy Alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay muy alta probabilidad de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi Seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control de proceso es capaz de detectar o de prevenir la causa potencial del modo de falla

ATRIBUTO DE PRIORIDAD	NIVEL DE NPR
Riesgo de falla ALTO	500-1000
Riesgo de falla MEDIO	125-499
Riesgo de falla BAJO	1-124
No existe riesgo de falla	0

### Anexo 16. Temas de capacitación según la propuesta de mejora

N°	Tema	Duración	Dirigida a	Realizada por
1	Sensibilización de la problemática: Altos costos operativos.	15 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones
2	Causas de la problemática y objetivos a alcanzar.	15 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones
3	Deficiencias en el proceso actual de recolección y transporte de RR.SS.	25 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones
4	Estructura del plan de mejora y presentación del equipo de trabajo.	15 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones
5	Incorporación de la visita técnica in situ al proceso	25 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones
6	Socialización del estándar de recursos	10 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones
7	Socialización del programa de mantenimiento preventivo a las unidades	10 min	Área de operaciones	Supervisor de operaciones
8	Evaluación de proveedores	80 horas	Encargado de logística y supervisor de operaciones	Capacitación externa**

\*\* Capacitación externa dictada por Euroinnova



**CURSO GESTIÓN DE PROVEEDORES DE UNA EMPRESA: Curso MF1004\_3 Gestión de Proveedores**

Online 80h 698PEN

### MÓDULO 1. GESTIÓN DE PROVEEDORES

1. Identificación de fuentes de suministro y búsqueda de proveedores.
2. Competencia perfecta e imperfecta.
3. Criterios de selección de proveedores.
4. Homologación proveedores.
5. Categorización de proveedores.
6. Registro de proveedores: el fichero de proveedores.
7. Sistemas de aseguramiento de calidad de proveedores.

**Anexo 17. Impacto de los indicadores del proceso de recolección y transporte de RR.SS. según autores**

Autores	% de reducción en los indicadores			
	Servicios retrasados	Materiales defectuosos	Ineficacia en la clasificación	Servicios con paradas no programadas
Pacheco [13]	---	---	92,9%	7,3%
Nureña [14]	83,3%	41,6%	83,3%	50,0%
Ccahuay et al. [15]	55,0%	---	---	---
Promedio	69,2%	41,6%	88,1%	28,7%

El porcentaje de ineficacia en la clasificación, hace referencia a la realización de sus funciones de manera inadecuada; por tanto, Pacheco [13] en el proceso de mantenimiento de una empresa de servicios utilizó un indicador similar, el cual logró reducir en un 92,9%, utilizando un programa de capacitaciones; asimismo, en cuanto al porcentaje de paradas no programadas, se redujo en un 7,3%, gracias a la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo. Por otro lado, Nureña [14] en una empresa de servicios de ingeniería, redujo el porcentaje de servicios retrasados en un 83,3%, gracias a la estandarización de procesos; asimismo, en relación a la ineficacia en la clasificación, lo midió en base al desempeño, obteniendo un porcentaje beneficio de 83,3%, gracias a un programa de capacitaciones; además, redujo las paradas no programadas en un 50%, aplicando un programa de mantenimiento preventivo y los materiales defectuosos en un 41,6%, gracias a la elaboración de un procedimiento de control de proveedores. Ccahuay et al [15]. redujo los servicios retrasados en una empresa de transportes en un 55,0%, gracias a la integración de un nuevo puesto de trabajo (estandarización de procesos).

### Anexo 18. Comparación de los indicadores según valor propuesto y meta

Indicador	Meta	Propuesto	¿Se alcanzó?
% Servicios retrasados	< 13%	7%	Sí
% Materiales defectuosos	< 5%	8%	No
% Ineficacia en la clasificación	< 3%	0,4%	Sí
% Servicios con paradas no programadas	< 8%	11%	No

### Anexo 19. Impacto de los costos operativos extras según autores

Autores	Mano de obra	Maquinaria	Materiales	Contratación externa
Pacheco [13]	98 %	-	-	-
Nureña [14]	67 %	55 %	15 %	38 %
Ccahuay et al. [15]	65 %	-	-	6 %
Rivas y Zamora [16]	-	20 %	-	-
Castillo et al [6]	-	-	-	14%
Promedio	76 %	37 %	15%	19 %

Pacheco [13] redujo los costos operativos extras de mano de obra en un 97,9% en el área de mantenimiento de una clínica, es decir pasó de S/ 21 502,86 a S/ 451,56, aplicando un programa de capacitaciones y un plan de mantenimiento preventivo; asimismo, Nureña [14] en una empresa de ingeniería redujo los costos extras en esta categoría en un 66,6%, es decir pasó de S/ 974,31 a S/ 325,42, en la categoría de maquinaria se redujo en un 54,5%, es decir pasó de S/ 401,23 a S/ 182,56, en la categoría de materiales se redujo en un 15,0%, es decir pasó de S/ 54,30 a S/ 46,16, en la categoría de contratación externa se redujo en un 37,7%, es decir pasó de S/ 85,41 a S/ 53,21; todo ello gracias a la aplicación de la estandarización de procesos, programa de capacitaciones; programa de mantenimiento preventivo y procedimiento de control de proveedores. En relación al autor Ccahuay et al. [15], éstos redujeron en una empresa de transportes los costos operativos extras de mano de obra en un 65,0%, es decir pasó de S/ 1 799,06 a S/ 629,67 y en la categoría de contratación externa se redujo en un 6,2%, es decir pasó de S/ 2 437,69 a S/ 2 286,55; gracias a la integración de un nuevo puesto de trabajo (estandarización de procesos). Por otro lado, Rivas y Zamora [16] redujeron costos operativos extras de maquinaria en un 19,8% en una empresa de transporte de carga, es decir pasó de S/ 13 981,21 a S/ 11 212,93, estandarizando el proceso mediante la creación de formatos, registros y programa referentes al mantenimiento preventivo. Finalmente, Castillo et al [6] redujo los costos operativos extras de contratación externa en un 13,8% en una empresa recolectora de residuos sólidos, es decir pasó de S/ 331,98 a S/ 286,17; aplicando un programa de mantenimiento preventivo.

## Anexo 20. Comparación EPMA entre métodos de pronósticos

Métodos de pronóstico	EPMA
Suavizamiento Exponencial Doble	6,2%
Pronóstico Modelo De Holt	6,2%
<b>Regresión Lineal Simple</b>	<b>6,0%</b>

## Anexo 21. Pronóstico de las ventas

Mes	Ventas
Mes 1	S/ 19,384.31
Mes 2	S/ 19,387.56
Mes 3	S/ 19,390.81
Mes 4	S/ 19,394.07
Mes 5	S/ 19,397.32
Mes 6	S/ 19,400.58
Mes 7	S/ 19,403.83
Mes 8	S/ 19,407.09
Mes 9	S/ 19,410.34
Mes 10	S/ 19,413.59
Mes 11	S/ 19,416.85
Mes 12	S/ 19,420.10
<b>Total</b>	<b>S/ 232,826.45</b>

Mes	t	Yt	Yt'	letl	EPMA
Enero	1	S/ 18,952.28	S/ 19,345.25	392.979	2.1%
Febrero	2	S/ 18,354.90	S/ 19,348.51	993.609	5.4%
Marzo	3	S/ 20,061.48	S/ 19,351.76	703.712	3.5%
Abril	4	S/ 18,052.53	S/ 19,355.02	1302.492	7.2%
Mayo	5	S/ 20,779.80	S/ 19,358.27	1421.529	6.8%
Junio	6	S/ 19,064.38	S/ 19,361.53	297.151	1.6%
Julio	7	S/ 22,406.73	S/ 19,364.78	3041.945	13.6%
Agosto	8	S/ 19,868.25	S/ 19,368.03	500.216	2.5%
Setiembre	9	S/ 17,670.50	S/ 19,371.29	1700.789	9.6%
Octubre	10	S/ 17,670.50	S/ 19,374.54	1704.043	9.6%
Noviembre	11	S/ 20,787.18	S/ 19,377.80	1409.378	6.8%
Diciembre	12	S/ 18,686.78	S/ 19,381.05	694.277	3.7%
Mes 1	13	<b>PRONÓSTICO 1</b>	S/ 19,384.31		
Mes 2	14	<b>PRONÓSTICO 2</b>	S/ 19,387.56		
Mes 3	15	<b>PRONÓSTICO 3</b>	S/ 19,390.81		
Mes 4	16	<b>PRONÓSTICO 4</b>	S/ 19,394.07		
Mes 5	17	<b>PRONÓSTICO 5</b>	S/ 19,397.32		
Mes 6	18	<b>PRONÓSTICO 6</b>	S/ 19,400.58		
Mes 7	19	<b>PRONÓSTICO 7</b>	S/ 19,403.83		
Mes 8	20	<b>PRONÓSTICO 8</b>	S/ 19,407.09		
Mes 9	21	<b>PRONÓSTICO 9</b>	S/ 19,410.34		
Mes 10	22	<b>PRONÓSTICO 10</b>	S/ 19,413.59		
Mes 11	23	<b>PRONÓSTICO 11</b>	S/ 19,416.85		
Mes 12	24	<b>PRONÓSTICO 12</b>	S/ 19,420.10		
		DAM		1180.677	6.0%









## Anexo 25. Inversión

<b>CAPACITACIÓN DE LA PROPUESTA</b>		
N°	Temas	Inversión
1	Sensibilización de la problemática: Altos costos operativos,	S/ 8,33
2	Causas de la problemática y objetivos a alcanzar,	S/ 8,33
3	Deficiencias en el proceso actual de recolección y transporte de RR.SS.	S/ 13,89
4	Estructura del plan de mejora y presentación del equipo de trabajo,	S/ 8,33
5	Incorporación de la visita técnica in situ al proceso	S/ 13,89
6	Socialización del estándar de recursos	S/ 5,56
7	Socialización del programa de mantenimiento preventivo a las unidades	S/ 5,56
8	Evaluación de proveedores	S/ 1 396,00
<b>Total</b>		<b>S/ 1 459,89</b>

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		
N°	Actividades	Inversión
1	Revisar ABC frenos	S/ 10,00
2	Cambiar ABC frenos	S/ 150,00
3	Lubricar el árbol de transmisión y crucetas	S/ 35,00
4	Verificar las bandas de accesorios	S/ 15,00
5	Revisar las baterías	S/ 10,00
6	Cambiar aceite y filtro de motor	S/ 15,00
7	Verificar las cañerías acoples y uniones	S/ 15,00
8	Verificar la bomba de inyección	S/ 15,00
9	Lubricar las crucetas	S/ 20,00
10	Revisión general de la dirección	S/ 65,00
11	Engrase general	S/ 35,00
12	Inspección del filtro de aire	S/ 15,00
13	Cambiar el filtro de aire	S/ 75,00
14	Revisar el filtro de combustible	S/ 15,00
15	Revisar las fugas de fluidos o aire	S/ 15,00
16	Inspeccionar el motor	S/ 25,00
17	Revisar neumáticos	S/ 10,00
18	Revisar el nivel de fluidos refrigerante frenos embrague y dirección	S/ 35,00
19	Engrasar los rodamientos cubos de ruedas y ejes	S/ 30,00
20	Verificar el sistema de escape	S/ 15,00
21	Verificar el sistema de suspensión	S/ 30,00
22	Verificar el sedimentador	S/ 15,00
23	Cambiar el sedimentador	S/ 50,00
<b>Total unitario</b>		<b>S/ 715,00</b>
<b>Total por los vehículos que necesitan mantenimiento</b>		<b>S/ 2 145,00</b>

<b>PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DEL PROCESO</b>		
<b>Visita técnica</b>		
<b>N°</b>	<b>Artículos</b>	<b>Costo</b>
1	Balanza industrial	S/ 700,00
<b>Subtotal</b>		<b>S/ 700,00</b>
<b>Estándar de recursos</b>		
<b>N°</b>	<b>Artículos</b>	<b>Costo</b>
1	2 tacos de seguridad	S/ 130,00
2	1 stoka	S/ 1 657,00
3	4 conos de seguridad	S/ 159,60
4	1 kit antiderrame	S/ 172,90
5	1 botiquín	S/ 75,00
6	1 desinfectante de objetos	S/ 25,00
7	1 gel hidroalcohólico	S/ 15,00
8	1 extintor	S/ 169,90
<b>Subtotal unitario</b>		<b>S/ 2 404,40</b>
<b>Total por el número de unidades de la flota</b>		<b>S/ 19 235,20</b>
<b>Procedimiento de evaluación de proveedores</b>		
<b>N°</b>	<b>Materiales</b>	<b>Costo</b>
1	1/2 millar Hoja bond	S/ 14,50
2	Lapiceros	S/ 3,20
3	Resaltador	S/ 5,00
<b>Subtotal</b>		<b>S/ 22,70</b>
<b>Total</b>		<b>S/ 19 957,90</b>

### Anexo 26. Egresos

CAPACITACIÓN SOBRE RR.SS.		
N°	Temas	Costo
1	Definición de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos	S/ 53,33
2	Identificación de los residuos sólidos peligrosos	S/ 53,33
3	Identificación de los residuos sólidos no peligrosos	S/ 53,33
4	Tipos de residuos sólidos en la industria hotelera	S/ 33,33
5	Tipos de residuos sólidos en la industria textil	S/ 33,33
6	Tipos de residuos sólidos en la industria construcción	S/ 33,33
7	Tipos de residuos sólidos en la industria manufacturera de cerámicos	S/ 33,33
8	Tipos de residuos sólidos en otras industrias manufactureras	S/ 33,33
<b>Total</b>		<b>S/ 326,67</b>

PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO DEL PROCESO						
Visita técnica						
N°	Cargo	Cantidad	Costo mensual	Costo/hora	Visitas estimadas al año	Costo
1	Supervisor de operaciones	1	S/ 2 800,00	S/ 11,97	86	S/ 1 550,77
2	Operadores	4	S/ 1 400,00	S/ 5,98	86	S/ 3 101,54
<b>Total</b>						<b>S/ 4 652,31</b>
Estándar de recursos						
N°	Cargo	Cantidad	Costo mensual	Costo/hora	Tiempo de planificación (horas)	Costo
1	Supervisor de operaciones	1	S/ 2 800,00	S/ 11,97	100	S/ 1 196,58
Procedimiento de evaluación de proveedores						
N°	Cargo	Cantidad	Costo mensual	Costo/hora	Tiempo de ejecución (horas)	Costo
1	Supervisor de operaciones	1	S/ 2 800,00	S/ 11,97	4	S/ 47,86
2	Encargada de logística	1	S/ 2 500,00	S/ 10,68	4	S/ 42,74
<b>Total</b>						<b>S/ 90,60</b>
<b>Total</b>						<b>S/ 5 939,49</b>

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
N°	Repuesto	Costo unitario	Cantidad	Costo
1	ABC frenos	S/ 732,08	3	S/ 2 196,24
2	Aceite de motor	S/ 90,32	18	S/ 1 625,76
3	Filtro de motor	S/ 55,00	18	S/ 990,00
4	Aceite de transmisión	S/ 42,00	18	S/ 756,00
5	Filtro de aire	S/ 99,45	3	S/ 298,35
6	Sedimentador	S/ 285,68	3	S/ 857,04
7	Filtro de combustible	S/ 189,99	3	S/ 569,97
<b>Total</b>				<b>S/ 7 293,36</b>

DEPRECIACIÓN				
N°	Artículos	Costo	Vida útil (años)	Depreciación
1	1 stoka	S/ 1 657,00	5	S/ 331,40

## Anexo 27. Análisis de escenarios (flujo de caja)

### Escenario pesimista

Variación egresos (+)	4.3%
Variación beneficios (-)	4.3%

Año	0	1	2	3	4	5
<b>Beneficios</b>						
Reducción de los costos operativos extras		S/30,643.94	S/29,313.99	S/28,041.76	S/26,824.75	S/25,660.56
<b>Total, BENEFICIOS</b>		<b>S/30,643.94</b>	<b>S/29,313.99</b>	<b>S/28,041.76</b>	<b>S/26,824.75</b>	<b>S/25,660.56</b>
<b>Inversión</b>						
Capacitación de la propuesta	S/1,459.89					
Procedimiento estándar del proceso	S/19,935.20					
Programa de mantenimiento preventivo	S/2,145.00					
Evaluación de proveedores	S/22.70					
<b>Total, INVERSIÓN</b>	<b>S/23,562.79</b>					
<b>Egresos</b>						
Capacitación de RR.SS		S/ 326.67	S/340.84	S/355.64	S/371.07	S/387.18
Procedimiento estándar del proceso		S/ 5,848.89	S/6,102.73	S/6,367.59	S/6,643.94	S/6,932.29
Programa de mantenimiento preventivo		S/7,293.36	S/7,609.89	S/7,940.16	S/8,284.76	S/8,644.32
Evaluación de proveedores		S/90.60	S/94.53	S/98.63	S/102.91	S/107.38
Depreciación		S/331.40	S/331.40	S/331.40	S/331.40	S/331.40
<b>Total, EGRESOS</b>		<b>S/13,890.91</b>	<b>S/14,479.40</b>	<b>S/15,093.42</b>	<b>S/15,734.09</b>	<b>S/16,402.57</b>
<b>Flujo de caja</b>	<b>-S/23,562.79</b>	<b>S/16,753.02</b>	<b>S/14,834.59</b>	<b>S/12,948.34</b>	<b>S/11,090.66</b>	<b>S/9,257.99</b>
<b>Utilidad acumulada</b>	<b>-S/23,562.79</b>	<b>-S/6,809.77</b>	<b>S/8,024.83</b>	<b>S/20,973.17</b>	<b>S/32,063.83</b>	<b>S/41,321.81</b>
<b>VAN</b>	<b>S/22,324.17</b>					
<b>TIR</b>	<b>54.51%</b>					
<b>TMAR</b>	<b>14.3%</b>					
<b>B/C</b>	<b>1.90</b>					

### Escenario normal

Año	0	1	2	3	4	5
<b>Beneficios</b>						
Reducción de los costos operativos extras		S/30,643.94	S/30,643.94	S/30,643.94	S/30,643.94	S/30,643.94
<b>Total, BENEFICIOS</b>		<b>S/30,643.94</b>	<b>S/30,643.94</b>	<b>S/30,643.94</b>	<b>S/30,643.94</b>	<b>S/30,643.94</b>
<b>Inversión</b>						
Capacitación de la propuesta	S/1,459.89					
Procedimiento estándar del proceso	S/19,935.20					
Programa de mantenimiento preventivo	S/2,145.00					
Evaluación de proveedores	S/22.70					
<b>Total, INVERSIÓN</b>	<b>S/23,562.79</b>					
<b>Egresos</b>						
Capacitación de RR.SS		S/ 326.67	S/326.67	S/326.67	S/326.67	S/326.67
Procedimiento estándar del proceso		S/ 5,848.89	S/5,848.89	S/5,848.89	S/5,848.89	S/5,848.89

Programa de mantenimiento preventivo		S/7,293.36	S/7,293.36	S/7,293.36	S/7,293.36	S/7,293.36
Evaluación de proveedores		S/90.60	S/90.60	S/90.60	S/90.60	S/90.60
Depreciación		S/331.40	S/331.40	S/331.40	S/331.40	S/331.40
<b>Total, EGRESOS</b>		<b>S/13,890.91</b>	<b>S/13,890.91</b>	<b>S/13,890.91</b>	<b>S/13,890.91</b>	<b>S/13,890.91</b>
<b>Flujo de caja</b>	<b>-</b>	<b>S/23,562.79</b>	<b>S/16,753.02</b>	<b>S/16,753.02</b>	<b>S/16,753.02</b>	<b>S/16,753.02</b>
<b>Utilidad acumulada</b>	<b>-</b>	<b>S/23,562.79</b>	<b>-S/6,809.77</b>	<b>S/9,943.26</b>	<b>S/26,696.28</b>	<b>S/43,449.30</b>
<b>VAN</b>		<b>S/39,944.35</b>				
<b>TIR</b>		<b>65.35%</b>				
<b>TMAR</b>		<b>10.0%</b>				
<b>B/C</b>		<b>2.21</b>				

### Escenario optimista

Variación egresos (-) 4.3%

Variación beneficios (+) 4.3%

Año	0	1	2	3	4	5
<b>Beneficios</b>						
Reducción de los costos operativos extras		S/30,643.94	S/31,973.88	S/33,361.55	S/34,809.44	S/36,320.17
<b>Total, BENEFICIOS</b>		<b>S/30,643.94</b>	<b>S/31,973.88</b>	<b>S/33,361.55</b>	<b>S/34,809.44</b>	<b>S/36,320.17</b>
<b>Inversión</b>						
Capacitación de la propuesta	S/1,459.89					
Procedimiento estándar del proceso	S/19,935.20					
Programa de mantenimiento preventivo	S/2,145.00					
Evaluación de proveedores	S/22.70					
<b>Total, INVERSIÓN</b>	<b>S/23,562.79</b>					
<b>Egresos</b>						
Capacitación de RR.SS		S/ 326.67	S/312.49	S/298.93	S/285.95	S/273.54
Procedimiento estándar del proceso		S/ 5,848.89	S/5,595.05	S/5,352.22	S/5,119.94	S/4,897.73
Programa de mantenimiento preventivo		S/7,293.36	S/6,976.83	S/6,674.03	S/6,384.38	S/6,107.30
Evaluación de proveedores		S/90.60	S/86.67	S/82.91	S/79.31	S/75.87
Depreciación		S/331.40	S/331.40	S/331.40	S/331.40	S/331.40
<b>Total, EGRESOS</b>		<b>S/13,890.91</b>	<b>S/13,302.43</b>	<b>S/12,739.49</b>	<b>S/12,200.98</b>	<b>S/11,685.84</b>
<b>Flujo de caja</b>	<b>-</b>	<b>S/23,562.79</b>	<b>S/16,753.02</b>	<b>S/18,671.45</b>	<b>S/20,622.06</b>	<b>S/22,608.46</b>
<b>Utilidad acumulada</b>	<b>-</b>	<b>S/23,562.79</b>	<b>-S/6,809.77</b>	<b>S/11,861.69</b>	<b>S/32,483.75</b>	<b>S/55,092.21</b>
<b>VAN</b>		<b>S/44,999.13</b>				
<b>TIR</b>		<b>74.54%</b>				
<b>TMAR</b>		<b>14.3%</b>				
<b>B/C</b>		<b>2.56</b>				

**Anexo 28. Diagrama de análisis del proceso de recolección y transporte (DAP actual)**

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (DAP)						Elaborado por: Ingrid Reyes			
PROCESO: Recolección y Transporte de Residuos Sólidos									
Método	Actual	x	Propuesto		Fecha:	16/05/2023			
N°	Etapa	Actividades	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Tiempo (horas)		
			○	□	➔	D			
1	Cotización	Solicitud de fotos y videos al cliente	x				0.3		
2		Espera de la repuesta por parte del cliente				x	1.5		
3		Elaboración de la cotización	x				0.4		
4		Envío de la cotización al cliente			x		0.1		
5		Espera de la aprobación por parte del cliente				x	0.5		
6		Elaboración de la factura	x				0.3		
7		Envío de la factura al cliente			x		0.1		
8		Elaboración de la orden de servicio	x				0.3		
9		Envío de la orden de servicio al supervisor de operaciones			x		0.1		
10	Recolección	Recepción de la orden de servicio	x				0.2		
11		Traslado al lugar de servicio			x		1.5		
12		Verificación de los residuos sólidos		x			1.3		
13		Recolección de los residuos sólidos	x				1.7		
14		Carga de los residuos sólidos al camión	x				0.8		
15		Acondicionamiento de los residuos sólidos en el camión	x				0.5		
16	Transporte	Traslado de los residuos sólidos a su disposición final			x		2.5		
17		Traslado del lugar de servicio a la empresa			x		1.5		
18	Gestión documentaria	Elaboración del reporte de servicio	x				0.8		
19		Elaboración del informe del servicio y certificación	x				0.8		
20		Envío del informe de servicio al cliente			x		0.2		
Total			10	1	7	2	15.3		
Total (horas)			6.0	1.3	5.9	2.0			

**Anexo 29. Diagrama de análisis del proceso de recolección y transporte (DAP  
propuesto)**

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (DAP)							Elaborado por: Ingrid Reyes			
PROCESO: Recolección y Transporte de Residuos Sólidos										
Método	Actual		Propuesto	x	Fecha:	15/08/2023				
N°	Etapa	Actividades	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Tiempo (horas)			
			○	□	➔	D				
1	Cotización	Cotización de la visita técnica in situ	x				0.3			
2		Espera de la aprobación por parte del cliente				x	0.5			
3		Elaboración de la factura	x				0.3			
4		Envío de la factura al cliente			x		0.1			
5		Coordinación de la fecha de la visita técnica	x				0.3			
6		Elaboración de la cotización	x				0.2			
7		Envío de la cotización			x		0.1			
8		Espera de la aprobación por parte del cliente					x	0.5		
9		Elaboración de la factura	x				0.3			
10		Envío de la factura al cliente			x		0.1			
11		Elaboración de la orden de servicio	x				0.2			
12		Envío de la orden de servicio al supervisor de operaciones			x		0.1			
13	Visita técnica	Programación de la fecha de la visita técnica	x				0.2			
14		Traslado al lugar del servicio			x		0.8			
15		Evaluación de las condiciones y cantidad de RR.SS. a transportar		x			0.7			
16	Traslado del lugar de servicio a la empresa			x		0.8				
17	Recolección	Recepción de la orden de servicio	x				0.2			
18		Traslado al lugar de servicio			x		1.2			
19		Recolección de los residuos sólidos	x				1.2			
20		Carga de los residuos sólidos al camión	x				0.8			
21	Acondicionamiento de los residuos sólidos en el camión	x				0.3				
22	Transporte	Traslado de los residuos sólidos a su disposición final			x		1.8			
23		Traslado del lugar de servicio a la empresa			x		1.2			
24	Gestión documentaria	Elaboración del reporte de servicio	x				0.8			
25		Elaboración del informe del servicio y certificación	x				0.8			
26		Envío del informe de servicio al cliente			x		0.2			
Total			13	1	10	2	13.5			
Total (horas)			5.6	0.7	6.2	1.0				