

Plan de mejoramiento en el proceso de facturación de la empresa de servicios públicos  
domiciliarios de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P.

Julian Felipe Peña Garces

Trabajo de grado como requisito para optar por el título de ingeniería industrial

Director

Ferney Mauricio Calderón

Magíster en Gerencia de Negocios - MBA

Tutor

Claudia Lizeth Suarez Lancheros

Ingeniera Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2024

### **Agradecimientos**

Inicialmente a mis padres los cuales me brindaron todo el apoyo necesario durante este hermoso proceso, a la UIS por permitirme el haberme formado con tan integra calidad de estudio ademas de haberme formado personalmente, a Dios por ser el pionero en esta etapa por ser quien me mantiene firme en el cada y quien me motiva a seguir adelante, quiero también agradecer a mi familia quien siempre estuvo hay para apoyarme en cualquier adversidad y a las demás personas que hicieron parte de esta maravillosa etapa gracias por que cada granito que aportaron en mi vida sirvió para poder culminar esta etapa de la mejor manera.

**Tabla de contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
Cumplimiento de objetivos .....	13
1. Generalidades de la empresa .....	14
1.1. Reseña histórica.....	14
1.2. Misión.....	15
1.3. Visión.....	15
2. Planteamiento del problema .....	15
3. Objetivos .....	18
3.1 Objetivo general .....	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
4. Metodología .....	18
4.1. Fase 1. Diagnostico .....	19
4.2. Fase 2. Formulación de un plan de mejoramiento .....	19
4.3. Fase 3. Implementación de las propuestas .....	19
4.4. Fase 4. Control y evaluación de los resultados .....	20
5. Marco teórico .....	20
5.1. Antecedentes de investigación .....	20
5.2. Marco teórico .....	22
5.3. Marco conceptual .....	24
6. Diagnóstico.....	29
6.1. Descripción del sistema operativo.....	29
6.2. Servicio de acueducto.....	29

6.2.1. Proceso de aducción .....	30
6.2.2. Proceso de tratamiento .....	30
6.2.3. Planta de tratamiento de agua potable .....	30
6.2.3. Proceso de tratamiento químico .....	31
6.2.4. Proceso de distribución del agua potable .....	32
6.2.5. Proceso de comercialización .....	33
6.2.6. Equipos y herramientas .....	34
6.2.7. Tecnología .....	35
6.2.8. Descripción del proceso de facturación del consumo de agua .....	35
6.2. Descripción del servicio ESBARBOSA E.S.P. ....	37
6.3. Indicadores actuales del proceso. ....	39
6.4. Identificación de problemas en el sistema operativo y sus causas. ....	42
6.5. Causas y cuadro de problemas .....	45
6.6. Problemas y propuesta de solución en el sistema operativo .....	49
7. Formulación del plan de mejoramiento .....	52
7.1. Planificar .....	53
7.2. Hacer... ..	56
7.2.1 Programa de capacitación.....	56
7.2.2 Estandarización del proceso de facturación de agua .....	57
7.2.2 Toma de tiempos actual .....	65
7.2.3 Mejora en el estudio de tiempos.....	67
7.3 Verificar.. ..	69
7.3.1 Nivel de cumplimiento final.....	69
7.3.2. Comparación nivel de cumplimiento inicial y final. ....	71

7.3.3. Comparación de los resultados del plan de mejoramiento en el proceso de facturación. ....	71
7.4 Actuar... ..	72
8.análisis económico de la propuesta .....	76
8.1. Gastos de inversión intangible, tangible, capital de trabajo y gastos mensuales .....	76
8.2 beneficios del plan piloto .....	77
8.3. Costo de oportunidad del accionista (COK) .....	78
8.4 flujo de caja económico.....	78
8.5 indicadores sociales.....	79
9 indicadores de seguimiento de la propuesta.....	81
9.1. Indicadores de eficiencia.....	82
9.2. Indicadores de eficacia.....	82
9.3. Indicadores de productividad .....	82
9.4. Indicadores de calidad.....	83
9.5. Indicadores económicos .....	83
9.6. Indicadores de capacitación y desarrollo .....	84
10. Socialización de las mejoras implementadas con los líderes de los procesos.....	85
10.1. Identificación de los líderes de procesos.....	85
10.2. Sesiones de capacitación y talleres.....	85
10.3. Reuniones de feedback y ajustes .....	86
10.4. Documentación y comunicaciones.....	86
10.5. Compromiso y seguimiento .....	87
10.6. Reconocimiento y motivación.....	87
11. Discusión.....	88
11.1 Diagnóstico de la productividad actual .....	88

11.2. Propuesta de mejora del proceso .....	89
11.3. Viabilidad económica .....	89
Conclusiones .....	90
Recomendaciones.....	91
Referencias bibliográficas .....	94

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Cumplimiento de objetivos .....	13
Tabla 2. Servicio de acueducto.....	29
Tabla 3. Equipos y herramientas .....	34
Tabla 4. Total Usuarios.....	38
Tabla 5. Eficacia primeros 10 meses 2023 .....	39
Tabla 6. Eficiencia 10 meses 2023 .....	40
Tabla 7. Productividad 10 meses 2023.....	41
Tabla 8. Matriz correlación .....	43
Tabla 9. Causas.....	44
Tabla 10. Cuadro de problemas.....	45
Tabla 11. Toma de tiempos.....	47
Tabla 12. Cronograma actividad plan de mejoramiento.....	53
Tabla 13. Nivel de cumplimiento .....	54
Tabla 14. Porcentaje nivel de cumplimiento .....	55
Tabla 15. Programa de capacitación.....	56
Tabla 16. Orden de trabajo .....	64
Tabla 17. Reporte de toma de lecturas con impedimentos .....	64
Tabla 18. Tiempo estándar inicial .....	66
Tabla 19. Toma de tiempos final .....	67
Tabla 20. Tiempo estándar final .....	69
Tabla 21. Nivel de cumplimiento final.....	69
Tabla 22. Porcentaje nivel de cumplimiento final.....	70

Tabla 23. Comparación ciclo de Deming .....	71
Tabla 24. Comparación del plan de mejoramiento .....	71
Tabla 25. Eficacia en el plan piloto .....	74
Tabla 26. Eficiencia del plan piloto.....	75
Tabla 27. Productividad del plan piloto .....	75
Tabla 28. Comparativo productividad inicial y final.....	76
Tabla 29. Inversión del trabajo .....	76
Tabla 30. Beneficios del plan piloto .....	77
Tabla 31. COK anual.....	78
Tabla 32. Indicadores sociales.....	79
Tabla 33. Valor agregado acumulado .....	80
Tabla 34. Resultados indicadores .....	81

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> <i>Pilares del Ciclo de Deming</i> .....	24
<b>Figura 2.</b> <i>Diagrama Pareto</i> .....	45
<b>Figura 3.</b> <i>Diagrama Ishikawa</i> .....	46
<b>Figura 4.</b> <i>Estandarización del proceso de facturación</i> .....	57
<b>Figura 5.</b> <i>Periodo de recuperación</i> .....	79

### Glosario

**Competitividad:** La capacidad de una empresa para ofrecer productos de calidad a precios competitivos en comparación con otras empresas del mismo sector.

**Eficiencia:** La capacidad de producir bienes o servicios con la menor cantidad de recursos posibles, optimizando los procesos de producción y minimizando los desperdicios.

**Eficacia:** es la capacidad de alcanzar el efecto que espera o se desea tras la realización de una acción, cumplir un objetivo con el mínimo de recursos disponibles y tiempo.

**Plan de Mejoramiento:** Un conjunto de estrategias y acciones diseñadas para mejorar la eficiencia, productividad y competitividad de una empresa.

**Productividad:** La relación entre la cantidad de productos generados y los recursos utilizados para su producción. Un mayor nivel de productividad implica obtener más productos con los mismos recursos o productos con menos recursos.

## Resumen

**Título:** Plan de mejoramiento en el proceso de facturación de la empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P. \*

**Autor:** Julian Felipe Peña Garces \*\*

**Palabras Clave:** Productividad, Mejoramiento, Facturación, Efectividad, Eficiencia, Acueducto.

### Descripción:

En Colombia donde el uso responsable de los recursos hídricos y al protección del medio ambiente representan preocupaciones importantes en la gestión de empresas de acueducto y donde la calidad del servicio de agua es esencial para garantizar el bienestar de la población también que se enfrentan cada día a más desafíos operativos lo que derivan en pérdidas de capital; con el fin de prevenir este tipo de situaciones se busca los planes de mejoramiento productivo, de esta manera se logran diagnosticar las situación que ponen en riesgo a la empresa.

En el siguiente trabajo se plantea un mejoramiento del sistema de facturación para la empresa de servicios publico domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. partiendo de un diagnóstico, donde se realizar un análisis exhaustivo de la situación actual de la empresa, identificando fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en el proceso de facturación, el cual es la base de este análisis: posteriormente, se establecen metas claras alcanzables que se desean lograr mediante este plan; por medio de las tres fases que se implementaron en nuestra metodología, se desarrollan estrategias específicas para abordar cada área de mejora identificada, ejecutando un plan de acción que establece las tareas a realizar

La implementación se lleva a cabo por medio de una socialización de las propuestas del plan de mejora con la junta directiva de la organización, quienes son los encargados de acoger e implementarlas de acuerdo con sus criterios. Se asume que con las propuestas presentadas el proceso se estandarice y se tenga en cuenta un mejoramiento continuo dentro del proceso de facturación.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Ferney Mauricio Calderón, MBA Maestria en Gerencia de Negocios

### **Abstract**

**Title:** Improvement Plan in the Billing Process of the Public Utilities Company of Barbosa Santander, ESBARBOSA E.S.P. \*

**Author:** Julian Felipe Peña Garces \*\*

**Keywords:** Productivity, Improvement, Billing, Effectiveness, Efficiency, Aqueduct.

### **Description:**

In Colombia, where responsible use of water resources and environmental protection represent significant concerns in the management of aqueduct companies, and where the quality of water service is essential to guarantee the well-being of the population, they also face increasing operational challenges, resulting in capital losses. In order to prevent these types of situations, productive improvement plans are sought, thus diagnosing the situations that endanger the company.

This paper proposes an improvement in the billing system for the public utilities company ESBARBOSA E.S.P. based on a diagnosis, where a thorough analysis of the current situation of the company is carried out, identifying strengths, weaknesses, opportunities, and threats in the billing process, which is the basis of this analysis: subsequently, clear achievable goals are established that are desired to be achieved through this plan; through the three phases implemented in our methodology, specific strategies are developed to address each identified area of improvement, executing an action plan that establishes the tasks to be carried out.

The implementation is carried out through a socialization of the improvement plan proposals with the organization's board of directors, who are responsible for accepting and implementing them according to their criteria. It is assumed that with the proposals presented, the process will be standardized, and continuous improvement will be taken into account within the billing process.

### **Introducción**

Los países de todo el mundo enfrentan varios problemas, uno de los cuales es proporcionar agua potable y servicios de alcantarillado de alta calidad a su población (Burstein-Roda, 2018). En

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Advisor: Ferney Mauricio Calderón, MBA Master in Business Administration.

la representación global de la gestión de los recursos hídricos, la prestación de estos servicios es un indicador importante del desarrollo humano debido, por un lado, a la expansión del tamaño de la población y, por otro, a la creciente sofisticación de las tecnologías involucradas en la purificación y el tratamiento del agua; su posterior distribución. (Fontalvo et al., 2022).

La siguiente investigación tiene como objeto de estudio la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. del municipio de Barbosa Santander, Cuya actividad económica principal es brindar el servicio de alcantarillado y agua potable a una población aproximada de 32861 habitantes según el DANE en el 2023.

En el año 2023, la empresa ha presentado una disminución en su productividad de facturación respecto a lo proyectado para dicho año, lo que se traduce en un incremento del agua no facturada según la proyección mensual dada por los encargados de la asignación de facturación de la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P.

Las causas más relevantes de esta problemática vienen siendo la mala toma de lectura en los contadores, falta de un procedimiento adecuado de trabajo, falta de supervisión en la toma de lectura, personal no capacitado para hacer sus labores correctamente y algunas obstrucciones en el momento de la toma de lecturas.

En consecuencia, el siguiente trabajo de grado se enfoca hacia la creación de alternativas viables a las dificultades detectadas en las operaciones de facturación del servicio de agua potable y alcantarillado.

### **Cumplimiento de objetivos**

Para el cumplimiento del presente trabajo de grado se lleva a cabo:

**Tabla 1.** *Cumplimiento de objetivos*

<b>Objetivo</b>	<b>Cumplimiento</b>
-----------------	---------------------

---

Elaborar un diagnóstico del proceso de facturación para determinar el estado actual y deficiencias en los procesos involucrados.	Se realiza un diagnóstico detallado de los procesos de facturación de la empresa haciendo uso de herramientas de la ingeniería industrial como diagramas de Pareto y estudio de tiempos y otros pertinentes. <i>Capítulo 6.</i>
Formular un plan de mejoramiento considerando los resultados obtenidos en el diagnóstico.	Se formula un plan de mejoramiento de manera integral teniendo en cuenta los resultados detallados obtenidos en el diagnóstico del proceso de facturación. <i>Capítulo 7.</i>
Ejecutar las mejoras delineadas y respaldadas por la dirección ejecutiva de la organización.	Se implementan las mejoras de acuerdo con lo avalado por la gerencia y posterior a esto se realiza un seguimiento sistemático con los indicadores propuestos. <i>Capítulo 7.2.</i>
Diseñar un sistema de indicadores que permitan evaluar y controlar el avance de la propuesta	Se plantean los indicadores de gestión y las propuestas para mejorar del proceso de facturación. <i>Capítulo 9.</i>
Socializar con los líderes de los procesos las mejoras implementadas para la continuidad en su aplicación.	Se lleva a cabo la reunión con la junta directiva, en la planta de producción de la empresa, quienes asumen en buen término cada una de las propuestas planteadas. <i>Capítulo 10.</i>

---

## 1. Generalidades de la empresa

### 1.1. Reseña Histórica

La Empresa Municipal de Servicios Públicos Domiciliarios de Barbosa - ESBARBOSA E.S.P., es una empresa industrial y comercial del estado de carácter oficial del orden municipal, constituida desde 12 de junio de 1996, que realiza la prestación de los servicios públicos

domiciliarios de acueducto y alcantarillado en el municipio de Barbosa, departamento de Santander. La empresa reporta inicio de operaciones el 01 de octubre de 1996.

### **1.2. Misión**

ESBARBOSA E.S.P. como empresa industrial y comercial del Estado es una organización con radio de acción en el municipio de Barbosa, centrada en el ser humano y en su calidad de vida, a través del suministro de agua potable y la prestación del servicio de alcantarillado, en términos de calidad, cantidad, oportunidad, continuidad y excelencia en la gestión.

### **1.3. Visión**

ESBARBOSA E.S.P. será reconocida a nivel nacional como una organización impulsora del desarrollo social, económico y ambiental del municipio de Barbosa y de la región, a través de la prestación de servicios públicos suficientes y de calidad. Manteniendo satisfechos a todos sus usuarios, gracias a su eficiencia empresarial y al cumplimiento de altos índices de gestión administrativa, financiera, comercial y ambiental.

## **2. Planteamiento del problema**

En la actualidad, la prestación eficiente de servicios públicos domiciliarios es un requisito fundamental para garantizar el bienestar de la comunidad y la sostenibilidad de las empresas encargadas de ofrecer estos servicios. Sin embargo, en el caso de la empresa de servicios públicos y domiciliarios ESBARBOSA E.S.P., se ha identificado una problemática crítica que afecta tanto a la calidad de los servicios como la satisfacción de los usuarios.

Uno de los principales desafíos que enfrentan las empresas prestadoras de servicios públicos como es el caso del agua, es la disminución de las elevadas pérdidas de agua y su facturación, de modo que la pérdida de agua es un indicador de eficiencia en la operación de la prestación del servicio. El problema central radica en la falta de precisión en la toma de lecturas de contadores, estos son herramientas que tienen parámetros de error también llamados metrológicos son aquellos que están directamente relacionados con el funcionamiento y medición del agua que fluye en el contador y la cuantificación de error los cuales comprende

Volumen real

Volumen medio

Error de medición absoluto o error de indicación

Error de medición relativo

Curva de error del contador:

Aunque oficialmente se ha registrado un número limitado de errores en las lecturas de contadores, se estima que la magnitud real de estos errores es mucho mayor debido a la falta de registro de los casos gestionados, A través del área de ventanilla. Esta problemática es exacerbada por malas prácticas al momento de la toma de lecturas, lo que introduce un margen significativo de error en la facturación de servicios.

El agua no facturada (ANF) representa el suministro que se produce, pero a lo largo de su red de distribución se pierde por diversas causales, según Water Association (IWA) el agua no facturada es la diferencia entre el volumen inyectado al sistema y el agua facturada a los abonados, de acuerdo con el balance hídrico. Dentro de las causales encontramos las pérdidas aparentes; tratamiento de datos y facturación el registro erróneo entre el agua consumida frente a la cantidad facturada, así mismo los errores de medición incongruencias en las lectura y transcripción del consumo, con llevan a pérdidas aparentes, ya que no son el resultado real del consumo, siendo las

dos primeras gestiones de la empresa y la última responsabilidad de la herramienta de medición o equivocación humana.

La falta de un registro exhaustivo de los errores no solo dificulta la identificación precisa de áreas críticas de mejora, sino que también afecta negativamente la confianza de los usuarios y la sostenibilidad financiera de la empresa. La necesidad de abordar esta problemática se hace evidente a medida que impacta directamente en la percepción de la calidad de los servicios por parte de los usuarios y en la capacidad de la empresa para operar de manera eficiente y competitiva en el mercado.

Por lo tanto, se requiere una investigación en profundidad y un enfoque en la identificación de las causas subyacentes de esta problemática, la propuesta de soluciones efectivas y la implementación de medidas concretas que permitan mejorar la precisión en la lectura de contadores, fortalecer el control sobre los registros y garantizar la entrega oportuna de servicios en ESBARBOSA E.S.P. Además, se busca sentar las bases para una gestión más eficiente y orientada al cliente en la empresa, lo que contribuirá a su sostenibilidad y al bienestar de la comunidad a la que sirve.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Diseñar un plan de mejoramiento para el proceso de facturación de la empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Elaborar un diagnóstico del proceso de facturación para determinar el estado actual y deficiencias en los procesos involucrados.

Formular un plan de mejoramiento considerando los resultados obtenidos en el diagnóstico.

Ejecutar las mejoras delineadas y respaldadas por la dirección ejecutiva de la organización.

Diseñar un sistema de indicadores que permitan evaluar y controlar el avance de la propuesta.

Socializar con los líderes de los procesos las mejoras implementadas para la continuidad en su aplicación.

### **4. Metodología**

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, se llevan a cabo las siguientes fases:

#### **4.1. Fase 1. Diagnostico**

Esta etapa permite realizar los primeros acercamientos y visitas a la empresa, para la observación directa a la línea de procesos, junto a la respectiva consulta a diferentes fuentes de información como documentos, informes, estadísticas y datos existentes relacionados con el problema y la revisión de trabajos de grado similares, artículo y libros relacionados con esta temática. Con esta información preliminar, se realizan las siguientes actividades:

1. Realizar un análisis detallado de los procesos existentes, los sistemas utilizados y los datos obtenidos previamente.
2. Identificar la problemática o situación a abordar, causas subyacentes y oportunidades de mejora del proceso de facturación, mediante herramientas existentes como el Análisis de Causa Raíz, Diagrama de Pareto, Diagramas de Ishikawa, entre otros.

#### **4.2. Fase 2. Formulación de un plan de mejoramiento**

Partiendo del conocimiento sobre la situación actual en el área que se va a intervenir, se procede a formular las propuestas de mejora a los directivos o al tutor, con el fin de ser avalada y posteriormente desarrolladas e implementadas. Para lo cual se llevan a cabo los siguientes pasos:

1. Establecer metas y objetivos que se pretenden lograr, los cuales deben ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con un marco temporal definido.
2. Diseñar las propuestas de mejora de acuerdo con la información obtenida.
3. Asignar los recursos necesarios para la implementación de la propuesta, como personal, tecnología u otros recursos requeridos.
4. Presentar la propuesta a la gerencia o al encargado del cargo.

#### **4.3. Fase 3. Implementación de las propuestas**

En esta etapa se desarrolla y se pone en marcha las propuestas presentadas y avaladas por parte de los directivos de ESBARBOSA E.S.P., de acuerdo con las siguientes actividades:

1. Desarrollar las propuestas avaladas.
2. Realizar pruebas para comprobar que los resultados encontrados son los esperados.
3. Implementar la propuesta.

#### **4.4. Fase 4. Control y evaluación de los resultados**

Esta es una de las etapas más importantes dentro del proyecto, debido a que permite evaluar la propuesta implementada, y determinar si estas acciones han logrado cumplir con los objetivos establecidos y los resultados esperados.

1. Monitorear y evaluar el progreso, mediante indicadores de desempeño (KPI) para medir y monitorear el progreso de las acciones, con el fin de garantizar que todo se esté ejecutando de una manera acertada.
2. Realizar seguimiento periódico para monitorear el desempeño y asegurar que los beneficios se mantengan a largo plazo. En caso de encontrarse alguna inconformidad se procede a investigar las posibles causas y realizar los ajustes necesarios.
3. Informar de los resultados obtenidos a la empresa y capacitar a los líderes del proceso para fortalecer la transparencia, confianza y mejora continua.

## **5. Marco Teórico**

### **5.1. Antecedentes de Investigación**

Sara Valencia (2022) realiza un estudio titulado "Plan de Mejoramiento para el Proceso de Facturación del Acueducto de la Vereda Zanjones - Pitalito (Huila)", con el objetivo principal de proponer mejoras al proceso principal de facturación actual, en términos de lectura y cobro a los usuarios de Pitalito, Huila. Se evidencia que la administración del acueducto veredal (Representante legal) carecía de conocimiento sobre los factores influyentes en la ejecución del

proceso y las herramientas que podrían facilitar las operaciones, lo que resultaba en un proceso de cobro mensual que requería tres días para su elaboración.

Se observa que, aunque el sistema de facturación actual funcionaba, podría mejorarse para reducir el tiempo y esfuerzo invertidos por la administración en todo el proceso de lectura de medidores y registros manuales del cobro del servicio. El desarrollo del plan de mejora le permite adquirir más conocimiento sobre la guía del PMBOK, del PMI (Project Management Institute), y un interés en la gestión de proyectos aplicables a diversos ámbitos empresariales.

Arevena, Figueroa y Palma del Río (2015, citado por CNA, 2010) definen un Plan de Mejoramiento como un instrumento que describe objetivos y/o metas a lograr en un corto o mediano plazo, con tareas específicas según el objetivo planteado, indicadores, recursos y responsabilidades. Para la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P., se identifica una oportunidad de mejora para optimizar el proceso de facturación del consumo de agua potable en el municipio de Barbosa, Santander.

Bereskie et al. (2017) buscaron mejorar la eficiencia y productividad del servicio de agua potable en Canadá utilizando el ciclo de Deming PDCA. Identificaron áreas de cambio y mejora continua, implementaron y probaron estrategias de gestión, evaluaron la productividad e identificaron acciones para la mejora continua. Con la implementación de medidas de mejora continua, la productividad del servicio de agua potable aumenta significativamente.

Li y Chong (2019) se propusieron mejorar el proceso de consumo de agua potable mediante la implementación de un método de mejora continua con controladores eléctricos. Los resultados revelaron que el sistema de mejora continua se implementa con éxito, resultando en un aumento en el volumen de facturación. Concluyeron que emplear el sistema de control dentro del ciclo PDCA es un enfoque eficaz para la gestión en tiempo real del consumo de agua potable.

Hernández, N., Araiza, Z., Garza, E. y Barboza, V. (2017) afirman que la capacidad operativa se refiere a la utilización de la infraestructura y conocimientos disponibles para fabricar productos y servicios que optimicen su uso, con el fin de lograr niveles de eficiencia y productividad en las empresas. Sin embargo, para ESBARBOSA E.S.P., la directiva carece de infraestructura en el proceso de facturación.

Pérez (2021) busca mejorar la eficiencia en una empresa de saneamiento mediante la implementación de una propuesta de mejora continua, utilizando las metodologías PDCA y 5S. La implementación del enfoque PDCA resulta en un aumento significativo en la productividad de la empresa.

## **5.2. Marco teórico**

La Corte Constitucional reconoce el derecho fundamental al acceso al agua y su suministro desde 1994, así como el derecho de los habitantes colombianos a disponer del recurso natural de forma suficiente, salubre y asequible para uso personal y doméstico (Constitución Política de Colombia [Const]. Ley 142, 11 de julio de 1994). A raíz de la iniciativa privada de los entes de representación y la descentralización del estado en el manejo exclusivo de los servicios públicos, surgen los acueductos rurales, constituidos por comunidades campesinas organizadas mediante representación de líderes comunitarios que, con recursos disponibles, gestionan el abastecimiento de los beneficios que el Estado colombiano no alcanza a cubrir en su totalidad.

Por otro lado, el Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022) señala que gran parte de la población rural carece de acceso a servicios públicos domiciliarios de calidad, con una cobertura menor al 28% en comparación con las zonas urbanas. Sin embargo, promete reducir la brecha urbano-rural aumentando la cobertura de los servicios públicos para que el campo tenga acceso y calidad de servicio de agua potable (págs. 137, 138).

Calderón, F. (2020) indica que estas empresas a menudo experimentan una reducción de ingresos por facturación debido a la falta de infraestructura técnica que respalde la gestión, lo que resulta en una carencia de planes de negocios para superar la insolvencia financiera (págs. 12, 13). En consonancia con los planes de mejoramiento actuales, estos proyectos rurales enfrentan dificultades para operar con eficiencia en la entrega de servicios o implementar sistemas de facturación debido a la falta de conocimiento, capacitación o interés de los residentes rurales en computadoras y herramientas tecnológicas, generando brechas y obstaculizando la innovación.

Por ello, como mencionan Zabala & Betancur (2017), "Es indispensable crear soluciones tecnológicas y metodologías que apoyen a la Administración en las actividades e incluso la toma de decisiones a partir de datos puntuales para generar unos reportes o estadísticas" (pág. 9,10). Esto permite evaluar el estado actual y compararlo con el avance del desarrollo continuo, respaldado por una base de datos que también facilita la creación de un sistema de facturación para medir el desempeño y las capacidades operativas de los acueductos en las áreas de facturación, a medida que avanza el crecimiento de la población. Sin embargo, actualmente parece que se ha quedado rezagado y podría volverse ineficiente en unos años.

Para concluir, a nivel nacional, el informe presentado por Sánchez & Triana (2016) destaca que "Los acueductos rurales son gestionados por asociaciones de usuarios, pero para asegurar su sostenibilidad a largo plazo y continuar brindando servicio, es necesario implementar una serie de herramientas que faciliten sus actividades administrativas" (p. 9). Una de estas herramientas se refiere a la estructura y al recaudo tarifario basado en el nivel de consumo de los usuarios. Al contar con un sistema que registre, valore y revele el comportamiento del consumo del recurso hídrico, se respaldará la gestión y el control financiero, lo que contribuirá a la prestación de un servicio de calidad y se reflejará en un crecimiento económico para la empresa.

### 5.3. Marco Conceptual

#### *Ciclo Deming:*

Para Benites et al. (2021), el ciclo de mejora continua se fundamenta en 4 principios: Planificar, Implementar o Ejecutar, Estandarizar o Verificar, y Actuar. Cada organización debe establecer sus propios procesos, comenzando por los más críticos y avanzando gradualmente hacia los menos importantes. Este ciclo se centra en la mejora continua y la resolución de problemas, partiendo de diagnósticos iniciales de fallos que requieren mejoras, comparando los resultados con los planes de acción, y posteriormente revisando los resultados desfavorables para proponer un nuevo conjunto de pasos con el fin de prevenir la recurrencia de los problemas. Este enfoque está orientado hacia el futuro, resuelve problemas, produce resultados aceptables, y permite un crecimiento metódico basado en la innovación y la mejora continua (RealyVásquez et al., 2018).

**Figura 1.** *Pilares del Ciclo de Deming*



Fuente: Adaptado de Realyvásquez et al. (2018).

#### **Planear**

Según Lontsikh (2020), la etapa de planificación se define de la siguiente manera:

- Se establecen las estrategias y la visión de hacia dónde la empresa pretende dirigirse en un plazo determinado.

- Una vez definida la meta, se realiza un diagnóstico para determinar el estado actual y las áreas que requieren desarrollo, identificando sus dificultades y su impacto en la operación.

- Posteriormente, se construye una teoría de soluciones viables para abordar estos puntos.

- Se elabora un plan de trabajo y se pone a prueba la teoría de solución propuesta.

Además, en esta etapa, se detallan los objetivos y se seleccionan las herramientas necesarias para alcanzarlos; este es posiblemente el paso más crucial del proceso. Con metas y objetivos definidos, los resultados previstos son más favorables y la gestión operativa es más eficiente. En esta fase también se deben determinar los materiales, medidas y normativas que se utilizarán para llevar a cabo cada propuesta de mejora (Andrade et al., 2017).

### **Hacer**

Según Darmawan et al. (2018), esta fase implica la capacitación y educación, junto con la implementación de las recomendaciones de la fase anterior. Durante esta etapa, se ejecutan todas las recomendaciones y se capacita a las personas de manera individual, en grupos o con un capacitador asignado a cada grupo, asegurando el cumplimiento de las normas esperadas.

El plan de trabajo elaborado durante la fase de Planificación se utiliza, implementando controles para garantizar su ejecución conforme a lo especificado. Entre los enfoques de control, los diagramas de Gantt son destacados por su capacidad para medir el tiempo invertido en las tareas (Silva et al., 2017).

### **Verificar**

Según Kholif et al. (2018), en esta fase se lleva a cabo la verificación de los resultados tanto antes como después de implementar mejoras. La verificación en el sitio puede realizarse de dos maneras: para confirmar el funcionamiento adecuado de todas las funciones, o para comprobar los indicadores establecidos y garantizar el cumplimiento de las condiciones predeterminadas en el lugar, simultáneamente.

Durante esta validación, se emplearon indicadores de medición previamente definidos para comparar los resultados esperados con los reales, ya que aquellos indicadores no medidos no contribuyen a una mejora sistemática (Antonio-Manay et al., 2019).

### **Actuar**

En esta instancia, Nguyen et al. (2020) señalan que existen dos alternativas disponibles. La primera implica estandarizar y normalizar el nuevo método una vez que se haya verificado que se ha ejecutado todo según lo planeado inicialmente. La segunda alternativa implica que, si los resultados no cumplen con las expectativas, se requerirá reconsiderar el proyecto, posiblemente realizando ajustes, o incluso iniciar nuevamente desde la etapa de planificación.

En este nivel se cierra el ciclo de calidad. Si los resultados verificados cumplen con las expectativas, se documentan y sistematizan las modificaciones realizadas. Sin embargo, si durante la verificación se evidencia que los objetivos no se alcanzaron, es esencial actuar rápidamente, corregir lo presentado y desarrollar un nuevo plan de trabajo, dando continuidad al ciclo de mejora continua (Sangpikul, 2017).

### **Beneficios del ciclo de Deming**

Según Chen y Li (2019), los principales beneficios de la metodología del ciclo-PHVA son las siguientes:

- Facilita la mejora continua de los procedimientos organizativos.
- El ser un modelo dinámico y adaptable, es una forma eficaz y eficiente.

- Ayuda en la reducción de costes.
- Se planifican estrategias, objetivos, técnicas y procedimientos en cada producto o servicio en una empresa, así como en los procesos de gestión.
- Planificar y ejecutar estrategias en respuesta al diagnóstico del entorno externo e interno.
- Las acciones son rastreadas y registradas.
- Se realizan revisiones, mediciones y cambios.
- Los artículos suministrados deben satisfacer las necesidades de los clientes.
- No hay punto final en el ciclo para optimizar las actividades.
- Como resultado, facilita el desarrollo y crecimiento de las clasificaciones de manera consistente y fluida.

Plan de mejoramiento: Un plan de mejoramiento como su nombre lo dice es la idea organizada de llevar a cabo un cambio en el que una entidad o empresa por medio de distintas técnicas, procesos, acciones, metodologías, procedimientos lleguen a mejorar ciertos aspectos que sean necesarios para ellos de manera organizada y sistemática hasta cumplir con unos objetivos anteriormente expresados.

Tecnificar: Tecnificar es un proceso por medio del cual se trata de hacer más eficaz la producción dotando de recursos técnicos cualquier clase de actividad para llegar a un óptimo resultado mejorándola y modernizándola.

Estandarizar: Estandarizar es tratar de ajustar la fabricación en serie para llegar a cumplir algún estándar cumpliendo con una finalidad.

La gerencia incluye el concepto de planificación estratégica. La planificación estratégica se entiende como un proceso de toma de decisiones a nivel gerencial, que requiere la definición de la misión, visión, metas, objetivos, estrategias y políticas de la organización a través de la

visión de futuro. En un entorno de alta incertidumbre, dinamismo y complejidad, la adaptación de los proyectos y la capacidad de respuesta a las necesidades del mercado, determinan la superioridad frente a los competidores. La implementación de la planificación estratégica requiere el uso de herramientas que brindan información importante: matriz DOFA.

La Matriz DOFA es un instrumento que apoya la identificación de la situación real de la empresa, sus siglas indican debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas; Es una herramienta que permite conocer las condiciones reales de la empresa y crea un diagnóstico relevante en el proceso de planificación estratégica.

Es importante considerar que la matriz se puede dividir de acuerdo con el entorno analizado, por ejemplo, si se analiza el entorno macro, se debe realizar un perfil de oportunidades y amenazas; Por otro lado, al analizar el microambiente, el perfil es de fortalezas y debilidades. (Millán G., 2019) El análisis consiste en conocer y evaluar los distintos factores de la empresa; Esta es una entrada clave para determinar las fortalezas y debilidades.

El análisis externo contextualiza a la empresa en su entorno político, económico, social, tecnológico, ambiental y legal, reconociendo proveedores, clientes, competencia, socios y otros interesados. Es una entrada clave para determinar oportunidades y amenazas en el análisis DOFA.

La logística es el puente o nexo entre la producción y el mercado. La distancia física y el tiempo separan la actividad productiva de la tienda: la logística se encarga de conectar la producción y el mercado con técnicas propias. En las empresas, esta incluye tareas de planificación y gestión de recursos. Su misión es implementar y rastrear eficientemente materiales y productos desde su origen hasta su consumo, con el objetivo de satisfacer las necesidades de los consumidores al menor costo posible.

## 6. Diagnóstico

### 6.1. Descripción del sistema operativo

La empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa ESBARBOSA E.S.P funcionan las 24 horas del día y los 7 días de la semana, aunque la parte administrativa cumple un horario de 8:00 am a 12:00 pm y de 2:00 pm a 6:00 pm de lunes a viernes y los sábados de 8:00 am a 12:00 pm. El servicio domiciliario se encuentra distribuido de la siguiente manera

**Tabla 2.** *Servicio de acueducto*

Etapa	Proceso	Actividad
1	Aducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de la cuenca</li> <li>• Derivación</li> <li>• Bombeo de agua</li> <li>• Aducción</li> </ul>
2	Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de olores y sabores</li> <li>• Remoción de turbiedad y color</li> <li>• Desinfección y estabilización</li> <li>• Tratamiento y disposición final de lodos</li> </ul>
3	Distribución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conducción y almacenamiento</li> <li>• Bombeo</li> <li>• Repartición</li> <li>• Conexión y reconexión</li> </ul>
4	Comercialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facturación y recaudo</li> <li>• Mercadeo y atención al cliente</li> </ul>

Fuente: Manual de procesos y procedimientos ESBARBOSA.

### 6.2. Servicio de acueducto

Llamado también servicio público Domiciliario de Agua Potable, está definido como la distribución municipal de agua apta para el consumo humano, incluida su conexión y medición

### ***6.2.1. Proceso de aducción***

Proceso que consiste en recoger, captar o tomar el agua de la fuente natural de la quebrada de Semisa, de la quebrada del tablón, Río Suárez, Pozo Profundo y conducirla hasta las plantas de tratamiento. Las actividades de este proceso son las siguientes

**Tratamiento de la cuenca:** Actividad encaminada a proteger las cuencas o fuentes aprovechadas para el acueducto, con el objeto de garantizar los niveles de conservación deseados en cuanto a cantidad y calidad del agua de las fuentes naturales.

**Derivación:** Actividad que incluye la desviación y el pretratamiento del agua cruda a través del desarenado, oxigenación del agua en los embalses y aplicación de químicos.

**Bombeo de agua cruda:** Elevar el agua de un sitio a otro para garantizar un procedimiento más adecuado, lo cual implica costos de operación significativos.

**Aducción:** Transporte del agua desde la presa hasta las plantas de tratamiento.

### ***6.2.2. Proceso de tratamiento***

Es una transformación del agua dentro de un sistema, donde se le realizan una serie de procesos para tener un cambio de sus condiciones iniciales y entregarla a la población con unas condiciones aptas para el consumo humano.

### ***6.2.3. Planta de tratamiento de agua potable***

La planta existente fue construida siguiendo el diseño elaborado por el Ing. LUIS EDUARDO RODRIGUEZ MOLINA. Es de tipo convencional de 120 lps de capacidad nominal. El área locativa correspondiente a la operación, almacenamiento de químicos, dosificadores requiere de un mantenimiento preventivo y planificado.

A continuación, se describen los principales componentes del sistema:

**Llegada del agua:** El agua se toma de un pequeño tanque que reúne las aguas de todas las conducciones.

**Aforo y mezcla rápida:** Para el aforo y mezcla rápida se utiliza una canaleta parshall de 12" de ancho en la garganta, la cual tiene un rango de aplicación como aforador entre 10 y 456 lps y para los caudales tratados actualmente de 68 y 72 lps máximo produce una turbulencia suficiente para ser utilizada como mezcla rápida.

**Floculación:** Es un sistema hidráulico de floculación a través de tabiques horizontales con salida en vertedero sumergido y canal de reparto a los sedimentadores. Son dos unidades independientes con capacidad para tratar los 120 lps de la planta.

**Sedimentación:** El proceso de sedimentación es acelerado mediante placas planas inclinadas de asbesto cemento, paralelas y colocadas con inclinación de 60° con la horizontal. El proceso se realiza en dos tanques de 60 lps de capacidad cada uno. El agua sedimentada es recolectada por una canaleta y tubos transversales como múltiple recolector y llevada a los filtros por canales independientes para cada sedimentador.

**Filtración:** La filtración es de tasa declinante, con 3 filtros rápidos de 34.5 m<sup>2</sup> de área filtrante y lecho de arena. Para copar la capacidad de los sedimentadores y floculadores por tanto la capacidad de filtración de la planta es de 80 lps, para alcanzar mejores ratas de filtración los lechos deben ser mixtos de arena y antracita y con los tamaños recomendados.

### ***6.2.3. Proceso de tratamiento químico***

Este proceso tiene como finalidad someter a la acción química el agua captada, con el propósito de liberarla de sustancias químicas objetables y gérmenes patógenos, garantizando que sea apta para el consumo humano.

Para el tratamiento del agua se utilizan insumos químicos tales como: cloro, sulfato de aluminio, carbón, cal para blanquear, cal viva tipo E, hipoclorito y almidón de yuca. Las actividades mediante las cuales se desarrolla este proceso son:

**Remoción de olores y sabores:** Esta actividad tiene como propósito la transformación de los compuestos orgánicos volátiles productores de olores y sabores. Como operaciones de esta actividad están la aireación, oxidación, absorción e intercambio iónico.

**Remoción de turbiedad y color:** Esta actividad tiene el objeto de remover la materia inorgánica, suspendida y disuelta en el agua, a través de la coagulación, floculación, sedimentación y filtración.

**Desinfección y estabilización:** Es un procedimiento mediante el cual, una vez el agua esta tratada se remueven algunos microorganismos que no fueron removidos mediante los procesos físico - químicos y que para asegurar la calidad del agua potable se suministra cloro gaseoso; producto este que, mediante su acción residual, nos garantiza desinfección no solo a la salida de la planta sino en la red. La desinfección es la aplicación de un agente bactericida, con el fin de eliminar los órganos patógenos. La estabilización es la operación de mantener en equilibrio los cambios químicos que se le hicieron previamente al agua.

#### ***6.2.4. Proceso de distribución del agua potable***

Mediante este proceso se provee el agua tratada a los usuarios garantizando la calidad, cantidad y presión en forma permanente durante todo el tiempo y así abastecer la demanda en las horas de consumo. El suministro del agua puede ser a nivel general, el cual comprende a los clientes (suscriptores) y a los clientes mayoristas, a quienes se les provee en gran cantidad.

Las actividades de estos procesos son:

**Conducción y almacenamiento:** Comprende el transporte del agua tratada desde los tanques de almacenamiento de la planta de tratamiento hasta los tanques de domiciliarios utilizando la red principal.

**Bombeo:** Actividad de impulsión del agua tratada desde los tanques de almacenamiento hasta los sitios más altos de distribución.

**Repartición:** Transporte del agua tratada desde los almacenamientos hasta su entrega a los usuarios finales, utilizando, las redes locales o secundarias.

**Conexión y Reconexión:** Mediante esta actividad la empresa efectúa la conexión a los nuevos suscriptores con el fin de proveerlos de agua potable; además se puede presentar el hecho de reconectar al usuario nuevamente al servicio.

#### ***6.2.5. Proceso de Comercialización***

Corresponde al apoyo administrativo que se presenta en el momento que el agua es suministrada al usuario directamente en el inmueble de residencia y este tiene la obligación de pagar por consumo de metro cúbico de agua potable, generando un proceso alterno de carácter administrativo, el cual se basa en programas de atención al usuario (suscriptor).

Las actividades básicas de este proceso son:

**Facturación y recaudo:** Mediante esta actividad se genera la factura al usuario que se liquida con base en la lectura del medidor, la cual se efectúa por ciclos mensuales; el recaudo se lleva a cabo desde el momento en que se entrega la factura al usuario en la residencia.

**Mercadeo y atención al cliente:** La actividad de mercadeo corresponde a las operaciones que se generan en el área comercial por la contratación de agentes publicitarios u otro tipo de empresas, que presten sus servicios con el objeto de lograr la implantación de planes adecuados de mercadeo. La atención al cliente corresponde a la actividad que desarrollan aquellos funcionarios

vinculados al área comercial y cuya función básica es atender al cliente y resolver sus inquietudes.

Actualmente la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. presta sus servicios alrededor de 9500 suscriptores que varían mes a mes según el tipo de usuario (Estrato 1, Estrato 2, Estrato 3, Estrato 4, Residencial, Industrial, Comercial, Especial y Oficial) ya que en lo que lleva del año se ha evidenciado el aumento y disminución en diferentes tipos de usuarios.

También algo que es muy fluctuante es el consumo de metro cúbicos facturados a lo largo de los diferentes meses ya que en algunos usuarios como el estrato 1 en enero estuvo en 7491 m<sup>3</sup>, pero en el mes de febrero aumento a 8469 m<sup>3</sup> y así con los distintos usuarios así sucesivamente con los diferentes meses en lo recorrido del 2023 estos metros cúbicos son facturados mes vencido es decir que el consumo del mes de diciembre se factura en el mes de enero y así con los diferentes meses del año.

#### ***6.2.6. Equipos y herramientas***

A continuación, en la Tabla 3 se aprecia la descripción de los equipos y herramientas para la toma de lectura y el proceso de facturación de la empresa de ESBARBOSA E.S.P. en el municipio de Barbosa, Santander.

**Tabla 3.** *Equipos y herramientas*

<b>N</b>	<b>Para la toma de lectura</b>	<b>Para proceso de facturación</b>
<b>1</b>	Destornillador plano	Computadores
<b>2</b>	Llave para cerradura magnética universal	Impresoras
<b>3</b>	Llave z	Escáneres
<b>4</b>	Rodilleras	Fotocopiadora

5	Franela	Perforadora industrial
6	Lupa	Archivadores
7	Tablero de madera	Laptop
8	Lapicero	Proyector
9	Lentes de seguridad	
10	EPP's(Casco, Overol y Botas de seguridad)	

### **6.2.7. Tecnología**

La administración de ESBARBOSA E.S.P en la actualidad no cuenta con una tecnología adecuada para la toma de lectura el cual se realiza de manera empírica.

### **6.2.8. Descripción del proceso de facturación del consumo de agua**

El proceso de facturación del consumo de agua en el municipio de Barbosa Santander, el cual está dado por las siguientes etapas.

- Selección de los ciclos de lectura: Los ciclo de lectura de los medidores de agua en el municipio de Barbosa Santander son elegidos de acuerdo con el calendario comercial por rutas y lugares estratégicos especificados por el jefe del área de lectura de la empresa ESBARBOSA E.S.P.
- Emisión de los documentos de registros de lectura: luego de la selección de los ciclos de lectura, se emiten los papeles de registro de lectura, los cuales deber ser llenados por los técnicos que toman la lectura al momento de entregar el informe al área de facturación.
- Recepción de ordenes de lectura y documentos: El supervisor de lectura de la empresa obtiene las ordenes de lectura junto los documentos de los registros separados y emite ordenes de trabajo a los lectores en función de los ciclos de lectura elegidos.
- Toma de lecturas: Del mismo modo, los técnicos encargados de las lecturas proceden en función del ciclo de lectura seleccionado para recoger las lecturas de los contadores de

agua de los suscriptores, en esta actividad los técnicos utilizan los equipos y herramientas para la toma de lectura.

- Registro de incidentes: Además de tomar lecturas de medidores, los lectores deben registrar cualquier suceso que ocurra durante las lecturas, como si el usuario tiene un medidor o no, si el medidor funciona o no, y si hay algún obstáculo para la lectura.
- Asignación de factura: La asignación de facturación la realiza el analista de facturación de la empresa contratante, quien registra qué clientes tienen contadores, si funcionan o no, si hubo barrera de lectura y si se elimina la barrera. Lo anterior está avalado por la inspección de facturación de ESBARBOSA E.S.P., en esta actividad los trabajadores utilizan los equipos y herramientas para la facturación.
- Facturación por asignado: Si el usuario no cuenta con medidor o registro histórico, el encargado de la sección de facturación de la empresa ESBARBOSA E.S.P. emite una facturación por asignado.
- Facturación por promedio: El encargado de la asignación de facturación de la empresa ESBARBOSA E.S.P., emite el tipo de facturación de los usuarios, si no cuentan con medidor, pero tienen registro histórico, se emite una facturación promedio, de igual forma a los que cuentan con medidor, pero no funciona, a quienes se les impide tomar lecturas y no procedieron a recolectar las observaciones.
- Facturación por diferencia de lecturas: El encargado de la asignación de facturación de la empresa ESBARBOSA E.S.P., emite el tipo de facturación de los usuarios; si hay medidor y no hay impedimento para tomar lecturas, se emite una factura por la diferencia de lecturas; asimismo, a quienes presentaron impedimentos, pero las observaciones fueron levantadas.

- Reporte de facturación: El encargado de la asignación de facturación de la empresa ESBARBOSA E.S.P. publica un informe de facturación de usuarios en el que se detalla cuántos usuarios se asignan por facturación, por promedio y diferencia de lectura, así como con constancia de los registros de las lecturas realizadas.
- Verificación del reporte: El jefe del departamento de financiera de la empresa ESBARBOSA E.S.P. verifica el informe de facturación y confirma si se cumplieron o no las metas de facturación establecidas; si la confirmación es negativa, se proporciona una revisión de las lecturas.
- Emisión de factura: Si se cumplen las metas de facturación, el jefe del departamento de lectura de la empresa ESBARBOSA E.S.P. emite facturas para todos los usuarios, las cuales son distribuidas a través de los encargados de entregarlas en la empresa.

## **6.2. Descripción del servicio ESBARBOSA E.S.P.**

Actualmente, la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. presta sus servicios alrededor de 9500 suscriptores que varían mes a mes según el tipo de usuario (Estrato 1, Estrato 2, Estrato 3, Estrato 4, Residencial, Industrial, Comercial, Especial y Oficial) ya que en lo que lleva del año se ha evidenciado el aumento y disminución en diferentes tipos de usuarios lo cual se evidencia en el Apéndice A.

También algo que es muy fluctuante es el consumo de metro cúbicos facturados a lo largo de los diferentes meses ya que en algunos usuarios como el estrato 1, en enero, estuvo en 7491 m<sup>3</sup>, pero en el mes de febrero aumenta a 8469 m<sup>3</sup> tal y como se ve en el Apéndice A esto es igual con los distintos usuarios así sucesivamente con los diferentes meses en lo recorrido del 2023, estos metros cúbicos son facturados mes vencido, es decir, que el consumo del mes de noviembre se factura en el mes diciembre y así a lo largo del año.

A lo largo de los primeros 10 meses del año 2023 se lleva un total de 1022901 metros cúbicos facturados a los diferentes usuarios del municipio de Barbosa Santander, como se evidencia en la siguiente tabla:

**Tabla 4. Total de Usuarios**

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
<b>ESTRATO 1</b>	7491	8469	8143	6096	7789	7102	7834	7900	7430	7367
<b>ESTRATO 2</b>	36102	40807	38182	30301	36487	31808	37612	35630	33450	32678
<b>ESTRATO 3</b>	38852	44631	40955	31955	42186	34325	42867	42680	40460	41980
<b>ESTRATO 4</b>	3662	3816	3952	2953	3414	3246	3692	3670	3587	3256
<b>COMERCIAL</b>	14170	15022	14792	11202	14294	12389	13867	11267	12879	11678
<b>OFICIAL</b>	1553	1776	1854	1560	1601	1838	1666	1590	1430	1478
<b>ESPECIAL</b>	54	33	79	21	128	88	95	90	93	77
<b>INDUSTRIAL</b>	675	991	873	581	1153	822	1148	895	790	1090
<b>RESIDENCIAL</b>	37	51	44	30	42	33	46	44	36	39
<b>TOTAL</b>	<b>102596</b>	<b>115596</b>	<b>108874</b>	<b>84699</b>	<b>107094</b>	<b>91651</b>	<b>108827</b>	<b>103766</b>	<b>100155</b>	<b>99643</b>

Estos metros cúbicos facturados son multiplicados con el costo de metro cubico que maneja la empresa el cual es \$ 1114/m<sup>3</sup> esto con el fin de poder sacar el costo a cobrar para cada suscriptor además de este costo se suma el costo fijo de acueducto y alcantarillado, los cuales son \$5816,79 y \$ 3636,98 estos datos se tomaron de la descripción de costos en las facturas de cada suscriptor respectivamente, y de ahí se saca el costo final que es el reflejado en la factura de cada suscriptor de Barbosa Santander.

### 6.3. Indicadores actuales del proceso.

La eficacia en las empresas del sector de suministro de agua potable y saneamiento está directamente vinculada con la cantidad de agua distribuida y la cantidad que se factura. En los primeros diez meses del año 2023, la empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa, Santander, ESBARBOSA E.S.P, logra alcanzar una eficacia anual del 93,34%, distribuyendo un total de 1'380.630,905 m<sup>3</sup> de agua, con la meta de facturar 1'288.699,697 m<sup>3</sup>, como se detalla en el siguiente cuadro.

$$1. Eficacia = \frac{\text{Volumen a facturar}}{\text{Volumen distribuido}} * 100$$

$$2. Eficacia = \frac{1'288,699.697 \text{ m}^3}{1'380,630.905 \text{ m}^3} * 100$$

$$3. Eficacia = 93.34\%$$

**Tabla 5.** Eficacia primeros 10 meses 2023

Mes	A facturar (m <sup>3</sup> )	Distribuido (m <sup>3</sup> )	Eficacia
<b>Ene-2023</b>	148260.1156	151409.4318	97.92%
<b>Feb-2023</b>	152864.3216	161915.392	94.41%
<b>Mar-2023</b>	150088.2272	158170.7527	94.89%
<b>Abr-2023</b>	102939.9611	113394.9781	90.78%
<b>May-2023</b>	128287.0149	140991.2883	90.99%
<b>Jun-2023</b>	109787.732	118856.7427	92.37%
<b>Jul-2023</b>	130738.8275	137561.8976	95.04%
<b>Ago-2023</b>	132405.2571	147955.3661	89.49%
<b>Sep-2023</b>	116540.6097	123127.9553	94.65%
<b>Oct-2023</b>	116787.3887	127247.1003	91.78%

<b>Total</b>	<b>1288699.697</b>	<b>1380630.905</b>	<b>93.34%</b>
--------------	--------------------	--------------------	---------------

La eficiencia en las compañías del sector de suministro de agua potable y alcantarillado está estrechamente ligada al volumen facturado en comparación con el volumen distribuido. Durante los primeros diez meses del año 2023, la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. alcanza una eficiencia del 79.37%, con una meta de facturación de 1,288,699.697 m<sup>3</sup> de agua distribuida, de la cual solo se facturaron 1,022,901 m<sup>3</sup>, como se detalla en el siguiente cuadro.

$$4. \text{Eficiencia} = \frac{\text{Volumen a facturado}}{\text{Volumen a facturar}} * 100$$

$$5. \text{Eficiencia} = \frac{1022901}{1288699.697} * 100$$

$$6. \text{Eficiencia} = 79.37\%$$

**Tabla 6.** Eficiencia 10 meses 2023

<b>Mes</b>	<b>Facturado (m<sup>3</sup>)</b>	<b>A facturar (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Eficacia</b>
<b>Ene-2023</b>	102596	148260.1156	69.20%
<b>Feb-2023</b>	115596	152864.3216	75.62%
<b>Mar-2023</b>	108874	150088.2272	72.54%
<b>Abr-2023</b>	84699	102939.9611	82.28%
<b>May-2023</b>	107094	128287.0149	81.58%

<b>Jun-2023</b>	91651	109787.732	83.48%
<b>Jul-2023</b>	108827	130738.8275	83.24%
<b>Ago-2023</b>	103766	132405.2571	78.37%
<b>Sep-2023</b>	100155	116540.6097	85.94%
<b>Oct-2023</b>	99643	116787.3887	85.32%
<b>Total</b>	<b>1022901</b>	<b>1288699.697</b>	<b>79.37%</b>

En el contexto de este estudio, la productividad de la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. se ve influenciada por su eficacia y eficiencia, las cuales fueron del 93.34% y 79.37%, respectivamente, durante los diez meses del año 2023. Esto resulta en una productividad anual del 74.18%, lo que pone de manifiesto las deficiencias en el proceso de toma de lectura y facturación de la empresa.

$$7. \text{Productividad} = \text{Eficacia} * \text{Eficiencia} * 100$$

$$8. \text{Productividad} = 93.34\% * 79.37\% * 100$$

$$9. \text{Productividad} = 74.18\%$$

**Tabla 7. Productividad 10 meses 2023**

<b>Mes</b>	<b>Eficacia</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>Productividad</b>
<b>Ene-2023</b>	97.92%	69.20%	67,55%
<b>Feb-2023</b>	94.41%	75.62%	71,39%
<b>Mar-2023</b>	94.89%	72.54%	68,83%
<b>Abr-2023</b>	90.78%	82.28%	74,69%
<b>May-2023</b>	90.99%	81.58%	74,23%

<b>Jun-2023</b>	92.37%	83.48%	77,11%
<b>Jul-2023</b>	95.04%	83.24%	79,11%
<b>Ago-2023</b>	89.49%	78.37%	70,13%
<b>Sep-2023</b>	94.65%	85.94%	81,34%
<b>Oct-2023</b>	91.78%	85.32%	78,31%
<b>Total</b>	<b>93.34%</b>	<b>79.37%</b>	<b>74,18%</b>

Debido a que en los últimos meses la empresa ha evidenciado la productividad baja encuentra pertinente la elaboración del proyecto con el fin de poder encontrar fallas y posibles soluciones a la problemática para así poder mejorar el indicador de productividad de la empresa.

#### **6.4. Identificación de problemas en el sistema operativo y sus causas.**

En los últimos años, ESBARBOSA E.S.P. ha experimentado deficiencias en la productividad de su proceso de facturación de los servicios de alcantarillado y agua potable en el municipio de Barbosa Santander. Entre estas deficiencias se incluyen: falta de procedimientos de trabajo, errores en la toma de lectura, obstáculos en los medidores, exposición ambiental de los lectureros, fatiga laboral, falta de capacitación del personal, supervisión insuficiente en la toma de lectura, obstrucciones en la toma de lectura, falta de equipos de protección adecuados, uso de medidores inadecuados, medidores obsoletos y falta de calibración de estos. Estas causas se identificaron mediante la observación y entrevistas a los lectureros de la empresa.

Para abordar estas causas, se emplea una matriz de correlación, cuyo propósito era determinar el nivel de importancia y frecuencia de cada una. Este análisis se realizó mediante la compañía del tutor el cual con su experiencia me ayudo a determinar la relación entre las causas además la matriz se basa en una escala de puntuación, donde 0 indicaba ausencia de relación, 1 relación media y 3 relación alta, como se muestra en la tabla 8.

En este proyecto, el término 'matriz de correlación' se utiliza para describir una matriz que muestra la distribución de frecuencias de respuestas, con el objetivo de identificar patrones de asociación entre diferentes categorías. Aunque el término 'correlación' generalmente se asocia con relaciones lineales entre variables cuantitativas, en este contexto se aplica de manera más amplia para abarcar la identificación de interrelaciones cualitativas.

**Tabla 8.** *Matriz correlación*

N	Causa	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6	C.7	C.8	C.9	C.20	C.11	C.12	Total
C1	Falta de procedimiento de trabajo		3	1	3	1	1	1	1	3	1	3	1	19
C2	Toma de lectura errónea	1		1	3	3	3	3	3	3	1	3	1	25
C3	Medidor con impedimento	1	0		1	0	1	0	0	1	0	0	0	4
C4	Exposición ambiental	0	0	0		0	1	0	0	1	0	1	0	3
C5	Fatiga laboral	1	1	0	0		0	1	0	1	0	0	0	4
C6	Personal no capacitado	1	3	1	1	3		1	1	1	1	1	1	15
C7	Falta de supervisión en la toma de lectura	3	3	1	1	1	1		1	3	1	1	1	17
C8	Impedimento en la toma de lectura	1	0	1	1	1	1	1		1	1	1	1	10
C9	Medidores inadecuados	0	0	0	0	1	0	0	0		0	0	0	1

<b>C10</b>	Falta de indumentarias apropiadas	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	
<b>C11</b>	Falta de calibración de medidores	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	
<b>C12</b>	Medidores obsoletos	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	5	
	<b>Total</b>	11	11	6	10	10	8	8	7	17	5	10	5	108

La Tabla 9 presenta la frecuencia de ocurrencia basada en la matriz de correlación.

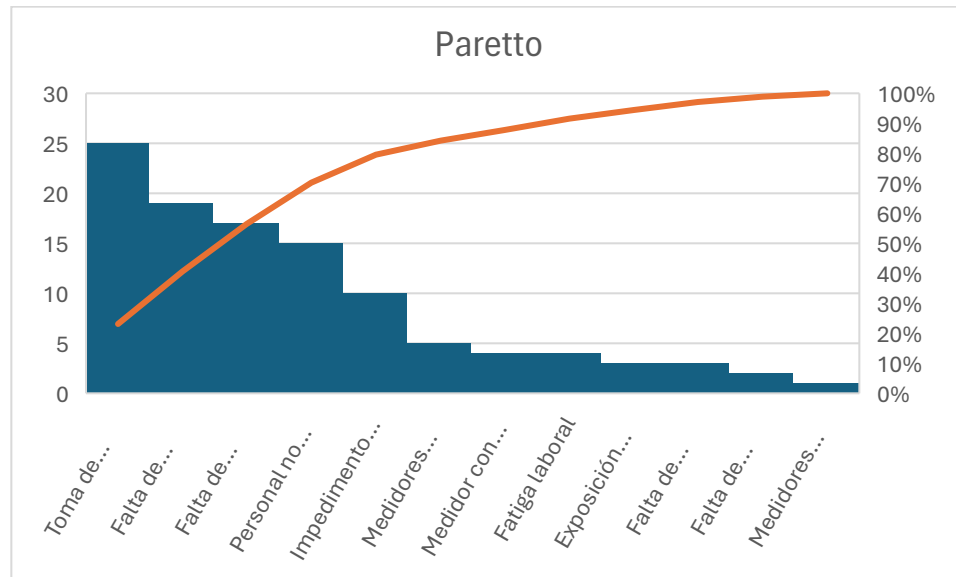
Además, en la figura 2 se muestra el diagrama de Pareto, donde se observa que el 80% de las causas que contribuyen al problema son las siguientes: toma de lectura errónea con un 23.1%, falta de procedimiento de trabajo con un 17.6%, falta de supervisión en la toma de lectura con un 15.7%, personal no capacitado con un 13.9%, e impedimentos en la toma de lectura con un 9.3%.

**Tabla 9. Causas**

N	Causa	Tot	Frecuencia Relativa	%Relativa unitario	%Relativa acumulado
<b>C2</b>	Toma de lectura errónea	25	25	23.1%	23.1%
<b>C1</b>	Falta de procedimiento de trabajo	19	44	17.6%	40.7%
<b>C7</b>	Falta de supervisión en la toma de lectura	17	61	15.7%	56.5%
<b>C6</b>	Personal no capacitado	15	76	13.9%	70.4%
<b>C8</b>	Impedimentos en la toma de lecturas	10	86	9.3%	79.6%
<b>C12</b>	Medidores obsoletos	5	91	4.6%	84.3%
<b>C3</b>	Medidor con impedimento	4	95	3.7%	88.0%
<b>C5</b>	Fatiga laboral	4	99	3.7%	91.7%
<b>C4</b>	Exposición ambiental	3	102	2.8%	94.4%

<b>C11</b>	Falta de calibración de medidores	3	105	2.8%	97.2%
<b>C10</b>	Falta de instrumentarias	2	107	1.9%	99.1%
<b>C9</b>	Medidores inadecuados	1	108	0.9%	100.0%
<b>Total</b>		108		100%	

**Figura 2. Diagrama Pareto**



## 6.5. Causas y cuadro de problemas

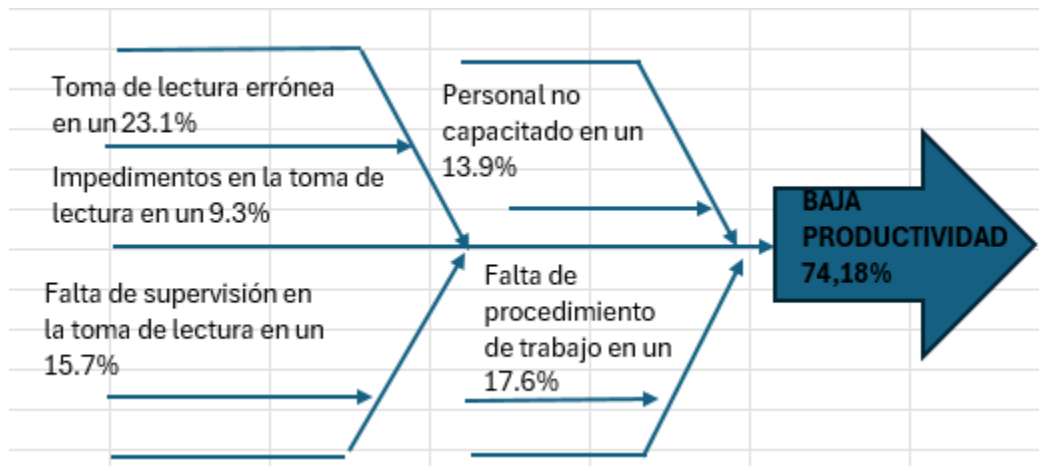
La tabla 10 muestra el principal problema identificado en la empresa ESBARBOSA E.S.P. en el municipio de Barbosa, Santander, que es la baja productividad. Esto se atribuye a la toma de lectura errónea, la falta de procedimiento de trabajo, la ausencia de supervisión en la toma de lectura, el personal no capacitado y los impedimentos en la toma de lectura. Como consecuencia, se estima que un total de 357,729 m<sup>3</sup> de agua no fueron facturados, lo que resulta en una pérdida económica de \$398'510.106 durante los primeros 10 meses del año 2023.

**Tabla 10. Cuadro de problemas**

Problemática	Volumen distribuido	Volumen facturado	Volumen no facturado	Costo de m <sup>3</sup>	Perdida o beneficio
Baja productividad	1'380.630	1'022.901	357.729	\$1.114	398'510.106

De igual manera, en el diagrama de Ishikawa o "espina de pescado", representado en la ilustración 2, se pueden observar las diferentes causas que contribuyen a la baja productividad en el proceso de facturación de la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. en el municipio de Barbosa, Santander.

**Figura 3.** Diagrama Ishikawa



Con finalidad de determinar el tiempo que se tomaba en completa cada una de las tareas actualmente en el proceso de facturación se tuvo que realizar un estudio de tiempos tal y como se puede observar en la siguiente tabla, esta sería la toma de tiempo que tiene el proceso actualmente en el municipio de Barbosa Santander con un total de 12 muestras, se tomó la decisión de realizar 12 tomas de tiempos por varias razones, las cuales son importantes de detallar:

### 1. Representatividad de la Muestra:

- Se buscó que las 12 tomas de tiempos representaran adecuadamente la variabilidad y diversidad de las tareas en el ciclo de facturación. Esto incluye diferentes días de la semana, horas del día y variaciones en el volumen de trabajo.

## 2. Consistencia y Convergencia de Datos:

- Durante las 12 observaciones, se observó que los tiempos de ciclo comenzaban a mostrar consistencia y convergencia, es decir, las variaciones entre las diferentes mediciones se reducían. Esto sugiere que se había alcanzado un nivel aceptable de precisión y confiabilidad en los datos recolectados.

## 3. Buenas Prácticas en Estudios de Tiempos:

- Las 12 tomas se alinean con prácticas comunes en estudios de tiempos, donde una muestra de esta magnitud es considerada suficiente para análisis preliminares o en proyectos con alcance limitado.

Estas consideraciones fueron fundamentales para asegurar que el estudio fuera práctico, eficiente y produjera resultados útiles y aplicables a las necesidades de ESBARBOSA.

**Tabla 11.** Toma de tiempos

N	Actividad	Numero de observaciones (Min)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	selección de ciclos de lectura	26,07	26,23	26,25	26,27	26,33	25,48	24,55	27,02	24,56	25,55	26,36	27,03
2	emisión de los documentos de registros de lecturas	6,33	6,24	6,56	6,36	5,55	6,12	6,42	5,58	6,18	6,13	6,02	6,47
3	recepción de las órdenes de lectura y documentos	3,44	3,32	3,56	3,25	3,21	3,14	3,17	3,19	3,56	3,33	3,17	3,29
4	toma de lecturas	13,23	13,21	13,10	13,46	13,38	13,46	13,02	13,09	13,26	13,47	13,29	13,56
5	registro de incidentes	2,21	2,14	2,18	2,59	2,54	2,35	2,16	2,35	2,28	2,51	2,36	2,27
6	asignación de facturación	4,12	3,45	4,24	4,33	4,40	4,21	4,38	4,42	4,58	4,11	4,41	4,36

7	reporte de facturación	6,58	6,37	6,51	6,38	7,12	7,35	7,21	7,25	7,18	7,47	7,41	6,58
8	verificación del reporte	5,47	6,12	5,56	5,36	5,39	6,05	6,14	5,46	5,23	6,28	6,35	6,10
9	actividad de emisión de factura	2,53	2,34	2,45	2,17	2,28	2,11	3,12	3,15	3,21	2,57	2,45	2,47
<b>TOTAL</b>		70,38	69,42	70,41	70,17	70,02	70,27	70,17	71,51	70,04	71,42	71,82	72,13

En la anterior tabla se pudo evidenciar lo siguiente

- La primera actividad es la selección de ciclos de lectura obtuvo un rango de 24,56 y 27,03 minutos
- La segunda actividad es la emisión de los documentos de registros de lecturas y esta obtuvo un rango de 5,55 y 6,56 minutos.
- La tercera actividad es la recepción de las órdenes de lectura y documentos y esta obtuvo un rango de 3,24 y 3,56 minutos.
- La cuarta actividad es la toma de lecturas que obtuvo un rango de 13,02 y 13,56 minutos.
- La quinta actividad es el registro de incidentes que obtuvo un rango de 2,14 y 2,59 minutos.
- La sexta actividad es la asignación de facturación que obtuvo un rango de 3,45 y 4,58 minutos.
- La séptima actividad es el reporte de facturación que obtuvo un rango de 5,23 y 6,14 minutos.
- La octava actividad es la verificación del reporte que obtuvo un de rango de 5,23 y 6,35 minutos.

- Y por último tenemos la actividad nueve que es la emisión de factura con un rango de 2,11 y 3,21 minutos.

## **6.6. Problemas y propuesta de solución en el sistema operativo**

**Problema Principal:** El principal desafío que enfrenta la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. en el municipio de Barbosa, Santander, es la baja productividad registrada en los primeros 10 meses del año 2023, con un índice del 74,18%, un valor que podría considerarse como ineficiente.

### **Causas:**

**Causa 1:** La principal causa de esta baja productividad, con un 23.1%, es la toma de lectura errónea.

**Causa 2:** En segundo lugar, con un 17.6%, se encuentra la falta de procedimiento de trabajo, evidenciada por la ausencia de documentación escrita o difusión de las actividades a realizar.

**Causa 3:** La falta de supervisión en la toma de lectura, con un 15.7%, constituye la tercera causa, ya que los lectureros realizan sus funciones sin ningún tipo de control.

**Causa 4:** Un 13.9% de la problemática se atribuye al personal no capacitado para sus funciones.

**Causa 5:** La última causa, con un 9.3%, es el impedimento en la toma de lectura, originado por la presencia de medidores obsoletos, ubicaciones inadecuadas de los medidores, medidores defectuosos o usuarios sin medidores.

Con el objetivo de abordar estas causas, se propone el desarrollo de un procedimiento de trabajo estandarizado que permita cumplir con las lecturas programadas, reducir los tiempos improductivos y establecer tiempos estándar por actividad. Esto se llevará a cabo mediante un

estudio de tiempos y movimientos, así como un programa de capacitación, utilizando el ciclo de Deming como metodología de solución.

### **Necesidades de ESBARBOSA E.S.P. para mejorar el proceso de facturación mediante la estandarización del proceso**

La empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa, Santander, ESBARBOSA E.S.P., enfrenta diversos desafíos en su proceso de facturación de agua potable y alcantarillado que requieren un enfoque estructurado y estandarizado para mejorar la eficiencia y precisión. A continuación, se detallan las principales necesidades de la empresa para llevar a cabo un proyecto de mejora de facturación:

#### **1. Evaluación y reemplazo de medidores obsoletos:**

- Necesidad de identificar y reemplazar medidores obsoletos e inadecuados que pueden causar lecturas incorrectas, afectando la precisión de la facturación.

- Adquisición de nuevos medidores para los usuarios que actualmente carecen de ellos, asegurando que todos los consumos sean medidos y facturados correctamente.

#### **2. Capacitación del personal:**

- Implementación de programas de capacitación continua para el personal encargado de la toma de lecturas y facturación. Esto incluye formación en nuevas tecnologías, procedimientos estandarizados y la importancia del uso correcto de herramientas lean y el Ciclo de Deming.

- Concienciar a los empleados sobre la importancia de la precisión y consistencia en el proceso de facturación.

#### **3. Desarrollo de una cultura organizacional focalizada en la eficiencia:**

- Fomentar una cultura organizacional que valore la eficiencia y la mejora continua.

Esto incluye motivar a los empleados a comprometerse con los objetivos de la empresa y a mantener altos niveles de productividad y rendimiento.

#### **4. Implementación de procedimientos estandarizados:**

- Establecimiento de procedimientos de trabajo estandarizados para la toma de lecturas, registro de datos y emisión de facturas. Estos procedimientos deben ser claros, detallados y fácilmente comprensibles para todos los empleados.

- Creación de manuales y guías de procedimientos que aseguren la uniformidad en todas las operaciones de facturación.

#### **5. Optimización del ciclo de facturación:**

- Reducción del tiempo del ciclo de facturación mediante la optimización de cada etapa del proceso, desde la toma de lecturas hasta la emisión de facturas.

- Utilización de herramientas de estudio de tiempos para identificar y eliminar ineficiencias en el proceso.

#### **6. Aseguramiento de la calidad de datos:**

- Implementación de controles de calidad para asegurar que los datos de consumo registrados sean precisos y fiables.

- Realización de auditorías regulares para verificar la exactitud de las lecturas y la correcta aplicación de tarifas.

La implementación de este proyecto no solo mejorará la precisión y eficiencia del proceso de facturación de ESBARBOSA E.S.P., sino que también contribuirá a la satisfacción del cliente y a la sostenibilidad financiera de la empresa. La estandarización del proceso permitirá una operación más coherente y transparente, facilitando la identificación y resolución de problemas antes de que afecten significativamente a la empresa y a sus usuarios.

## 7. Formulación del plan de mejoramiento

A continuación, se muestra la propuesta para el proceso de facturación en la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P., la cual se lleva a cabo bajo la metodología conocida como el ciclo Deming, que se divide en las siguientes 4 etapas:

La primera etapa es la de **Planificar** en la que se determinaron unas actividades para la ejecución de este proyecto.

1. Organizar las actividades laborales
2. Establecer el índice de cumplimiento inicial
3. Determinar el objetivo de mejora
4. Elaborar el presupuesto de implementación

La segunda etapa es la de **Hacer** en la que se determinaron las siguientes actividades.

1. Ejecutar un programa de capacitación para los lectureros
2. Estandarizar el proceso de facturación de la Empresa ESBARBOSA E.S.P.
3. Ejecutar un estudio de tiempo en el proceso posterior a él plan de mejoramiento.

La tercera etapa es la de **Verificar** en la que se determinaron las siguientes actividades

1. Establecer el índice de cumplimiento final de la mejora
2. Relacionar el nivel de cumplimiento
3. Comparar los resultados obtenidos de la mejora en el proceso de facturación de

la empresa ESBARBOSA E.S.P.

La cuarta etapa es la de **Actuar** en la que se determinaron las siguientes actividades

1. Proponer objetivos de mejora continuo para su ejecución
2. Proponer metas de mejora continua
3. Reconocer las oportunidades de mejora continua



<b>Actuar</b>	
Proponer objetivos de mejora continuo para su ejecución	X X
Proponer metas de mejora continua	X
Reconocer oportunidades de mejora continua	X

### Actual nivel de cumplimiento

En la siguiente tabla se puede evidenciar el índice que tiene el proceso al inicio de proyecto, para la siguiente tabla se pretende manejar un puntaje para el nivel de cumplimiento donde 1= Nunca, 2= Casi nunca, 3= A veces, 4= Casi siempre y 5= Siempre

**Tabla 13.** *Nivel de cumplimiento*

		<b>Puntaje</b>				
		1	2	3	4	5
<b>Planificar</b>	¿Están claramente especificadas las actividades que deben realizarse?			X		
	¿Se han detectado las causas fundamentales del problema?			X		
	¿Se establecen claramente las metas?		X			
	¿Se detalla la productividad histórica de la facturación del suministro de agua y alcantarillado?			X		
	<b>Subtotal</b>				11	
<b>Hacer</b>	¿Se examina el procedimiento de facturación del suministro de agua y alcantarillado?			X		
	¿Se lleva a cabo un estudio de tiempos para llegar a determinar el tiempo estándar de las actividades?				X	
	¿Se implementan mejoras en el proceso de facturación del suministro de agua y alcantarillado?			X		
	¿Se establecen nuevos procedimientos de facturación del suministro de agua y alcantarillado?		X			
	<b>Subtotal</b>				12	

<b>Verificar</b>	¿Se lleva a cabo una comparación entre el proceso de facturación del suministro de agua y alcantarillado?	X	
	¿Se evalúa el grado de cumplimiento del proceso de facturación?	X	
	¿Se realiza una comparación del grado de cumplimiento?	X	
	¿Se efectúa un control del procedimiento de trabajo del proceso de facturación del suministro de agua?		X
<b>Subtotal</b>		12	
<b>Actuar</b>	¿Está establecido el procedimiento de trabajo?	X	
	¿Se mide regularmente la productividad en la facturación del suministro de alcantarillado y agua?	X	
	¿Se proponen objetivos y metas para la mejora continua?	X	
	¿Se detectan oportunidades o ideas para la mejora continua?		X
<b>Subtotal</b>		13	

A continuación, se expone el resultado de la anterior tabla y su porcentaje del nivel de cumplimiento inicial del ciclo PHVA.

**Tabla 14.** *Porcentaje nivel de cumplimiento*

<b>Etapas</b>	<b>Valoración</b>	<b>Evaluación Máxima</b>	<b>Porcentaje</b>
Planificar	11	20	55%
Hacer	12	20	60%
Verificar	12	20	60%
Actuar	13	20	65%
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>80</b>	<b>60%</b>

### **Metas de mejora**

Como se puede evidenciar a continuación, se llegaron a establecer los objetivos y metas de mejoramiento del ciclo Deming, donde las etapas metodológicas tiene como objetivo aumentar en un tiempo de 10 semanas a un nivel de cumplimiento de un mínimo del 90%.

- Se tiene como meta poder aumentar el porcentaje de Nivel de Cumplimiento de la etapa de **planificar** del 55% al 85% en las 10 semanas con el plan piloto del proyecto.
- Se tiene como meta poder aumentar el porcentaje de Nivel de Cumplimiento de la etapa de **hacer** del 60% al 85% en las 10 semanas con el plan piloto del proyecto.
- Se tiene como meta poder aumentar el porcentaje de Nivel de Cumplimiento de la etapa de **verificar** del 60% al 85% en las 10 semanas con el plan piloto del proyecto.
- Se tiene como meta poder aumentar el porcentaje del Nivel de Cumplimiento de la etapa de **actuar** del 65% al 85% en las 10 semanas con el plan piloto del proyecto.
- Se tiene como meta aumentar el porcentaje del Nivel de Cumplimiento del **Ciclo de Deming** del 60% al 85% en las 10 semanas con el plan piloto del proyecto.

## 7.2. Hacer

### 7.2.1 Programa de capacitación

En la Tabla 15 se puede evidenciar el programa de capacitación a los asociados de la empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P. esto con el propósito de poder dar a conocer los beneficios que pueden llegar a ofrecer la estandarización y el estudio de tiempo bajo la modalidad del Ciclo de Deming, el cual se realizara en la tercera semana según el cronograma de actividades en el que se tiene previsto 4 capacitaciones respecto a los temas en relación con la metodología el cual se estima que encuentre un porcentaje de cumplimiento del 100% de las capacitaciones programadas y en el Apéndice B se puede ver el formato que se implementa para la toma de asistencia de las capacitaciones.

**Tabla 15.** *Programa de capacitación*

<b>Razón social</b>		<b>Dirección</b>			<b>NIT</b>			
<b>ESBARBOSA E.S.P.</b>		<b>Km. 1 vía a Vélez Planta de Tratamiento.</b>			<b>804.003.025-4</b>			
Objetivo: Cumplir a cabalidad el número de capacitaciones a los asociados								
Indicador: (# de eventos realizados / # total de eventos programados) *100								
Áreas: proceso de facturación de agua					Responsable: Supervisor de lecturas			
N	Programa	Objetivo	Avance	L	M	M	J	V
1	Introducción de la Estandarización	100%	100%	X				
2	Metodología Lean: Estudio de tiempo	100%	100%		X			
3	Metodología de Ciclo de Deming	100%	100%			X		
4	Pasos de Implementación de Ciclo de Deming	100%	100%				X	

### 7.2.2 Estandarización del proceso de facturación de agua

Con el fin de poder mejorar el proceso de facturación de agua de la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. en el municipio de Barbosa Santander, se procede a realizar la estandarización del proceso de facturación esto mediante un procedimiento de trabajo el cual se encuentra a cargo del supervisor encargado de la toma de lecturas, los registros para la toma de lectura y con la identificación correcta de las obstrucciones con la finalidad de minimizar los tiempos y aumentar la productividad de ESBARBOSA E.S.P.

**Figura 4.** Estandarización del proceso de facturación



**Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios  
de Barbosa ESBARBOSA E. S. P.  
NIT. 804.003.025-4**

**MUNICIPIO DE BARBOSA**  
DEPARTAMENTO DE SANTANDER / REPUBLICA DE COLOMBIA

<b>Versión</b>	<b>Código</b>	<b>Dependencia</b>
2024	Fecha de elaboración	Facturación
<b>Sistema proceso facturación</b>	04/05/2024	

Manual de procedimiento de trabajo para las lecturas, validación de consumo y facturación

Elaborado por: Julian Felipe Peña Garces  
Practicante

Revisado por: Claudia Lizeth Suárez Lancheros  
Ing. Industrial

Empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa ESBARBOSA E.S.P.  
Barbosa Santander  
Año 2024

Elaboro: Julian Felipe Peña	Reviso: Ing. Claudia Lizeth Suarez	Aprobó: Ing. John Alexander Diaz
-----------------------------	------------------------------------	----------------------------------

**BARBOSA UNA NUEVA HISTORIA ¡Servicios públicos con calidad para la gente!** Vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos, Oficina Dirección: Km. 1 vía a Vélez Planta de Tratamiento. Código Postal: 684511 Celular 3133762319 correo institucional email: [pqrs@esbarbosa-santander-esp.gov.co](mailto:pqrs@esbarbosa-santander-esp.gov.co) - página web: <http://esbarbosa-santander-esp.gov.co>



## ***1. Introducción***

a empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. es el organismo responsable de la prestación de servicios de acueducto en el municipio de Barbosa, Santander. Su misión principal es ofrecer servicios de saneamiento de alcantarillado y suministro de agua potable a todos los residentes del municipio, garantizando así el acceso a recursos hídricos de calidad y la gestión adecuada de las aguas residuales. La importancia de su labor radica no solo en la provisión de estos servicios esenciales sino también en su contribución al bienestar y la salud pública de la comunidad.

El propósito de este manual de procedimientos de trabajo es proporcionar una guía detallada y estandarizada para todas las actividades relacionadas con el proceso de facturación de los servicios de agua potable y alcantarillado. Este manual busca asegurar que cada etapa del

proceso se lleve a cabo de manera eficiente y coherente, permitiendo a ESBARBOSA E.S.P. alcanzar las metas de facturación establecidas. Al hacerlo, se pretende garantizar que el consumo de agua potable por parte de los usuarios sea medido y facturado de manera precisa y justa, evitando discrepancias y errores que puedan afectar tanto a la empresa como a los usuarios.

El manual detalla cada actividad necesaria para el cumplimiento de estas metas, desde la toma de lecturas de los medidores hasta la validación de la información proporcionada por los usuarios. Se enfatiza la importancia de una metodología rigurosa para identificar y evidenciar las causas de cualquier discrepancia en el consumo registrado, así como para validar y corregir los datos antes de proceder con la facturación. Esto no solo asegura la transparencia y la exactitud en la facturación, sino que también fortalece la confianza de los usuarios en los servicios prestados por ESBARBOSA E.S.P.

Además, este manual aborda la necesidad de estandarizar los procedimientos para facilitar la capacitación y el desempeño de los empleados, garantizando que todos los involucrados en el proceso de facturación comprendan y sigan las mismas directrices. La estandarización también permite una mejor supervisión y control del proceso, lo que a su vez contribuye a la mejora continua de los servicios ofrecidos.

## ***2. Objetivo***

Realizar la estandarización y el control del procedimiento de trabajo en la toma de lectura de los medidores de agua de los usuarios de la localidad de Zaña, la validación del consumo y la facturación correcta para cumplir con las metas establecidas.

## ***3. Objetivos Específicos***

- Definir el procedimiento de trabajo para los lectores.
- Describir de manera específica cada actividad a realizar en el procedimiento.
- Asignar correctamente el consumo real de los usuarios.

- Asignar el tipo de facturación correcto para los usuarios.
- Incrementar el porcentaje de volumen a facturar.

#### **4. Alcance**

El procedimiento de trabajo comienza con la definición de términos, responsables, documentos relacionados, actividades estandarizadas, flujograma y registros documentales. Además, este documento abarca tanto a la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P.

#### **5. Definiciones**

**Estructura tarifaria:** Base de datos cuya finalidad es realizar el cobro del servicio de agua potable a los usuarios.

**Facturación asignada:** Tipo de facturación que se asigna al usuario que no tiene un medidor ni ningún registro histórico.

**Facturación por promedio:** Tipo de facturación que se asigna al usuario que tiene medidor, pero presenta impedimentos en la toma de lecturas y no se levantaron las observaciones.

**Facturación por diferencia de lecturas:** Tipo de facturación que se asigna al usuario que tiene medidor, no presenta impedimentos en la toma de lectura, o si presentaron impedimentos, estos fueron resueltos.

**Lectureros:** Trabajadores encargados de realizar y ejecutar la toma de lectura de los medidores de agua.

#### **6. Documentos relacionados**

- Consumo acumulado de los usuarios
- Data histórica de la toma de lecturas
- Usuarios con medidores
- Usuarios sin medidores

- Usuarios con medidores trancados
- Usuarios con medidores invertidos
- Usuarios con medidores alterados
- Usuarios con medidores destrozados
- Usuarios con medidores robados

## **7. Responsables**

### 7.1 Control del procedimiento de trabajo

El asociado encargado de asegurar el control de este documento durante el inicio tiene que ser la alta dirección de la empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P. el cual está dado por el directorio de ESBARBOSA E.S.P. y Gerente y los demás asociados.

### 7.2 Ejecución del procedimiento de trabajo.

Los encargados de hacer posible este método de trabajo son el jefe de la sección de lecturas de la empresa ESBARBOSA E.S.P. y el supervisor encargado de la lecturas en la empresa.

## **8. Descripción del proceso**

8.1 Selección de ciclos de lectura: De acuerdo con el calendario comercial, se eligen los ciclos de lectura de medidores de agua por rutas y zonas estratégicas, establecidos por el jefe de la sección de lecturas de la empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P.

8.2 Emisión de documentos de registro de lecturas: Después de la selección de los ciclos de lectura, se emiten los documentos de registro de lecturas, los cuales deberán ser debidamente completados por los lectores al presentar el reporte de facturación.

8.3 Recepción de las órdenes de lectura y documentos: El supervisor de lecturas de la empresa contratista recibe las órdenes de lectura junto con los documentos de los registros correspondientes, y emite las órdenes de trabajo a los lectores según la selección de ciclos de lectura.

8.4 Órdenes de trabajo y registros: Los lectores reciben las órdenes de trabajo y los documentos de registro correspondientes.

8.5 Toma de lecturas: Los lectores proceden a realizar la toma de lecturas de los medidores de agua de los usuarios según la selección de ciclos de lectura.

8.6 Registro de incidentes: Mientras realizan la toma de lectura de los medidores, los lectores deben registrar cualquier incidente que ocurra, como si el usuario tiene medidor o no, si el medidor funciona correctamente, o si hay algún impedimento para la toma de lectura.

8.7 Asignación de factura: El analista de facturación de la empresa contratista emite la asignación de facturación, registrando qué usuarios tienen medidor, si este funciona, si hubo algún impedimento para la lectura y si dicho impedimento fue resuelto. Esta información es corroborada por la inspección de facturación de la empresa de servicios públicos domiciliarios de el municipio de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P.

8.8 Facturación por asignado: El encargado de la asignación de facturación de la empresa ESBARBOSA E.S.P., emite el tipo de facturación de los usuarios, de no tener medidor y no tener un registro histórico se procede a emitir una facturación por asignado.

8.9 Facturación mediante promedio: El responsable de la asignación de facturación en ESBARBOSA E.S.P. determina el tipo de facturación para los usuarios. Cuando un usuario carece de medidor, pero dispone de un historial de consumo, se aplica una facturación basada en el promedio. De igual manera, esta modalidad se utiliza para usuarios con medidor que no

funciona, o aquellos que experimentaron problemas durante la toma de lecturas y las observaciones no fueron abordadas.

8.10 Facturación basada en diferencias de lectura: El responsable de la asignación de facturación en ESBARBOSA E.S.P. determina el tipo de facturación para los usuarios. Cuando un usuario tiene medidor y no hay impedimentos durante la toma de lecturas, se aplica una facturación basada en las diferencias de lecturas. Del mismo modo, esta modalidad se emplea para aquellos usuarios que tuvieron impedimentos durante la toma de lecturas, pero cuyas observaciones fueron resueltas.

8.11. Informe de facturación: El responsable de la asignación de facturación de la empresa ESBARBOSA E.S.P., genera un informe detallado sobre la facturación de los usuarios, indicando cuántos están bajo el esquema de facturación asignada, promedio y diferencia de lectura. Además, se incluyen evidencias de los registros de las lecturas realizadas por los lectores.

8.12. Verificación del informe: El supervisor de la sección de lecturas de la empresa ESBARBOSA E.S.P. revisa el informe de facturación y verifica si se han cumplido las metas de facturación establecidas. En caso de que la verificación sea negativa, se procede a realizar una revisión de las lecturas por parte de la empresa contratista.

8.13. Revisión de lecturas: La empresa contratista recibe la revisión de las lecturas y se asegura de que las lecturas hayan sido realizadas correctamente por los lectores para garantizar su precisión.

8.14. Emisión de facturas: Una vez alcanzadas las metas de facturación establecidas, el supervisor de la sección de lecturas de la empresa ESBARBOSA E.S.P. emite las facturas para todos los usuarios. Estas facturas son distribuidas dentro de un plazo asignado y oportuno a través de la empresa contratista.

## ***9. Registros***



Dirección:	Fecha realizada:
Ciudad:	
N° de Orden:	Prioridad:
N° de Medidor:	Nombre de usuario:
Dirección:	Código usuario:
Estado actual medidor:	Fotografía:
Lectura anterior:	
Lectura actual:	
Diferencia:	
Hora inicio:	
Hora culminación:	
Herramientas y equipo usado:	
Observación:	
Firma supervisor de lecturas	
Firma técnico encargado	

### 7.2.2 Toma de tiempos actual

Previamente en la Tabla 11 se puede evidenciar la toma de tiempos realizadas en la empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P. donde se realiza el cálculo de tiempo estándar, en la Tabla 18, de cada actividad con el método de Westinghouse cuyos valores se encuentra en el Apéndice C, eso mediante las siguientes formulas.

¿En qué consiste este método de tiempos?

Es la evaluación de cuatro factores de manera cuantitativa y cualitativa de forma tal que se pueda obtener su clase, su categoría y el porcentaje que corresponda para de esta manera realizar una suma algebraica que permita obtener en números o porcentaje la evaluación del operario.

$$FC = H + E + CG + CS$$

*Factores claves = Habilidad + Esfuerzo + Condición + Consistencia*

$$Tiempo\ normal = Tiempo\ promedio * (1 + FC)$$

$$Tiempo\ estandar = Tiempo\ normal * (1 + Tolerancia)$$

**Tabla 18.** *Tiempo estándar inicial*

WESTINGHOUSE										
Nº	Actividad	Tiempo Promedio (min)	H	E	CD	CS	1+FC	Tiempo Normal (min)	Tolerancia	Tiempo Estándar (min)
1	Selección de ciclos de lectura	25,97	0,03	0,02	0	0	1,05	27,62	0,09	27,71
2	Emisión de documentos registro de lecturas	6,16	0	0,02	-0,03	0,01	1	6,16	0,09	6,25
3	Recepción de las ordenes de lectura	3,3	0	-0,04	0,04	0,01	1,01	3,33	0,09	3,42
4	Toma de lecturas	13,29	-0,05	0	0	0,03	0,98	13,024	0,09	13,114
5	Registro de incidentes	2,32	0	-0,04	0,04	0,01	1,01	2,34	0,09	2,43

6	Asignación factura	4,25	-0,05	-0,04	0	0,03	0,94	3,99	0,09	4,08
7	Reporte facturación	6,95	0	0	-0,03	0,01	0,98	6,81	0,09	6,9
8	Verificación del reporte	5,79	0	0	0,04	0,01	1,05	6,07	0,09	6,16
9	Emisión Factura	2,57	-0,05	0	0	0,03	0,98	2,51	0,09	2,6

### 7.2.3 Mejora en el estudio de tiempos

En la tabla 19 se evidencia la toma de tiempos final del proceso de facturación luego de la estandarización del proceso de facturación de agua y alcantarillado de la empresa de servicios públicos domiciliarios del municipio de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P.

**Tabla 19.** Toma de tiempos final

N	Actividad	Numero de observaciones (Min)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Selección de ciclos de lectura	20,1	22,3	22,4	23,2	19,4	23,3	23,7	22,08	23,2	21,8	23,6	22,9
2	Emisión de los documentos de registros de lecturas	4,6	5,2	5,6	4,7	4,6	5,3	5,5	4,6	4,7	5,3	5,6	4,8
3	Recepción de las órdenes de lectura y documentos	3,1	3,3	3,2	3,2	3,4	2,9	3,2	3,3	3,4	3,2	2,8	3,4
4	Toma de lecturas	10,1	9,3	9,4	9,9	10,6	9,5	9,3	10,3	10,2	9,1	9,5	10,1
5	Registro de incidentes	2,1	1,8	1,7	2,1	2,2	2,0	2,0	2,1	1,8	1,9	2,3	1,9
6	Asignación de facturación	3,6	3,9	3,4	4,1	3,8	3,5	4,0	4,1	4,4	3,9	3,7	4,0
7	Reporte de facturación	5,4	5,8	5,2	5,9	5,8	5,5	5,7	5,6	5,9	5,9	5,2	5,5

8	Verificación del reporte	4,6	4,5	4,2	4,6	4,6	4,9	3,6	3,9	4,8	4,7	4,4	4,8
9	Actividad de emisión de factura	2,2	2,5	2,9	2,2	2,6	2,5	2,6	2,8	2,5	2,4	2,3	2,3
<b>Total</b>		55,8	58,6	58	57,8	54,8	59,4	59,6	58,78	60,9	58,2	59,4	59,7

En la anterior tabla se pudo evidenciar lo siguiente

- Actividad 1: selección de ciclos de lectura obtuvo un rango de 19,4 y 23,6 minutos
- Actividad 2: emisión de los documentos de registros de lecturas y esta obtuvo un rango de 4,6 y 5,6 minutos.
- Actividad 3: recepción de las órdenes de lectura y documentos y esta obtuvo un rango de 2,8 y 3,4 minutos.
- Actividad 4: toma de lecturas que obtuvo un rango de 9,1 y 10,1 minutos.
- Actividad 5: registro de incidentes que obtuvo un rango de 1,7 y 2,3 minutos.
- Actividad 6: asignación de facturación que obtuvo un rango de 3,4 y 4,4 minutos.
- Actividad 7: reporte de facturación que obtuvo un rango de 5,2 y 5,9 minutos.
- Actividad 8: verificación del reporte que obtuvo un de rango de 3,6 y 4,9 minutos.
- Actividad 9: emisión de factura con un rango de 2,2 y 2,6 minutos.

De esta manera, también se realiza el cálculo del tiempo estándar, en la Tabla 20, de todas las actividades correspondientes al proceso de facturación mediante el método de Westinghouse cuyos valores se encuentra en el Apéndice C, utilizando las siguientes formulas.

$$FC = H + E + CG + CS$$

$$\text{Factores claves} = \text{Habilidad} + \text{Esfuerzo} + \text{Condición} + \text{Consistencia}$$

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio} * (1 + FC)$$

$$\text{Tiempo estandar} = \text{Tiempo normal} * (1 + Tolerancia)$$

**Tabla 20.** *Tiempo estándar final*

WESTINGHOUSE										
N°	Actividad	Tiempo Promedio (min)	H	E	CD	CS	1+FC	Tiempo Normal (min)	Tolerancia	Tiempo Estándar (min)
1	Selección de ciclos de lectura	22,3	0,03	0,02	0	0	1,05	23,41	0,09	23,5
2	Emisión de documentos registro de lecturas	5,041	0	0,02	-0,03	0,01	1	5,041	0,09	5,131
3	Recepción de las ordenes de lectura	3,2	0	-0,04	0,04	0,01	1,01	3,13	0,09	3,22
4	Toma de lecturas	9,775	-0,05	0	0	0,03	0,98	9,57	0,09	9,66
5	Registro de incidentes	1,96	0	-0,04	0,04	0,01	1,01	1,979	0,09	2,069
6	Asignación factura	3,866	-0,05	-0,04	0	0,03	0,94	3,63	0,09	3,72
7	Reporte facturación	5,616	0	0	-0,03	0,01	0,98	5,50	0,09	5,59
8	Verificación del reporte	4,466	0	0	0,04	0,01	1,05	4,68	0,09	4,77
9	Emisión Factura	2,483	-0,05	0	0	0,03	0,98	2,43	0,09	2,52

### 7.3 Verificar

#### 7.3.1 Nivel de cumplimiento final

A continuación, en la tabla 19 se demuestra el índice de cumplimiento final del ciclo Deming en el proceso de facturación del agua y acueducto en la empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P., en donde 1=Nunca, 2= casi nunca, 3= A veces, 4= Casi siempre y 5= siempre.

**Tabla 21.** *Nivel de cumplimiento final*

		Puntaje				
		1	2	3	4	5
<b>Planificar</b>	¿Están claramente especificadas las actividades que deben realizarse?					X

	¿Se han detectado las causas fundamentales del problema?	X
	¿Se establecen claramente las metas?	X
	¿Se detalla la productividad histórica de la facturación del suministro de agua y alcantarillado?	X
	<b>Subtotal</b>	18
	¿Se examina el procedimiento de facturación del suministro de agua y alcantarillado?	X
	¿Se lleva a cabo un estudio de tiempos para llegar a determinar el tiempo estándar de las actividades?	X
<b>Hacer</b>	¿Se implementan mejoras en el proceso de facturación del suministro de agua y alcantarillado?	X
	¿Se establecen nuevos procedimientos de facturación del suministro de agua y alcantarillado?	X
	<b>Subtotal</b>	17
	¿Se lleva a cabo una comparación entre el proceso de facturación del suministro de agua y alcantarillado?	X
	¿Se evalúa el grado de cumplimiento del proceso de facturación?	X
<b>Verificar</b>	¿Se realiza una comparación del grado de cumplimiento?	X
	¿Se efectúa un control del procedimiento de trabajo del proceso de facturación del suministro de agua?	X
	<b>Subtotal</b>	18
	¿Está establecido el procedimiento de trabajo?	X
	¿Se mide regularmente la productividad en la facturación del suministro de alcantarillado y agua?	X
<b>Actuar</b>	¿Se proponen objetivos y metas para la mejora continua?	X
	¿Se detectan oportunidades o ideas para la mejora continua?	X
	<b>Subtotal</b>	17

**Tabla 22.** *Porcentaje nivel de cumplimiento final*

<b>Etapas</b>	<b>Valoración</b>	<b>Evaluación Máxima</b>	<b>Porcentaje</b>
Planificar	18	20	90%
Hacer	17	20	85%

Verificar	18	20	90%
Actuar	17	20	85%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>87.5%</b>

### 7.3.2. Comparación nivel de cumplimiento inicial y final.

A continuación, se presenta un comparativo entre el índice de cumplimiento inicial y final, se muestra en la tabla 21, del plan de metodología involucrando la metodología del Ciclo de Deming antes y después de la mejora involucrada en el proceso de facturación de la empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P. donde las etapas de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar tuvieron una mejora de 64%, 42%, 58 y 46% respectivamente.

**Tabla 23.** Comparación ciclo de Deming

<b>Etapas</b>	<b>Antes</b>	<b>Posterior</b>	<b>Incremento</b>
Planificar	55%	90%	64%
Hacer	60%	85%	42%
Verificar	60%	90%	58%
Actuar	65%	85%	46%
<b>Total</b>	<b>60%</b>	<b>87.5%</b>	<b>45.83%</b>

### 7.3.3. Comparación de los resultados del plan de mejoramiento en el proceso de facturación.

A continuación, en la tabla 24 se puede evidenciar un comparativo entre el antes y el posterior del plan de mejoramiento en el proceso de facturación en la empresa de servicios públicos domiciliarios del municipio de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P. Donde se aprecia que el ciclo del proceso de facturación disminuye en un 16.84%.

**Tabla 24.** Comparación del plan de mejoramiento

N°	Actividad	Antes	Posterior	Reducción
1	Selección de ciclos de lectura	25,97	22,3	14,10%
2	Emisión de documentos registro de lecturas	6,16	5,041	18,10%
3	Recepción de las ordenes de lectura	3,3	3,2	3%
4	Toma de lecturas	13,29	9,775	26,40%
5	Registro de incidentes	2,32	1,96	15,50%
6	Asignación factura	4,25	3,866	9,03%
7	Reporte facturación	6,95	5,616	19,1%
8	Verificación del reporte	5,79	4,466	22,86%
9	Emisión Factura	2,57	2,483	3,39%
<b>Tiempo ciclo total</b>		<b>70,6</b>	<b>58,707</b>	<b>16,84%</b>

#### 7.4 Actuar

##### Metas y objetivos de mejora continua.

A continuación, se instauraron los objetivos y metas de mejora continua de la metodología del ciclo de Deming en el proceso de facturación de agua y alcantarillado de la empresa de servicios públicos domiciliarios del municipio de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P., donde las siguiente etapas tiene como meta el poder incrementar en un periodo de 12 meses posterior al proyecto incrementar a un nivel de cumplimiento como mínimo del 95%.

- Se tiene como meta poder aumentar el porcentaje de Nivel de Cumplimiento de la etapa de **planificar** del 90% al 95% en los 12 meses posteriores al proyecto.
- Se tiene como meta poder aumentar el porcentaje de Nivel de Cumplimiento de la etapa de **hacer** del 85% al 95% en los 12 meses posteriores al proyecto.

- Se tiene como meta poder aumentar el porcentaje de Nivel de Cumplimiento de la etapa de **verificar** del 90% al 95% en los 12 meses posteriores al proyecto.
- Se tiene como meta poder aumentar el porcentaje del Nivel de Cumplimiento de la etapa de **actuar** del 85% al 95% en los 12 meses posteriores al proyecto.
- Se tiene como meta aumentar el porcentaje del Nivel de Cumplimiento del **Ciclo de Deming** del 87,5% al 95% en los 12 meses posteriores al proyecto.

#### **Ideas de mejora continua.**

A continuación, se muestra una oportunidad o ideas de mejora continua de los trabajadores del área del proceso de facturación de agua y alcantarillado de la empresa ESBARBOSA E.S.P. del municipio de Barbosa Santander.

**Área:** Proceso de facturación de agua y alcantarillado.

**Líder:** Jefe de Departamento de Lectura

**Miembros:** Trabajadores de área de facturación

**Asunto:** ideas de mejora de propuesta de la metodología de estudio de tiempo y estandarización bajo el enfoque del ciclo de Deming PHVA.

#### **Propuestas de mejora.**

- Cumplir con el procedimiento de trabajo
- Realizar adecuadamente la toma de lecturas
- Supervisar y controlar óptimamente a los trabajadores
- Efectuar el programa de capacitación
- Registrar las incidencias de impedimentos de toma de lecturas
- Utilizar adecuadamente los EPP's
- Calibrar los medidores
- Cambiar los medidores con impedimentos

- Cambiar los medidores obsoletos
- Implementar medidores a los usuarios que carecen de medidor
- Y, por último, realizar la retroalimentación de la metodología de ciclo de Deming

### 7.5. Observación de la situación mejorada

#### Indicador de productividad mejorada

Se realizó un plan piloto por 10 semanas a fin de poder determinar la viabilidad técnica del plan de mejora propuesta al proceso de facturación de la empresa de servicios públicos domiciliarios del municipio de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P. está presentando un eficacia mejorada del 94,40% teniendo un total de 264663,75 m<sup>3</sup> de agua a distribuida la cual se tuvo como objetivo el facturar 249871,21m<sup>3</sup> tal como se observa en la Tabla 25.

$$Eficacia = \frac{Volumen\ facturado}{Volumen\ distribuido} * 100$$

$$Eficacia = \frac{249871,21}{264663,75} * 100$$

$$Eficacia = 94,41\%$$

**Tabla 25.** *Eficacia en el plan piloto*

Volumen	A facturar (m <sup>3</sup> )	Distribuido(m <sup>3</sup> )	Eficacia
Mayo- 2024	129413,80	138292,15	93,58%
Junio – 2024	120457,41	126371,60	95,32%
<b>Total</b>	<b>249871,21</b>	<b>264663,75</b>	<b>94,41%</b>

En otra instancia, la eficiencia de la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. del municipio de Barbosa Santander presento una eficiencia mejorada del 92,36% teniendo así un objetivo a facturar de 249871,21 m<sup>3</sup> de agua distribuida la cual fue facturada 230799,9,43 m<sup>3</sup> tal como se puede evidenciar en la Tabla 26.

$$Eficiencia = \frac{Volumen\ facturado}{Volumen\ a\ facturar} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{230799,9}{249871,21} * 100$$

$$Eficiencia = 92,36\%$$

**Tabla 26.** Eficiencia del plan piloto

Volumen	Facturado(m <sup>3</sup> )	A facturar (m <sup>3</sup> )	Eficiencia
Mayo- 2024	118232,45	129413,80	91,36%
Junio – 2024	112567,45	120457,41	93,45%
<b>Total</b>	<b>230799,9</b>	<b>249871,21</b>	<b>92,36%</b>

Para la presente investigación de la productividad de la empresa ESBARBOSA E.S.P. del municipio de Barbosa Santander esta depende de la eficacia y eficiencia siendo así en los 2 meses de prueba del plan piloto 94,41% y 92,36% respectivamente generando una productividad mejorada del 87,17% evidenciando la mejora del proceso de la toma de lectura y facturación.

$$Productividad = Eficacia * Eficiencia * 100$$

$$Productividad = 94,41\% * 92,36\% * 100$$

$$Productividad = 87,17\%$$

**Tabla 27.** Productividad del plan piloto

Indicador	Eficacia	Eficiencia	Productividad
Mayo- 2024	93,58%	91,36%	85,49%
Junio – 2024	95,32%	93,45%	89,07%
<b>Total</b>	<b>94,41%</b>	<b>92,36%</b>	<b>87,17%</b>

**Comparativo de la productividad antes y después de la mejora**

El comparativo del indicador de productividad, se muestra en la tabla 26, así pudiéndose evidenciar un incremento en la eficacia 1,13%, en la eficiencia 14,05% y en la productividad de la empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P. con un incremento del 14,90%.

**Tabla 28.** *Comparativo productividad inicial y final*

<b>Indicador</b>	<b>Antes</b>	<b>Mejorado</b>	<b>Incremento</b>
Eficacia	93,34%	94,41%	1,13%
Eficiencia	79,37%	92,36%	14,05%
Productividad	74,18%	87,17%	14,90%

## **8. Análisis económico de la propuesta**

### **8.1. Gastos de inversión intangible, tangible, capital de trabajo y gastos mensuales**

A continuación se puede evidenciar en la Tabla 29 los gastos de la inversión tangible el cual está compuesto por (licencia de software, Equipo de cómputo, Internet, impresiones y argollados) también la inversión intangible que está compuesta por (la capacitación preoperativa, Especialista ciclo de Deming, Acompañamiento Director, Acompañamiento de tutor y tiempo del estudiante) y por último el capital de trabajo el cual está compuesto por (Gastos de servicios, Gastos útiles de oficina y Gastos de inspector de Facturación).

**Tabla 29.** Inversión del trabajo

<b>Inversión del proyecto</b>					
<b>Categoría</b>	<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Total</b>	<b>Fuente</b>
Dirección y Orientación	Acompañamiento Director	52	\$ 38.000	\$ 1.976.000	Universidad

	Acompañamiento Tutor	360	\$ 21.000	\$7.560.000	Empresa
	Tiempo del Estudiante	1440	\$ 9.667	\$ 13.920.000	Estudiante
<b>Otros Egresos</b>	Licencia Software	2	\$ 85.000	\$ 170.000	Empresa
	Transporte	50	\$ 5.000	\$ 250.000	Estudiante
	Internet	1	\$ 80.000	\$ 80.000	Empresa
	Equipo de cómputo	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	Estudiante
	Celulares	1	\$3.000.000	\$3.000.000	Estudiante
<b>Inversión intangible</b>	Capacitación Preoperativa	1	\$2.300.000	\$2.300.000	Empresa
	Especialista de Ciclo de Deming	1	\$5.200.000	\$5.200.000	Empresa
	Gastos de servicios	1 mes	\$335.000	\$335.000	Empresa
<b>Capital de Trabajo</b>	Gastos de útiles de oficina	1 mes	\$330.000	\$330.000	Empresa
	Inspector de Facturación	1 mes	\$3.900.000	\$3.900.000	Empresa
<b>Presupuesto Total</b>				<b>\$41.057.000</b>	

## 8.2 Beneficios del plan piloto

Como se evidencia a continuación en la Tabla 28, se aprecia el posible incremento del volumen facturado según Li y Chong (2019) en su investigación fue del 27% sin embargo, con el plan piloto de 2 meses 13,88%, esto trayendo con si un beneficio económico de la propuesta de mejora del proceso de facturación de la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.S.P. del municipio de Barbosa Santander de \$20,039,761.83.

**Tabla 30.** Beneficios del plan piloto

Causas	Volumen Facturado Inicial(m <sup>3</sup> )	Volumen Facturado Final(m <sup>3</sup> )	Volumen incrementado(m <sup>3</sup> )	Costo del m <sup>3</sup>	Beneficio
Incremento de monto facturado	99372,5	115399,95	16027,45	\$1250,34	\$20,039,761.83

### 8.3. Costo de oportunidad del accionista (COK)

Después, de analizar y calcular la inversión, los costos y el beneficio de la implementación, se procede a hallar el costo de oportunidad del accionista anual (COK), mediante la formula:

$$COK = Rf + B(Rm - Rf) + Rp$$

Donde:

COK= Costo de oportunidad del accionista anual

Rf= Tasa libre de riesgo

Rm= Tasa de retorno sobre índice de mercado

Rp= Riesgo del país

B= Variación del rendimiento de una inversión versus del mercado

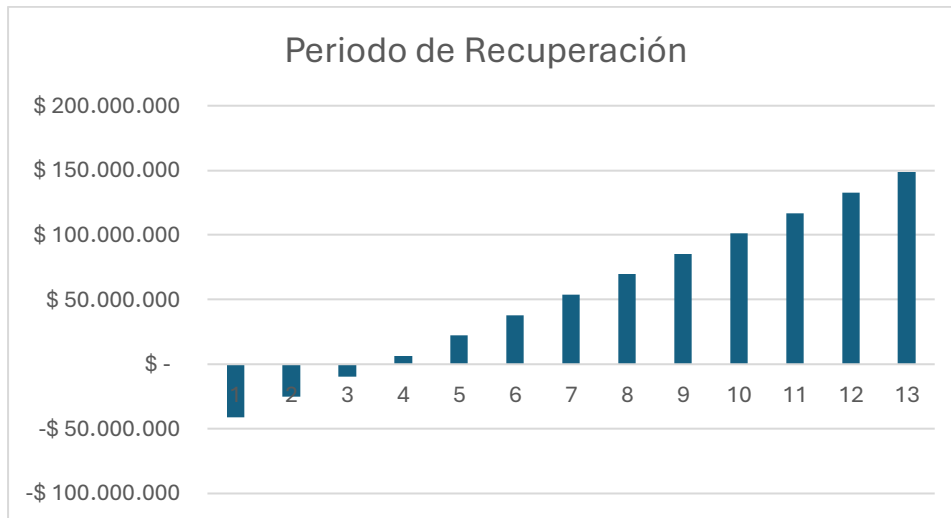
Como se evidencia en la tabla 29, el COK anual de la empresa ESBARBOSA E.S.P. es del

**Tabla 31. COK anual**

<b>COK = Rf + Beta*(Rm-Rf) +Rp</b>	
Rf (tasa libre de Riesgo)	2,20%
Beta	0,98
Prima de Riesgo (Rm-Rf)	1,59%
Riesgo País	1,45%
<b>COK</b>	<b>5,20%</b>

### 8.4 Flujo de caja económico.

En el Apéndice D se aprecia el flujo de caja, con una inversión de \$41.057.000, un beneficio mensual de \$20,039,761.83, un VAN de \$92,640,482.75, un TIR 37,66% un costo beneficio de 3,62, así mismo en la ilustración 5 se aprecia el periodo de recuperación de 2 meses y 17 días.

**Figura 5.** *Periodo de recuperación*

### 8.5 Indicadores Sociales

Para poder cuantificar el impacto social que tuvo este proyecto se evaluarán los siguientes indicadores sociales, tal como se observa en la Tabla 32.

**Tabla 32.** *Indicadores sociales*

Descripción	Indicador
Valor agregado	Ventas- Costo de materiales directos
Densidad de capital	Inversión total / Número de trabajadores
Intensidad de capital	Inversión total / Valor agregado actual
Relación producto - capital	Valor agregado / Inversión total

Para poder calcular el valor agregado se tiene en cuenta los ingresos dados por la propuesta de mejora en los 12 meses posteriores al proyecto y los costos de los materiales directos, tal como se observa en la Tabla 33.

$$\text{Valor agregado} = \text{Valor agregado acumulado} - (\text{Valor agregado acumulado} * \text{COK})$$

$$\text{Valor agregado} = \$185.697.142 - (\$185.697.142 * 7,45\%)$$

$$\text{Valor agregado} = \$ 171.862.704,88$$

El valor agregado acumulado es de \$185.697.142 el cual se le disminuye el porcentaje del COK del 7,45% siendo así el valor agregado de la investigación de \$ 171.862.704,88 y con esto se pudo calcular los demás indicadores sociales.

**Tabla 33.** *Valor agregado acumulado*

Meses	Ingresos	Costos materiales directos	Valor agregado	Valor agregado acumulado
1	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 15.474.762
2	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 30.949.524
3	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 46.424.285
4	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 61.899.047
5	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 77.373.809
6	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 92.848.571
7	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 108.323.333
8	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 123.798.095
9	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 139.272.856
10	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 154.747.618
11	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 170.222.380
12	\$20,039,761.83	\$ 4.565.000	\$ 15,474,761.83	\$ 185.697.142

Para poder calcular la densidad de capital se tiene en cuenta la inversión propuesta de mejora y el número de trabajadores que se cuenta actualmente en la empresa de servicios públicos domiciliarios ESBARBOSA E.P.S. significando así que el proyecto costara \$1,642,000 por cada puesto de trabajo.

$$Densidad\ de\ capital = \frac{Inversión}{N^{\circ}\ trabajadores} = \frac{\$41,057,000}{25} = \$1,642,280$$

Para poder calcular la intensidad de capital se tiene en cuenta la inversión y el valor agregado de la propuesta de mejora significando así que por cada peso de valor agregado se requiere una inversión de 0,2210.

$$\text{Intensidad de capital} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Valor agregado}} = \frac{\$41,057,000}{\$185,697,142} = 0,2210$$

Para poder calcular la relación producto-capital se tiene en cuenta el valor agregado y la inversión de la propuesta de mejora significando así que cada peso invertido se genera 4,52 pesos de valor agregado a la sociedad.

$$\text{Relacion producto – capital} = \frac{\text{Valor agregado}}{\text{Inversión}} = \frac{\$185,697,142}{\$53,447,500} = 4,52$$

En resumen, en la Tabla 34, se detallan los indicadores sociales de la mejora del proceso de facturación en la empresa de servicios públicos domiciliarios de Barbosa Santander ESBARBOSA E.S.P.

**Tabla 34.** *Resultados indicadores*

<b>Indicador social</b>	<b>Valor</b>
Valor agregado	\$185.697.142
Densidad capital	\$1,642,280
Intensidad de capital	0,2210
Relación producto-capital	4,52

### **9 Indicadores de seguimiento de la propuesta**

Para medir el nivel de cumplimiento de la propuesta de mejora del proceso de facturación de agua potable y alcantarillado en ESBARBOSA E.S.P., se planteo diseñar un

sistema de indicadores que aborde diferentes aspectos del proceso. A continuación, se presenta una lista de indicadores clave que podrían implementarse:

### 9.1. Indicadores de eficiencia

1. Tiempo de ciclo del proceso:

- Descripción: Mide el tiempo total desde la toma de lectura hasta la emisión de la factura.
- Fórmula:  $Tiempo\ de\ ciclo = Fecha\ emisión\ de\ factura - Fecha\ toma\ de\ lectura$
- Meta: Reducir el tiempo del ciclo a un tiempo menor de 7 días.

2. Tiempo de respuesta a incidencias:

- Descripción: Mide el tiempo promedio para resolver incidencias reportadas.
- Fórmula:  $Tiempo\ de\ respuesta = \frac{\sum(Fecha\ de\ resolución - Fecha\ de\ reporte)}{Numero\ total\ de\ incidencias}$
- Meta: Resolver incidencias en menos de 48 horas.

### 9.2. Indicadores de eficacia

1. Precisión de las lecturas de medidores:

- Descripción: Mide la precisión en la toma de lecturas de medidores.
- Fórmula:  $Precisión = \frac{Numero\ de\ lecturas\ correctas}{Numero\ total\ de\ lecturas} * 100$
- Meta: 95% de precisión.

2. Cumplimiento de metas de facturación:

- Descripción: Mide el cumplimiento de las metas de facturación establecidas.
- Fórmula:  $Cumplimiento\ de\ metas(\%) = \frac{Monto\ facturado}{Meta\ de\ facturación} * 100$
- Meta: 100% de cumplimiento de metas.

### 9.3. Indicadores de productividad

1. Volumen de agua facturado:

- Descripción: Mide el volumen total de agua facturado.

- Fórmula: *Volumen de agua facturado* =

$\Sigma$ *Volumen de agua facturado por suscriptor*

- Meta: Incrementar el volumen facturado.

2. Número de facturas emitidas:

- Descripción: Mide la cantidad total de facturas emitidas en un periodo.

- Fórmula: *Número de facturas emitidas* =

*Total de facturas emitidas en el mes*

- Meta: Emitir todas las facturas a tiempo.

#### 9.4. Indicadores de calidad

1. Satisfacción del cliente:

- Descripción: Mide la satisfacción de los clientes con el servicio de facturación.

- Fórmula: *Satisfacción del clientes*(%) =  $\frac{\text{Numero de clientes satisfechos}}{\text{Número total de clientes encuestados}} * 100$

- Meta: 90% de satisfacción del cliente.

2. Incidencias no resueltas:

- Descripción: Mide el porcentaje de incidencias que no se han resuelto.

- Fórmula: *Incidencias no resueltas*(%) =  $\frac{\text{Número de incidencias no resueltas}}{\text{Número total de incidencias reportadas}} * 100$

- Meta: Menos del 5% de incidencias no resueltas.

#### 9.5. Indicadores económicos

1. Costo de operación:

- Descripción: Mide los costos asociados al proceso de facturación.

- Fórmula: *Costo de operación* =  $\Sigma$ *Costos asociados al proceso de facturación*

- Meta: Mantener o reducir los costos operativos.

## 2. Beneficio neto:

- Descripción: Mide el beneficio neto obtenido del proceso de facturación.
- Fórmula: *Beneficio neto = Ingresos totales – Costos totales*
- Meta: Incrementar el beneficio neto mensual.

### 9.6. Indicadores de capacitación y desarrollo

#### 1. Capacitación del personal:

- Descripción: Mide el número total de horas de capacitación impartidas.
- Fórmula: *Horas de capacitación =*

*Número total de horas de capacitación impartidas*

- Meta: Completar todas las horas de capacitación programadas.

#### 2. Evaluación de competencias:

- Descripción: Mide el porcentaje de empleados con competencia adecuada.
- Fórmula: *Competencia alcanzada(%) =*

$$\frac{\text{Número de empleados con competencia adecuada}}{\text{Número total de empleados evaluados}} * 100$$

- Meta: 100% de competencia adecuada.

Para llevar a cabo el monitoreo y control de estos indicadores, se debe establecer un sistema de reporte periódico (mensual, trimestral, semestral) y asignar responsables para la recopilación, análisis y presentación de los datos correspondientes. La alta dirección de ESBARBOSA E.S.P. debe revisar estos informes y tomar decisiones basadas en los resultados obtenidos para asegurar el avance y éxito de la propuesta del proyecto.

## **10. Socialización de las mejoras implementadas con los líderes de los procesos**

para asegurar la continuidad y efectividad de las mejoras implementadas en el proceso de facturación de ESBARBOSA E.S.P., es fundamental llevar a cabo un proceso de socialización con los líderes de los procesos. Este apartado detalla las acciones realizadas para involucrar a los líderes en la implementación y mantenimiento de las mejoras, garantizando su compromiso y colaboración continua.

### **10.1. Identificación de los líderes de procesos**

Se ha identificado a los líderes de cada área clave involucrada en el proceso de facturación, incluyendo:

- Jefes de sección de lectura de medidores.
- Supervisores de facturación.
- Coordinadores de atención al cliente.
- Representantes del equipo de TI.
- Personal de mantenimiento y operación.

### **10.2. Sesiones de capacitación y talleres**

Se han organizado sesiones de capacitación y talleres para presentar las mejoras implementadas, explicar su importancia y cómo cada líder puede contribuir a su éxito. Las sesiones incluyeron:

- **Presentación de la metodología del Ciclo Deming (PHVA):** Se explica la metodología y cómo se aplica para mejorar el proceso de facturación.
- **Capacitación en nuevas herramientas y procedimientos:** Se brinda formación específica sobre las nuevas herramientas de estudio de tiempos y estandarización.

- **Simulaciones prácticas:** Se realizaron simulaciones del nuevo proceso para familiarizar a los líderes con las mejoras y permitirles practicar en un entorno controlado.

### 10.3. Reuniones de feedback y ajustes

Se llevaron a cabo reuniones periódicas de feedback con los líderes de los procesos para socializar y discutir sobre:

- **Resultados iniciales:** Presentación de los primeros resultados obtenidos tras la implementación de las mejoras.
- **Desafíos y oportunidades:** Identificación de cualquier desafío encontrado durante la implementación y discusión de oportunidades de mejora.
- **Ajustes necesarios:** Realización de ajustes basados en el feedback recibido para optimizar el proceso de manera continua.

### 10.4. Documentación y comunicaciones

Se desarrolla una documentación completa y detallada de todas las mejoras implementadas, incluyendo:

- **Plan de mejora:** Documento que incluye todas las nuevas mejoras, políticas y herramientas.
- **Boletines Informativos:** Boletines periódicos para mantener a todos los líderes informados sobre los avances del proyecto y cualquier cambio adicional.
- **Plataforma de Comunicación Interna:** Utilización de una plataforma de comunicación interna para facilitar la colaboración y el intercambio de información entre los líderes y el equipo de proyecto.

### 10.5. Compromiso y seguimiento

Para garantizar la continuidad en la aplicación de las mejoras, se establecieron mecanismos de seguimiento y compromiso:

- **Reuniones de seguimiento regulares:** Reuniones mensuales de seguimiento con los líderes para revisar el progreso y abordar cualquier problema.
- **Indicadores de desempeño:** Monitoreo de los indicadores de desempeño establecidos para evaluar el impacto de las mejoras y asegurarse de que se mantengan los niveles de eficiencia y eficacia esperados.
- **Planes de acción:** Desarrollo de planes de acción para abordar cualquier desviación y asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

### 10.6. Reconocimiento y motivación

Para fomentar la continuidad y el compromiso, se implementaron programas de reconocimiento y motivación:

- **Reconocimiento de logros:** Reconocimiento público y formal de los líderes y equipos que demuestren un desempeño excepcional en la implementación de las mejoras.
- **Incentivos y recompensas:** Incentivos y recompensas para motivar a los líderes y equipos a mantener y mejorar continuamente el proceso.

La socialización de las mejoras implementadas con los líderes de los procesos en ESBARBOSA E.S.P. es esencial para asegurar la continuidad y éxito del proyecto. A través de capacitación, reuniones de feedback, documentación detallada, seguimiento regular y programas de reconocimiento, se ha logrado involucrar a los líderes de manera activa, garantizando su compromiso y colaboración para mantener y optimizar el proceso de facturación de manera continua.

## 11. Discusión

La propuesta de mejora del proceso de facturación de ESBARBOSA E.S.P. en Barbosa, Santander, se fundamenta en la aplicación de herramientas de estudio de trabajo y estandarización, con el objetivo de incrementar la productividad. Este enfoque ha sido validado por diversas investigaciones previas, como la de Li y Chong (2019), quienes implementaron la metodología de mejora continua-PHVA, logrando aumentar el volumen de facturación en un 27%. Igualmente, Pérez (2021) reporta un incremento del 35.64% en la productividad utilizando el ciclo de Deming-PHVA. No obstante, Soralez (2020) encuentra que esta metodología solo aumenta la productividad en un 2.90%, lo que sugiere que los resultados pueden variar según el contexto y la implementación específica.

### 11.1 Diagnóstico de la Productividad Actual

El diagnóstico actual de la productividad del servicio de agua potable y alcantarillado de ESBARBOSA E.S.P. revela varias causas subyacentes de la baja productividad, que incluyen:

- **Toma de lectura errónea:** Representando el 23.1% de las causas de baja productividad.
- **Falta de procedimiento de trabajo:** Contribuyendo al 17.6%.
- **Falta de supervisión en la toma de lectura:** Aportando un 15.7%.
- **Personal no capacitado:** Representando el 13.9%.
- **Impedimentos en la toma de lectura:** Con un 9.3%.

Estos factores resultaron en una eficiencia del 79,37%, una eficacia del 93,41% y una productividad del 74,18% en los primeros 10 meses del 2023. Estas cifras son consistentes con los hallazgos de Bereskie et al. (2017), quienes identificaron que las deficiencias en la gestión y cobranza, debidas a la ineficiencia del personal de lectura, incumplimiento de funciones y falta de procedimientos estandarizados, pueden reducir la productividad. Valencia (2018) también destaca

que un sistema de adquisición de lecturas ineficiente y la falta de control de las lecturas de consumo influyen negativamente en la productividad.

### **11.2. Propuesta de mejora del proceso**

La propuesta de mejora del proceso de facturación de ESBARBOSA E.S.P. se basa en la metodología del Ciclo de Deming (PHVA) y las herramientas de estudio de tiempos y estandarización. Esta metodología ha demostrado ser efectiva para reducir el tiempo ciclo del proceso en un 16,84% y aumentar el índice de cumplimiento en un 87,5%. Cajahuamán (2021) reporta que la aplicación del ciclo de Deming-PHVA redujo el tiempo ciclo en un 26.70% y mejora el nivel de cumplimiento en un 117.15%.

### **11.3. Viabilidad económica**

El análisis de la viabilidad económica de la propuesta indica una inversión inicial de \$41,057,000, con un beneficio mensual de \$20,039,761.83. El Valor Actual Neto (VAN) es de \$92,640,482.75, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es del 37,66%, y el índice de costo-beneficio es de 3,62. Esto significa que, por cada peso invertido, se ganará \$2,62 con un periodo de recuperación de 2 meses y 17 días. Estos resultados son comparables con los hallazgos de Soracruz (2020), quien obtuvo un índice de costo-beneficio de 1.69, y Pérez (2021), quien reporta un VAN de \$29,131,715.37 y un TIR del 88%. Por otro lado, Quevedo (2018) encuentra un costo-beneficio de 1.22, un VAN de \$ 99,112,608.69 y un TIR del 95%.

### Conclusiones

Se concluye que el diseño de la propuesta para mejorar el proceso de facturación de agua potable y alcantarillado de ESBARBOSA E.S.P. en el municipio de Barbosa Santander, se lleva a cabo utilizando herramientas de estudio de trabajo y estandarización, estimando un aumento de la productividad.

Además, según el diagnóstico actual de la productividad del servicio de agua potable y alcantarillado de ESBARBOSA E.S.P. en el municipio de Barbosa, Santander, las principales causas de baja productividad son las lecturas incorrectas con un 23.1%, la falta de procedimientos de trabajo con un 17.6%, la falta de supervisión en la toma de lecturas con un 15.7%, el personal no capacitado con un 13.9%, y los impedimentos en la toma de lecturas con un 9.3%. En el año 2021, la eficiencia fue del 79.37%, la eficacia del 93.34%, y la productividad del 74.18%.

Por otro lado, el diseño de la propuesta de mejora del proceso de facturación de agua y alcantarillado de ESBARBOSA E.S.P. en Barbosa, Santander, se realiza siguiendo la metodología del Ciclo de Deming, utilizando herramientas de estudio de tiempos y estandarización. Esta mejora, gestionada por la alta dirección de la empresa, reducirá el tiempo de ciclo del proceso en un 16.84% e incrementará el índice de cumplimiento del Ciclo de Deming-PHVA en un 87.5%.

Finalmente, la propuesta de mejora del proceso de facturación es económicamente viable, con una inversión de \$41,057,000, un beneficio mensual de \$20,039,761.83, un VAN de \$92,640,482.75, un TIR de 37,66%, y un costo-beneficio de 3,62. Esto significa que, por cada peso invertido, se ganará 2,62, con un periodo de recuperación de 2 meses y 17 días.

Gracias al proyecto implementado, que se enfocó en mejorar la eficiencia operativa, hemos logrado un notable incremento en la eficacia de nuestros procesos. Al optimizar los recursos y reducir los tiempos de ciclo, no solo hemos alcanzado una mayor precisión y consistencia en las tareas realizadas, sino que también hemos elevado significativamente la

productividad general de la empresa. Esta sinergia entre eficiencia y eficacia ha permitido a ESBARBOSA alcanzar sus objetivos de manera más efectiva, consolidando así nuestra capacidad competitiva y asegurando un crecimiento sostenido en el futuro.

### **Recomendaciones**

Una vez finalizada la ejecución del proyecto de mejora del proceso de facturación de ESBARBOSA ESP, es fundamental implementar una serie de recomendaciones para garantizar la continuidad y sostenibilidad de los resultados obtenidos. A continuación, se presentan algunas sugerencias clave:

#### **1. Establecer una cultura de mejora continua**

**Fomentar el compromiso:** Desarrollar una cultura organizacional en la que todos los empleados estén comprometidos con la mejora continua. Esto puede lograrse mediante programas de capacitación y talleres que enfatizan la importancia de la calidad y la eficiencia en el trabajo diario.

**Reconocimiento y recompensas:** Implementar sistemas de reconocimiento y recompensas para empleados que demuestren un alto desempeño y contribuyan a la mejora continua del proceso.

#### **2. Monitoreo y evaluación constante**

**Indicadores de desempeño:** Continuar utilizando los indicadores de desempeño establecidos (eficiencia, eficacia, productividad, y cumplimiento del ciclo de Deming) para monitorear el avance y detectar áreas que requieran ajustes.

**Auditorías regulares:** Realizar auditorías periódicas para asegurar que los nuevos procedimientos y estándares se mantengan y se sigan correctamente.

### **3. Capacitación y desarrollo**

**Programas de capacitación:** Mantener un programa de capacitación regular para todo el personal, asegurando que estén actualizados con las mejores prácticas y procedimientos estandarizados.

**Desarrollo de habilidades:** Fomentar el desarrollo de habilidades técnicas y de gestión entre los empleados para mejorar su capacidad de contribuir a la mejora del proceso.

### **4. Actualización de tecnología y equipos**

**Reemplazo de medidores:** Evaluar y actualizar continuamente los medidores de agua, asegurando que los usuarios cuenten con equipos precisos y modernos que faciliten la toma de lecturas.

**Implementación de nuevas tecnologías:** Adoptar tecnologías avanzadas para la gestión de datos y la toma de lecturas, como sistemas automáticos de lectura de medidores (AMR) o medidores inteligentes.

### **5. Comunicación efectiva**

**Socialización de resultados:** Socializar los resultados del proyecto y las mejores prácticas con todos los empleados y partes interesadas para asegurar una comprensión y alineación completas con los objetivos de la empresa.

**Canales de comunicación abiertos:** Mantener canales de comunicación abiertos entre los diferentes niveles de la organización para facilitar el intercambio de ideas y la resolución de problemas.

### **6. Gestión de cambios**

**Planes de gestión de cambios:** Desarrollar y aplicar planes de gestión de cambios que aborden cualquier resistencia al cambio y faciliten la transición hacia los nuevos procesos y procedimientos.

**Participación de los empleados:** Involucrar a los empleados en el proceso de cambio desde el inicio para asegurar su aceptación y apoyo.

## **7. Revisión y ajuste del proyecto**

**Evaluación periódica:** Programar revisiones periódicas del proyecto para evaluar su impacto y ajustar las estrategias según sea necesario.

**Mejora de procesos:** Implementar un ciclo de retroalimentación continua para identificar áreas de mejora y realizar los ajustes necesarios en los procesos.

## **8. Sostenibilidad y responsabilidad social**

**Prácticas sostenibles:** Incorporar prácticas sostenibles en la gestión de recursos y el manejo de residuos para minimizar el impacto ambiental.

**Responsabilidad social corporativa:** Fomentar iniciativas de responsabilidad social que beneficien a la comunidad y refuercen la imagen positiva de la empresa.

Al seguir estas recomendaciones, ESBARBOSA ESP puede asegurar que las mejoras implementadas durante el proyecto sean sostenibles a largo plazo y continúen contribuyendo al incremento de la eficiencia y productividad de la empresa.

### Referencias bibliográficas

- Antonio-Manay et al. (2019). Aplicación de ciclo Deming para la mejora de la productividad en una empresa de transportes. *Revista Científica EPigmalión*, 1(2), 28-37. Recuperado de: <https://doi.org/10.51431/epigmalion.v1i2.538>
- Aravena, M., Figueroa, V., Palma del Río, M. (2015). “Una experiencia para la elaboración de un plan de mejoramiento”. *Revista Ibero-Americana. Repositorio Universidad Piloto de Colombia*. Recuperado de: <https://www.proquest.com/docview/2436894225/9CFEB85E8214852PQ/2?accountid=50440>
- Benites et al. (2021). Application of the PHVA cycle to increase productivity in the Frescor production area of ARY Servicios Generales S.A.C, 2020. *Journal of Business and Entrepreneurial Studie*, 5(3), 39-45. <https://www.redalyc.org/journal/5736/573669774004/573669774004.pdf>
- Bereskie et al. (2017). Drinking Water Management and Governance in Canada: An Innovative Plan-Do-Check-Act (PDCA) Framework for a Safe Drinking Water Supply. *Environmental Management*, 60, 243-262. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-017-0873-9>

Burstein-Roda, T. (2018). Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 297--303.

<https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/3641>

Calderón, F. (2020) “Plan de mejoramiento y sostenibilidad empresarial para la empresa comunitaria “Acueducto veredal las tres P” en Garzón, Huila”. Recuperado de:

<https://onx.la/4fa6d>

Castellanos, I. (2018). El ciclo de Deming para mejorar la productividad en los procesos de una empresa textil. Huancayo: *Universidad Peruana Los Andes*.

<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/962>

Cuatrecasas, L. (2021). Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible NE:

Técnicas para la planificación y diseño de procesos mono y multiproducto con soporte informático. España: *Profit Editorial*.

Heru Darmawan, Sawarni Hasibuan, & Humiras Hardi Purba. (2018). Application of Kaizen Concept with 8 Steps PDCA to Reduce in Line Defect at Pasting Process: A Case Study in Automotive Battery. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering (IJASRE)*, ISSN:2454-8006, DOI: 10.31695/IJASRE, 4(8), 97–107.

<https://doi.org/10.31695/IJASRE.2018.32800>

Farinango, J. (2018). Sistema de medidor inteligente de agua potable domiciliario para la junta administradora de agua “El Abra”. *Ecuador: Universidad Técnica del Norte*.

<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8758>

Fontalvo Herrera, T., De La Hoz Granadillo, E., & Morelos Gómez, J. (2018). La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión empresarial*, 16(1), 47-60. <https://ojs/index.php/dimension-empresarial/article/view/1375>

- Hernandez E., A. A., Ramos R., M. P., Placencia L., B. M., Indacochea G., B., Quimis G., A. J., & Moreno P., L. A. (2018). Metodología de la investigación científica. Ecuador, Manabí: Área de innovación y desarrollo S.L. (Vol. 15).  
<https://3ciencias.com/libros/libro/metodologia-la-investigacion-cientifica/>
- Hernández, N., Araiza, Z., Garza, E., y Barboza, V. (2017). “Análisis de las capacidades Operativas en empresas manufactureras”. *Revista Internacional Administración & Finanzas*. Recuperado de: <https://www.theibfr2.com/RePEc/ibf/riafin/riaf-v10n6-2017/RIAF-V10N6-2017-2.pdf>
- Huaraca et al. (2021). Sostenibilidad del servicio de agua potable y disposición del cliente a pagarla. *Revista Venezolana De Gerencia*, 26(95), 642-655.  
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/36272/38802>
- Kholif et al. (2018). Implementation of model for improvement (PDCA-cycle) in dairy laboratories. *Journal of Food Safety*, 38(3), 1-6. Recuperado de:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfs.12451>
- Li, X., & Chong, P. (2019). Design and Implementation of a Self-Powered Smart Water Meter. *Sensors*, 19(19), 1-17. <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/19/4177>
- Lontsikh et al. (2020). Information Security Methods' Application Based on the Digital Management Approaches and the Deming Cycle in Improving the Modern Production's Processes. *2020 International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies*, 1(1), 123-126. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9322856>
- Nguyen et al. (2020). Practical Application of Plan–Do–Check–Act Cycle for Quality Improvement of Sustainable Packaging: A Case Study. *Applied Sciences*, 10(18), 1-15.  
<https://www.mdpi.com/2076-3417/10/18/6332>

OTASS. (2019). Manuales de gestión comercial: Gestión de la facturación. Lima: Organismo Técnico de la Administración de los.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1318562/Gesti%C3%B3n%20de%20la%20facturaci%C3%B3n.pdf>

Plan nacional de desarrollo (2018-2022). Pacto por la calidad y eficiencia de los servicios públicos (pág. 137). Recuperado de:

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>

Perez, J. (2021). Propuesta de implementación en la gestión de operaciones para incrementar la productividad de una empresa contratista ubicada en la ciudad de Trujillo - 2021.

Trujillo: *Universidad Privada del Norte*. <https://hdl.handle.net/11537/28701>

Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018).

Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. *A case study. Applied Sciences*, 8(11), 2181, 1-17.

<https://www.mdpi.com/2076-3417/8/11/2181>

Sánchez, M., Triana, J, (2016). “Diseño de un sistema integral para el mejoramiento y adecuado manejo del acueducto rural de la vereda quebrada Becerras del municipio de Duitama Boyacá”. Recuperado de: <https://onx.la/074de>

Sangpikul, A. (2017). Implementing academic service learning and the PDCA cycle in a marketing course: Contributions to three beneficiaries. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 21(1), 83-87.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1473837617300412>

SDelSol. (s.f.). Eficacia. Recuperado en mayo de 2024, de

<https://www.sdelsol.com/glosario/eficacia>

- Soraluz, M. (2020). Plan de mejora continua mediante el ciclo PHVA para aumentar la productividad de la empresa Cerámicos Lambayeque SAC. – 2019. *Pimentel: Universidad Señor de Sipán*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7738>
- Telencuestas. (s.f.). Censos de población: Colombia 2023 - Santander - Barbosa. Recuperado en mayo de 2024, de <https://telencuestas.com/censos-de-poblacion/colombia/2023/santander/barbosa>
- Valencia Golondrino, Sara Lucia. (2022) “Plan de mejoramiento para el proceso de facturación del acueducto de la vereda Zanjones-Pitalito (Huila)” Recuperado de: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/12071/PLAN%20DE%20MEJORAMIENTO%20-PROCESO%20DE%20FACTURACION%20C3%93N.pdf?sequence=1>
- Yadir Horacio, Medina Mogollón. (2016) “Diseño e implementación de un plan de mejoramiento para la unidad de servicios públicos del municipio de concepción” Recuperado de: [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1005/1/Medina\\_2016\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1005/1/Medina_2016_TG.pdf)
- Zabala, C., Betancur, (2017, octubre 19). “Sistema de Administración de acueductos rurales SAAR”. Recuperado de: <https://onx.la/07eed>
- Quintero, C. D. A. (2023). Plan de Mejoramiento del Sistema Productivo de la Organización COALAGRA LTDA en Bucaramanga. Recuperado de: <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/68223bbc-574e-4026-bc25-775be3eb49db/content>
- De servicios públicos domiciliarios, S. (2013). EVALUACIÓN INTEGRAL DE PRESTADORES EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE

BARBOSA ESBARBOSA E.S.P. Recuperado de:

[https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/ei\\_barbosa.pdf](https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/ei_barbosa.pdf)

Azuero, Á. E. A. (2018). Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. Recuperado de: : <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v4i8.274>

de Santander, C. G. (2022). INFORME FINAL AUDITORÍA FINANCIERA Y DE GESTIÓN, No. 0013 de mayo 31 del 2022. Recuperado de:

[https://contraloriasantander.gov.co/sites/default/files/2022-](https://contraloriasantander.gov.co/sites/default/files/2022-06/0013%20INFORME%20FINAL%20ESP%20DOMICILIARIOS%20ESBARBOSA%202020-2021.pdf)

[06/0013%20INFORME%20FINAL%20ESP%20DOMICILIARIOS%20ESBARBOSA%202020-2021.pdf](https://contraloriasantander.gov.co/sites/default/files/2022-06/0013%20INFORME%20FINAL%20ESP%20DOMICILIARIOS%20ESBARBOSA%202020-2021.pdf)

Guzman, D. M. P. (2016). MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS Acueducto y

Alcantarillado. Recuperado de: [https://empresa-municipal-de-servicios-publicos-](https://empresa-municipal-de-servicios-publicos-domiciliarios.micolombiadigital.gov.co/sites/empresa-municipal-de-servicios-publicos-domiciliarios/content/files/000276/13759_manual-de-procesos-y-procedimientos-2016-2.pdf)

[domiciliarios.micolombiadigital.gov.co/sites/empresa-municipal-de-servicios-publicos-domiciliarios/content/files/000276/13759\\_manual-de-procesos-y-procedimientos-2016-2.pdf](https://empresa-municipal-de-servicios-publicos-domiciliarios.micolombiadigital.gov.co/sites/empresa-municipal-de-servicios-publicos-domiciliarios/content/files/000276/13759_manual-de-procesos-y-procedimientos-2016-2.pdf)

Mogollón, Y. H. M. (2016). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE

MEJORAMIENTO PARA LA UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN.

[http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1005/1/Medina\\_2016\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1005/1/Medina_2016_TG.pdf).

Toro, L. M. T. (2014). GRADO DE SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS DE SERVICIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, PRESTADOS POR LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS (EMCARTAGO), EN EL MUNICIPIO DE CARTAGO VALLE DEL CAUCA.

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/ab9c87ae-6bff-472d-baf1-c591ada977ce/content>.