

OPTIMIZACION DEL INDICADOR DE RENDIMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO, EN LA PLANTA EMBOTELLADORA COCA-COLA FEMSA DE MEDELLÍN

**JUAN DIEGO URIBE GÓMEZ
JUAN ESTEBAN LÓPEZ SARMIENTO**

MODALIDAD

Aplicación profesional

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental

Director de trabajo de grado:

Helmut Nieto – Jefe de Producción



**ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA
INGENIERÍA AMBIENTAL
ENVIGADO
2015**

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos nuestros agradecimientos hacia:

Coca-Cola FEMSA y todo su personal, por la oportunidad de realizar un trabajo con aplicación a la industria, en excelentes condiciones trabajo y un ambiente laboral agradable. Entre ellos quisiéramos destacar a Jaime Estrada, Deivid Moreno y Nilson Trujillo por sus guías y asesoramiento; y a Helmut Nieto por su labor como Director de Trabajo de grado.

La Escuela de Ingeniería de Antioquia ya todo su personal por formarnos como ingenieros ambientales. Especialmente queremos destacar el apoyo de Catalina Londoño para realizar un trabajo de calidad; y a Julián Aguirre por su labor de respaldo como Director de Ingeniería Ambiental.

Nuestras familias por obsequiarnos la educación, y por estar siempre presentes.

CONTENIDO

| | pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| 1. PRELIMINARES..... | 11 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 11 |
| • Formulación del problema | 12 |
| 1.2 Objetivos del proyecto | 12 |
| • Objetivo General..... | 12 |
| • Objetivos Específicos | 12 |
| 1.3 Marco de referencia..... | 13 |
| 1.3.1. Marco Teórico | 13 |
| 1.3.2. Marco Contextual | 15 |
| 2. METODOLOGÍA..... | 18 |
| 2.3. Curvas de enjuagabilidad | 18 |
| 2.3.1. Muestreo y validación:..... | 20 |
| 2.3.2. Medición de pH y conductividad: | 21 |
| 2.3.3. Medición de °Brix y Densidad: | 21 |
| 2.4. Balance de Aguas | 22 |
| 2.4.1. Medición de Caudal..... | 22 |
| 3. ATLANTIS | 23 |
| 3.3. Medición..... | 23 |
| 3.3.1. Curvas de Enjuagabilidad:..... | 23 |
| 3.3.2. Balance de aguas en Servicios Generales | 26 |
| 3.4. Análisis..... | 34 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.4.1. | Tiempos extras en los saneamientos..... | 34 |
| 3.4.2. | Consumos extras en Servicios Generales | 39 |
| 3.5. | Propuestas | 42 |
| 3.5.1. | Reducción de tiempos | 42 |
| 3.5.2. | Boquillas Ahorradoras | 43 |
| 4. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 44 |
| 5. | CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES | 45 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 46 |
| | ANEXO 1: FORMATO DE CURVAS DE ENJUAGABILIDAD P. 1 | 48 |
| | ANEXO 2: FORMATO DE CURVAS DE ENJUAGABILIDAD P. 2 | 49 |

LISTA DE TABLAS

| | pág. |
|---|------|
| Tabla 1: Duración de las etapas del proceso de limpieza y saneamiento en segundos. .. | 17 |
| Tabla 2: Formato de medición de parámetros por enjuague | 19 |
| Tabla 3: Titulación detergente principal | 20 |
| Tabla 4: Resultados promediados de las mediciones de curvas de enjuagabilidad. | 24 |
| Tabla 5: Medición de todos los grifos de la red de servicios generales. | 26 |
| Tabla 6: Variación de parámetros por enjuague | 37 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|--|------|
| Ilustración 1: Estrategia General y Específica – PML (Dirección General Ambiental Sectorial, 2002) | 14 |
| Ilustración 2: Proceso de limpieza y saneamiento CIP..... | 17 |
| Ilustración 3: Metodología D.M.A.I.C. - Coca-Cola Femsa | 18 |
| Ilustración 4: Esquema de gráfica - Curva de enjuagabilidad..... | 20 |
| Ilustración 5: Medidor multiparámetro - pH y Conductividad | 21 |
| Ilustración 6: Análisis de refrescos regulares - Anton Paar. | 21 |
| Ilustración 7: pH vs Tiempo Saneamiento 5 pasos | 34 |
| Ilustración 8: Consumo de agua (m3) / número de saneamientos 2013..... | 38 |
| Ilustración 9: Volumen consumido en saneamientos por mes 2013..... | 38 |
| Ilustración 10: Cantidad de saneamientos por mes..... | 39 |
| Ilustración 11: Niveles de consumo de agua por ubicación y tipo de grifo..... | 39 |
| Ilustración 12: Propuesta de reducción en tiempos de enjuagues..... | 42 |
| Ilustración 13: Indicador de agua 2013 vs. 2014 - Agosto..... | 44 |

LISTA DE ANEXOS

pág.

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Formato de curvas de enjuagabilidad P. 1 | 46 |
| Anexo 2. Formato de curvas de enjuagabilidad P. 2 | 47 |

RESUMEN

La competitividad actual en el mundo empresarial ha obligado a las empresas a dar un valor agregado a sus productos, servicios o imagen para así poder sobresalir y quedar bien posicionadas. En este sentido la sostenibilidad ha adquirido importancia en las estrategias de las compañías, ya que esta es un reflejo de transparencia y de buenas prácticas. Respecto a este tema Coca-Cola FEMSA ha trabajado por destacarse en el cuidado del medio ambiente, específicamente en lo que compete a un uso apropiado del agua, como recuso fundamental para su funcionamiento en la producción de bebidas.

Estas prácticas, en conjunto con la aplicación de su cultura interna de mejora continua "Excelencia Operacional"; han dado lugar a proyectos como "Atlantis" el cual tiene como objetivo optimizar el rendimiento de agua dentro de la planta. Este proyecto es el referente del presente trabajo de grado, el cual recopila mediciones hechas en este y otras adicionales, para las cuales a partir de su análisis, se generaran propuestas con el fin de mejorar el indicador de rendimiento hídrico de la empresa. Dichas propuestas están dirigidas hacia el consumo de agua cruda de los procesos de saneamiento CIP, y servicios generales. Para poder lograr esto se usó el modelo Six Sigma como guía de trabajo, específicamente por medio de la metodología D.M.A.I.C.

Gracias a la implementación de las medidas sugeridas se logró mejorar el indicador que se tenía en 2013. Pasando de 1,89 (Litros de agua consumida/ Litros de bebida producida) a el indicador objetivo de 1,79 correspondiente a 2014. El cual en su momento fue considerado el mejor indicador de rendimiento hídrico en el país.

Palabras clave:

Indicador de rendimiento hídrico

Saneamiento CIP

Servicios generales

Six Sigma

ABSTRACT

The business world competitiveness, has forced companies to give added value to their products, services or image; so they can set themselves apart and get well positioned. Sustainability has gained importance for the companies' strategies, because it reflects transparency and application of good manufacturing practices. In this regard, Coca-Cola FEMSA has worked to stand out in the area of environmental care, more specifically regarding the proper management of water, which is one of the fundamental resources for beverage production and plant sanitation.

This practices together with the application of Coca Cola FEMSA's internal culture of continuous improvement "Operational Excellence", has given a place to projects like "Atlantis" which has as its main objective to optimize the consumption of water within the plant.

The starting point of this work is information collected for Project Atlantis along with additional data, which after careful consideration and analysis, allowed us to generate proposals focused in the improvement of the water consumption of the company.

These proposals are oriented to the processes of Clean in Place sanitation and general services. For the achievement of this goals the Six Sigma model was used as a working guide, making a specific emphasis into the D.M.A.I.C. Methodology.

Thanks to the implementation of the suggested measures, it was possible to improve the 2013 indicator. Going from 1, 89 (Liters of water consumed/ Liters of beverage produced) to the objective indicator of 1, 79 that corresponds to the 2014. That at the time was the best water consumption indicator in the country.

Key words:

Water consumption indicator

Clean in Place sanitation

General services

Six Sigma

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado, es una muestra de las acciones de Coca-Cola FEMSA por optimizar el rendimiento de agua dentro de su planta, como estrategia sostenible para el cuidado del medio ambiente y el logro de la mejora continua a partir de buenas prácticas.

En referencia al indicador de rendimiento de agua de la compañía, este documento tiene como objetivo el presentar propuestas de ahorro en el consumo hídrico en los servicios generales y en los procesos de saneamiento *Clean in Place* (CIP). Se partirá de una conceptualización teórica y una contextualización general, como marco de referencia, para facilitar el entendimiento de las propuestas, en cuanto a su significado, pertinencia, importancia y resultados.

Luego se explicara cómo se ha desarrollado el trabajo de campo y la recopilación de información, según la aplicación de la metodología D.M.A.I.C. del modelo Six Sigma. Aquí se definen, tres etapas principales: medición, análisis y formulación, establecidos para lograr ir a la causa raíz, de un excedente en el consumo hídrico mínimo necesario.

Como despliegue a todo el trabajo de recopilación de información análisis de esta se presenta la sección Atlantis, en la cual se dan todas las mediciones relativas a curvas de enjuagabilidad y el consumo de las llaves para los servicios generales, que son la fuente de identificación de consumos innecesarios y gaps en los sectores de estudio, para culminar con la formulación de propuestas que estén enfocadas a reducir el consumo en los dos procesos de la compañía y así mejorar el indicador.

1. PRELIMINARES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Coca-Cola FEMSA es la franquicia embotelladora más grande de la marca comercial Coca-Cola Company, con una distribución de más de 4 billones de cajas unidad al año. (Coca-Cola FEMSA, 2014); posee 64 plantas embotelladoras en 10 países, de las cuales 5 son colombianas, ubicadas en Barranquilla, Bogotá, Cali, Bucaramanga y Medellín. En todas estas sedes se destaca un especial interés hacia la sostenibilidad dentro de sus políticas internas. En el último informe de sostenibilidad de la franquicia, publicado en el año 2013, Coca-Cola FEMSA muestra su búsqueda por ser una empresa líder en el cuidado del medio ambiente; a través de la mejora continua de sus procesos, la búsqueda de nuevas tecnologías que favorezcan la disminución de sus impactos, y la formación de una conciencia ambiental en todos los niveles de su cadena productiva.

Al ser una empresa representante en este sector, su principal preocupación en temas de sostenibilidad, está dirigida directamente a la conservación y recuperación del recurso hídrico en las regiones de incidencia directa e indirecta de sus actividades; además al ser ésta su materia prima principal, es necesario garantizar su disponibilidad para el cumplimiento de las metas diarias en producción. En el caso de la planta Medellín, se utiliza un indicador de rendimiento de agua, que consta de evaluar la cantidad total de agua consumida en comparación con los litros de bebida producida, que permite evaluar el comportamiento no solo de la producción, sino también de actividades externas, como el saneamiento, el consumo en servicios generales y el funcionamiento de la maquinaria auxiliar (Coca-Cola FEMSA, 2014). El resultado ideal para dicho indicador es 1.0, que en palabras equivale a un litro de agua consumida por un litro de bebida producida; pero debido a todos los procesos externos y además necesarios dentro de la compañía, para garantizar la calidad del producto, dicho resultado solo se usa como referencia. Sin embargo es pertinente mencionar que el camino hacia el indicador ideal, es un incentivo y promueve un proceso de mejora continua.

Para el final del año 2013 el indicador de rendimiento de agua, de la planta Medellín, cerró con un resultado de 1.89 (Coca-Cola FEMSA, 2013). Lo anterior, indica que 0.89 equivale a los litros de agua desperdiciada sobre los litros de bebida producida; al utilizar el término “agua desperdiciada” se quiere hacer referencia a los litros de agua que son vertidos al alcantarillado del municipio y que no pueden ser aprovechados por la empresa.

En el análisis de los posibles puntos críticos, para evitar este “desperdicio” se entiende que, la producción del producto Coca-Cola, es un proceso muy tecnificado y eficiente, que se ha ido perfeccionando en sus procesos. Es por esto que la cadena de producción no es considerada la principal preocupación en el presente estudio. Por otro lado, las actividades externas a la cadena productiva, pero necesarias dentro del proceso completo, como son los saneamientos *Clean In Place* (CIP) y el agua consumida por los servicios generales, pueden generar un aumento significativo en el indicador de rendimiento de agua, que puede afectar el objetivo fijado para el año 2014, de 1.79.

El sistema CIP está programado con tiempos de enjuagabilidad efectivos para detergentes que ya no son utilizados en la planta, y fueron reemplazados por otros detergentes, lo cuales están siendo utilizados a la mitad de la concentración de sus antecesores; por tal motivo, se presenta la necesidad de actualizar y documentar los tiempos de enjuagues de estos detergentes y así, optimizar el sistema CIP.

Para la reducción de este indicador de rendimiento, hay un conjunto de posibles herramientas y mecanismos que pueden beneficiar este proceso de mejora dentro de la compañía. Pero antes es necesario evaluar y seleccionar las más indicada, en términos de costo, eficiencia y que generen una utilidad retorno en el menor tiempo posible para su posterior aplicación.

- **Formulación del problema**

¿Por medio de cuales mecanismos, enfocados al ahorro y reutilización del recurso hídrico, se puede disminuir el consumo de agua cruda en los procesos de saneamiento CIP y servicios generales, con el fin de disminuir el indicador de rendimiento de agua de la planta embotelladora de Coca-Cola FEMSA de la ciudad de Medellín?

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

- **Objetivo General**

Generar propuestas enfocadas a la disminución del indicador de rendimiento del recurso hídrico en la planta embotelladora Coca-Cola FEMSA Medellín.

- **Objetivos Específicos**

- Medir el consumo de agua en los saneamientos automáticos, programados desde el CIP (Clean In Place) hacia el área de jarabes y el consumo en los servicios generales.
- Analizar los resultados obtenidos en la medición, identificando puntos críticos y posibles oportunidades de ahorro de agua.
- Formular propuestas de aplicación de mecanismos, enfocados a disminuir las pérdidas y uso innecesario del agua en los procesos de saneamiento, servicios generales.
- Documentar las mediciones, los análisis, las propuestas formuladas y el resultado de su aplicación, en caso de ser aprobadas, para que sirvan de guía en el futuro para nuevos proyectos.

1.3 MARCO DE REFERENCIA

1.3.1. Marco Teórico

1.3.1.1. Indicador de rendimiento de agua

Un indicador hace alusión a “un parámetro cuantitativo o cualitativo que puede ser evaluado en relación con un criterio”(Lucía, Toro, & Cerón, 2008), el cual desde la perspectiva de un ingeniero debe estar basado en metodologías reconocidas, datos válidos, direccionamiento seguro y confiable a largo plazo (Lucía et al., 2008). El indicador de rendimiento de agua, utilizado para este estudio, está basado en la relación consumo-producción y sirve como parámetro para evaluar eficiencia y el aspecto ambiental de uso del recurso hídrico, para generar un comparativo con las demás plantas de Coca-Cola Femsa, en periodos mensuales y anuales. Para la mejora de este indicador, se aspira llegar al valor mas cercano a un litro de agua consumida por litro de bebida producida.(Coca-Cola FEMSA, 2013)

1.3.1.2. Calidad del Agua

Calidad del agua es un “concepto complejo que implica un juicio subjetivo que es función del uso y la relación de parámetros físicos, químicos y biológicos que define su composición, grado de alteración, y la utilidad del cuerpo hídrico”(Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2001, p.62). Teniendo en cuenta que el uso principal que se le da al agua en la planta Coca-Cola FEMSA es para consumo humano y que debe cumplir con altos estándares físicos, químicos y biológicos para la elaboración del producto, se clasifica el agua en 4 conceptos que están directamente relacionados con el uso que se dará a esta y la calidad necesaria de la misma:

- Agua Cruda: Para Coca-Cola el agua cruda equivale al agua comprada a EPM que llega por el sistema de acueducto municipal, y que aunque sea potable no cuenta con las características exigidas por Coca-Cola Company para producir bebidas (Coca-Cola FEMSA, 2014).
- Agua tratada: La definición es compleja ya que depende netamente del uso que se le quiera dar al agua, pero se puede definir, de manera general, que el agua tratada es de buena calidad cuando: es clara, agradable al gusto, de temperatura razonable, no corrosiva ni formadora de incrustaciones, exenta de sustancias minerales de efectos tóxicos o patológicos y de microorganismos que puedan producir enfermedades intestinales. (Samboni, T, & E, 2011). Para Coca-cola el agua tratada es el resultado del procesos de tratamiento del agua cruda, dando como resultado un agua de mejor calidad, para consumo humano, que cumple con la normatividad de calidad de producto de Coca-Cola Company.
- Agua Residual: “Aguas cuya composición y calidad original han sido afectadas como resultado de su utilización. El uso al que han sido sometidas ha degradado su calidad original al cambiar su contenido o la relación de sus componentes”(Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2001). Para Coca-Cola es el agua que ya no cuenta con las características y la

calidad necesarias para ser utilizadas en los procesos de producción, saneamiento o servicios generales dentro de la planta.

- Agua recuperada: El agua recuperada de los procesos de producción que no cumple con la calidad exigida para consumo humano, pero que puede ser sometida a un tratamiento primario para su posterior uso en saneamientos o servicios generales.

1.3.1.3. Estrategias de productividad y mejoramiento

- **Producción Más Limpia (PML)**

El concepto de Producción Más Limpia, fue introducido en 1989 por La Oficina de Industria y Medio Ambiente del programa de Las Naciones Unidas, en el cual fue definida como “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada aplicada a procesos, productos y servicios para mejorar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente” (Dirección General Ambiental Sectorial, 2002). Su implementación fue propuesta como una estrategia general y una específica, las cuales se enfocan en: conservación de recursos naturales, reducción y eliminación de materias primas tóxicas, contaminantes y desechos; por medio de mecanismos de uso eficiente, optimización de procesos y cambio en los productos y actividades. En la **Ilustración 1** se muestra un esquema de las estrategias descritas anteriormente.

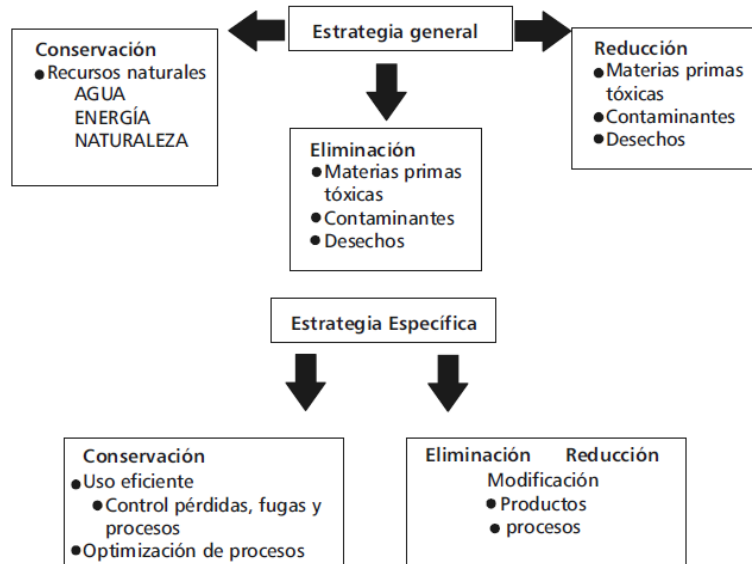


Ilustración 1: Estrategia General y Específica – PML (Dirección General Ambiental Sectorial, 2002)

Es necesario desarrollar un diagnóstico previo, a la aplicación de estas estrategias a lo largo de toda la cadena de valor del producto o del servicio, a estudiar, incluyendo las actividades propias de la empresa y las externalidades, como los proveedores y el uso final de este producto o servicio; y así llegar posteriormente a la etapa de implementación, donde se debe tener en cuenta a todos los involucrados en el procesos productivo. Para el logro de estos objetivos se proponen: políticas, compromisos, capacitaciones,

entrenamiento, participación e incentivos.; ya que el éxito de la implementación de estas prácticas trae importantes beneficios a nivel ambiental, de eficiencia operacional y de disminución de costos. (Dirección General Ambiental Sectorial, 2002)

- **Six Sigma (DMAIC)**

Una estrategia para acercarse a la excelencia operacional y competitividad empresarial, es adoptar metodologías que mejoren los procesos; como lo hace la metodología Six Sigma. Esta se centra en conseguir altos porcentajes de eficiencia, a partir de la reducción de fallos en la cadena productiva. Para el logro de este objetivo, se propone seguir una disciplina que se fundamenta en las siguientes etapas: definir, medir, analizar mejorar (Improve), controlar y comunicar (World Training Colombia, 2013)

La aplicación de esta metodología a este proyecto se evidencia en las etapas del mismo, de la siguiente manera:

- Definir, el proyecto objetivo, el alcance y los principales hitos ligados al consumo de agua.
- Medir, el desempeño del proceso actual de saneamiento. “Reducir el área del problema”.
- Analizar, las potenciales causas raíz de los altos consumos, validando con datos.
- Mejorar (Improve), el proceso a través de nuevos desarrollos y proyectos piloto.

Controlar, el proceso de implementación de cambios, garantizando un cierre adecuado de los proyectos de transición, manteniendo y mejorando los indicadores alcanzados.

- **Excelencia Operacional**

Esta es una filosofía que enfatiza en incrementar la productividad a partir de una mejora continua en el desempeño de actividades. Coca-Cola FEMSA ha adoptado esta filosofía al generar una cultura de productividad entre sus empleados, para que así se reduzcan los desperdicios y excedentes que resultan de todas las actividades de producción. (Coca-Cola FEMSA, 2014)

1.3.2. Marco Contextual

1.3.2.1. Estrategia de Sostenibilidad de Coca-Cola FEMSA

En referencia al contexto en el cual se desarrolla el proyecto, la estrategia de sostenibilidad se destaca por su amplio alcance temático; que abarca lo social, cultural económico e institucional. Esta se puede resumir como una estrategia que busca.

Generar las condiciones económicas, sociales y ambientales necesarias para operar y crecer en el tiempo en armonía con el entorno por lo que cada operación debe integrar en su plan de negocios la estrategia de sostenibilidad basada en la

ética y los valores de Coca-Cola FEMSA, enfocada en la gente, planeta y comunidad. (Coca-Cola FEMSA, 2013, p. 14)

Con respecto al cuidado ambiental, la compañía reporta indicadores a su dirección general, la cual se encarga de transformarlos en metas. Además esta estrategia abre sus puertas a la educación, innovación, alianzas, inversión y voluntariado; lo cual da lugar a que se generen trabajos de grado como este. (Coca-Cola FEMSA, 2013)

Complementariamente a los conceptos que trata la estrategia de sostenibilidad, la gestión del agua es tenida en cuenta en otros temas como en el alcance de materialidad, ya que este es un tema de interés para los grupos de interés. Además de esto su enfoque hacia la protección del recurso hídrico es amplio, ya que en la sección “Nuestro Planeta” de su informe de sostenibilidad, se vela por protección, cuidado y preservación de sus recursos. Aquí se pretende usar la mejora continua y la aplicación de nuevas tecnologías como herramientas para lograr metas a largo plazo como: la disminución del consumo promedio de agua por cada litro de bebida producida, mantener estándares de eficiencia, reabastecer y conservar cuerpos de agua, y realizar tratamientos a sus aguas residuales de manera que vuelvan a ser aprovechables. De esta manera adicionalmente a la mejora en el manejo apropiado del agua, se contribuye para ubicar a esta empresa como sostenible a largo plazo. (Coca-Cola FEMSA, 2013)

1.3.2.2. Procesos de limpieza en la planta Coca-Cola FEMSA

- **Clean In Place (CIP)**

Para dar una garantía en calidad a los procesos de saneamiento, Coca-Cola FEMSA recurre a la aplicación del sistema CIP, el cual se define como: “llevar a cabo la limpieza y saneamiento en todo tipo de equipos de proceso y tuberías, con bombeo de soluciones químicas o con agua a alta temperatura a través de los mismos.” (Lira, 2014) También es importante aclarar que este sistema se aplica en el lugar de operación del equipo; como lo indica su nombre traducido al español (Limpieza in situ).

- **Limpieza - Detergencia**

Esta actividad se realiza por parte de Coca-Cola FEMSA, mediante la aplicación del detergente líquido clorado de nombre *Principal*, y está definida así por el Manual de Requerimientos de Saneamiento y Limpieza (CIP), de la empresa:

El lavado de las superficies de los equipos de proceso y tuberías que están en contacto con el producto o ingredientes. La reacción química y la acción mecánica ejercida por el detergente al entrar en contacto con la suciedad, permitirá desprender de la superficie de contacto toda la suciedad y ser arrastrada por el flujo de la solución limpiadora. (Lira, 2004,P.14)

- **Saneamiento - Desinfección**

“El poder remover y eliminar a un nivel controlable los microorganismos, las bacterias, hongos y levaduras de los productos o jarabes que han estado en contacto sobre la superficie de las tuberías o equipos de proceso” (Lira, 2004). En la planta Medellín para este proceso se hace uso del líquido desinfectante, Oxonia.

A continuación en la Ilustración 2 se muestran las etapas de un proceso de limpieza y saneamiento para un tanque de jarabe terminado y la duración de las mismas en la Tabla 1.

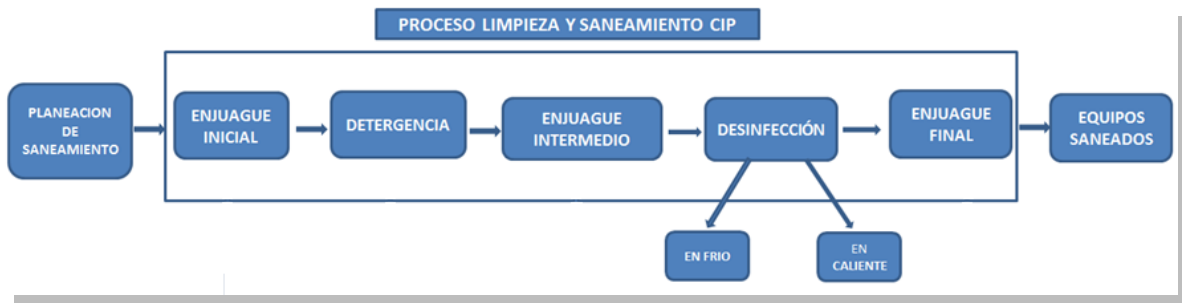


Ilustración 2: Proceso de limpieza y saneamiento CIP

| ETAPA | TIEMPO |
|--------------------------------------|-------------|
| 1, BARRIDO A TANQUE con agua | 120 |
| 1,1 DRENAJE DE TANQUE | 10 |
| 1,2 PREENJUAGUE | 300 |
| 2, BARRIDO A TANQUE con detergente | 120 |
| 2,1 DRENAJE DE TANQUE | 10 |
| 2,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE | 6 |
| 2,3 LAVADO DETERGENTE | 1200 |
| 3, BARRIDO A TANQUE con agua | 120 |
| 3,1 DRENAJE DE TANQUE | 10 |
| 3,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE | 6 |
| 3,3 ENJUAGUE INTERMEDIO 1 DETERGENTE | 600 |
| 4, BARRIDO A TANQUE DESINFECTANTE | 120 |
| 4,1 DRENAJE DE TANQUE | 10 |
| 4,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE | 6 |
| 4,3 DESINFECCIÓN | 1200 |
| 5, BARRIDO A TANQUE con agua | 120 |
| 5,1 DRENAJE DE TANQUE | 10 |
| 5,2 ENJUAGUE INTERMEDIO | 300 |
| 5,3 ENJUAGUE FINAL | 360 |
| 5,4 DRENAJE FINAL | 20 |
| | 4648 |

Tabla 1: Duración de las etapas del proceso de limpieza y saneamiento en segundos.

2. METODOLOGÍA

Integrar el modelo Six Sigma a una empresa del tamaño y la historia de Coca-Cola, representa un reto para la organización, pero no de la misma complejidad que tratar de aplicarlo en una pequeña o mediana empresa, debido a los estándares y a la experiencia que esta ha adquirido a lo largo de la historia, sin embargo para mejorar los procesos eficientemente es necesario hacerlo de manera organizada y metódica, y es por esto que la metodología D.M.A.I.C. hace parte fundamental de este modelo de mejora continua.

Con el fin de impactar de manera positiva el indicador de rendimiento del agua en las instalaciones de la compañía, se establece la metodología del proyecto con base en los pasos D.M.A.I.C. tomando como objeto la reducción de los consumos de agua en los saneamientos programados desde la isla CIP y en los servicios generales.

Es por lo anterior y basados en la metodología elegida para el proyecto, que se distinguen tres etapas principales dentro del mismo: la etapa de medición donde fue posible entender a profundidad el proceso de limpieza y saneamiento CIP con base en el balance de aguas de la compañía, y en la cual se obtuvo la información que sería utilizada posteriormente en la segunda etapa de análisis, la cual permitió organizar toda la información adquirida en conjunto con el personal de Coca-Cola para identificar consumos innecesarios y gaps en el sistema y así pasar por último, a la etapa final en la cual se formularon las propuestas de bajo consumo del recurso.

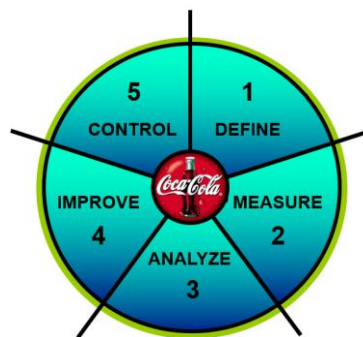


Ilustración 3: Metodología D.M.A.I.C. - Coca-Cola FEMSA

2.3. CURVAS DE ENJUAGABILIDAD

Es una metodología de medición que consta de tomar muestras al efluente del tanque, en intervalos de un minuto, durante todo el saneamiento para luego medir en estas los parámetros de interés para cada etapa del saneamiento.

Los parámetros de interés para cada etapa del saneamiento y su razón de ser son:

- En la etapa de pre-enjuague se miden los parámetros de °Brix y densidad, con el fin de determinar el cambio de la concentración de jarabe terminado al interior del tanque y así evidenciar en qué punto es agua lo que sale del tanque.
- En la etapa de enjuague intermedio de detergente “Principal”, se miden los parámetros de pH y conductividad, ya que este detergente posee un pH básico y la conductividad permite tener un dato soporte en comparación con la del agua.
- En la etapa de enjuague intermedio de desinfectante Oxonia, se miden los parámetros de pH y conductividad, con la diferencia que este producto posee un pH ácido, por lo tanto el pH debe tender a aumentar a lo largo de esta etapa de enjuague.
- En la etapa de enjuague final también se miden los parámetros de pH y conductividad ya que, al ser esta etapa la final de todo el saneamiento se debe verificar que las condiciones finales al interior del tanque correspondan a las condiciones del agua.

Se midieron estos parámetros dos veces en todos los tanques en las diferentes etapas del saneamiento, con el fin de validar la información obtenida en la primera medición, y se procuró que la segunda medición se realizara en condiciones similares es decir, si la primera medición se realizó en el saneamiento que hay entre el cambio de una marca de gaseosa A a una marca B, la segunda se realizó cuando se presentara el mismo cambio.

Los resultados fueron recopilados en la Tabla 2:

Tabla 2: Formato de medición de parámetros por enjuague

| TANQUE # -- | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Etapa | Barrido | Enjuague ----- | | | | | | | | | | |
| Tiempo – Minuto: | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| pH/°Brix | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad/Densidad | | | | | | | | | | | | |

Estos datos posteriormente fueron reflejados en gráficas de °Brix, densidad, concentración o pH vs tiempo, con el fin de facilitar el análisis de la variación de estos parámetros en el transcurso del enjuague respectivo, como se muestra en la **Ilustración 4**.

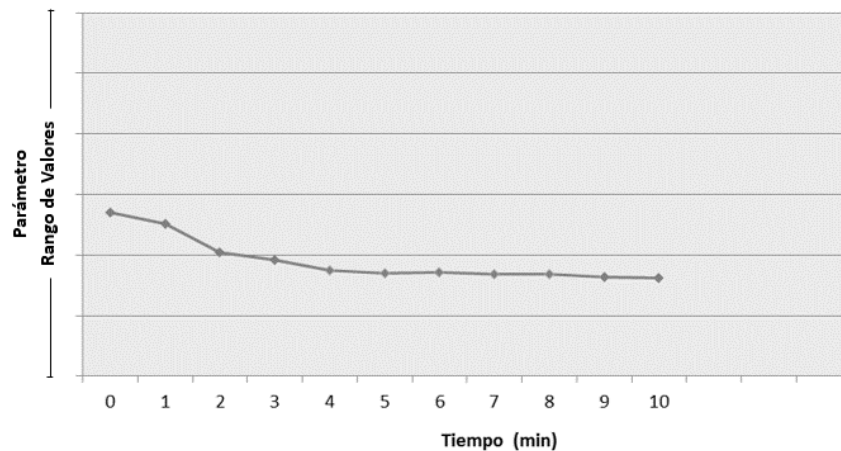


Ilustración 4: Esquema de gráfica - Curva de enjuagabilidad

2.3.1. Muestreo y validación:

Las muestras tomadas cada minuto se tomaron en recipientes de 50 ml y adicionalmente se tomó una muestra del saneamiento y de la desinfección, junto con el dato de concentración de los medidores que hay al interior de los tanques para validar las concentraciones de detergente y desinfectante que mostraban los sensores por medio de titulación, como se muestra en la **Tabla 3**, que aplica para el detergente “Principal”.

| Titulación detergente principal | |
|--|--|
| 1. | Se toman 10 ml de muestra. |
| 2. | Se adicionan 5 gotas de fenolftaleína. |
| 3. | Se adicionan tiosulfato de sodio, a una concentración de 1 N. |
| 4. | Se adiciona ácido sulfúrico 0,1 N con bureta, hasta que el color vire a incoloro |
| Concentración “Principal” [% v/v] = $V_{\text{ml ácido sulfúrico}} \times 0,256$ | |

Tabla 3: Titulación detergente principal

En el caso del desinfectante Oxonia se tomaron los valores de concentración que se registraban en los medidores de la isla CIP, y se verificaba que estos correspondieran con el valor de los tanques.

Adicionalmente, al momento de iniciar el saneamiento se tomaron muestras del agua que sería utilizada para este proceso y se analizaron los mismos parámetros de pH, conductividad, °Brix y densidad, para establecer el momento en el cual el agua que sale del tanque cumple con los mismos parámetros del agua que entra.

2.3.2. Medición de pH y conductividad:

Se realizaron estas mediciones en campo con un medidor multiparámetro marca Hach. Se puso la muestra sobre un mezclador magnético, se tomaron las medidas y se tomó registro de los resultados en la Tabla 2.



Ilustración 5: Medidor multiparámetro - pH y Conductividad

2.3.3. Medición de °Brix y Densidad:

Las muestras tomadas en el pre-enjuague, fueron analizadas con un densímetro que permite la medición inmediata de la muestra sin necesidad de preparar mezclas. La muestra se inyecta por el costado del densímetro y este entrega los resultados de °Brix y Densidad, los cuales fueron registrados en la Tabla 2.



Ilustración 6: Análisis de refrescos regulares - Anton Paar.

Tomado de: <http://www.anton-paar.com/mx-es/productos/grupo/analizadores-de-bebidas/>

2.4. BALANCE DE AGUAS

2.4.1. Medición de Caudal

Para el balance de agua en los servicios generales, se determinó el caudal en todas las llaves cuyo consumo esté ligado al indicador de rendimiento hídrico de la empresa. Para esto se empleó la metodología D.M.A.I.C- Coca-Cola FEMSA, utilizando las etapas como una guía metódica de trabajo. Haciendo énfasis en las primeras 4 etapas: definir, medir, analizar y mejorar, ya que la etapa final de control está fuera del alcance de este proyecto, y su ejecución depende de la implementación de las propuestas. Se trabajó de la siguiente manera.

- Definir el alcance del balance de agua de servicios generales, mediante la identificación de las fuentes de agua, ligadas al indicador de consumo de agua. De estas fuentes solo se tuvieron en cuenta las canillas tipo lavamanos. Los sanitarios no se incluyeron por la falta de un medidor de flujo viajero.
- Medir el caudal en las canillas mediante un método volumétrico, para el cual es necesario un recipiente con un volumen definido y un cronómetro. Para este proceso ambas herramientas son utilizadas simultáneamente, colocando el recipiente bajo la descarga de tal manera que reciba todo el flujo; mientras simultáneamente se activa el cronómetro; y deteniendo el cronómetro en el momento en que se remueve el recipiente de la descarga. Finalmente con volumen de muestra de referencia, y su velocidad de llenado (tiempo transcurrido desde que se introduce a la descarga hasta que se retira de ella) se determina el caudal teniendo en cuenta que:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde,

Q = Caudal, L/s

V = Volumen, L

t = Tiempo, s

- Analizar, las potenciales causas raíz de los altos consumos. Validando con los datos medidos.
- Mejorar (Improve), el procesos a través del desarrollo de propuestas, enfocadas a la optimización de tiempos y caudales, en las fuentes o canillas.
- Control: Esta etapa depende del proceso de implementación de cambios.

3. ATLANTIS

Teniendo como objetivo principal la mejora del indicador de consumo de agua, se ha dado el nombre de Atlantis al proyecto del cual parte este trabajo de grado, ya que se propone acoplar una metodología de mejora continua a la conservación del recurso hídrico por medio de la optimización de procesos productivos, con propuestas elaboradas en conjunto con el grupo de especialistas de la empresa que aprovechando su experiencia en las diferentes áreas de la misma, para lograr que estos procesos sean más eficientes y que generen menor consumo con cambios en la operación que no signifiquen una inversión alta, con resultados óptimos y que se conviertan en estándares de operación.

3.3. MEDICIÓN

3.3.1. Curvas de Enjuagabilidad:

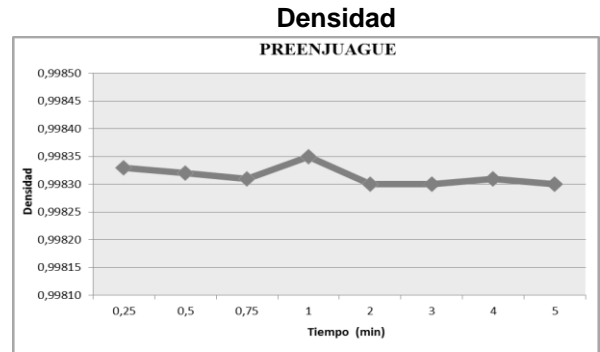
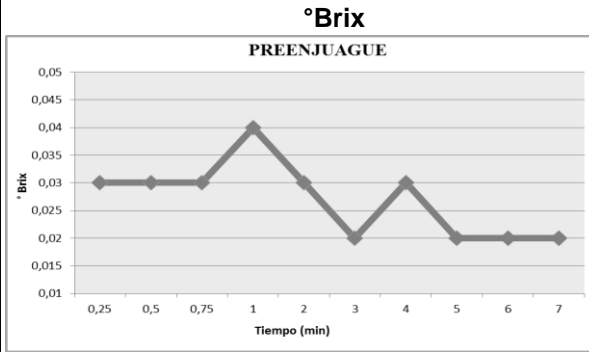
El resultado de las mediciones realizadas a cada uno de los tanques se promedió, teniendo en cuenta que sus dimensiones y materiales son iguales, y las condiciones del proceso de limpieza y saneamiento son estándar para todos los tanques. Los resultados que corresponden al mismo minuto del enjuague de cada tanque, fueron promediados para obtener un solo valor que sea representativo de la condición interna de todos tanques en el minuto del enjuague en el cual se tomó la muestra y se realizaron las mediciones, al igual que las muestras de agua que entra al saneamiento al inicio.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se registra la etapa del proceso en la que se tomaron los datos, los datos promediados, la gráfica que muestra la variación del parámetro en el tiempo y los valores de los parámetros respectivos, del agua utilizada para el proceso de limpieza y saneamiento

Tabla 4: Resultados promediados de las mediciones de curvas de enjuagabilidad.

ETAPA 1: Barrido a Tanque con agua + Drenaje de Tanque + Preenjuague

| Etapa | Barrido | | | | Preenjuague | | | | | |
|--------------|---------|---------|---------|---------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Tiempo (min) | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ° Brix | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Densidad | 0,99833 | 0,99832 | 0,99831 | 0,99835 | 0,99830 | 0,99830 | 0,99831 | 0,99830 | 0,99830 | 0,99831 |



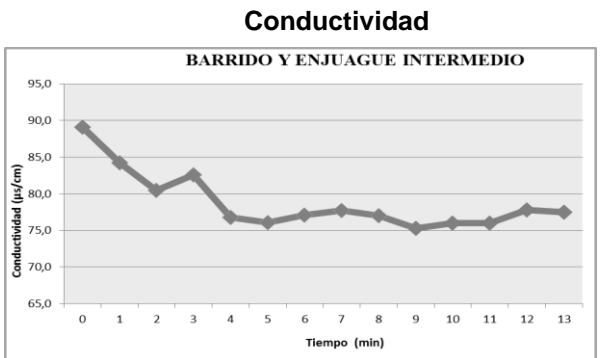
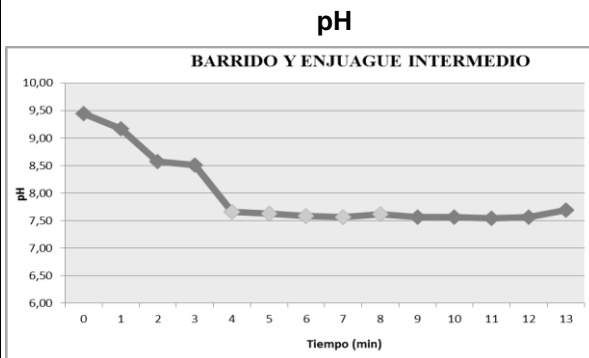
°Brix del Agua: 0,03

Densidad del Agua: 0,99830

ETAPA 2: Barrido a Tanque con Detergente + Drenaje de Tanque + Espera Conductividad Aceptable + Lavado Detergente

ETAPA 3: Barrido a Tanque con Agua + Drenaje de Tanque + Espera de Conductividad Aceptable + Enjuague Intermedio - Detergente

| Etapa | Barrido y drenaje | | | | Enjuague intermedio | | | | | | | | | |
|---|-------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tiempo (min) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| pH | 9,45 | 9,17 | 8,57 | 8,51 | 7,66 | 7,63 | 7,59 | 7,56 | 7,62 | 7,57 | 7,56 | 7,54 | 7,56 | 7,69 |
| Conductividad $\mu\text{s}/\text{cm}^2$ | 89,1 | 84,2 | 80,5 | 82,6 | 76,8 | 76,1 | 77,1 | 77,7 | 77,0 | 75,3 | 76,0 | 76,0 | 77,8 | 77,5 |



pH del Agua: 7,33

Conductividad del Agua: 77 $\mu\text{s}/\text{cm}^2$

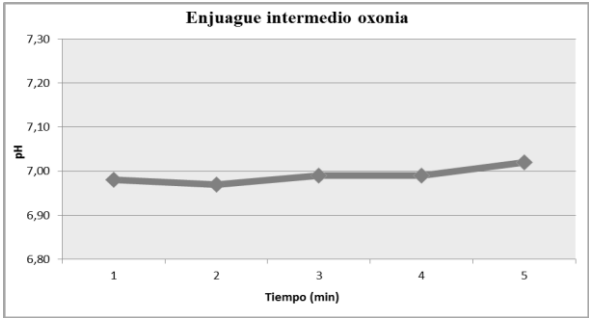
ETAPA 4: Barrido a Tanque Desinfectante + Drenaje de Tanque + Espera Conductividad Aceptable + Desinfección

Tabla 4: Continuación

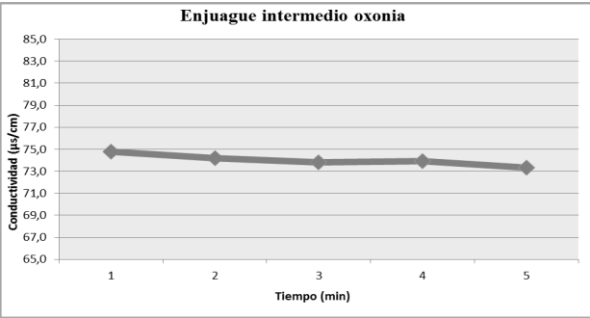
ETAPA 5: Barrido a Tanque con Agua + Drenaje de Tanque + Enjuague Intermedio - Desinfectante

| Etapa | Enjuague intermedio I | | | | |
|---|-----------------------|------|------|------|------|
| Tiempo (min) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| pH | 6,98 | 6,97 | 6,99 | 6,99 | 7,02 |
| Conductividad $\mu\text{s}/\text{cm}^2$ | 74,8 | 74,2 | 73,8 | 73,9 | 73,3 |

pH



Conductividad



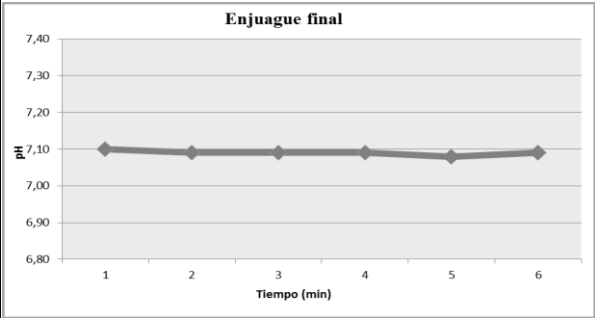
pH del Agua: 7,16

Conductividad del Agua: 63,4 $\mu\text{s}/\text{cm}^2$

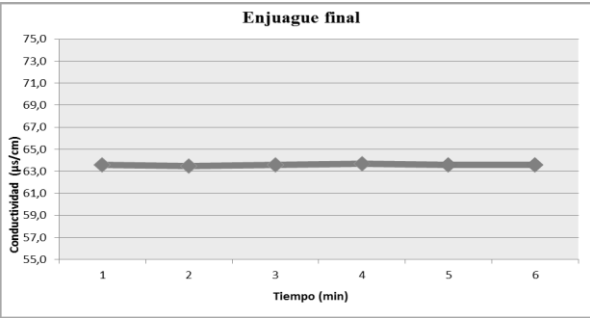
ETAPA 5: Enjuague Final

| Etapa | Enjuague final | | | | | |
|---|----------------|------|------|------|------|------|
| Tiempo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| pH | 7,10 | 7,09 | 7,09 | 7,09 | 7,08 | 7,09 |
| Conductividad $\mu\text{s}/\text{cm}^2$ | 63,6 | 63,5 | 63,6 | 63,7 | 63,6 | 63,6 |

pH



Conductividad



pH del Agua: 7,15

Conductividad del Agua: 62,7 $\mu\text{s}/\text{cm}^2$

Debe tenerse en cuenta que no se tomaron en cuenta los barridos del enjuague de la desinfección, debido a la característica ácida del desinfectante Oxonia y las políticas de seguridad de Coca-Cola FEMSA.

En la tabla de medición se puede evidenciar que los barridos, que se dan antes de los enjuagues con una duración aproximada de dos minutos, eliminan la mayor cantidad de

detergente o desinfectante que se encuentra en el tanque, por lo tanto gran parte del agua que sale de los tanques es recuperada por medio de un sistema de desagües que va a la planta de agua de la empresa y posteriormente es utilizada en los servicios generales de la misma; la otra parte es conducida a la PTARI.

3.3.2. Balance de aguas en Servicios Generales

Para la medición en las fuentes de los servicios generales se tuvo en consideración un volumen base que facilitara la realización del método volumétrico. Mediante este se tomaron 5 muestras en todos los grifos de cada fuente, obteniendo así tiempos de llenado, y caudales; los cuales fueron promediados para cada una de las fuentes. Para facilitar la comprensión de estos datos, cada una de las fuentes fue asignada a un sector de la empresa, los cuales son Producción, Oficinas y Otros. En la Tabla 5 se registra las mediciones por grifo en cada uno de los sectores ya definidos y sus fuentes.

Tabla 5: Medición de todos los grifos de la red de servicios generales.

| PRODUCCIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|------------|---------------|--------------------|--------------|-----------------------------------|---------------|--------------------|--------------|------------|---------------|
| Lavamanos automáticos – Baño hombres - Piso 2 | | | | | | | | | | | |
| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | | Grifo # 3 | | | |
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Fuera de Servicio | | | |
| 1 | 800 | 10,88 | 73,53 | 1 | 800 | 6,67 | 119,94 | | | | |
| 2 | 800 | 13,28 | 60,24 | 2 | 800 | 5,64 | 141,84 | | | | |
| 3 | 800 | 10,23 | 78,20 | 3 | 800 | 5,26 | 152,09 | | | | |
| 4 | 800 | 9,73 | 82,22 | 4 | 800 | 7,7 | 103,90 | | | | |
| 5 | 800 | 11,83 | 67,62 | 5 | 800 | 6,42 | 124,61 | | | | |
| Promedio Grifo # 1 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo(s) | Caudal (ml/s) | | | | |
| | | 11,19 | 72,36 | | | 6,34 | 128,48 | | | | |
| Grifo # 4 | | | | Grifo # 5 | | | | Grifo # 6 | | | |
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 10,45 | 76,56 | 1 | 800 | 6,28 | 127,39 | 1 | 800 | 11,07 | 72,27 |
| 2 | 800 | 8,36 | 95,69 | 2 | 800 | 9,1 | 87,91 | 2 | 800 | 14,49 | 55,21 |
| 3 | 800 | 13,42 | 59,61 | 3 | 800 | 13,18 | 60,70 | 3 | 800 | 12,57 | 63,64 |
| 4 | 800 | 8,63 | 92,70 | 4 | 800 | 8,57 | 93,35 | 4 | 800 | 9,19 | 87,05 |
| 5 | 800 | 14,72 | 54,35 | 5 | 800 | 6,17 | 129,66 | 5 | 800 | 15,08 | 53,05 |
| Promedio Grifo # 4 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 5 | | Tiempo(s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 6 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 11,12 | 75,78 | | | 8,66 | 99,80 | | | 12,48 | 66,24 |
| Tiempo promedio total: 9,96 s | | | | | | Caudal promedio total: 88,53 ml/s | | | | | |

Lavamanos manuales – Baño hombres – Piso 2

| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | |
|--------------------------------------|--------------|------------------|----------------------|--|-------------|------------------|----------------------|
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen(ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 9,41 | 85,02 | 1 | 800 | 7,95 | 100,63 |
| 2 | 800 | 8,56 | 93,46 | 2 | 800 | 9,69 | 82,56 |
| 3 | 800 | 7,19 | 111,27 | 3 | 800 | 8,16 | 98,04 |
| 4 | 800 | 9,33 | 85,74 | 4 | 800 | 10,05 | 79,60 |
| 5 | 800 | 6,32 | 126,58 | 5 | 800 | 7,58 | 105,54 |
| Promedio Grifo # 1 | | Tiempo(s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo(s) | Caudal (ml/s) |
| | | 8,16 | 100,41 | | | 8,69 | 90,21 |
| Tiempo promedio total: 8,42 s | | | | Caudal promedio total: 95,31 ml/s | | | |

Lavamanos automático – Baño mujeres – Piso 2

| Grifo # 1 | Grifo # 2 | | | | Grifo # 3 | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------|------------------|---|--------------------------|--------------|-------------------|----------------------|
| Fuera de Servicio | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | 1 | 800 | 8,5 | 94,12 | 1 | 800 | 6,86 | 116,62 |
| | 2 | 800 | 5,02 | 159,36 | 2 | 800 | 8,59 | 93,13 |
| | 3 | 800 | 8,82 | 90,70 | 3 | 800 | 8,38 | 95,47 |
| | 4 | 800 | 6,42 | 124,61 | 4 | 800 | 6,79 | 117,82 |
| | 5 | 800 | 9,26 | 86,39 | 5 | 800 | 7,08 | 112,99 |
| | Promedio Grifo# 2 | | Tiempo(s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo# 3 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 7,60 | 111,04 | | | 7,54 | 107,21 | |
| Tiempo promedio total: 7,57 s | | | | Caudal promedio total: 109,12 ml/s | | | | |

Lavamanos automático – Baños hombres – Piso 3

| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | |
|-------------------------------|--------------|------------|---------------|------------------------------------|--------------|------------|---------------|
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 5,46 | 146,52 | 1 | 800 | 6,64 | 120,48 |
| 2 | 800 | 9,23 | 86,67 | 2 | 800 | 9,3 | 86,02 |
| 3 | 800 | 4,83 | 165,63 | 3 | 800 | 6,81 | 117,47 |
| 4 | 800 | 12,52 | 63,90 | 4 | 800 | 9,74 | 82,14 |
| 5 | 800 | 8,2 | 97,56 | 5 | 800 | 6,46 | 123,84 |
| Promedios Grifo # 1 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 8,05 | 112,06 | | | 7,79 | 105,99 |
| Grifo # 3 | | | | Grifo # 4 | | | |
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 6,05 | 132,23 | 1 | 800 | 6,04 | 132,45 |
| 2 | 800 | 11,41 | 70,11 | 2 | 800 | 8,36 | 95,69 |
| 3 | 800 | 5,88 | 136,05 | 3 | 800 | 6,7 | 119,40 |
| 4 | 800 | 9,92 | 80,65 | 4 | 800 | 9,03 | 88,59 |
| 5 | 800 | 6,88 | 116,28 | 5 | 800 | 5,05 | 158,42 |
| Promedios Grifo # 3 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedios Grifo # 4 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 8,03 | 107,06 | | | 7,04 | 118,91 |
| Tiempo promedio total: 7,73 s | | | | Caudal promedio total: 111,01 ml/s | | | |

Lavamanos automático – Baño mujeres – Piso 3

| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | | Grifo # 3 | | | |
|-------------------------------|--------------|------------|---------------|---------------------|--------------|------------|------------------------------------|---------------------|--------------|------------|---------------|
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 4,76 | 168,07 | 1 | 800 | 5,25 | 152,38 | 1 | 800 | 6,55 | 122,14 |
| 2 | 800 | 7,11 | 112,52 | 2 | 800 | 7,47 | 107,10 | 2 | 800 | 7,83 | 102,17 |
| 3 | 800 | 8,18 | 97,80 | 3 | 800 | 9,98 | 80,16 | 3 | 800 | 5,58 | 143,37 |
| 4 | 800 | 4,58 | 174,67 | 4 | 800 | 6,42 | 124,61 | 4 | 800 | 6,91 | 115,77 |
| 5 | 800 | 7,47 | 107,10 | 5 | 800 | 8,39 | 95,35 | 5 | 800 | 8,01 | 99,88 |
| Promedios Grifo # 1 | | Tiempo(s) | Caudal (ml/s) | Promedios Grifo # 2 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedios Grifo # 3 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 6,42 | 132,03 | | | 7,502 | 111,9197 | | | 6,98 | 116,67 |
| Grifo # 4 | | | | Grifo # 5 | | | | | | | |
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | | | | |
| 1 | 800 | 10,22 | 78,2779 | 1 | 800 | 8,66 | 92,37875 | | | | |
| 2 | 800 | 6,05 | 132,231 | 2 | 800 | 5,31 | 150,6591 | | | | |
| 3 | 800 | 9,54 | 83,8574 | 3 | 800 | 7,26 | 110,1928 | | | | |
| 4 | 800 | 6,63 | 120,664 | 4 | 800 | 6,87 | 116,4483 | | | | |
| 5 | 800 | 9,94 | 80,4829 | 5 | 800 | 5,48 | 145,9854 | | | | |
| Promedios Grifo # 4 | | Tiempo(s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 5 | | Tiempo(s) | Caudal (ml/s) | | | | |
| | | 8,476 | 99,1027 | | | 6,716 | 123,1329 | | | | |
| Tiempo promedio total: 7,22 s | | | | | | | Caudal promedio total: 116,57 ml/s | | | | |

Lavadero manual – Piso 3

| Lavadero | | | |
|-----------|--------------|---------------|---------------|
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo(s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 13,625 | 58,72 |
| 2 | 800 | 14,55 | 54,98 |
| 3 | 800 | 9,81 | 81,55 |
| 4 | 800 | 10,64 | 75,19 |
| 5 | 800 | 11,03 | 72,53 |
| Tiempo(s) | | Caudal (ml/s) | |
| 11,93 | | 68,59 | |

OFICINAS

Lavamanos manual – Baño hombres – Piso 1

| Baño hombres (manual) | | | |
|-----------------------|--------------|---------------|---------------|
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 12,3 | 65,04 |
| 2 | 800 | 14,3 | 55,94 |
| 3 | 800 | 14 | 57,14 |
| 4 | 800 | 14,2 | 56,34 |
| 5 | 800 | 13,9 | 57,55 |
| Tiempo (s) | | Caudal (ml/s) | |
| 13,74 | | 58,40 | |

Lavamanos manual – Baño mujeres – Piso 1

| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | |
|-------------------------------|--------------|------------|---------------|-----------------------------------|--------------|------------|---------------|
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 13,6 | 58,82 | 1 | 800 | 7,5 | 106,67 |
| 2 | 800 | 13,5 | 59,26 | 2 | 800 | 7,3 | 109,59 |
| 3 | 800 | 11,8 | 67,80 | 3 | 800 | 7,1 | 112,68 |
| 4 | 800 | 10,4 | 76,92 | 4 | 800 | 5,7 | 140,35 |
| 5 | 800 | 10,9 | 73,39 | 5 | 800 | 6,4 | 125,00 |
| Promedio Grifo # 1 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 12,04 | 67,24 | | | 6,8 | 118,86 |
| Tiempo promedio total: 9,42 s | | | | Caudal promedio total: 93,05 ml/s | | | |

Lavamanos manual – Baño hombres – Piso 2

| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | |
|---------------------------------------|--------------|-------------------|----------------------|--|--------------|-------------------|----------------------|
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 11,4 | 70,18 | 1 | 800 | 7,9 | 101,27 |
| 2 | 800 | 9,8 | 81,63 | 2 | 800 | 6,7 | 119,40 |
| 3 | 800 | 11,71 | 68,32 | 3 | 800 | 10,7 | 74,77 |
| 4 | 800 | 10 | 80,00 | 4 | 800 | 9,6 | 83,33 |
| 5 | 800 | 12,9 | 62,02 | 5 | 800 | 9,2 | 86,96 |
| Promedio Grifo # 1 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 11,16 | 72,43 | | | 8,82 | 93,15 |
| Tiempo promedio total: 9,991 s | | | | Caudal promedio total: 82,79 ml/s | | | |

Lavamanos manual – Baño mujeres – Piso 2

| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------------|----------------------|---|--------------|-------------------|----------------------|
| Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 7,9 | 101,27 | 1 | 800 | 8,4 | 95,24 |
| 2 | 800 | 7,2 | 111,11 | 2 | 800 | 7,5 | 106,67 |
| 3 | 800 | 7,2 | 111,11 | 3 | 800 | 7,3 | 109,59 |
| 4 | 800 | 8,2 | 97,56 | 4 | 800 | 6,9 | 115,94 |
| 5 | 800 | 7,8 | 102,56 | 5 | 800 | 6,1 | 131,15 |
| Promedio Grifo # 1 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 7,66 | 104,72 | | | 7,24 | 111,72 |
| Tiempo promedio total: 7,45 s | | | | Caudal promedio total: 108,22 ml/s | | | |

Lavadero manual – Cafetín – Piso 2

| Cafetín (manual) | | | |
|------------------|-------------|-------------------|----------------------|
| Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 9,5 | 84,21 |
| 2 | 800 | 8,5 | 94,12 |
| 3 | 800 | 8,5 | 94,12 |
| 4 | 800 | 7 | 114,29 |
| 5 | 800 | 9,5 | 84,21 |
| Promedios | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 8,60 | 94,19 |

Lavamanos manual – Baño hombres – Piso 3

| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------------|----------------------|---|-------------|-------------------|----------------------|
| Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal(ml/s) | Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal(ml/s) |
| 1 | 800 | 6,7 | 119,40 | 1 | 800 | 9,5 | 84,21 |
| 2 | 800 | 6,5 | 123,08 | 2 | 800 | 10,5 | 76,19 |
| 3 | 800 | 10,1 | 79,21 | 3 | 800 | 7,5 | 106,67 |
| 4 | 800 | 9,1 | 87,91 | 4 | 800 | 7,2 | 111,11 |
| 5 | 800 | 6,4 | 125,00 | 5 | 800 | 8,8 | 90,91 |
| Promedio Grifo # 1 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 7,76 | 106,92 | | | 8,70 | 93,82 |
| Tiempo promedio total: 8,23 s | | | | Caudal promedio total: 100,37 ml/s | | | |

Lavamanos manual – Baño mujeres – Piso 3

| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------------|----------------------|--|-------------|-------------------|----------------------|
| Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal(ml/s) | Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal(ml/s) |
| 1 | 800 | 11,5 | 69,57 | 1 | 800 | 12,7 | 62,99 |
| 2 | 800 | 13 | 61,54 | 2 | 800 | 12,3 | 65,04 |
| 3 | 800 | 11,9 | 67,23 | 3 | 800 | 11,1 | 72,07 |
| 4 | 800 | 10,9 | 73,39 | 4 | 800 | 9,8 | 81,63 |
| 5 | 800 | 11 | 72,73 | 5 | 800 | 14,6 | 54,79 |
| Promedio Grifo # 1 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 11,66 | 68,89 | | | 12,10 | 67,31 |
| Tiempo promedio total: 11,88 s | | | | Caudal promedio total: 68,10 ml/s | | | |

Lavadero manual – Cafetín – Piso 3

| Cafetín (manual) | | | |
|------------------|-------------|-------------------|----------------------|
| Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal(ml/s) |
| 1 | 800 | 8,6 | 93,02 |
| 2 | 800 | 8,7 | 91,95 |
| 3 | 800 | 7,6 | 105,26 |
| 4 | 800 | 8,7 | 91,95 |
| 5 | 800 | 8,8 | 90,91 |
| Promedios | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 8,48 | 94,62 |

OTROS

Lavamanos semiautomático – Baños Bodega

| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | |
|--------------------------------|--------------|------------|---------------|-----------------------------------|--------------|------------|---------------|
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 12,55 | 63,75 | 1 | 800 | 6,69 | 119,58 |
| 2 | 800 | 16,62 | 48,13 | 2 | 800 | 21,34 | 37,49 |
| 3 | 800 | 22,67 | 35,29 | 3 | 800 | 29,19 | 27,41 |
| 4 | 800 | 23,94 | 33,42 | 4 | 800 | 26,98 | 29,65 |
| 5 | 800 | 21,44 | 37,31 | 5 | 800 | 13,72 | 58,31 |
| Promedio Grifo # 1 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 19,44 | 43,58 | | | 19,58 | 54,49 |
| Grifo # 3 | | | | Grifo # 4 | | | |
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 800 | 5,14 | 155,64 | 1 | 400 | 40,37 | 9,91 |
| 2 | 800 | 5,4 | 148,15 | 2 | 400 | 43,95 | 9,10 |
| 3 | 800 | 4,84 | 165,29 | 3 | 400 | 54,2 | 7,38 |
| 4 | 800 | 4,58 | 174,67 | 4 | 400 | 65,57 | 6,10 |
| 5 | 800 | 4,64 | 172,41 | 5 | 400 | 44 | 9,09 |
| Promedio Grifo # 3 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 4 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 4,92 | 163,23 | | | 49,62 | 8,32 |
| Tiempo promedio total: 23,39 s | | | | Caudal promedio total: 67,40 ml/s | | | |

Lavamanos ahorradores – Calidad

| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | | Grifo # 3 | | | |
|--------------------------------|--------------|------------|---------------|--------------------|--------------|-----------------------------------|---------------|--------------------|--------------|------------|---------------|
| Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Muestra | Volumen (ml) | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| 1 | 400 | 24 | 16,67 | 1 | 400 | 23,6 | 16,95 | 1 | 400 | 10,5 | 38,10 |
| 2 | 400 | 23,7 | 16,88 | 2 | 400 | 24,2 | 16,53 | 2 | 400 | 11,2 | 35,71 |
| 3 | 400 | 23,5 | 17,02 | 3 | 400 | 23,9 | 16,74 | 3 | 400 | 11,1 | 36,04 |
| 4 | 400 | 25,1 | 15,94 | 4 | 400 | 23,7 | 16,88 | 4 | 400 | 11,2 | 35,71 |
| 5 | 400 | 24 | 16,67 | 5 | 400 | 23,6 | 16,95 | 5 | 400 | 11,1 | 36,04 |
| Promedio Grifo # 1 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 3 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 24,06 | 16,63 | | | 23,80 | 16,81 | | | 11,02 | 36,32 |
| Tiempo promedio total: 19,63 s | | | | | | Caudal promedio total: 23,25 ml/s | | | | | |

Lavamanos pedal – Planta de producción

| Grifo # 1 | | | | Grifo # 2 | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------------|----------------------|---|-------------|-------------------|----------------------|
| Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal(ml/s) | Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal(ml/s) |
| 1 | 800 | 4,3 | 186,05 | 1 | 800 | 3,2 | 250,00 |
| 2 | 800 | 4,5 | 177,78 | 2 | 800 | 3 | 266,67 |
| 3 | 800 | 5,6 | 142,86 | 3 | 800 | 3,1 | 258,06 |
| 4 | 800 | 4,8 | 166,67 | 4 | 800 | 3,1 | 258,06 |
| 5 | 800 | 4,6 | 173,91 | 5 | 800 | 3,2 | 250,00 |
| Promedio Grifo # 1 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 4,76 | 169,45 | | | 3,12 | 256,56 |
| Tiempo promedio total: 3,94 s | | | | Caudal promedio total: 213,01 ml/s | | | |

Lavamanos automático - Jarabes

| Grifo # 1 | | | | Grifos # 2 | | | |
|-------------------------------------|-------------|-------------------|----------------------|--|-------------|-------------------|----------------------|
| Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal(ml/s) | Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal(ml/s) |
| 1 | 400 | 6,8 | 58,82 | 1 | 400 | 5,4 | 74,07 |
| 2 | 400 | 7,9 | 50,63 | 2 | 400 | 5,6 | 71,43 |
| 3 | 400 | 7,4 | 54,05 | 3 | 400 | 5,9 | 67,80 |
| 4 | 400 | 7 | 57,14 | 4 | 400 | 5,6 | 71,43 |
| 5 | 400 | 7 | 57,14 | 5 | 400 | 5,4 | 74,07 |
| Promedio Grifo # 1 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) | Promedio Grifo # 2 | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 7,22 | 55,56 | | | 5,58 | 71,76 |
| Tiempo promedio total: 6,4 s | | | | Caudal promedio total: 63,66 ml/s | | | |

Lavadero manual - Bodega

| Lavadero | | | |
|-----------------|-------------|-------------------|----------------------|
| Muestra | Volumen(ml) | Tiempo(s) | Caudal(ml/s) |
| 1 | 800 | 3,7 | 216,22 |
| 2 | 800 | 3,9 | 205,13 |
| 3 | 800 | 4 | 200,00 |
| 4 | 800 | 3,9 | 205,13 |
| 5 | 800 | 3,9 | 205,13 |
| Promedio | | Tiempo (s) | Caudal (ml/s) |
| | | 3,88 | 206,32 |

3.4. ANÁLISIS

3.4.1. Tiempos extras en los saneamientos

En la Ilustración 7, se muestra la variación del pH que se da dentro del tanque durante las diferentes etapas de enjuague, además de la cantidad de agua que es recuperada y la que es conducida a la PTARI de estos enjuagues. Esta información fue brindada por la compañía y las cantidades son valores confidenciales, sin embargo cabe resaltar que aunque gran parte de estos enjuagues es recuperada para otros procesos, lo ideal sería no generar estos consumos, ya que el agua al pasar por el tanque pierde su calidad de agua tratada y para volver a entrar al sistema debe ser tratada lo cual genera un costo significativo para la operación de la compañía.

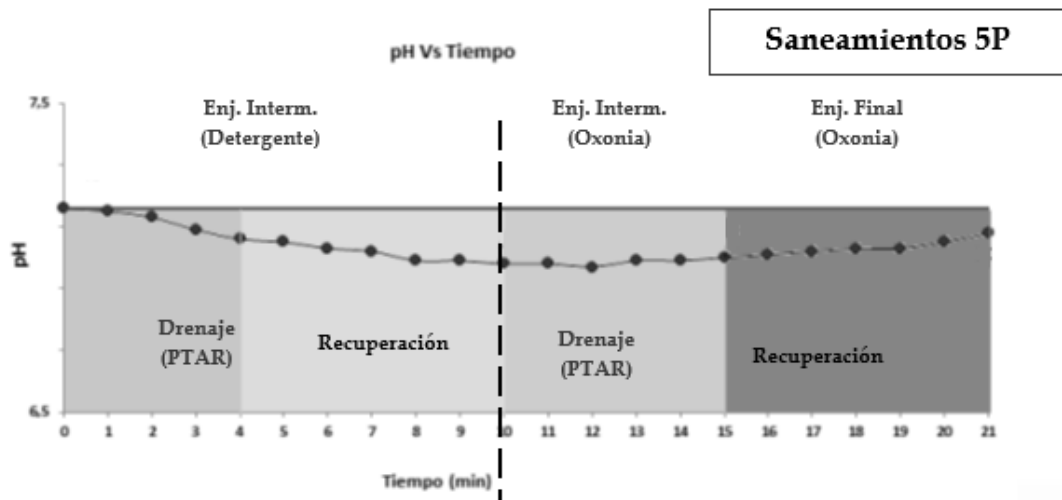


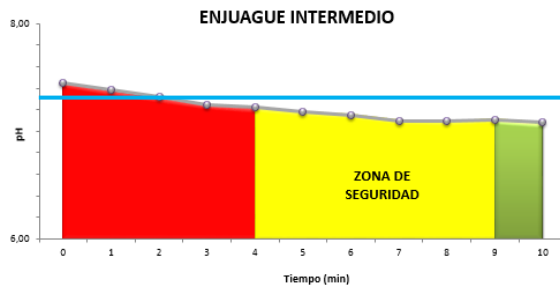
Ilustración 7: pH vs Tiempo Saneamiento 5 pasos

Adicionalmente, en esta figura se observa una reducción de pH entre el enjuague intermedio de detergente y el intermedio de desinfectante Oxonia, debido a la naturaleza de las soluciones de saneamiento y limpieza. Como se mencionó anteriormente, la alcalinidad del detergente genera que el pH al inicio del primer enjuague intermedio sea alto al interior del tanque, conforme transcurre el enjuague el pH alcanza niveles cercanos a 7, lo cual indica que ya lo que sale del tanque es agua pura; esta variación es similar con el desinfectante teniendo como diferencia la naturaleza ácida del mismo.

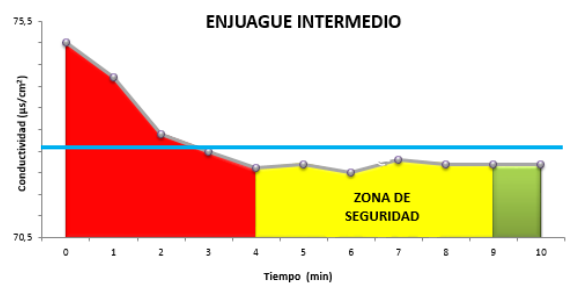
El ideal de este análisis es identificar el momento en el cual la concentración de detergente y desinfectante es cero dentro del tanque, para así poder establecer el tiempo de enjuague a partir del cual se está desperdiciando agua y así definir la viabilidad de recortar la duración del proceso.

Identificar este punto es relativamente sencillo con la información de las mediciones, ya que al tener los valores de pH y conductividad del agua con la cual se realiza el saneamiento, solo se hace necesario identificar en qué momento del enjuague se alcanzan estos valores y se estabilizan en el tiempo; por lo tanto se establecen tres zonas en las curvas de enjuagabilidad:

Enjuague Intermedio (Detergente)



pH (agua): 7.33



Conductividad (agua): 72 µs/cm²

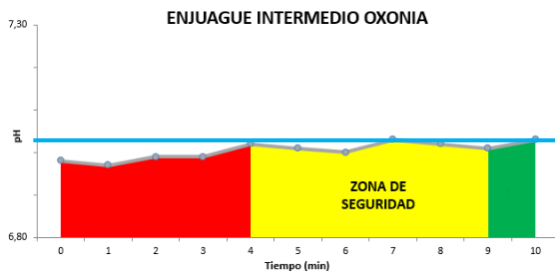
Se evidencia la naturaleza alcalina del detergente ya que el pH y la conductividad dentro del tanque al inicio del enjuague son superiores a los de la muestra de agua, sin embargo la diferencia no es muy significativa, por lo que rápidamente se alcanzan los valores del agua.

En los primeros 3 minutos el pH y la conductividad dentro del tanque son iguales a los del agua por lo tanto se define como zona roja los primeros 4 minutos del enjuague intermedio, dando una precisión de +/-1 minutos.

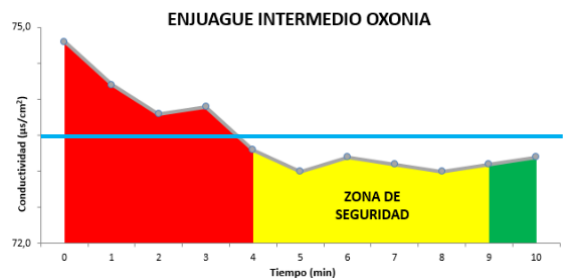
Del minuto 4 en adelante se puede observar que los valores siguen variando significativamente hasta el minuto 8 en el cual se estabiliza completamente la conductividad y la variación del pH es insignificante, sin embargo se define como zona segura del minuto 4 al 9 debido a la misma precisión de +/- 1 minutos que obtiene la zona roja.

Como zona verde queda definido el último minuto del enjuague intermedio, donde se asegura que la calidad del agua que sale del tanque es la misma que la que entra.

Enjuague Intermedio (Oxonia)



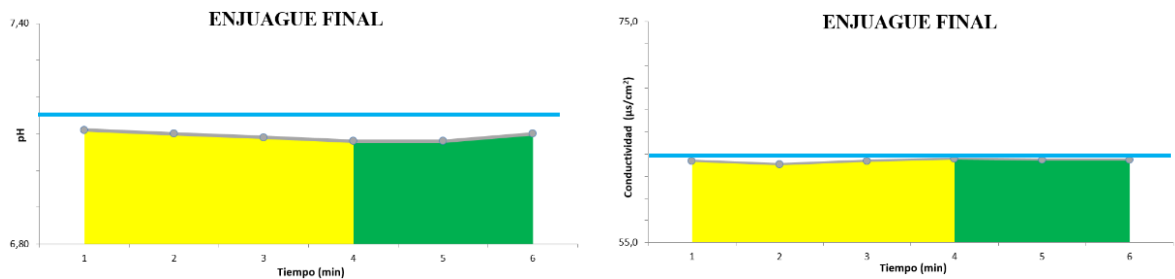
pH (agua): 7.02



Conductividad (agua): 73.4 µs/cm²

Al igual que en el enjuague intermedio (detergente), en este se evidencia la naturaleza ácida del desinfectante Oxonia y también se puede ver un comportamiento muy similar al enjuague anterior, en el cual se alcanzan los valores del agua en los primeros 4 minutos, hay variación de los parámetros en los siguientes 5 minutos, donde se ve que el pH baja y sube levemente; y finalmente en el último minuto se define la zona verde, aunque en la gráfica se ve una pequeña variación que es atribuida a la precisión del medidor multi-parámetro

Enjuague Final



pH (agua): 7.15

Conductividad (agua): 62.7 µs/cm²

En este enjuague puede verse que desde que comienza, los valores al interior del tanque ya corresponden a los del agua (+/- la precisión del equipo de medición) y mantienen una estabilidad a lo largo de todo el enjuague, por lo tanto no se define zona roja y se define como zona verde, los últimos dos minutos del enjuague final.

Aunque durante todo el enjuague sale solo agua, no se define a todo como zona verde, porque se reconoce la importancia del enjuague final dentro de los estándares de calidad que tiene Coca-Cola FEMSA. Este enjuague tiene como objetivo principal pulir todo el proceso de limpieza y saneamiento para entregar como producto unas condiciones de almacenamiento de jarabe óptimas para la elaboración de un producto final de calidad.

Tabla 6: Variación de parámetros por enjuague

Una vez definidos los minutos por enjuague en los cuales se está perdiendo agua, surge la necesidad de evaluar el impacto en términos de volumen que generan estos minutos. Dentro de los registros de la planta de aguas de Coca-Cola, se obtuvieron los históricos de consumos del 2013 en los procesos de limpieza y saneamiento (Ilustración 9), y el consumo de agua por el número de saneamientos al mes (Ilustración 8), que permite establecer un promedio de consumo por saneamiento que al dividirlo por la duración del mismo es posible determinar el consumo de agua por minuto.

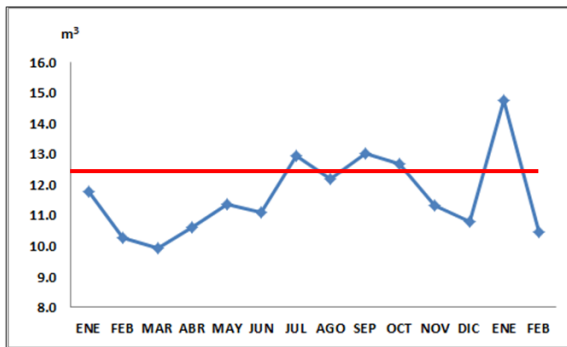


Ilustración 8: Consumo de agua (m3) / número de saneamientos 2013

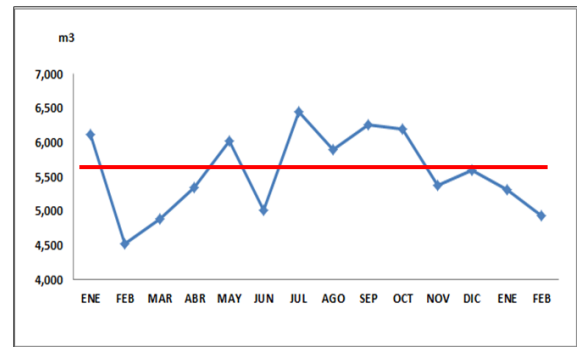


Ilustración 9: Volumen consumido en saneamientos por mes 2013

El consumo promedio por saneamiento es de **12,4 m³**, al dividirlo por los 77.5 minutos que dura un proceso de limpieza y saneamiento completo, se obtiene como resultado un consumo de 0.16 m³/minuto que equivale a 160 litros / minuto.

$$\frac{12,4 \text{ m}^3}{77,5 \text{ mins}} = 0,16 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * \frac{1000 \text{ Litros}}{1 \text{ m}^3} = 160 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Este valor por sí solo, ya demuestra un consumo significativo de agua por minuto que para efectos de comparación corresponde al agua que requieren 1.152 habitantes por minuto en ciudades con poblaciones mayores a 3.000 habitantes, según Aguirre, 2009.

Acotando este valor a los consumos de los saneamientos durante el 2013 y principios del 2014 en los cuales se realizaron en promedio 475 saneamientos por mes, como se puede observar en la Ilustración 10; de la duración total de un saneamiento, 6 minutos se encuentran dentro de la zona verde, es decir durante estos minutos de cada saneamiento sale del tanque agua tratada que no está cumpliendo la función objetivo y podría ser utilizada para fabricar producto; esto en términos de consumo equivale a 960 litros por saneamiento que multiplicado por el número promedio de saneamientos por mes es igual a 456 m³/mes de agua consumida.

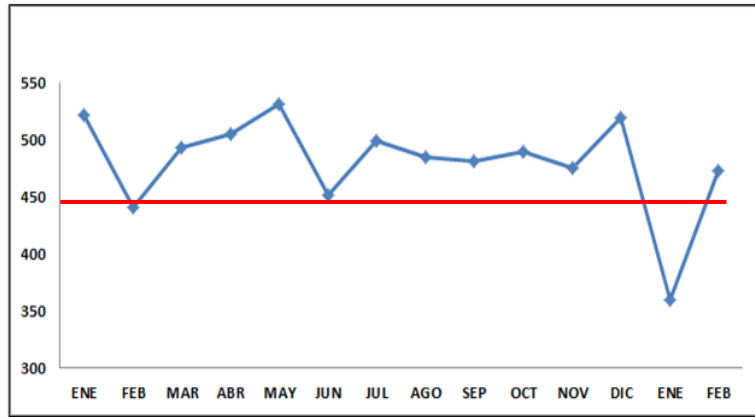


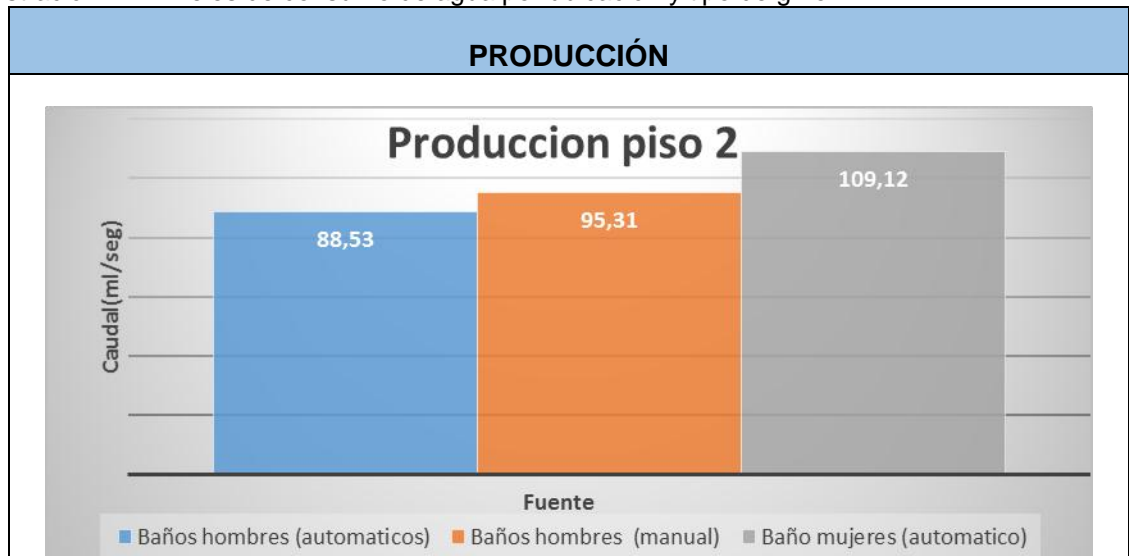
Ilustración 10: Cantidad de saneamientos por mes

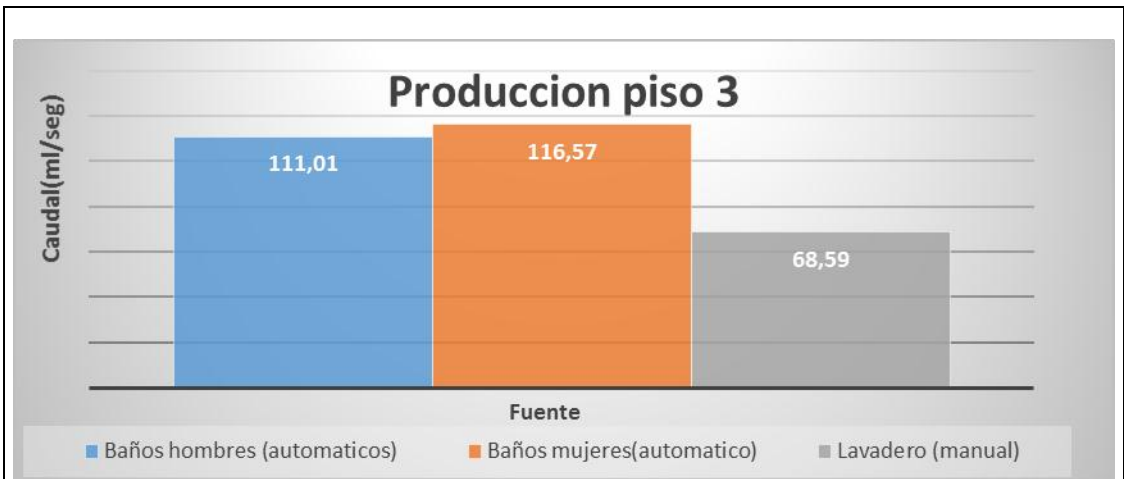
Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, el potencial de ahorro que hay en mejoras a los saneamientos es de 456 m³/mes en promedio si se reducen los 6 minutos en total.

3.4.2. Consumos extras en Servicios Generales

Para el análisis del comportamiento del consumo hídrico en los servicios generales, se hizo énfasis en todas las fuentes que fueron definidas en el alcance de los servicios generales. Los promedios obtenidos para cada sector se han graficado en la Ilustración 11 de tal manera que sea posible evidenciar en cada piso cuales son los lavamanos que consumen menos agua según sus características, teniendo en cuenta que varían significativamente en la empresa.

Ilustración 11: Niveles de consumo de agua por ubicación y tipo de grifo.



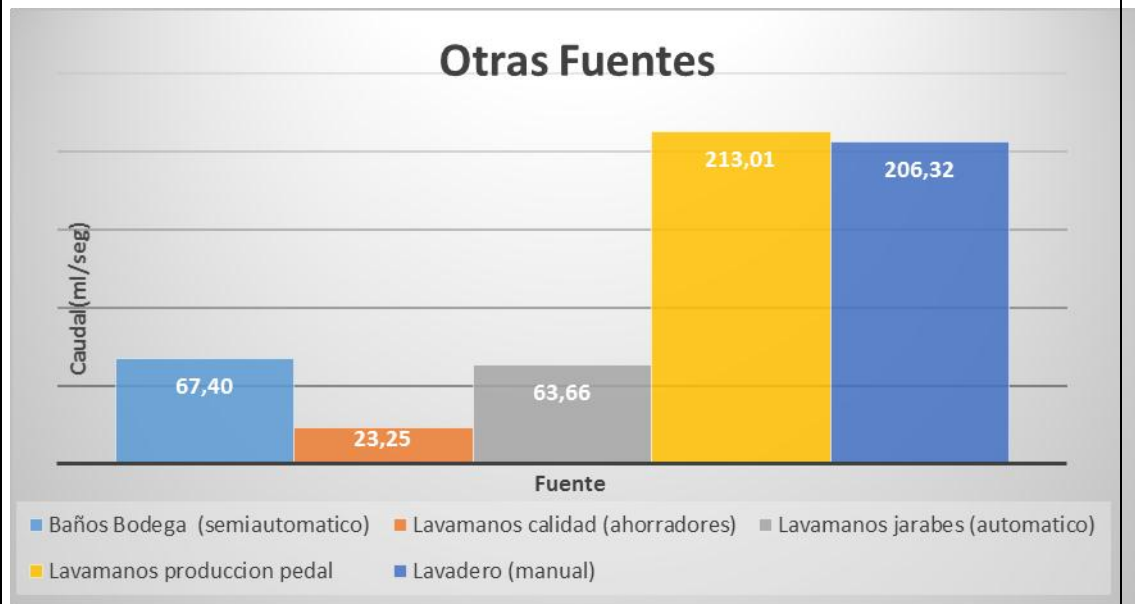


OFICINAS





OTROS



Como se puede apreciar en los gráficos los caudales varían considerablemente para cada una de las fuentes identificadas. Una de las razones principales de esto es la falta de estandarización para todos los grifos en general, ya que estas funcionan bajo diferentes modalidades o mecanismos, es decir automático, semiautomático y manual.

En el caso de los lavamanos de producción a pedal aunque es necesario su utilización por la facilidad que brinda al operario para mantener las condiciones de higiene óptimas, esta fuente es la que tiene un mayor consumo, ya que no tiene ningún mecanismo que regule el caudal de la misma, en comparación con los lavamanos de calidad que están equipados con boquilla ahorradora y tienen el menor consumo de todos.

3.5. PROPUESTAS

Siguiendo la lógica de la metodología DMAIC, haciendo uso de la información obtenida en las etapas de medición y análisis, y con la asesoría de los especialistas de aguas de la empresa, se plantean a continuación 2 propuestas direccionadas a la disminución de los consumos en los procesos de limpieza y saneamiento y al ahorro de agua en servicios generales.

3.5.1. Reducción de tiempos

En la etapa de análisis se evidenció que en las etapas de enjuague de los saneamientos, se consume más agua de la realmente necesaria para garantizar una calidad interna óptima del tanque. Por lo tanto, se propone reducir la duración de estos enjuagues y así evitar el consumo del volumen equivalente, que aunque sea agua que se recupera, es agua que se deja de consumir. Este cambio disminuye el costo de operación de la planta de aguas y el consumo de agua de los saneamientos y sus costos de operación.

Se propone reducir minutos de los enjuagues intermedios (Principal y Oxonia) y finales, sin embargo no se tendrán en cuenta los pre-enjuagues debido a la variación que se puede presentar en las concentraciones de azúcar en los diferentes cambios de producto dentro de los tanques, que pueden afectar la calidad del producto en caso de no lograr una saneamiento efectivo. Las propuestas son:

- Reducir 1 minuto, a los enjuagues Intermedios del CIP con detergente Principal.
- Reducir 1 minuto, a los enjuagues Intermedios II del CIP con Oxonia
- Reducir 2 minutos, a TODOS los enjuagues finales

La reducción de 4 minutos por saneamiento generará un ahorro aproximado de 304 m³/mes que no serán consumidos y no tendrán que ser tratados en el proceso de recuperación de agua.

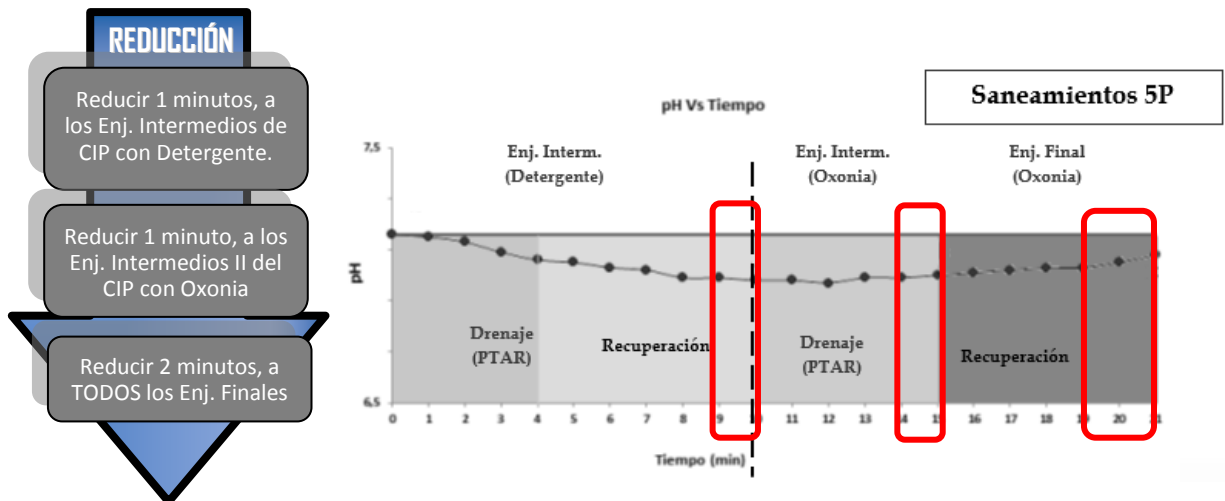


Ilustración 12: Propuesta de reducción en tiempos de enjuagues

El costo de oportunidad será equivalente al ahorro económico que se genera al no consumir agua del acueducto municipal más los costos de operación de planta de aguas en el tratamiento y recuperación del caudal generado en estos 4 minutos a reducir.

3.5.2. Boquillas Ahorradoras

Como se pudo evidenciar en la etapa de análisis, se podría llegar a una estandarización de caudales, mediante la implementación de boquillas ahorradoras en la cabeza de salida de cada uno de los grifos medidos. Así se lograría llevar los caudales de cada uno de los grifos de la red de servicios generales a un valor aproximado de 23,25 mililitros por segundo. Para el análisis de esta situación se planteara un escenario, en cual cada una de los grifos tendrá una operación constante de una hora. Para este escenario se consideraran los siguientes factores.

Consumo Total de servicios generales: se obtiene multiplicando cada uno de los caudales promediados por fuente por el número de grifos que la compongan, y por 3600 segundos; para obtener así el volumen de consumo de cada uno de estos en el transcurso de una hora de operación. Todos estos resultados son sumados obteniendo el consumo total de todas las fuentes de servicios generales. Este aspecto deja como resultado dos volúmenes; uno representa el consumo total de servicios generales antes de la implementación de las boquillas ahorradoras (15.82 m³), y el otro el volumen de consumo total con la implementación de las boquillas ahorradoras (3.85 m³).

Ahorro Hídrico: es el resultante entre la diferencia de los consumos totales de servicios generales antes y después de la implementación de las boquillas ahorradoras. Este ahorro equivale a 11.97 m³.

Inversión de la implementación propuesta: la inversión sería de \$915,400 para que a cada una de los grifos de los servicios generales se les ponga una boquilla ahorradora en la cabeza de salida. Para esto se tuvo en cuenta 46 grifos que componen los servicios generales, y el precio de las boquillas ahorradoras (Ahorrador doble función Ivms/lvps Grival) que tiene un valor de \$19.900 por unidad. (Home Center, 2015)

Recuperación de la inversión: teniendo como referencia un cargo de \$1,477 por metro cubico de agua y el volumen de Ahorro hídrico (11.97 m³). Se calcula un ahorro económico de \$17,679 por hora de operación de la totalidad de servicios generales. Con esto se logra determinar que la inversión a la propuesta se recuperaría en lo equivalente a 52 horas de consumo permanente de los servicios generales. (Empresas Publicas de Medellin, 15)

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Atlantis ha sido un proyecto que ha abarcado diferentes frentes, en términos de consumo del recurso hídrico dentro de la compañía; entre estos frentes de acción las curvas de enjuagabilidad y el balance de aguas de los servicios generales cumplieron un papel fundamental en el desarrollo del proyecto, que ha dejado resultados positivos y significativos para el manejo de agua dentro de Coca-Cola FEMSA.

Pese a algunas complicaciones que se presentaron durante la etapa de medición por falta de equipos pero que pudieron ser resultas a tiempo, los objetivos del trabajo se cumplieron, ya que se fue posible formular propuestas que estuvieran acordes a la realidad de la compañía y que pudieran impactar el indicador de manera positiva.

Respecto a las propuestas que se realizaron se obtuvieron los siguientes resultados:

- Reducción de tiempos en los saneamientos (Enjuagues): La propuesta será analizada por el equipo especialista de aguas de la empresa para alinear los cambios con el área de calidad y así validar la viabilidad de la misma para su posterior implementación. Se han realizado pruebas piloto que han generado ahorros de hasta 340 m³/mes, que superan el estimado por 38 m³.
- La propuesta de boquillas ahorradoras en lavamanos automáticos se presenta con la entrega de este trabajo de grado.

Adicionalmente, estos resultados se pueden ver reflejados en el desempeño del indicador de consumo del recurso hídrico si se comparan los meses transcurridos del año 2014 con los del año 2013, como se puede ver en la Ilustración 13, los primeros dos meses del año se evidencia un comportamiento similar al del año 2013, pero a partir de marzo cuando se comienza con la implementación de proyectos piloto el indicador comienza a reducir significativamente hasta el mes de septiembre, en el cual termina el desarrollo de este trabajo de grado y en el cual se cerró con el mejor indicador del país en comparación con las demás plantas de Coca-Cola FEMSA Colombia.

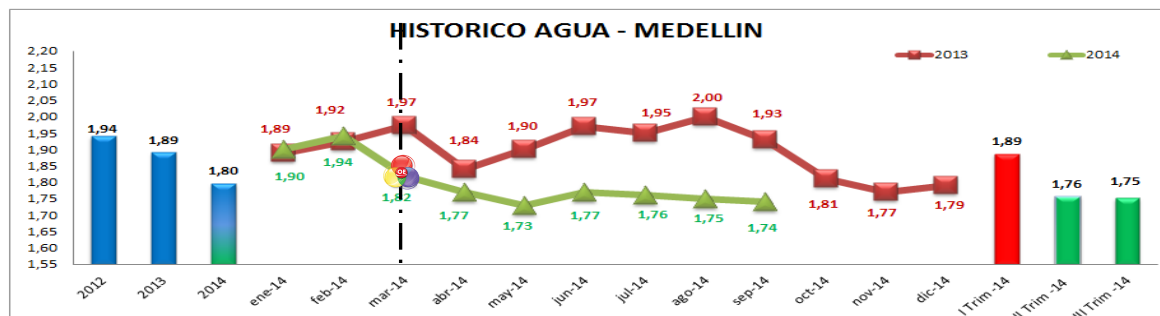


Ilustración 13: Indicador de agua 2013 vs. 2014 - Agosto

5. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Hacer uso de metodologías reconocidas para el desarrollo de proyectos e investigaciones, garantiza que la planeación, ejecución y cierre de los mismos mantenga un orden sistemático y organizado, para llegar a resultados concluyentes que puedan estar enfocados en cumplir los objetivos. En el caso de este trabajo de grado, la metodología DMAIC permitió identificar fácilmente las oportunidades de mejora que pudiera tener el manejo de aguas dentro de la fábrica, que en complemento con el conocimiento brindado por los técnicos de la misma, permitió desarrollar un trabajo de grado que pudo entregar propuestas claras y con un alcance definido para lograr el ahorro deseado.

Atlantis es un proyecto que va enfocado a mejoras en los diferentes procesos dentro de la fábrica que tengan que ver con el manejo del recurso hídrico, por lo tanto se considera que la ampliación de este trabajo de grado podría servir para cubrir y documentar en la totalidad las propuestas y los resultados del desarrollo del proyecto. Realizar curvas de enjuagabilidad a los saneamientos que se realizan a las líneas de producción y completar el balance de aguas de la compañía determinando los consumos totales de la planta, serían actividades que ayudarían a complementar este trabajo de grado para ampliar el panorama del diagnóstico y poder identificar nuevas oportunidades de mejora que permitan formular y aplicar nuevas propuestas.



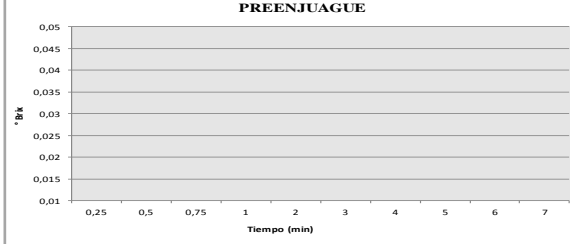
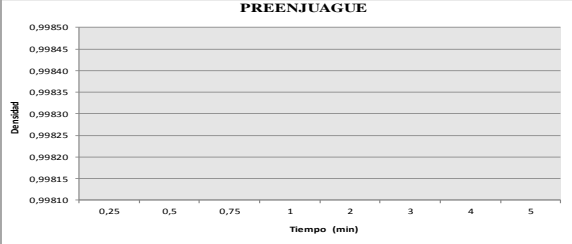
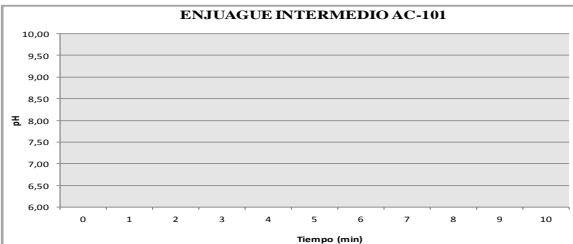
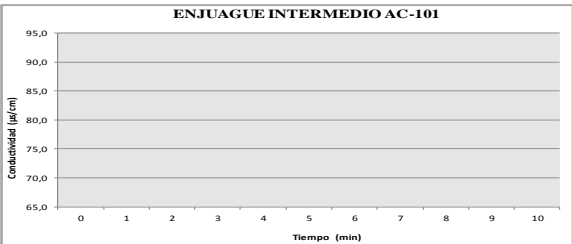
A manera de conclusión, ahorrar agua puede significar inversiones altas en mejoras a procesos que consuman altos volúmenes sin embargo, entender y caracterizar el funcionamiento de estos procesos permite identificar pequeños cambios, de baja inversión que generen impactos positivos y significativos en ahorro de agua. Esto no quiere decir que realizar altas inversiones no sea rentable, ya que el consumo de agua tiene costo y es evidente que no consumirla en vez de tratarla para reutilizarla genera mayores beneficios económicos y disminuye significativamente los costos, sin necesidad de afectar la operación normal de la fábrica.

BIBLIOGRAFÍA

- COCA-COLA FEMSA. *Coca-Cola FEMSA - Informe de Sostenibilidad 2011*. México, KOF, 2011. 61 p.
- COCA-COLA FEMSA. *Informe de Sostenibilidad, Nuestra búsqueda permanente*. México, KOF, 2013. 92 p.
- COCA-COLA FEMSA. *Coca-Cola Femsa, Responsabilidad Social*. México. http://www.coca-colafemsa.com/femsa/web/conteudo_es.asp?idioma=2&conta=47&tipo=33219 (20 Agosto 2014)
- Bavaria S.A. *Informe de Sostenibilidad. 9ª Edición, 2009*, (p. 61).
- Dirección General Ambiental Sectorial. *Guía de ahorro y uso eficiente del agua*. Bogotá. 2002
- Lucía, D., Toro, S., & Cerón, C. *Marco conceptual para el desarrollo de indicadores de sostenibilidad*, 2008, (pp. 63–88).
- Ministerio del Medio Ambiente. *Política nacional de producción más limpia*, 1997, (pp. 1–43).
- Orellana, J. A. *Tratamiento de las aguas*, 2005, (pp. 1–123).
- Postobon S.A. *Informe de sostenibilidad*. Medellín, Colombia, 2012, (p. 47).
- Samboni, N. E. *Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la oferta hídrica neta*, 2001, (pp. 49–60).
- Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Normas Ambientales sobre calidad del agua y control de descargas*, 2001, (p.62).
- Lira, J. *Manual de requerimientos para limpieza y tratamiento en sitio (CIP)*, 2014
- World Training Colombia. *World Training Colombia*. Recuperado el 13 de 1 de 2015, de <http://worldtrainingcolombia.com> (Enero 13 de 2015)
- Aguirre, A. (09 de Diciembre de 2009). *Escuela de Ingeniería de Antioquia*. Obtenido de Mecánica de Fluidos y Recursos Hidráulicos: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/es/flujoentuberias/dotacionagua/determinaciondeladotaciondeagua.html>
- Empresas Publicas de Medellin. (14 de 10 de 15). *Epm*. Obtenido de Epm Web site: http://www.epm.com.co/site/Portals/2/documentos/tarifas/aguas%202014/tarifas_aguas_septiembre_2014.pdf

Home Center. (10 de 14 de 2015). *Home Center*. Obtenido de Home Center Web site:
<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/165972/Ahorrador-doble-funcion-negro-cromo-lvms-lvps>

ANEXO 1: FORMATO DE CURVAS DE ENJUAGABILIDAD P. 1

|  | INDUSTRIA NACIONAL DE GASEOSAS S.A PLANTA DE MEDELLIN GRUPO DE EXCELENCIA OPERACIONAL "ATLANTIS" CURVA DE ENJUAGABILIDAD |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-------|-----------------------|--------------------------------|-----|-------------------------|-------------|-----------------------|---|--------------------------------------|-----|-------------------------|--------|--|-----|---|----|--------------------------------|-----|-------------------------|----|--|----|--|----|-------------------------------------|-----|-------------------------|----|--|---|------------------------|----|--------------------------------|---------------|-------------------------|----|-------------------------------|----|--------------------------|---|-------------------------|----|--|----|--|--|--|--|--|--|
| Tanque # _____ | Fecha: _____ | Ejecuta: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo: Evaluar la enjuagabilidad del tanque #11 en sto 5 pasos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ETAPA</th> <th>TIEMPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1, BARRIDO A TK (seg) con agua</td><td>120</td></tr> <tr><td>1,1 DRENAJE DE TK (seg)</td><td>10</td></tr> <tr><td>1,2 PREENJUAGUE (min)</td><td>5</td></tr> <tr><td>2, BARRIDO A TK (seg) con detergente</td><td>120</td></tr> <tr><td>2,1 DRENAJE DE TK (seg)</td><td>10</td></tr> <tr><td>2,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg)</td><td>6</td></tr> <tr><td>2,3 LAVADO DETERGENTE FRIO, SLN FRIA O DET CAL. (min)</td><td>20</td></tr> <tr><td>3, BARRIDO A TK (seg) con agua</td><td>120</td></tr> <tr><td>3,1 DRENAJE DE TK (seg)</td><td>10</td></tr> <tr><td>3,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg)</td><td>6</td></tr> <tr><td>3,3 ENJUAGUE INTERMEDIO 1 DETERGENTE (min)</td><td>10</td></tr> <tr><td>4, BARRIDO A TK (seg) DESINFECTANTE</td><td>120</td></tr> <tr><td>4,1 DRENAJE DE TK (seg)</td><td>10</td></tr> <tr><td>4,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg)</td><td>6</td></tr> <tr><td>4,3 DESINFECCIÓN (min)</td><td>20</td></tr> <tr><td>5, BARRIDO A TK (seg) con agua</td><td>120</td></tr> <tr><td>5,1 DRENAJE DE TK (seg)</td><td>10</td></tr> <tr><td>5,2 ENJUAGUE INTERMEDIO (min)</td><td>10</td></tr> <tr><td>5,3 ENJUAGUE FINAL (min)</td><td>6</td></tr> <tr><td>5,4 DRENAJE FINAL (seg)</td><td>20</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">81</td></tr> </tbody> </table> | | | ETAPA | TIEMPO | 1, BARRIDO A TK (seg) con agua | 120 | 1,1 DRENAJE DE TK (seg) | 10 | 1,2 PREENJUAGUE (min) | 5 | 2, BARRIDO A TK (seg) con detergente | 120 | 2,1 DRENAJE DE TK (seg) | 10 | 2,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg) | 6 | 2,3 LAVADO DETERGENTE FRIO, SLN FRIA O DET CAL. (min) | 20 | 3, BARRIDO A TK (seg) con agua | 120 | 3,1 DRENAJE DE TK (seg) | 10 | 3,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg) | 6 | 3,3 ENJUAGUE INTERMEDIO 1 DETERGENTE (min) | 10 | 4, BARRIDO A TK (seg) DESINFECTANTE | 120 | 4,1 DRENAJE DE TK (seg) | 10 | 4,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg) | 6 | 4,3 DESINFECCIÓN (min) | 20 | 5, BARRIDO A TK (seg) con agua | 120 | 5,1 DRENAJE DE TK (seg) | 10 | 5,2 ENJUAGUE INTERMEDIO (min) | 10 | 5,3 ENJUAGUE FINAL (min) | 6 | 5,4 DRENAJE FINAL (seg) | 20 | | 81 | | | | | | |
| ETAPA | TIEMPO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1, BARRIDO A TK (seg) con agua | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,1 DRENAJE DE TK (seg) | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,2 PREENJUAGUE (min) | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2, BARRIDO A TK (seg) con detergente | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,1 DRENAJE DE TK (seg) | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg) | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,3 LAVADO DETERGENTE FRIO, SLN FRIA O DET CAL. (min) | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3, BARRIDO A TK (seg) con agua | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,1 DRENAJE DE TK (seg) | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg) | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,3 ENJUAGUE INTERMEDIO 1 DETERGENTE (min) | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4, BARRIDO A TK (seg) DESINFECTANTE | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,1 DRENAJE DE TK (seg) | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg) | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,3 DESINFECCIÓN (min) | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5, BARRIDO A TK (seg) con agua | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,1 DRENAJE DE TK (seg) | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,2 ENJUAGUE INTERMEDIO (min) | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,3 ENJUAGUE FINAL (min) | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,4 DRENAJE FINAL (seg) | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA 1: 1, BARRIDO A TK con agua + 1,1 DRENAJE DE TK + 1,2 PREENJUAGUE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Etapa</th> <th colspan="4">Barrido</th> <th colspan="7">Preenjuague</th> </tr> <tr> <th>0,25</th> <th>0,5</th> <th>0,75</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>° Brix</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Densidad</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> | | | Etapa | Barrido | | | | Preenjuague | | | | | | | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ° Brix | | | | | | | | | | | | | | Densidad | | | | | | | | | | | | | |
| Etapa | Barrido | | | | Preenjuague | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ° Brix | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ° Brix _____ Densidad del agua _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">PREENJUAGUE</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">PREENJUAGUE</p>  </div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ° Brix agua _____ Densidad del agua _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA 2: 2, BARRIDO A TK CON DETERGENTE + 2,1 DRENAJE DE TK + 2,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE + 2,3 LAVADO DETERGENTE FRIO, SLN FRIA O DETERGENTE CALIENTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA 3: 3, BARRIDO A TK con agua + 3,1 DRENAJE DE TK + 3,2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE + 3,3 ENJUAGUE INTERMEDIO 1 DETERGENTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Etapa</th> <th colspan="10">Enjuague intermedio</th> </tr> <tr> <th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Conductividad</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> | | | Etapa | Enjuague intermedio | | | | | | | | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | pH | | | | | | | | | | | | Conductividad | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapa | Enjuague intermedio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">ENJUAGUE INTERMEDIO AC-101</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">ENJUAGUE INTERMEDIO AC-101</p>  </div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH del agua: _____ Conductividad del agua: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Repetición #2 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Etapa</th> <th colspan="10">Enjuague intermedio I</th> </tr> <tr> <th>Tiempo</th> <th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Conductividad</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> | | | Etapa | Enjuague intermedio I | | | | | | | | | | Tiempo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | pH | | | | | | | | | | | Conductividad | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapa | Enjuague intermedio I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Repetición #3 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Etapa</th> <th colspan="10">Enjuague intermedio I</th> </tr> <tr> <th>Tiempo</th> <th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Conductividad</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> | | | Etapa | Enjuague intermedio I | | | | | | | | | | Tiempo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | pH | | | | | | | | | | | Conductividad | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapa | Enjuague intermedio I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO 2: FORMATO DE CURVAS DE ENJUAGABILIDAD P. 2

| | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| ETAPA 4: 4. BARRIDO A TK DESINFECTANTE + 4.1 DRENAJE DE TK + 4.2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE + 4.3 DESINFECCIÓN | | | | | | | | | | | |
| ETAPA 5: 5. BARRIDO A TK con agua + 5.1 DRENAJE DE TK + 5.2 ENJUAGUE INTERMEDIO | | | | | | | | | | | |
| Etapa | Enjuague intermedio I | | | | | | | | | | |
| Tiempo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| pH | | | | | | | | | | | |
| Conductividad | | | | | | | | | | | |

Enjuague intermedio oxonia

Enjuague intermedio oxonia

pH del agua: _____ Conductividad del agua: _____

| | | | | | | |
|------------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|
| ETAPA 5: 5.3 ENJUAGUE FINAL | | | | | | |
| Etapa | Enjuague final | | | | | |
| Tiempo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| pH | | | | | | |
| Conductividad | | | | | | |

Enjuague final

Enjuague final

pH del agua: _____ Conductividad del agua: _____

Repetición #1

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Etapa | Enjuague final | | | | | | | | | | |
| Tiempo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| pH | | | | | | | | | | | |
| Conductividad | | | | | | | | | | | |

Conclusión: Según análisis de las curvas de enjuagabilidad los seteos del CIP en tiempos para el tanque 11 son:

| ETAPA | TIEMPO | PROPUESTA |
|---|--------|-----------|
| 1. BARRIDO A TK (seg) con agua | | |
| 1.1 DRENAJE DE TK (seg) | | |
| 1.2 PREENJUAGUE (min) | | |
| 2. BARRIDO A TK (seg) con detergente | | |
| 2.1 DRENAJE DE TK (seg) | | |
| 2.2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg) | | |
| 2.3 LAVADO DETERGENTE FRIO, SIN FRIO O DET CAL. (min) | | |
| 3. BARRIDO A TK (seg) con agua | | |
| 3.1 DRENAJE DE TK (seg) | | |
| 3.2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg) | | |
| 3.3 ENJUAGUE INTERMEDIO 1 DETERGENTE (min) | | |
| 4. BARRIDO A TK (seg) DESINFECTANTE | | |
| 4.1 DRENAJE DE TK (seg) | | |
| 4.2 ESPERA CONDUCTIVIDAD ACEPTABLE (seg) | | |
| 4.3 DESINFECCIÓN (min) | | |
| 5. BARRIDO A TK (seg) con agua | | |
| 5.1 DRENAJE DE TK (seg) | | |
| 5.2 ENJUAGUE INTERMEDIO (min) | | |
| 5.3 ENJUAGUE FINAL (min) | | |
| 5.4 DRENAJE FINAL (seg) | | |

Nilsón Trujillo
Jefe producción

Leidy Manco
Microbióloga

Gustavo Bustamante
Analista Calidad

Felipe castaño
Jefe calidad

