



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

BENEFICIOS DE UNA GESTIÓN INTEGRAL EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN TALCA

CLAUDIO ADOLFO IGLESIA BELMAR

PROFESOR(ES) GUÍA: HÉCTOR VALDÉS GONZÁLEZ, PhD

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

CONCEPCION – CHILE
2020



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

BENEFICIOS DE UNA GESTIÓN INTEGRAL EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN TALCA

POR: CLAUDIO ADOLFO IGLESIA BELMAR

Proyecto de Grado presentado a la Comisión integrada por los profesores:

PROFESORES GUIA: Héctor Valdés-González, PhD

PROFESOR INTEGRANTE 1: Lorenzo Reyes Bozo, PhD

PROFESOR INTEGRANTE 2: José Luis Salazar, PhD

Para completar las exigencias del Grado de Magíster en Ingeniería Industrial y de
Sistemas

Octubre, 2020

Concepción, Chile

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Por medio de la presente, declaro que el trabajo titulado: **BENEFICIOS DE UNA GESTIÓN INTEGRAL EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN TALCA**, que presento a la Universidad del Desarrollo de Chile, es de mi autoría (o co-autoría) y no ha sido publicado previamente, ni está siendo considerado para publicación bajo otra filiación. En igual sentido, declaro que el trabajo de tesis y su contenido, son originales y que todos los datos y referencias a trabajos ya publicados con anterioridad han sido debidamente identificados, referenciados o citados en el documento, y que estas citas han sido incluidas en las referencias bibliográficas. Afirmo, asimismo, que los materiales presentados no se encuentran protegidos por derechos de autor; y en caso de que así lo estuvieran, me hago responsable de cualquier litigio o reclamo relacionado con la violación de derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad del Desarrollo de Chile.

Finalmente, me comprometo a no someter este trabajo (o parte de este), a consideración en ninguna revista o congreso para publicación sin contar con la aprobación y haber pasado el debido proceso de revisión en Universidad del Desarrollo. En caso de que un artículo sea aprobado para su publicación, autorizo a la Universidad del Desarrollo a incluir dicho artículo en sus revistas, y a reproducirlo, editarlo, distribuirlo, exhibirlo y comunicarlo en el país y en el extranjero, por medios impresos, electrónicos, Internet o cualquier otro medio, para propósitos científicos y sin fines de lucro.

CLAUDIO ADOLFO IGLESIA BELMAR

Firma

Este trabajo está dedicado a mi familia.

*Especialmente a mi pareja Silvana,
que me apoyó en todo este tiempo,
para poder dar mí mejor esfuerzo
en esta etapa de crecimiento personal.*

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mis profesores que compartieron y nos empaparon con sus experiencias, anécdotas laborales y de vida para poder ampliar nuestros conocimientos. Sería injusto no dejar de agradecer a Paloma que trataba de coordinar perfectamente las clases, pero no faltaba que hubiese algún retraso con los vuelos, al menos, los coffee no se retrasaban.

Todo esto no lo hubiese podido lograr si Essbio S.A. no hubiese confiado en mí con su beca y además de todas las horas que tuve que estar ausente con mi equipo de trabajo para poder estar presente en mis clases. Ojala que Sebastián, mi subgerente, no cobre todas las tardes de los viernes que estuve ausente.

Agradecer también a mi sindicato, sindicato N°2, que me dio una ayuda adicional en el financiamiento de mi carrera.

Pero el apoyo del día a día fue fundamental en mi rendimiento en el magister, todo ese apoyo se llama Silvana, gracias por ayudarme con todos los cafecitos y atenciones que recibí cuando me quedaba hasta tarde en mi escritorio estudiando o poniéndome al día en mi trabajo. Además necesito disculparme con mi regalón Coffee, por todos los paseos de los días sábado que me perdí, pero tu mamá me mantenía informado con las fotos y videos con tus amigos de juegos.

Gracias a mi padres, Humberto y Margot, por todo el cariño y enseñanzas que me ayudan a seguir superándome para ser una mejor persona. A mi enano Benjamín que tuvo que aguantar que estuviese estudiando algunos fines de semanas que no pude estar con él.

Agradecer a mis compañeros de carrera, especialmente a mis compañeros de grupo, ojala no perdamos contacto aunque sea por el grupo de whatsapp, sigan enviando sticker que me hacen reír un montón.

BENEFICIOS DE UNA GESTIÓN INTEGRAL EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN TALCA

Claudio Adolfo Iglesia Belmar

Bajo la supervisión del Profesor Héctor Valdés González, PhD, en la Universidad del Desarrollo de Chile

Resumen

Este trabajo presenta los beneficios de la implementación de un nuevo proceso de estandarización en la operación de las redes de distribución, con base en un piloto implementado en la localidad de Talca, para llevar su aplicación en otras localidades de la compañía. El objetivo de esta investigación es establecer los beneficios de una gestión integral en redes de distribución de agua potable, para aplicarlo segmentariamente en diferentes localidades pertenecientes a la compañía. Para lograrlo se propone un análisis cualitativo a las opiniones de 12 colaboradores de la empresa sanitaria Essbio S.A. y Nuevosur S.A. además de algunos consultores, basada en entrevistas semi estructuradas y considerando una muestra por conveniencia, para entender cómo y porqué el piloto implementado responde o adhiere a las necesidades regulatorias de disminución de pérdidas en redes, considerando un entorno de sequía. La evidencia muestra que los principales beneficios, son disminución de pérdidas de agua potable en redes de distribución, menor uso de recursos, costos de energía y metodología de operación estandarizada para todos los tipos de eventos. Se concluye que, en pos de los beneficios requeridos, y para poder tener un control eficiente del servicio, se necesita tener monitoreado constantemente gran parte de las redes de agua potable mediante sensores instalados en los sectores más críticos.

PALABRAS CLAVE: Estandarización de procesos; Smart water; Control operacional; Gestión de presión operacional; Monitoreo de señales.

HIGHLIGHTS

BENEFICIOS DE UNA GESTIÓN INTEGRAL EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN TALCA

Claudio Adolfo Iglesia Belmar

- Describir las ventajas de una red inteligente de agua potable.
- Se implementa para estudiar los beneficios de una red inteligente de agua potable.
- El piloto se realizó en una localidad de aproximadamente 300 mil habitantes.
- Reducir las pérdidas en la redes, mediante eficiencia de la gestión de presiones.
- Para maximizar los resultados se necesita medir y controlar las variables de la red.

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	BENEFICIOS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE REDES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN	10
1.2	BREVE DISCUSIÓN DE LA LITERATURA	11
1.3	CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO	16
1.4	OBJETIVO GENERAL	17
1.4.1	<i>Objetivos específicos</i>	17
1.5	PROPUESTA METODOLÓGICA	17
1.6	ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTE TRABAJO	20
2	INFORMACIÓN Y RESULTADOS	22
2.1	PROCEDIMIENTO DE RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS	22
2.2	PROCESO DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN	25
2.3	LOS DATOS RECOGIDOS:	25
2.4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	27
2.5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	31
2.6	ESTRATEGIAS DE EVIDENCIA CIENTÍFICA	36
3	ARTÍCULO	37
4	CONCLUSIONES GENERALES	50
4.1	PROPUESTA PARA TRABAJOS FUTUROS	51
5	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
6	ANEXO: REPORTE DE PLAGIO.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: AGUA NO FACTURADA EN CHILE (FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS)	9
TABLA 2: TABLA DE BALANCES DE AGUAS (FUENTE: INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION IWA)	10
TABLA 3: AGUA NO FACTURADA DE LA LOCALIDAD DE TALCA 2010-2018 (FUENTE PROPIA)	10
TABLA 4: INSTRUMENTO ENTREVISTAS SEMI ESTRUCTURADAS (FUENTE PROPIA)	24
TABLA 5: RESULTADOS POR CATEGORÍAS (FUENTE PROPIA).....	25

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: PRIORIDADES CON RESPECTO A LOS CLIENTES (FUENTE PROPIA)	33
--	----

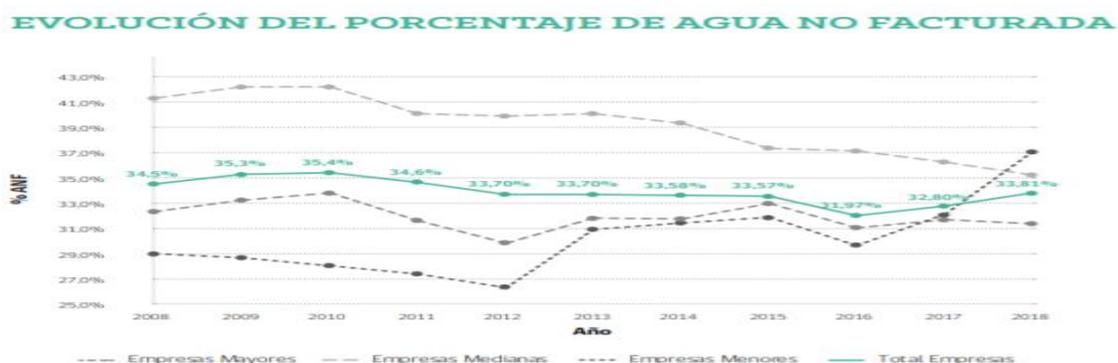
1 INTRODUCCIÓN

Como todos sabemos el elemento agua es un recurso escaso en nuestra actualidad, es una necesidad básica para la vida, fundamental para el desarrollo socioeconómico. Según las Naciones Unidas, la escasez de agua afecta al 40% de la población mundial y más 1700 millones de personas viven actualmente en cuentas fluviales en que el consumo de agua supera la recarga. Si revisamos en Chile, según el informe de gestión 2018 de la superintendencia de servicios sanitarios (SISS) las cifras de agua no facturada a nivel nacional es de 33,8% (Tabla 1).

Por ello cobra gran relevancia la eficiencia en el manejo del agua en grandes ciudades, donde el consumo de este recurso a través del tiempo aumenta y para que sea sustentable se deben tomar medidas extraordinarias y acordes a la tecnología que existe en la actualidad.

En las ciudades las mayores fuentes de pérdida de agua se deben principalmente a dos factores: Pérdidas comerciales y pérdidas físicas (Tabla 2). Entre las perdidas comerciales se destacan errores en las mediciones, conexiones clandestinas o con fraude. Y en las perdidas físicas destacan los reboses de estanques y perdidas en las conexiones y matrices de las redes de distribución.

Tabla 1: Agua No Facturada en Chile (Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios)



Para poder implementar grandes inversiones en nuevas metodologías del manejo del agua no facturada en las empresas, es conveniente realizar pilotos, para mitigar los errores y verificar los resultados de estos. Por lo anterior, se utilizó la localidad de Talca para poder implementar un piloto en las redes de distribución de agua potable.

La localidad de estudio se ubica en la provincia de Talca, región del Maule, Chile. Tiene alrededor de 300 mil habitantes, tiene una extensión aproximada de 775 km de red de distribución y 86 mil clientes con servicio de agua potable. A finales del 2018 la localidad

tenía una pérdida de agua no facturada de aproximadamente 41% (Tabla 3). El objetivo principal del piloto es bajar en 4 puntos porcentuales el agua no factura de la localidad llegando aproximadamente a un 37% en un tiempo de dos años. Para lograr este gran impacto se necesita implementar tecnología inteligente en las redes de distribución para poder gestionar lo que no se está midiendo en la red.

Tabla 2: Tabla de balances de aguas (Fuente: International Water Association IWA)

Agua Potable producida en Fuentes Propias (m3/año)	Volumen de Entrada al Sistema de Distribución (m3/año)	Agua Exportada	Consumos Autorizados (m3/año)	Consumos Autorizados Facturados	Agua Exportada Facturada	Agua Facturada (m3/año)
		Agua Suministrada (m3/año)		Consumos Autorizados No-facturados	Consumos facturados Medidos	
Agua Potable Importada (m3/año)				Pérdidas (m3/año)	Pérdidas Comerciales	Consumos No-facturados medidos
		Pérdidas Físicas			Consumos No-facturados No-medidos	Consumos No-autorizados
					Imprecisión en la Medición	
					Pérdidas en Conducciones y Redes	
					Pérdidas y reboses de estanques	
					Pérdidas en arranques (matriz-MAP)	

Notas: * Agua No Facturada (ANF): En inglés IWA define esta parte del Balance como "Non Revenue Water" (NRW), lo que se traduciría como Agua sin beneficio o agua no rentabilizada. IWA recomienda no usar el término Unaccounted For Water (UFW), que se parece al español Agua No Contabilizada (ANC). Si se usara debería calcularse según el desglose indicado en la Tabla.

Tabla 3: Agua No facturada de la localidad de Talca 2010-2018 (Fuente propia)



1.1 Beneficios de la gestión integral de redes en redes de distribución

Entendida esta realidad, y considerando la revisión bibliográfica presentada, es posible efectuar el siguiente cuestionamiento de contexto: ¿Cuáles son las variables que explican la criticidad de la gestión de redes de distribución del agua en la región del Maule Chile?

En efecto en la compañía Essbio S.A. y Nuevosur S.A., se adolece de una gestión integral en las redes de distribución de agua potable, en que los equipos trabajan sin consultar las necesidades del otro. Esto complica la operación de las redes de distribución, ya que no se optimizan las mantenciones de la infraestructura, equipos, monitoreo, planificación de crecimiento, renovaciones de matrices, gestión de presiones, calidad y reclamos con consecuencias que afectan el servicio hacia los clientes y multas por incumplimientos.

1.2 Breve discusión de la literatura

El agua es un recurso escaso en nuestra actualidad, es una necesidad básica para la vida y fundamental para el desarrollo socioeconómico. Según las Naciones Unidas, la escasez de agua afecta al 40% de la población mundial y más 1700 millones de personas viven actualmente en cuencas fluviales en las que el consumo de agua supera la recarga. Si revisamos en Chile, según el informe de gestión del sector sanitario 2018 de la superintendencia de servicios sanitarios (SISS) (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2018) las cifras de agua no facturada a nivel nacional son de 33,8%. Por lo anterior, se utilizó la localidad de Talca para poder implementar un piloto en las redes de distribución de agua potable, para disminuir la pérdida de agua. La localidad de estudio se ubica en la provincia de Talca, región del Maule, Chile. Tiene alrededor de 300 mil habitantes, tiene una extensión aproximada de 775 km de red de distribución y 86 mil clientes con servicio de agua potable. A finales del 2018 la localidad tenía una pérdida de agua no facturada aproximadamente de 41%.

Gestión operativa integral en empresas sanitarias: Teoría y definiciones

A continuación, se definen algunos términos que se utilizan en la investigación:

Redes de Distribución: Redes que entregan a los clientes el agua potable, estas redes están compuestas, a grandes rasgos, matrices, arranques domiciliarios, medidores de agua potable (MAP), válvulas de corte, estaciones reductoras de presión, estaciones sostenedoras de presión y presurizadoras.

Matrices: Tuberías por donde se transporta el agua potable, éstas tienen distintos diámetros (entre 110 a 1200 mm de diámetro) y materialidad, tales como; acero fundido, policloruro de vinilo (PVC), polietileno de alta densidad (HDPE o PEAD).

Arranques domiciliarios (acometidas): Tuberías de diámetro menor (entre 13 a 50 mm) que conectan los clientes con las matrices.

Medidores de agua potable domiciliario: Miden el consumo de los clientes, están generalmente cerca de la línea de la propiedad del cliente.

Válvulas de corte: Son las válvulas que permiten hacer maniobras en la distribución de agua potable. Se utilizan para delimitar los sectores de presión con el cierre o apertura de válvulas.

Sectores de presión: Son sectores gobernados por presiones generadas gravitacionalmente (estanques agua potable) o mecánicos (válvulas reductoras de presión, válvulas sostenedoras de presión o presurizadoras)

Estanques de agua potable: Son reservorios de agua potable que pueden ser elevados o semi enterrados.

Estaciones reductoras de presión: Son válvulas que reducen presión para evitar sobrepresión en las matrices.

Estaciones sostenedoras de presión: Son válvulas que sostienen presión para evitar grandes variaciones de presión en las matrices.

Presurizadoras: Sistema de bombeo que incorpora presión en las matrices de agua potable.

Gestión de presión: Maniobras que optimizan las presiones en algún sector de presión. Estas gestiones incorporan monitoreo y sistemas de alarmas para que las presiones sean eficaces para la demanda solicitada en el sector.

Operadores de redes: Son las personas encargadas de la operación de las redes de distribución. Estos operadores están constantemente revisando la continuidad del servicio y atendiendo reclamos de los clientes por la calidad del servicio. Este personal es fundamental en minimizar el riesgo en la calidad y continuidad del servicio, ya que los riesgos más altos están en los daños de tubería, prácticas inadecuadas en las reparaciones y reposición de componentes de la red de distribución de agua potable (Amézquita, Pérez & Torres, 2014)

Equipo de Mantenimiento: personas encargadas del mantenimiento de los equipos.

Equipo de gestión de redes: equipo que se preocupan de optimizar el recurso agua. Su foco está en la reducción de pérdidas reales en las redes de distribución, mediante la gestión de presión, monitoreo de reboses de estanques de agua potable y modelación hidráulica de las redes de distribución.

Planificación: equipo encargado en la planificación de renovación de redes o refuerzos, además de estar pendiente del balance oferta y demanda del agua potable.

Gestión integral en redes de distribución: El modelo consolida todas las actividades, planes e iniciativas que impactan en el desempeño de las redes, para alinear los objetivos y generar sinergias. Con el soporte de los modelos hidráulicos, aborda los problemas de continuidad, presiones, roturas y pérdidas, con el propósito de reducir los costos operacionales, las necesidades de inversión y mejorar calidad del servicio. Además incorpora

el concepto de “Iluminación de la red”, el cual permitirá conocer en línea el comportamiento de las variables críticas de operación de la red, de manera de identificar y atender de manera temprana los problemas que se presenten. Adicionalmente, se implementa el nuevo modelo de atención de emergencias, con contratos por capacidad y una gestión centralizada para el uso eficiente de los recursos, con seguimiento y control para asegurar el cumplimiento del presupuesto. Por otro lado, aborda la necesidad del recambio de medidores domiciliarios con foco en la rentabilidad, como medio para aumentar los ingresos y reducir el Agua no facturada. Finalmente, contempla la estandarización de la operación y el mantenimiento de las redes, con el propósito de asegurar su calidad y confiabilidad, permitiendo la sostenibilidad de los resultados en el largo plazo.

Rol de la sanitaria en la reducción de pérdida de agua

La normativa aún no es muy estricta en el modelo de negocios de las sanitarias en Chile, pero es necesario que la empresa tome un rol fundamental en la optimización del recurso. El agua se pierde en muchos procesos del ciclo del agua potable, pero hay dos importantes; las pérdidas reales en las redes de distribución (García-Espinoza, & Benavides-Muñoz, 2018) y las pérdidas aparentes en los errores de la micro medición de los clientes (Silva, Padua & Borges, 2016).

Oportunidad de mejora: Gestión Integral de redes (GIR)

En las pérdidas reales se tiene las mayores oportunidades de mejora, ya que depende exclusivamente de la operación del servicio. Las roturas de matrices y arranques de los servicios se producen generalmente por una deficiencia en el manejo de la presión de agua (Martínez-Codina et al, 2016). Para un manejo óptimo de las presiones y mantenimientos es crucial la sectorización de las redes de distribución (Fontana & Morais, 2017) la oportunidad está en hacer gestión integral de todos los factores que influyen en la operación de las redes de distribución.

Sanitarias: Servicio al cliente, medioambiente, y regulaciones

Si bien la empresa está pendiente de los costos asociados de las pérdidas reales en las redes de distribución, se suma la mala imagen que transmite hacia los clientes una deficiente operación y merma de los recursos hídricos de las cuencas, es necesario realizar sondeos de la opinión de los clientes con la suficiente frecuencia (Zuñiga & Mora, 2020) para la toma de

decisiones necesarias para mejorar la imagen de la empresa con los clientes. Adicionalmente es necesario tener una buena gestión integral con las pérdidas reales como foco estratégico hacia la comunidad (Ramos & León, 2016).

Una forma de realizar una buena gestión en la sostenibilidad ambiental es utilizar tecnología para crear conciencia de cómo nuestro estilo de vida provoca en el medio ambiente. Para ello proporcionar información a través medidores inteligentes que nos relatan cómo y cuánto consumimos puede provocar un cambio radical en los consumos habituales de los clientes y es factible a bajo costo. (González-Amarillo, Cárdenas-García & Mendoza-Moreno, 2018).

Sanitarias y su compromiso con la comunidad

La empresa sanitaria tiene un compromiso a largo plazo con la comunidad, que los recursos hídricos sean sostenibles para el desarrollo social, económico y no se reduzcan por una mala gestión (Martinez & Villalejo, 2018). Y a corto plazo con los mantenimientos y discontinuidades del servicio, sean lo menos molesto con las labores diarias de la comunidad (Fontana & Morais, 2015). Además, se debe cumplir con la calidad del agua, para ello es necesario tener una metodología para monitorear las redes de distribución de agua potable el estado del cloro mediante puntos de control (Saldarriaga et al, 2014).

También es necesario estudiar otros parámetros relevantes en la red de distribución del agua potable, para ello se deben hacer estudios bacteriológicos y fisicoquímicos para corroborar la calidad del agua potable se cumpla en toda la extensión de la red de distribución (Silva et al, 2015). Por ello toma mucha relevancia el manejo óptimo de las redes de distribución de agua potable para que no haya presencia de microorganismos con la incorporación de residuos sólidos o líquidos a la red (Venegas, Mercado & Campos, 2014).

¿Cómo lo abordan en el resto del mundo?

A medida que las ciudades van creciendo, se hace más complejo tener un servicio adecuado para las necesidades de la población, para ello la implementación de macro cuarteles con medición de caudal en el mundo es uno de los métodos más utilizados en las industrias sanitarias, con esta herramienta se pueden identificar y reducir las fugas en las redes de distribución además de optimizar la gestión de presiones en el sector medido.

Así se puede tener monitoreado los caudales nocturnos de los macro cuarteles y se pueden implementar campañas de detección de fugas y manejar eficientemente las presiones para

no provocar grandes roturas con las variaciones de presiones. Con este método en el Reino Unido han podido reducir las pérdidas bajo el 30% en menos de 25 años (Wright, Abraham, Parpas & Stoianov, 2015). En la otra vereda está el sistema de abastecimiento intermitente, esto es debido a mala gestión del recurso o por la escasez hídrica que en algunos países se está desarrollando. La gran problemática de estos sistemas es que está muy poco estudiado y cada vez más sistemas irán en ese camino, si no se aborda de manera seria la escasez hídrica (Ilaya-Ayza et al, 2015). El servicio intermitente o las reiteradas fallas a los servicios hacen que cada vez más consumidores se abastecen mediante estanques propios, lo que lleva peligrosamente al consumo sin restricción y libera a las autoridades de sanear los problemas de fondo de las redes de distribución de agua potable (Gómez-Valdez & Palerm-Viqueira, 2015). La falta de agua potable se ve más reflejado en los sectores donde la pobreza es abundante, ya que gran parte de ellos no tienen sistema de distribución de agua potable ni recolección de aguas servidas por tener viviendas informales (Ojeda et al, 2020) y dentro de la zona urbana concesionada hay población que poseen los servicios pero que no pueden utilizarlos como ellos quisieran por el gasto que esto produce en su ingreso familiar (Duran, 2015)

¿Cómo lo abordan en Chile?

En Chile al igual que en el mundo se han implementado macro cuarteles con medición de caudal en las localidades, existen de distintos tipos dependiendo del tamaño de la infraestructura de la red de distribución. Si es una ciudad pequeña, el macro cuartel será la misma localidad, a medida que la localidad crece, habrá más macro cuarteles o en definitiva agrandan el mismo macro cuartel. Esto tiende a pasar en localidades que tienen explosiones demográficas en donde la ciudad creció más rápido de lo planificado por la industria sanitaria. Con la crisis hídrica se hace más preciso implementar y actualizar los macro cuarteles en las localidades, para asegurar el servicio, control y gestión de la red de distribución, por ello, es necesario tomar en cuenta el diseño y la planificación de los sectores (Gomez-Martinez, Cubillos-González & Martin-Carrasco, 2017). Además de actualizar y crear nuevos macro cuarteles en las localidades, es necesario implementar nuevas tecnologías para tener un mejor monitoreo de las variaciones de caudales y presiones de los sectores. En Chile se está solicitando por parte de la Superintendencia de Servicio Sanitarios (SISS) la implementación de una red de monitoreo en línea, con sensores en los puntos de control de

presión (PCP). Esto implica que además de la instalación de los equipos se necesita un sistema que esté revisando todas estas mediciones. A medida que tengamos más visibilidad de lo que está pasando en las redes de distribución, tendremos más opciones para la optimización de estas.

Adicionalmente de estas mediciones de presiones, se pueden actualizar y calibrar modelos hidráulicos, mediante software especializados, actualizar los sistemas de información geográfica, monitorear clientes de gran consumo mediante medidores digitales (medidores inteligentes), implementar variadores de frecuencias a las plantas de bombeo o equipos de multi consignas en los equipos de reducción de presiones e integrar todos estos datos es fundamental para la creación de indicadores y KPIs.

Finalmente, y habiendo revisado las principales contribuciones que aportan o han aportado a la línea de trabajo de este proyecto, es posible indicar que una oportunidad de desarrollo se encuentra en el hecho que no existe, para el caso de la región del Maule, información suficiente o certeza, respecto a los beneficios de la gestión integral de redes.

Lo que autoriza la siguiente como contribución para este proyecto de grado.

1.3 Contribución del trabajo

Habiendo recorrido las bases teóricas fundamentales para este estudio, cabe mencionar que la principal motivación para realizarlo ha sido levantar la información de una manera más detallada, explicar la importancia del monitoreo y gestión integral en las redes de distribución. Ante esto se propone un análisis operacional de la gestión de redes de distribución de agua potable, sus variables críticas y la factibilidad de implementar por tramos en sectores, con base en una experiencia piloto para estimar los beneficios en localidades donde las redes de distribución de agua potable sean complejas de operar. En este sentido contribuye a relatar los beneficios de la aplicación del piloto de Talca y a levantar la oportunidad con una mejor operación en las redes de distribución de agua potable.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, este trabajo considera los siguientes como objetivo general y objetivos específicos para este trabajo de tesis.

1.4 Objetivo general

Evaluar los beneficios de una gestión integral en redes de distribución de agua potable en Talca, para poder gestionar su aplicación de manera segmentada en localidades donde las redes de distribución son cada vez más extensas y complejas de operar.

1.4.1 Objetivos específicos

- Comprobar las variables críticas para la gestión integral de redes.
- Organizar las brechas de la organización para la implementación correcta de la gestión integral de redes.
- Valorar la estandarización de procesos en las redes de distribución.

1.5 Propuesta metodológica

Paradigma y Diseño: Para la investigación se propone la utilización de una metodología cualitativa, basada en entrevistas semi estructuradas, considerando una muestra por conveniencia de actores claves dentro del entorno de la investigación orientada a que nos relatan cuáles son las variables más destacables, con este ejercicio se mejora la transparencia y la imagen de la investigación con los entrevistados (Valles, 2015).

Población sobre la que se efectuará el estudio: Las entrevistas principalmente son a colaboradores de las empresas Essbio S.A. y Nuevosur S.A. de la Gerencia de Procesos y Soporte Operacional, Gerencia de Planificación Ingeniería y Gestión Tarifaria y Gerencia Regional además se incorporó a dos consultores que conocen del tema. Se utilizó un muestreo por conveniencia de los cuales 42% son Subgerentes, 25% son jefes de departamento y 33% supervisores de redes. En total participaron 12 profesionales con una edad promedio de 46.3 años, un mínimo de 33 años y un máximo de 68 años. Poseían un promedio de 15 años de servicio en la compañía con un mínimo de 1 año y un máximo de 35 años. Poseían un promedio de 15 años de experiencia en redes de distribución.

Entorno: Historia de la compañía Essbio S.A., en 1977 el Estado crea el Servicio Nacional de Obras Sanitarias, SENDOS. En 2007 El Fondo de Pensiones canadiense Ontario Theacher's Pension Plan alcanza el porcentaje mayoritario de Essbio, permitiéndole su control. Con la operación de la nueva planta de Santa Bárbara, se completa el tratamiento de todas las aguas

servidas urbanas que descargan al río Biobío. En 2018 la empresa presentó su Estrategia Corporativa 2019-2023 en la que centra sus objetivos en 6 focos para responder de manera adecuada y oportuna a los desafíos de la industria sanitaria y de las empresas de servicio. El año 2019 asume un nuevo Gerente General en Essbio cuyos principales desafíos en el año fueron la redefinición del propósito de la compañía y un ajuste al Plan Estratégico con foco en los clientes y la sostenibilidad del negocio en el largo plazo. Asimismo, se implementó una nueva estructura con la creación de la Gerencia de Procesos y Soporte Operacional para fortalecer la gestión y la excelencia en la operación.

Como empresa del sector sanitario Essbio desarrolla actividades en un mercado regulado por ley. Al igual que las demás empresas sanitarias del país, la compañía ejerce una actividad que reviste el carácter de monopolio natural regulado, al ser el único prestador del servicio dentro de su zona de concesión. El rol fiscalizador de todas las sanitarias corresponde a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Esta entidad es la que supervisa el cumplimiento de las normas relativas a estos servicios, así como el control de los residuos líquidos industriales.

Principales servicios de Essbio S.A. Producción y distribución de agua potable, se atienden a 842.666 clientes en 89 localidades de las regiones de O'Higgins, Ñuble y Biobío. Recolección y tratamiento de aguas servidas Essbio provee servicios de tratamiento de residuos líquidos industriales a 58 clientes y asesoría técnica a 441 sistemas de Agua Potable Rural, que atienden un total de 160.350 arranques en las regiones de O'Higgins, Ñuble y Biobío. A finales del año 2019, se alcanzó una cobertura del 99,99% en agua potable, 93,34% en alcantarillado y 100% en aguas servidas, contribuyendo así al tratamiento de la totalidad de las aguas servidas que llegan a su red de alcantarillado en su zona de concesión. Finalmente, Essbio S.A. tiene 996 colaboradores.

El estudio se realizó en la localidad de Talca, región del Maule donde la empresa Sanitaria es Nuevosur S.A., donde Essbio S.A. presta servicios gerenciales a Nuevosur S.A. desde 2004. En esta localidad se ejecutó un proyecto de implementación de gestión integral de redes. Operacionalmente las redes de distribución de agua potable de la localidad tenían bastantes deficiencias y era necesario realizar una mejora donde debían participar todos los equipos que participan en la operación del servicio de distribución de agua potable.

Intervenciones: Por la contingencia mundial por la pandemia del Covid-19, se requirió a entrevistas en línea a través del programa Teams, estas entrevistas se grabaron, previa consulta del entrevistado. Las preguntas fueron de carácter abierto y se consideran las siguientes etapas:

Etapas 1: Caracterización el presente y comprensión de la realidad.

1. ¿Cómo opera la empresa frente a un escenario de escasez hídrica?
2. ¿En la práctica como opera hoy telecontrol con las redes de distribución de agua potable?
3. ¿En cuánto afecta las decisiones en la operación de las redes de distribución de cara a sus clientes?
4. ¿Cuáles son los factores de éxito para mejorar la satisfacción de los clientes desde las redes de distribución?
5. ¿Qué entiende por gestión integral de redes?

Etapas 2: Propuestas de alto impacto.

6. ¿Cómo podemos modificar la situación actual de la compañía para incluir gestión integral de redes?
7. Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en un análisis de la gestión operacional de las redes de distribución, sus variables críticas y la factibilidad de implementar en localidades donde sean complejas de operar: ¿Qué opina de dicha propuesta?

Etapas 3: Alertas sobre las transformaciones.

8. ¿Cuáles son, en su opinión, los costos no económicos de implementar la gestión integral de redes?
9. ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la operación un plan de gestión integral de redes de distribución?
10. ¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de gestión integral de redes?
11. ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios?

Plan de análisis de los datos: Se confeccionó la entrevista semi estructurada, y se ajustó el instrumento a la realidad del estudio, a través de un piloteo de la misma, para luego ser verificado por profesionales del área del estudio. Posteriormente se concertaron y concretaron las 12 entrevistas, las respuestas se agruparon y categorizaron para analizar la información obtenida. Desde este análisis se propone una percepción de los colaboradores de las empresas con respecto a la gestión integral de redes de distribución de agua potable.

Ética: Se procuró la participación informada y voluntaria de los actores del estudio; se tomaron medidas para garantizar la confidencialidad de la información y validarla con los propios interesados. No se intentó, ni implícita ni explícitamente, influir en las respuestas, ni cambiar sus características individuales, se respetó la libertad de participar o no sin presión, ni ofrecimiento de beneficio para ser parte de la investigación.

1.6 Organización y presentación de este trabajo

Este trabajo de grado posee cuatro capítulos principales y se organiza como sigue:

Capítulo 1: Presenta el marco conceptual del proyecto, contextualizándolo, proponiendo objetivos y discutiendo desde la literatura la pertinencia del foco de la investigación, su contribución, y presentando a su vez un marco metodológico para su desarrollo e implementación.

Capítulo 2: Asociado a recogida de información, modelos y datos. También explicita resultados.

Capítulo 3: El proyecto de grado, se presenta en formato resumido en un artículo académico que se estructura de la siguiente manera:

- Título
- Resumen
- Introducción
- Metodología
- Resultados
 - ⇒ Presentación y análisis básicos de datos recogidos
 - ⇒ Discusión de resultados
 - ⇒ Estrategias de evidencia científica.
- Conclusiones

- Referencias

Capítulo 4: Finalmente las conclusiones generales derivadas de este trabajo, y una dirección para la investigación futura, la cual considera aquellas preguntas no contestadas durante el desarrollo de este trabajo, se presentan en este capítulo.

Referencias bibliográficas

Anexo: Reporte de Plagio

2 INFORMACIÓN Y RESULTADOS

Para abordar este trabajo de investigación se ha optado por una aproximación de una metodología cualitativa, que permite considerar la siguiente estructura para la presentación de la información y sus análisis:

2.1 Procedimiento de recogida y análisis de datos

Esta investigación analiza en la región del Maule, que pertenece a la organización Nuevosur S.A., la forma de operación, gestión integral de redes y como esta es percibida. Por tal motivo, se llevó a cabo en el año 2020 entrevistas con preguntas abiertas con la finalidad de recoger información para su posterior análisis. En particular se solicitó responder preguntas y temáticas, explicando sus ideas y respuestas con sus palabras.

El método utilizado en este estudio es de carácter descriptivo, dado que se miden y recolecta información de diferentes aspectos o dimensiones del elemento en la investigación.

Fechas en que se recogieron los datos:

El primer grupo de entrevistados fue entre el 8 de septiembre de 2020 y 10 de septiembre de 2020.

El segundo grupo entre el 14 de septiembre de 2020 y 17 de septiembre de 2020.

El tercer grupo entre el 21 de septiembre de 2020 y 23 de septiembre de 2020.

Coherencia con lo planificado:

La entrevista propuesta inicialmente, debió ser modificada parcialmente desde el piloteo de la entrevista, agregando y modificando preguntas en sus etapas, para hacerla más precisa y coherente. A medida de que realizaron las entrevistas, se fue mejorando la forma de introducir las etapas de conversación y se acortó de 15 entrevistados planificados inicialmente a 12 ya que se observó que no se encontró información adicional que sirviera en la investigación.

Se aplicó el mismo instrumento a todos los intervinientes.

Fortalezas y debilidades del proceso:

Fortalezas:

- Transparencia del proceso.
- Conversación abierta del tema.
- Proceso ético.
- Bien recibido por la empresa.
- Buena retroalimentación de los entrevistados con el proceso.

Las debilidades propias de la investigación de contexto se circunscriben a:

- Para generalizar resultados al resto de la compañía, la muestra debe ser mayor.
- Considerar otras empresas del rubro.
- Las falencias detectadas no podrán ser directamente informadas hacia el personal para su corrección.

Población y muestras

Además de o planteado en el marco metodológico, en la sección de población sobre la que se efectuará el estudio, donde se identifica la muestra, se hace notar que para la selección de participantes se utilizó una muestra no probabilística ya que se seleccionó a profesionales dentro de la organización porque se estimó que pudieran tener mayor conocimiento de la materia y de la zona de la investigación.

Instrumento.

Como se indicó anteriormente, para recoger información sobre el tema denominado beneficios de una gestión integral de redes de distribución, se utilizó el cuestionario con base en tres etapas. Este cuestionario que sirve en una primera instancia para lograr introducir al entrevistado sobre el tema de gestión integral de redes y su percepción respecto al tema. La segunda etapa se plantea las propuestas de alto impacto para mejorar la situación actual y la tercera etapa aplica para detectar las alertas sobre las transformaciones para poder implementar las mejoras. Este instrumento consta de once preguntas, todas respuestas abiertas, de la misma forma como se muestra en la tabla siguiente (Tabla 4).

Tabla 4: Instrumento entrevistas semi estructuradas (Fuente propia)

<p>Etapa 1: Caracterización el presente y comprensión de la realidad</p> <ol style="list-style-type: none">1. ¿Cómo opera la empresa frente a un escenario de escasez hídrica?2. ¿En la práctica como opera hoy telecontrol con las redes de distribución de agua potable?3. ¿En cuánto afecta las decisiones en la operación de las redes de distribución de cara a sus clientes?4. ¿Cuáles son los factores de éxito para mejorar la satisfacción de los clientes desde las redes de distribución?5. ¿Qué entiende por gestión integral de redes? <p>Etapa 2: Propuestas de alto impacto</p> <ol style="list-style-type: none">6. ¿Cómo podemos modificar la situación actual de la compañía para incluir gestión integral de redes?7. Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en un análisis de la gestión operacional de las redes de distribución, sus variables críticas y la factibilidad de implementar en localidades donde sean complejas de operar: ¿Qué opina de dicha propuesta? <p>Etapa 3: Alertas sobre las transformaciones</p> <ol style="list-style-type: none">8. ¿Cuáles son, en su opinión, los costos no económicos de implementar la gestión integral de redes?9. ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la operación un plan de gestión integral de redes de distribución?10. ¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de gestión integral de redes?11. ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios?

Este cuestionario se aplicó como elemento de consulta durante las entrevistas personales realizadas, previo consentimiento informado. A partir de dichas instancias se provoca un espacio de conversación en relación con la forma de operar que tiene la organización respecto a las redes de distribución de agua potable, además de conocer cuál es su percepción de la gestión integral de las redes de distribución.

2.2 Proceso de recogida de información

Como se ha indicado anteriormente, se aplicó un instrumento basado en una entrevista semi estructurada, a través de un cuestionario de respuestas abiertas las que han permitido agrupar las respuestas por categorías claves, concentrando la información para analizarla posteriormente de forma cualitativa.

2.3 Los datos recogidos:

La agrupación de resultados por categorías claves, agrupando la información para su posterior análisis queda dada por la siguiente tabla (Tabla 5).

Tabla 5: Resultados por categorías (Fuente propia)

<i>Pregunta</i>	<i>Categoría</i>	<i>Resultado</i>
1. ¿Cómo opera la empresa frente a un escenario de escasez hídrica?	Relativamente con diferencia	17%
	No hay diferencia	67%
	No la utiliza	17%
2. ¿En la práctica como opera hoy telecontrol con las redes de distribución de agua potable?	Opera con solicitudes	33%
	No opera	67%
3. ¿En cuánto afecta las decisiones en la operación de las redes de distribución de cara a sus clientes?	Afecta a la calidad	25%
	Afecta a la continuidad	42%
	Afecta a las presiones operacionales	8%
	Afecta a la comunicación	25%
4. ¿Cuáles son los factores de éxito para mejorar la satisfacción de los clientes desde las redes de distribución?	Mirada a largo plazo	42%
	Mirada a mediano Plazo	8%
	Mirada a corto plazo	50%

5. ¿Qué entiende por gestión integral de redes?	Entiende en profundidad	67%
	Entiende medianamente el modelo	25%
	No entiende el modelo	8%
6. ¿Cómo podemos modificar la situación actual de la compañía para incluir gestión integral de redes?	Cambios en la forma de operación (estandarización)	67%
	No hay cambios operacionales	8%
	Medir y controlar en la red de distribución	8%
	Cambios gerenciales, zona con más poder	17%
7. Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en un análisis de la gestión operacional de las redes de distribución, sus variables críticas y la factibilidad de implementar en localidades donde sean complejas de operar: ¿Qué opina de dicha propuesta?	Opina a favor	92%
	Opina a favor pero faltan cambios	8%
8. ¿Cuáles son, en su opinión, los costos no económicos de implementar la gestión integral de redes?	Capacidad de Mantenimiento	17%
	Horas de gente capacitada	25%
	Responsabilidades de cada equipo	25%
	Tiempo de implementación	33%

9. ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la operación un plan de gestión integral de redes de distribución?	Control de implementación y seguimiento	50%
	Falta de comunicación con los cambios	25%
	Ve positivamente el cambio	25%
10. ¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de gestión integral de redes?	Mantenimiento de la nueva tecnología	8%
	Capacitación continua	17%
	Absorción de horas adicionales de trabajo	25%
	Seguimiento de implementación	50%
11. ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios?	Capacitación	25%
	Sensorización en las redes de distribución	25%
	Sentir el proyecto propio de la zona	33%
	Equipo dedicado a este tipo de proyecto	17%

2.4 Análisis e interpretación de los datos

A continuación, se expone en un resumen las tres etapas establecidas. Se detalla frases que aportan información relevante a la investigación de este artículo.

Ítem 1: ¿Qué diferencia hace telecontrol frente a un escenario de escasez hídrica y donde no la hay?

Si revisamos los resultados generales de la primera pregunta del cuestionario nos encontramos que un 84% de los entrevistados ocupa el sistema en la operación de la empresa, lo que queda de manifiesto en opiniones como: “telecontrol avisa a los operadores de planta de los estanques que están rebosando” (E2, 60 años). Si bien esa respuesta es adecuada, la mayoría concuerda que falta un análisis más profundo de los problemas dado el entorno actual: “Falta análisis, por ello ocupamos los datos de telecontrol para tomar medidas provisionales propias para salvar el verano” (E1, 47 años) Sorprende encontrar respuestas que idealizan el trabajo de telecontrol (17%), al indicar que: “No lo sé, pero me cuesta pensar que no lo hagan” (E5, 34 años)

Ítem 2: ¿En la práctica como opera hoy telecontrol con las redes de distribución de agua potable?

En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (67%) de similar forma entendiendo que el equipo de telecontrol no opera de ninguna forma en las redes de distribución: “El apoyo a las redes de distribución es casi mínimo, solo informan sobre roturas en las matrices” (E4, 55 años). Además piensan que los avisos son muy encima y no alcanzan a reaccionar a tiempo: “Aviso de roturas muy encima, la rotura de matriz esta hace mucho tiempo y se nos baja el nivel del estanque” (E2, 60 años), de alguna forma telecontrol puede monitorear mejor y dar aviso al equipo de la zona para hacer alguna gestión en las redes de distribución. El 33% dice “Solo operan válvulas automatizadas a solicitud de nosotros” (E10, 35 años) eso es cierto, ya que telecontrol tiene la facultad de manejar las presiones en las redes de distribución con los equipos automatizados.

Ítem 3: ¿En cuánto afecta las decisiones en la operación de las redes de distribución de cara a sus clientes?

En este apartado todos entienden la importancia de los clientes, pues el 100% dice: “Es muy importante para la compañía el cliente es la prioridad de todos” (E11, 42 años), preguntando en más detalle de cuál es la prioridad un 42% cree que es la continuidad de servicio: “es inevitable que se produzcan roturas de matrices por ello debemos tener una buena reacción ante la emergencia” (E2, 60 años), para el entrevistado es importante reponer en el menor tiempo posible y solo el 25% dice: “Revisó cada una de las anomalías por calidad del agua”

(E1, 47 años) el entrevistado entiende que las anomalías por calidad son su prioridad para evitar reclamos por parte de los clientes.

Ítem 4: ¿Cuáles son los factores de éxito para mejorar la satisfacción de los clientes desde la mirada de las redes de distribución?

En esta consulta una parte importante de los participantes (50%) respondieron de similar forma: “atender con rapidez los reclamos de los clientes y discontinuidades” (E3, 57 años), con foco a corto plazo, reaccionar frente a los problemas operacionales, por otro lado (42%) de entrevistados le dieron importancia a: “Cambiar la cultura de operación, información en situación de crisis y cumplir lo informado” (E9, 42 años) una visión más a largo plazo atacando a solucionar el problema de la información hacia los clientes. El 8% culpa a la planificación de las obras “las obras no están siendo ejecutadas a tiempo” (E2, 60 años) desconociendo su rol con respecto a los clientes.

Ítem 5: ¿Qué entiende por gestión integral de redes?

En esta consulta principalmente los entrevistados (67%) tienen una idea bastante clara: “Utilizar las variables de la operación, para poder actuar de mejor manera con una sensorización adecuada de las redes de distribuciones” (E5, 34 años) entienden que es un plan que integra varias iniciativas y planes de la compañía, otros sabían de que se están realizando un piloto pero no tenían mayor información (25%) “Tener el control, visualización, todo operativo” (E1, 47 años) y el 8% de los entrevistados no tenía una idea clara: “Todos los contratistas deberían depender de la gente zonal” (E4, 55 años) esto es completamente normal, ya que el plan no está ejecutado en todas las zonas.

Ítem 6: ¿Cómo podemos modificar la situación actual de la compañía para incluir gestión integral de redes?

En esta consulta la mayoría entiende el problema (67%) respondieron de similar forma: “Mejorar la cultura de operar, integrar la operación con una estandarización” (E6, 34 años), estandarizar la operación en todas las zonas, adicionalmente (8%) de entrevistados le dieron importancia a: “Medir y controlar las variables en las redes de distribución” (E8, 41 años) una visión que complementa el problema de fondo. El 17% culpa al corporativo “Abandono y

desgaste en convencer de los problemas locales” (E2, 60 años) acusando falta de comunicación entre el corporativo y la zona.

Ítem 7: Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en un análisis de la gestión operacional de las redes de distribución, sus variables críticas y la factibilidad de implementar en localidades donde sean complejas de operar: ¿Qué opina de dicha propuesta?

En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (92%) de similar forma positiva: “Me parece muy efectivo estandarizar los procesos de operación y mantenimiento de la compañía” (E9, 42 años). Esto no está correcto del todo, ya que cada localidad necesita su propio plan de operación personalizado. El 8% dice “La zona debería manejar todos los datos e informes” (E3, 57 años) eso produciría silos en la compañía y el plan no tendría el apoyo de los otros equipos corporativos.

Ítem 8: ¿Cuáles son, en su opinión, los costos no económicos de implementar la gestión integral de redes?

En esta consulta principalmente los entrevistados (50%) tienen dos preocupaciones: “Se generará mucha información, no seremos capaces de analizar todo y dejar claras las responsabilidades de los equipos” (E2, 60 años) entienden que es un plan que generará más información de la existente para poder medir y controlar las variables operacionales de las redes de distribución, otros les preocupan el mantenimiento (17%) “Se instalan nuevas tecnologías pero sin un mantenimiento adecuado es peligroso” (E1, 47 años) y el 33% de los entrevistados: “implementar el plan en los tiempos adecuados” (E9, 42 años) esto es completamente válido, estos planes innovadores son salvavidas de algunos equipos que están esperando resultados rápidos.

Ítem 9: ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la operación un plan de gestión integral de redes de distribución?

En esta consulta la mayoría le preocupa (50%) que el modelo deje de funcionar: “Se implemente el nuevo modelo pero el miedo es que se deje de controlar e implementar en el día a día” (E4, 55 años), si no se realizan capacitaciones y controles cada cierto tiempo,

adicionalmente (25%) de los entrevistados le dieron importancia a: “Que se implemente un modelo sin el consentimiento de las personas que en la práctica lo operarán” (E6, 34 años) una visión que sucede a menudo por la falta de comunicación entre equipos.

Ítem 10: ¿Cuál sería su principal preocupación respecto a la implementación de gestión integral de redes?

En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (50%) de similar forma: “Se implementará el nuevo modelo de operación con una capacitación inicial que no será suficiente” (E10, 35 años). Estas impresiones son el legado de otras implementaciones fallidas. El 8% dice “Las nuevas tecnologías funcionarán hasta que llegue la hora de la mantención y se dará de baja el parque de equipos” (E11, 42 años) eso es preocupante, no confían en el equipo zonal de mantención. El 25% hace reseña de “Las horas adicionales de los análisis y avisos las tendremos que absorber con la misma gente” (E3, 57 años) con mayor cantidad de información se utilizará más tiempo para poder revisar las mediciones y controlar las variables en algún tablero.

Ítem 11: ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios?

En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (33%) de similar forma: “es muy necesario elaborar el proyecto en conjunto con la gente de la zona que operará” (E1, 47 años). Esto es fundamental para que la gente aprecie desde el principio el proyecto. El 25% dice “Sensorización adecuada para las redes de distribución con un equipo dedicado para el análisis de los datos” (E8, 41 años) eso es cierto, se debe analizar bien los tipos de equipos que se utilizarán por las condiciones que tendrán en las redes de distribución, además de la cantidad de datos que se obtendrán. Un 25% piensa que la capacitación es fundamental: “me parece que la capacitación debe ser cada cierto tiempo y actualizar el plan de operación a medida que salen nuevos problemas” (E9, 42 años), el plan de operación debe actualizarse cada cierto tiempo o tipo de temporada.

2.5 Discusión de resultados

Si se consideran los resultados obtenidos en la etapa 1, de caracterización del presente y comprensión de la realidad, es posible establecer que los entrevistados comprenden cómo

opera telecontrol frente a un escenario de escasez hídrica, llegando a que la mayoría (67%) entiende que telecontrol no hace mayor diferencia entre localidades con o sin escasez hídrica. Los avisos de telecontrol no están personalizados para cada localidad, sino que son avisos estándares para toda la compañía.

Ahora desde un punto de vista operacional de redes de distribución los entrevistados coinciden (67%) en que telecontrol no tiene mayor injerencia en la operación, ya que no se tienen las herramientas para poder medir las variables en las redes de distribución, esta afirmación se contrapone con (González-Amarillo, Cárdenas-García & Mendoza-Moreno, 2018) ya que ellos proponen la integración tecnológica para la sustentabilidad de los recursos ambientales. Por ello es importante integrar nuevas tecnologías para poder medir todas las variables en las redes de distribución para la sustentabilidad del recurso.

Por otro lado, los informantes clave, perciben fuertemente que los clientes son el foco primordial de la compañía (100%), las prioridades hacia los clientes son principalmente cuatro; Continuidad del servicio, calidad, comunicación y gestión de presiones (Ilustración 1). Continuidad del servicio fue escogido como la prioridad (42%) esto afirma lo dicho en el estudio (Fontana & Morais, 2017), que explica que las mantenciones y trabajos de las sanitarias afectan a los clientes y por ende se deben tomar decisiones técnica y económicamente viables para disminuir la discontinuidad del servicio. Con respecto a la calidad del agua potable (25%) es importante realizar mantenimiento a las redes de distribución para que no se levanten anomalías en los puntos de monitoreo de calidad, esto confirma lo dicho (Saldarriaga et al, 2014) que explica que hay que revisar constantemente la forma de operación hidráulica de las redes ya que los cambios afectan la calidad del agua potable, por ello hay que tener actualizado el modelo hidráulico con respecto a la operación en las redes de distribución y bajo cualquier cambio operacional se deben estudiar los cambios en los puntos de monitoreo de calidad. Una mención honrosa con la gestión de presiones (8%) se hace la diferencia entre la gente de operaciones zonales y los del corporativo. La mirada de la gente de operaciones zonales es a más corto plazo, ya que están preocupados de salir a atender las emergencias del día a día mientras que los del corporativo entienden que la forma de operar las redes de distribución no tiene un protocolo estándar que sigan todos los colaboradores de operaciones en la compañía, esto hace que quede a

criterio de cada operador. Esto provoca que las presiones en las redes de distribución se vean afectadas por los cambios en terreno que no se informan a ninguna plataforma y muchas veces se pierde la información de estos cambios. Según (Martínez-Codina et al, 2016) estos cambios son fundamentales en la probabilidad de incidencia de roturas de matrices, ya que afectan los rangos de presión, variación de presión y variabilidad de presión en los sectores modificados.



Ilustración 1: Prioridades con respecto a los clientes (Fuente propia)

La mayoría entiende el modelo de gestión integral de redes, solo faltaría reforzar que el entregable del proyecto es la estandarización de la forma de operar las redes de distribución de manera normal y de crisis integrando a todos los equipos que tienen injerencia en las redes de distribución. Esta forma de estandarizar los procesos se afirma en (Amézquita, Pérez & Torres, 2014) ya que te permiten identificar los eventos peligrosos, estimar los riesgos y priorizar las medidas o implementar nuevas medidas en caso de crisis o cambios operacionales en las redes de distribución.

Para abordar las brechas detectadas se propone personalizar las alarmas para las localidades con escasez hídrica asegurando principalmente los niveles de estanque. Para abordar las brechas en sensorización de las redes de distribuciones es necesario invertir en equipamiento para la medir las variables críticas en las redes. Para mejorar la información de los cambios operaciones de las redes de distribución se necesita estandarizar el proceso.

Para mejorar la implementación de la gestión integral de redes es necesario reforzar los conceptos de la definición del plan.

Los resultados obtenidos en la etapa 2, de propuestas de alto impacto para las personas con más experiencia en la compañía, son los más resistentes al cambio en la operación de redes de distribución, sino que desestiman el cambio y quieren más poder de decisión de los presupuesto y obras necesarias para poder seguir con un buen servicio hacia los clientes. Estas opiniones se contraponen a lo expuesto por (Martinez & Villalejo, 2018) que se explica que el desarrollo de las ciudades se debe desarrollar desde varios ámbitos, entre los cuales están el ingenieril, económico y una política de recursos, todos estos puntos tienen que venir desde el corporativo y la gente de operaciones de las zonas debe dedicar sus esfuerzos a la operación de los activos de la compañía. En cambio, los puestos más gerenciales están de acuerdo con realizar la estandarización de la forma de operar las redes de distribución, pero para ellos no es tan importante la medición y control de las variables en las redes de distribución. En este último punto se contrapone a lo descrito por (González-Amarillo, Cárdenas-García & Mendoza-Moreno, 2018) que especifica que tener más información podría crear conciencia de los recursos que se están consumiendo en favor a la sostenibilidad de estos. En resumen, la mayoría de los entrevistados está de acuerdo con las sugerencias propuestas del plan de gestión integral de redes pero no les queda claro las responsabilidades de todos los equipos que se involucran en las redes de distribución. Lo expuesto está en línea con lo planteado por (Amézquita, Pérez & Torres, 2014) ya que es fundamental entender y crear conciencia de todos los equipos que participan en el proceso para asegurar la calidad con la recopilación, procesamiento y análisis de la información.

Se detecta reforzar el flujo de trabajo de los departamentos corporativos y zonales para mejorar las expectativas y responsabilidades de cada equipo, para el grupo corporativo es importante que se promueva la calidad de servicio hacia los equipos zonales para promover y generar satisfacción del servicio solicitado (Rojas-Martínez et al, 2020). Para mejorar la falta de interés de la información de las variables críticas en las redes de distribución por parte de los cargos gerenciales es necesario realizar un tablero donde esté el control y seguimiento de las variables críticas, para evidenciar la falta de equipamiento en las redes de distribución. Para mejorar la implementación de la gestión integral de redes es necesario

reforzar los conceptos de la definición del plan con las etapas y responsabilidades de cada equipo.

Los resultados obtenidos en la etapa 3, de alertas sobre las transformaciones los entrevistados concuerdan que no saben si serán capaces de procesar y analizar toda la información nueva que se levantaría con las nuevas tecnologías implementadas en las redes de distribución, además se dejar claras las metas de todos los equipos. Esto está reforzado con lo dicho en (Duran, 2015) que las empresas sanitarias privadas produjeron avances en la eficiencia y mejoramiento integral del servicio, por ello es necesario seguir invirtiendo para poder seguir mejorando el servicio hacia los clientes. Los entrevistados entienden que los catastros iniciales y necesidades se tienen que levantar en conjunto con la gente de la zona y del corporativo para poder realizar el plan de gestión de redes. De esta forma el plan tendrá más empoderamiento zonal del plan, esto se lograría con un buen plan de comunicación entre los equipos. Toda la inversión se debe tener una función con multi criterio (Gomez-Martinez, Cubillos-González & Martin-Carrasco, 2017) para cuantificar las necesidades de las redes de distribución con respecto a la continuidad, calidad del agua y gestión de presiones para comparar las vulnerabilidades con los costos de inversión. Las capacitaciones son un tema relevante con los entrevistados, es necesario asegurar que tendrán capacitaciones permanentes para el mejoramiento y actualizaciones del plan de gestión integral de redes además de que ellos puedan innovar o mejorar la forma de operación. En efecto, puede haber criterios subjetivos de los clientes (Fontana & Morais, 2017) que pueden ser apreciados por los operadores zonales de las redes de distribución. Otro punto importante es que la gente de operaciones zonal sienta que el proyecto nazca desde su necesidad y sea construido con ellos en conjunto con los equipos transversales corporativos, de esta forma cuando estén operando sientan que es el fruto de su trabajo en la creación del plan de gestión integral de redes. Esto es confirmado (Ramos & León, 2016) el mejor conocimiento de las redes, clientes y características de éstas es de los colaboradores de la zona implicaría mejoras en la imagen de la compañía y eficiencia de los recursos. Pero también se reitera que la gente de la zona no podrá absorber la responsabilidad de procesar y analizar todos los datos que se levantarán en el plan de gestión integral de redes, además de llevar el control e implementación del plan mismo. Para ello es necesario un equipo encargado de estas labores desde el corporativo.

Para abordar las brechas detectadas se propone considera un equipo especializado para la implementación y control del plan de gestión de redes con un sistema que recopile y ayude a analizar toda la información levantada. Este equipo debe tener un foco de transformación y conservación, en los procesos de operación, manteniendo la eficacia y eficiencia respectivamente (Riquelme-Castañeda, Pedraja-Rejas & Vega-Massó, 2020). Para mejorar la percepción de apoyo es necesario reforzar con capacitación cada cierto tiempo al equipo zonal donde esta implementado el plan de gestión de redes, además de escuchar las nuevas mejorar y propuestas del equipo zonal.

2.6 Estrategias de evidencia científica

Para confirmar la precisión científica de este trabajo y disponer las evidencias de la estrategia escogida, durante el estudio se ha utilizado lo siguiente:

Triangulación de informantes: con la participación de 3 grupos de personas diferenciadas por sus funciones, conocimientos y compromisos con el tema estudiado.

Triangulación de técnicas y fuentes: Para la obtención de la información expuesta de la investigación se han aprovechado distintas técnicas y fuentes. Los principales recursos son las entrevistas, artículos citados, además se han utilizado reportes de la superintendencia de servicios sanitarios y de la empresa.

Para aminorar al máximo el rumbo del investigador y así comprometer la autenticidad de la investigación, se cuida que los datos recopilados demuestran lo más preciso posible la realidad estudiada. Además, los resultados obtenidos fueron compartidos con dos actores claves para confirmar la validez de éstos con sus aportes y matices del tema estudiado.

Se debe recordar que el objetivo de los resultados de información no es aplicable a todo ámbito de la compañía, sino que es un acercamiento a la realidad estudiada para poder realizar más mejoras o cambios a partir de este estudio.

3 ARTÍCULO

El presente apartado, recoge la investigación contextualizada motivo de este proyecto de grado, y es presentada en formato de artículo académico. Se trata de un artículo conciso, escrito en el formato típico de revistas especializadas o de conferencias, de acuerdo con reglas específicas definidas por la dirección del programa.

El artículo, ha sido cuidadosamente redactado con el fin de que se haga fácilmente entendible y logre expresar de un modo claro y sintético lo que se pretende comunicar, considerando las citas y referencias respectivas de los estudios que lo fundamentan. El trabajo realizado, se sintetiza entonces como artículo, para facilitar al trabajo de quienes puedan estar interesados en consultar la obra original.

Este trabajo, considera y discute, a través de un proyecto aplicado, desarrollado en un contexto de realidad profesional, la integración de herramientas y conocimientos que se han adquirido en las líneas de desarrollo del programa. Lo que se consolida en una investigación profesional contextualizada a la realidad profesional que se expone, la que se relacionada con líneas y ámbitos específicos abordados en el plan de estudios del programa, permitiendo integrar, de manera adecuada, los conocimientos teóricos y metodológicos desarrollados en él.

BENEFICIOS DE UNA GESTIÓN INTEGRAL EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN TALCA

Claudio Adolfo Iglesia Belmar ^a, Héctor Valdés González ^b

^a *Alumno de Magíster en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, claudio.iglesia@gmail.com*

^b *Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, hvaldes@udd.cl.*

Resumen:

Este trabajo presenta los beneficios de la implementación de un nuevo proceso de estandarización en la operación de las redes de distribución, con base en un piloto implementado en la localidad de Talca, para llevar su aplicación en otras localidades de la compañía. El objetivo de esta investigación es establecer los beneficios de una gestión integral en redes de distribución de agua potable, para aplicarlo segmentariamente en diferentes localidades pertenecientes a la compañía. Para lograrlo se propone un análisis cualitativo a las opiniones de 12 colaboradores de la empresa sanitaria Essbio S.A. y Nuevosur S.A. además de algunos consultores, basada en entrevistas semi estructuradas y considerando una muestra por conveniencia, para entender cómo y porqué el piloto implementado responde o adhiere a las necesidades regulatorias de disminución de pérdidas en redes, considerando un entorno de sequía. La evidencia muestra que los principales beneficios, son disminución de pérdidas de agua potable en redes de distribución, menor uso de recursos, costos de energía y metodología de operación estandarizada para todos los tipos de eventos. Se concluye que, en pos de los beneficios requeridos, y para poder tener un control eficiente del servicio, se necesita tener monitoreado constantemente gran parte de las redes de agua potable mediante sensores instalados en los sectores más críticos.

Palabras clave: Estandarización de procesos; Smart water; Control operacional; Gestión de presión operacional; Monitoreo de señales.

1. Introducción

El agua es un recurso escaso en nuestra actualidad, es una necesidad básica para la vida y fundamental para el desarrollo socioeconómico. Según las Naciones Unidas, la escasez de agua afecta al 40% de la población mundial y más 1700 millones de personas viven actualmente en cuencas fluviales en las que el consumo de agua supera la recarga. Si revisamos en Chile, según el informe de gestión del sector sanitario 2018 de la superintendencia de servicios sanitarios (SISS) (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2018) las cifras de agua no facturada a nivel nacional son de 33,8%. Por lo anterior, se utilizó la localidad de Talca para poder implementar un piloto en las redes de distribución de agua potable, para disminuir la pérdida de agua. La localidad de estudio se ubica en la provincia de Talca, región del Maule, Chile. Tiene alrededor de 300 mil habitantes, tiene una extensión aproximada de 775 km de red de distribución y 86 mil clientes con servicio de agua potable. A finales del 2018 la localidad tenía una pérdida de agua no facturada de 41%.

Gestión operativa integral en empresas sanitarias: Teoría y definiciones

A continuación, se definen algunos términos que se utilizan en la investigación:

Redes de Distribución: Redes que entregan a los clientes el agua potable, estas redes están compuestas, a grandes rasgos, matrices, arranques domiciliarios, medidores de agua potable (MAP), válvulas de corte, estaciones reductoras de presión, presurizadoras.

Matrices: Tuberías por donde se transporta el agua potable, éstas tienen distintos diámetros (entre 110 a 1200 mm de diámetro) y materialidad, tales como; acero fundido, policloruro de vinilo (PVC), polietileno de alta densidad (HDPE o PEAD).

Arranques domiciliarios (acometidas): Tuberías de diámetro menor (entre 13 a 50 mm) que conectan los clientes con las matrices.

Medidores de agua potable domiciliario: Miden el consumo de los clientes, están generalmente cerca de la línea de la propiedad del cliente.

Válvulas de corte: Son las válvulas que permiten hacer maniobras en la distribución de agua potable. Se utilizan para delimitar los sectores de presión con el cierre o apertura de válvulas.

Sectores de presión: Son sectores gobernados por presiones generadas gravitacionalmente (estanques agua potable o mecánicos (válvulas reductoras de presión o presurizadoras)

Estanques de agua potable: Son reservorios de agua potable que pueden ser elevados o semi enterrados.

Estaciones reductoras de presión: Son válvulas que reducen presión para evitar sobrepresión en las matrices.

Estaciones sostenedoras de presión: Son válvulas que sostienen presión para evitar grandes variaciones de presión en las matrices.

Presurizadoras: Sistema de bombeo que incorpora presión en las matrices de agua potable.

Gestión de presión: Maniobras que optimizan las presiones en algún sector de presión. Estas gestiones incorporan monitoreo y sistemas de alarmas para que las presiones sean eficaces para la demanda solicitada en el sector.

Operadores de redes: Son las personas encargadas de la operación de las redes de distribución. Estos operadores están constantemente revisando la continuidad del servicio y atendiendo reclamos de los clientes por la calidad del servicio. Este personal es fundamental en minimizar el riesgo en la calidad y continuidad del servicio, ya que los riesgos más altos están en los daños de tubería, prácticas inadecuadas en las reparaciones y reposición de componentes de la red de distribución de agua potable (Amézquita, Pérez & Torres, 2014)

Mantenimiento de redes: personas encargadas del mantenimiento de los equipos.

Gestión de redes: equipo que se preocupan de optimizar el recurso agua. Su foco está en la reducción de pérdidas reales en las redes de distribución, mediante la gestión de presión, monitoreo de reboses de estanques de agua potable y modelación de las redes.

Planificación: equipo encargado en la planificación de renovación de redes o refuerzos, además de estar pendiente del balance oferta y demanda del agua potable.

Gestión integral en redes de distribución: El modelo consolida todas las actividades, planes e iniciativas que impactan en el desempeño de las redes, para alinear los objetivos y generar sinergias. Con el soporte de los modelos hidráulicos, aborda los problemas de continuidad, presiones, roturas y pérdidas, con el propósito de reducir los costos operacionales, las necesidades de inversión y mejorar calidad del servicio. Además incorpora el concepto de “Iluminación de la red”, el cual permitirá conocer en línea el comportamiento de las variables críticas de operación de la red, de manera de identificar y atender de manera temprana los problemas que se presenten. Adicionalmente, se implementa el nuevo modelo de atención de emergencias, con contratos por capacidad y una gestión centralizada para el uso eficiente de los recursos, con seguimiento y control para asegurar el cumplimiento del presupuesto. Por otro lado, aborda la necesidad del recambio de medidores domiciliarios con foco en la rentabilidad, como medio para aumentar los ingresos y reducir el Agua no facturada. Finalmente, contempla la estandarización de la operación y el mantenimiento de las redes, con el propósito de asegurar su calidad y confiabilidad, permitiendo la sostenibilidad de los resultados en el largo plazo.

Rol de la sanitaria en la reducción de pérdida de agua

La normativa aún no es muy estricta en el modelo de negocios de las sanitarias en Chile, pero es necesario que la empresa tome un rol fundamental en la optimización del recurso. El agua se pierde en muchos procesos del ciclo del agua potable, pero hay dos importantes; las pérdidas reales en las redes de distribución (García-Espinoza, & Benavides-Muñoz, 2018) y las pérdidas aparentes en los errores de la micro medición de los clientes (Silva, Padua & Borges, 2016).

Oportunidad de mejora: Gestión Integral de redes (GIR)

En las pérdidas reales se tiene las mayores oportunidades de mejora, ya que depende exclusivamente de la operación del servicio. Las roturas de matrices y arranques de los servicios se producen generalmente por una deficiencia en el manejo de la presión de agua (Martínez-Codina et al, 2016). Para un manejo óptimo de las presiones y mantenimientos es crucial la sectorización de las redes de distribución (Fontana & Morais, 2017) la oportunidad está en hacer gestión integral de todos los factores que influyen en la operación de las redes de distribución.

Sanitarias: Servicio al cliente, medioambiente, y regulaciones

Si bien la empresa debería estar pendiente de los costos asociados de las pérdidas reales en las redes de distribución, se suma la mala imagen que transmite hacia los clientes una deficiente operación y merma de los recursos hídricos de las cuencas, es necesario realizar sondeos de la opinión de los clientes con la suficiente frecuencia (Zuñiga & Mora, 2020) para la toma de decisiones necesarias para mejorar la imagen de la empresa con los clientes. Adicionalmente es necesario tener una buena gestión integral con las pérdidas reales como foco estratégico hacia la comunidad (Ramos & León, 2016).

Una forma de realizar una buena gestión en la sostenibilidad ambiental es utilizar tecnología para crear conciencia de cómo nuestro estilo de vida provoca en el medio ambiente. Para ello proporcionar información a través de medidores inteligentes que nos relatan cómo y cuánto consumimos puede provocar un cambio radical en los consumos habituales de los clientes y es factible a bajo costo. (González-Amarillo, Cárdenas-García & Mendoza-Moreno, 2018).

Sanitarias y su compromiso con la comunidad

La empresa sanitaria tiene un compromiso a largo plazo con la comunidad, que los recursos hídricos sean sostenibles para el desarrollo social y económico y no se reduzcan por una mala gestión (Martínez & Villalejo, 2018). Y a corto plazo con los mantenimientos y discontinuidades del servicio, sean lo menos molesto con las labores diarias de la comunidad (Fontana & Morais, 2015). Además, se debe cumplir con la calidad del agua, para ello es necesario tener una metodología para monitorear las redes de distribución de agua potable el estado del cloro mediante puntos de control (Saldarriaga et al, 2014).

También es necesario estudiar otros parámetros relevantes en la red de distribución del agua potable, para ello se deben hacer estudios bacteriológicos y fisicoquímicos para corroborar la calidad del agua potable se cumpla en toda la extensión de la red de distribución (Silva et al, 2015). Por ello toma mucha relevancia el manejo óptimo de las redes de distribución de agua potable para que no haya presencia de microorganismos con la incorporación de residuos sólidos o líquidos a la red (Venegas, Mercado & Campos, 2014).

¿Cómo lo abordan en el resto del mundo?

A medida que las ciudades van creciendo, se hace más complejo tener un servicio adecuado para las necesidades de la población, para ello la implementación de macro cuarteles con medición de caudal en el mundo es uno de los métodos más utilizados en las industrias sanitarias, con esta herramienta se pueden identificar y reducir las fugas en las redes de distribución además de optimizar la gestión de presiones en el sector.

Así se puede tener monitoreado los caudales nocturnos de los macro cuarteles y se pueden implementar campañas de detección de fugas y manejar eficientemente las presiones para no provocar grandes roturas con las variaciones de presiones. Con este método en el Reino Unido han podido reducir las pérdidas bajo el 30% en menos de 25 años (Wright, Abraham, Parpas & Stoianov, 2015). En la otra vereda está el sistema de abastecimiento intermitente, esto es debido a mala gestión del recurso o por la escasez hídrica que en algunos países se está desarrollando. La gran problemática de estos sistemas es que está muy poco estudiado y cada vez más sistemas irán en ese camino, si no se aborda de manera seria la escasez hídrica (Ilaya-Ayza et al, 2015). El servicio intermitente o las reiteradas fallas a los servicios hacen que cada vez más consumidores se abastecen mediante estanques propios, lo que lleva peligrosamente al consumo sin restricción y libera a las autoridades de sanear los problemas de fondo de las redes de distribución de agua potable (Gómez-Valdez & Palerm-Viqueira, 2015). La falta de agua potable se ve más reflejado en los sectores donde la pobreza es abundante, ya que gran parte de ellos no tienen sistema de distribución de agua potable ni recolección de aguas servidas por tener viviendas informales (Ojeda et al, 2020) y dentro de la zona urbana concesionada hay población que poseen los servicios pero que no pueden utilizarlos como ellos quisieran por el gasto que esto produce en su ingreso familiar (Duran, 2015)

¿Cómo lo abordan en Chile?

En Chile al igual que en el mundo se han implementado macro cuarteles con medición de caudal en las localidades, existen de distintos tipos dependiendo del tamaño de la infraestructura de la red de distribución. Si es una ciudad pequeña, el macro cuartel será la misma localidad, a medida que la localidad crece, habrá más macro cuarteles o en definitiva agrandan el mismo macro cuartel. Esto tiende a pasar en localidades que tienen explosiones demográficas en donde la ciudad creció más rápido de lo planificado por la industria

sanitaria. Con la crisis hídrica se hace más preciso implementar y actualizar los macro cuarteles en las localidades, para asegurar el servicio, control y gestión de la red de distribución, por ello, es necesario tomar en cuenta el diseño y la planificación de los sectores (Gomez-Martinez, Cubillos-González & Martin-Carrasco, 2017). Además de actualizar y crear nuevos macro cuarteles en las localidades, es necesario implementar nuevas tecnologías para tener un mejor monitoreo de las variaciones de caudales y presiones de los sectores. En Chile se está solicitando por parte de la Superintendencia de Servicio Sanitarios (SISS) la implementación de una red de monitoreo en línea, con sensores en los puntos de control de presión (PCP). Esto implica que además de la instalación de los equipos se necesita un sistema que esté revisando todas estas mediciones. A medida que tengamos más visibilidad de lo que está pasando en las redes de distribución, tendremos más opciones para la optimización de estas.

Adicionalmente de estas mediciones de presiones, se pueden actualizar y calibrar modelos hidráulicos, mediante software especializados, actualizar los sistemas de información geográfica, monitorear clientes de gran consumo mediante medidores digitales (medidores inteligentes), implementar variadores de frecuencias a las plantas de bombeo o equipos de multi consignas en los equipos de reducción de presiones e integrar todos estos datos es fundamental para la creación de indicadores y KPIs.

Entendida esta realidad, y considerando la revisión bibliográfica presentada, es posible efectuar el siguiente cuestionamiento de contexto: ¿Cuáles son las variables que explican la criticidad de la gestión de redes de distribución del agua en la región del Maule Chile?

En efecto en la compañía Essbio S.A. y Nuevosur S.A., se adolece de una gestión integral en las redes de distribución de agua potable, en que los equipos trabajan sin consultar las necesidades del otro. Esto complica la operación de las redes de distribución, ya que no se optimizan las mantenciones de la infraestructura, equipos, monitoreo, planificación de crecimiento, renovaciones de matrices, gestión de presiones, calidad y reclamos con consecuencias que afectan el servicio hacia los clientes y multas por incumplimientos.

Habiendo recorrido las bases teóricas fundamentales para este estudio, cabe mencionar que la principal

motivación para realizarlo ha sido levantar la información de una manera más detallada, explicar la importancia del monitoreo y gestión integral en las redes de distribución. Ante esto se propone un análisis operacional de la gestión de redes de distribución de agua potable, sus variables críticas y la factibilidad de implementar por tramos en sectores, con base en una experiencia piloto para estimar los beneficios en localidades donde las redes de distribución de agua potable sean complejas de operar. En este sentido contribuye a relatar los beneficios de la aplicación del piloto de Talca y a levantar la oportunidad con una mejor operación en las redes de distribución de agua potable.

Entendido esto, el objetivo de este trabajo es evaluar los beneficios de una gestión integral en redes de distribución de agua potable en Talca, para poder gestionar su aplicación de manera segmentada en localidades donde las redes de distribución son cada vez más extensas y complejas de operar.

2. Metodología

Paradigma y Diseño: Para la investigación se propone la utilización de una metodología cualitativa, basada en entrevistas semi estructuradas, considerando una muestra por conveniencia de actores claves dentro del entorno de la investigación orientada a que nos relatan cuáles son las variables más destacables, con este ejercicio se mejora la transparencia y la imagen de la investigación con los entrevistados (Valles, 2015).

Población sobre la que se efectuará el estudio: Las entrevistas principalmente son a colaboradores de las empresas Essbio S.A. y Nuevosur S.A. de la Gerencia de Procesos y Soporte Operacional, Gerencia de Planificación Ingeniería y Gestión Tarifaria y Gerencia Regional además se incorporó a dos consultores que conocen del tema. Se utilizó un muestreo por conveniencia de los cuales 42% son Subgerentes, 25% son jefes de departamento y 33% supervisores de redes. En total participaron 12 profesionales con una edad promedio de 46.3 años, un mínimo de 33 años y un máximo de 68 años. Poseían un promedio de 15 años de servicio en la compañía con un mínimo de 1 año y un máximo de 35 años. Poseían un promedio de 15 años de experiencia en redes de distribución.

Entorno: Historia de la compañía Essbio S.A., en 1977 el Estado crea el Servicio Nacional de Obras Sanitarias, SENDOS. En 2007 El Fondo de Pensiones canadiense Ontario Theacher's Pension Plan alcanza el porcentaje mayoritario de Essbio, permitiéndole su control. Con la

operación de la nueva planta de Santa Bárbara, se completa el tratamiento de todas las aguas servidas urbanas que descargan al río Biobío. En 2018 la empresa presentó su Estrategia Corporativa 2019-2023 en la que centra sus objetivos en 6 focos para responder de manera adecuada y oportuna a los desafíos de la industria sanitaria y de las empresas de servicio. El año 2019 asume un nuevo Gerente General en Essbio cuyos principales desafíos en el año fueron la redefinición del propósito de la compañía y un ajuste al Plan Estratégico con foco en los clientes y la sostenibilidad del negocio en el largo plazo. Asimismo, se implementó una nueva estructura con la creación de la Gerencia de Procesos y Soporte Operacional para fortalecer la gestión y la excelencia en la operación.

Como empresa del sector sanitario Essbio desarrolla actividades en un mercado regulado por ley. Al igual que las demás empresas sanitarias del país, la compañía ejerce una actividad que reviste el carácter de monopolio natural regulado, al ser el único prestador del servicio dentro de su zona de concesión. El rol fiscalizador de todas las sanitarias corresponde a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Esta entidad es la que supervisa el cumplimiento de las normas relativas a estos servicios, así como el control de los residuos líquidos industriales.

Principales servicios de Essbio S.A. Producción y distribución de agua potable, se atienden a 842.666 clientes en 89 localidades de las regiones de O'Higgins, Ñuble y Biobío. Recolección y tratamiento de aguas servidas Essbio provee servicios de tratamiento de residuos líquidos industriales a 58 clientes y asesoría técnica a 441 sistemas de Agua Potable Rural, que atienden un total de 160.350 arranques en las regiones de O'Higgins, Ñuble y Biobío. A finales del año 2019, se alcanzó una cobertura del 99,99% en agua potable, 93,34% en alcantarillado y 100% en aguas servidas, contribuyendo así al tratamiento de la totalidad de las aguas servidas que llegan a su red de alcantarillado en su zona de concesión. Finalmente, Essbio S.A. tiene 996 colaboradores.

El estudio se realizó en la localidad de Talca, región del Maule donde la empresa Sanitaria es Nuevosur S.A., donde Essbio S.A. presta servicios gerenciales a Nuevosur S.A. desde 2004. En esta localidad se ejecutó un proyecto de implementación de gestión integral de redes. Operacionalmente las redes de distribución de agua potable de la localidad tenían bastantes deficiencias y era necesario realizar una mejora donde

debían participar todos los equipos que participan en la operación del servicio de distribución de agua potable.

Intervenciones: Por la contingencia mundial por la pandemia de covid-19, se requirió a entrevistas en línea a través del programa Teams, estas entrevistas se grabaron, previa consulta del entrevistado. Las preguntas fueron de carácter abierto y se consideran las siguientes etapas:

Etapas: **Etapas 1: Caracterización el presente y comprensión de la realidad**

1. ¿Cómo opera la empresa frente a un escenario de escasez hídrica?
2. ¿En la práctica como opera hoy telecontrol con las redes de distribución de agua potable?
3. ¿En cuánto afecta las decisiones en la operación de las redes de distribución de cara a sus clientes?
4. ¿Cuáles son los factores de éxito para mejorar la satisfacción de los clientes desde las redes de distribución?
5. ¿Qué entiende por gestión integral de redes?

Etapas 2: Propuestas de alto impacto

6. ¿Cómo podemos modificar la situación actual de la compañía para incluir gestión integral de redes?
7. Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en un análisis de la gestión operacional de las redes de distribución, sus variables críticas y la factibilidad de implementar en localidades donde sean complejas de operar: ¿Qué opina de dicha propuesta?

Etapas 3: Alertas sobre las transformaciones

8. ¿Cuáles son, en su opinión, los costos no económicos de implementar la gestión integral de redes?
9. ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la operación un plan de gestión integral de redes de distribución?
10. ¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de gestión integral de redes?
11. ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios?

Plan de análisis de los datos: Se confeccionó la entrevista semi estructurada, y se ajustó el instrumento a la realidad del estudio, a través de un piloteo de la misma, para luego ser verificado por profesionales del área del estudio. Posteriormente se concertaron y concretaron las 12 entrevistas, las respuestas se agruparon y categorizaron para analizar la información obtenida. Desde este análisis se propone una percepción de los

colaboradores de las empresas con respecto a la gestión integral de redes de distribución de agua potable.

Ética: Se procuró la participación informada y voluntaria de los actores del estudio; se tomaron medidas para garantizar la confidencialidad de la información y validarla con los propios interesados. No se intentó, ni implícita ni explícitamente, influir en las respuestas, ni cambiar sus características individuales, se respetó la libertad de participar o no sin presión, ni ofrecimiento de beneficio para ser parte de la investigación.

3. Resultados

A continuación, se expone en un resumen las tres etapas establecidas. Se detalla frases que aportan información relevante a la investigación de este artículo.

3.1 Presentación y análisis básico de datos recogidos.

Ítem 1: ¿Qué diferencia hace telecontrol frente a un escenario de escasez hídrica y donde no la hay?

Si revisamos los resultados generales de la primera pregunta del cuestionario nos encontramos que un 84% de los entrevistados ocupa el sistema en la operación de la empresa, lo que queda de manifiesto en opiniones como: “telecontrol avisa a los operadores de planta de los estanques que están rebosando” (E2, 60 años). Si bien esa respuesta es adecuada, la mayoría concuerda que falta un análisis más profundo de los problemas dado el entorno actual: “Falta análisis, por ello ocupamos los datos de telecontrol para tomar medidas provisionales propias para salvar el verano” (E1, 47 años) Sorprende encontrar respuestas que idealizan el trabajo de telecontrol (17%), al indicar que: “No lo sé, pero me cuesta pensar que no lo hagan” (E5, 34 años)

Ítem 2: ¿En la práctica como opera hoy telecontrol con las redes de distribución de agua potable?

En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (67%) de similar forma entendiendo que el equipo de telecontrol no opera de ninguna forma en las redes de distribución: “El apoyo a las redes de distribución es casi mínimo, solo informan sobre roturas en las matrices” (E4, 55 años). Además piensan que los avisos son muy encima y no alcanzan a reaccionar a tiempo: “Aviso de roturas muy encima, la rotura de matriz esta hace mucho tiempo y se nos baja el nivel del estanque” (E2, 60 años), de alguna forma telecontrol puede monitorear mejor y dar aviso al

equipo de la zona para hacer alguna gestión en las redes de distribución. El 33% dice “Solo operan válvulas automatizadas a solicitud de nosotros” (E10, 35 años) eso es cierto, ya que telecontrol tiene la facultad de manejar las presiones en las redes de distribución con los equipos automatizados.

Ítem 3: ¿En cuánto afecta las decisiones en la operación de las redes de distribución de cara a sus clientes?

En este apartado todos entienden la importancia de los clientes, pues el 100% dice: “Es muy importante para la compañía el cliente es la prioridad de todos” (E11, 42 años), preguntando en más detalle de cuál es la prioridad un 42% cree que es la continuidad de servicio: “es inevitable que se produzcan roturas de matrices por ello debemos tener una buena reacción ante la emergencia” (E2, 60 años), para el entrevistado es importante reponer en el menor tiempo posible y solo el 25% dice: “Revisó cada una de las anomalías por calidad del agua” (E1, 47 años) el entrevistado entiende que las anomalías por calidad son su prioridad para evitar reclamos por parte de los clientes.

Ítem 4: ¿Cuáles son los factores de éxito para mejorar la satisfacción de los clientes desde la mirada de las redes de distribución?

En esta consulta una parte importante de los participantes (50%) respondieron de similar forma: “atender con rapidez los reclamos de los clientes y discontinuidades” (E3, 57 años), con foco a corto plazo, reaccionar frente a los problemas operacionales, por otro lado (42%) de entrevistados le dieron importancia a: “Cambiar la cultura de operación, información en situación de crisis y cumplir lo informado” (E9, 42 años) una visión más a largo plazo atacando a solucionar el problema de la información hacia los clientes. El 8% culpa a la planificación de las obras “las obras no están siendo ejecutadas a tiempo” (E2, 60 años) desconociendo su rol con respecto a los clientes.

Ítem 5: ¿Qué entiende por gestión integral de redes?

En esta consulta principalmente los entrevistados (67%) tienen una idea bastante clara: “Utilizar las variables de la operación, para poder actuar de mejor manera con una sensorización adecuada de las redes de distribuciones” (E5, 34 años) entienden que es un plan que integra varias iniciativas y planes de la compañía, otros sabían de que se están realizando un piloto pero no tenían mayor información (25%) “Tener el control, visualización, todo operativo” (E1, 47 años) y el 8% de los entrevistados no tenía una idea clara: “Todos los

contratistas deberían depender de la gente zonal” (E4, 55 años) esto es completamente normal, ya que el plan no está ejecutado en todas las zonas.

Ítem 6: ¿Cómo podemos modificar la situación actual de la compañía para incluir gestión integral de redes?

En esta consulta la mayoría entiende el problema (67%) respondieron de similar forma: “Mejorar la cultura de operar, integrar la operación con una estandarización” (E6, 34 años), estandarizar la operación en todas las zonas, adicionalmente (8%) de entrevistados le dieron importancia a: “Medir y controlar las variables en las redes de distribución” (E8, 41 años) una visión que complementa el problema de fondo. El 17% culpa al corporativo “Abandono y desgaste en convencer de los problemas locales” (E2, 60 años) acusando falta de comunicación entre el corporativo y la zona.

Ítem 7: Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en un análisis de la gestión operacional de las redes de distribución, sus variables críticas y la factibilidad de implementar en localidades donde sean complejas de operar: ¿Qué opina de dicha propuesta?

En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (92%) de similar forma positiva: “Me parece muy efectivo estandarizar los procesos de operación y mantenimiento de la compañía” (E9, 42 años). Esto no está correcto del todo, ya que cada localidad necesita su propio plan de operación personalizado. El 8% dice “La zona debería manejar todos los datos e informes” (E3, 57 años) eso produciría silos en la compañía y no el plan no tendría el apoyo de los otros equipos corporativos.

Ítem 8: ¿Cuáles son, en su opinión, los costos no económicos de implementar la gestión integral de redes?

En esta consulta principalmente los entrevistados (50%) tienen dos preocupaciones: “Se generará mucha información, no seremos capaces de analizar todo y dejar claras las responsabilidades de los equipos” (E2, 60 años) entienden que es un plan que generará más información de la existente para poder medir y controlar las variables operacionales de las redes de distribución, otros les preocupan el mantenimiento (17%) “Se instalan nuevas tecnologías pero sin un mantenimiento adecuado es peligroso” (E1, 47 años) y el 33% de los entrevistados: “implementar el plan en los tiempos adecuados” (E9, 42 años) esto es completamente válido, estos planes innovadores son

salvavidas de algunos equipos que están esperando resultados rápidos.

Ítem 9: ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la operación un plan de gestión integral de redes de distribución?

En esta consulta la mayoría le preocupa (50%) que el modelo deje de funcionar: “Se implemente el nuevo modelo pero el miedo es que se deje de controlar e implementar en el día a día” (E4, 55 años), si no se realizan capacitaciones y controles cada cierto tiempo, adicionalmente (25%) de los entrevistados le dieron importancia a: “Que se implemente un modelo sin el consentimiento de las personas que en la práctica lo operarán” (E6, 34 años) una visión que sucede a menudo por la falta de comunicación entre equipos.

Ítem 10: ¿Cuál sería su principal preocupación respecto a la implementación de gestión integral de redes?

En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (50%) de similar forma: “Se implementará el nuevo modelo de operación con una capacitación inicial que no será suficiente” (E10, 35 años). Estas impresiones son el legado de otras implementaciones fallidas. El 8% dice “Las nuevas tecnologías funcionarán hasta que llegue la hora de la mantención y se dará de baja el parque de equipos” (E11, 42 años) eso es preocupante, no confían en el equipo zonal de mantención. El 25% hace reseña de “Las horas adicionales de los análisis y avisos las tendremos que absorber con la misma gente” (E3, 57 años) con mayor cantidad de información se utilizará más tiempo para poder revisar las mediciones y controlar las variables en algún tablero.

Ítem 11: ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios?

En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (33%) de similar forma: “es muy necesario elaborar el proyecto en conjunto con la gente de la zona que operará” (E1, 47 años). Esto es fundamental para que la gente aprecie desde el principio el proyecto. El 25% dice “Sensorización adecuada para las redes de distribución con un equipo dedicado para el análisis de los datos” (E8, 41 años) eso es cierto, se debe analizar bien los tipos de equipos que se utilizarán por las condiciones que tendrán en las redes de distribución, además de la cantidad de datos que se obtendrán. Un 25% piensa que la capacitación es fundamental: “me parece que la capacitación debe ser cada cierto tiempo y actualizar el plan de operación a medida que salen nuevos problemas” (E9, 42 años), el

plan de operación debe actualizarse cada cierto tiempo o tipo de temporada.

3.2 *Discusión de resultados*

Si se consideran los resultados obtenidos en la etapa 1, de caracterización del presente y comprensión de la realidad, es posible establecer que los entrevistados comprenden cómo opera telecontrol frente a un escenario de escasez hídrica, llegando a que la mayoría (67%) entiende que telecontrol no hace mayor diferencia entre localidades con o sin escasez hídrica. Los avisos de telecontrol no están personalizados para cada localidad, sino que son avisos estándares para toda la compañía.

Ahora desde un punto de vista operacional de redes de distribución los entrevistados coinciden (67%) en que telecontrol no tiene mayor injerencia en la operación, ya que no se tienen las herramientas para poder medir las variables en las redes de distribución, esta afirmación se contrapone con (González-Amarillo, Cárdenas-García & Mendoza-Moreno, 2018) ya que ellos proponen la integración tecnológica para la sustentabilidad de los recursos ambientales. Por ello es importante integrar nuevas tecnologías para poder medir todas las variables en las redes de distribución para la sustentabilidad del recurso.

Por otro lado, los informantes clave, perciben fuertemente que los clientes son el foco primordial de la compañía (100%), las prioridades hacia los clientes son principalmente tres; Continuidad del servicio, Calidad y gestión de presiones. Continuidad del servicio fue escogido como la prioridad (42%) esto afirma lo dicho en el estudio (Fontana & Morais, 2017), que explica que las mantenciones y trabajos de las sanitarias afectan a los clientes y por ende se deben tomar decisiones técnica y económicamente viables para disminuir la discontinuidad del servicio. Con respecto a la calidad del agua potable (25%) es importante realizar mantenimiento a las redes de distribución para que no se levanten anomalías en los puntos de monitoreo de calidad, esto confirma lo dicho (Saldarriaga et al, 2014) que explica que hay que revisar constantemente la forma de operación hidráulica de las redes ya que los cambios afectan la calidad del agua potable, por ello hay que tener actualizado el modelo hidráulico con respecto a la operación en las redes de distribución y bajo cualquier cambio operacional se deben estudiar los cambios en los puntos de monitoreo de calidad. Siguiendo con la gestión de presiones (8%) se hace la diferencia entre la

gente de operaciones zonales y los del corporativo. La mirada de la gente de operaciones zonales es a más corto plazo, ya que están preocupados de salir a atender las emergencias del día a día mientras que los del corporativo entienden que la forma de operar las redes de distribución no tiene un protocolo estándar que sigan todos los colaboradores de operaciones en la compañía, esto hace que quede a criterio de cada operador. Esto provoca que las presiones en las redes de distribución se vean afectadas por los cambios en terreno que no se informan a ninguna plataforma y muchas veces se pierde la información de estos cambios. Según (Martínez-Codina et al, 2016) estos cambios son fundamentales en la probabilidad de incidencia de roturas de matrices, ya que afectan los rangos de presión, variación de presión y variabilidad de presión en los sectores modificados.

La mayoría entiende el modelo de gestión integral de redes, solo faltaría reforzar que el entregable del proyecto es la estandarización de la forma de operar las redes de distribución de manera normal y de crisis integrando a todos los equipos que tienen injerencia en las redes de distribución. Esta forma de estandarizar los procesos se afirma en (Amézquita, Pérez & Torres, 2014) ya que te permiten identificar los eventos peligrosos, estimar los riesgos y priorizar las medidas o implementar nuevas medidas en caso de crisis o cambios operacionales en las redes de distribución.

Para abordar las brechas detectadas se propone personalizar las alarmas para las localidades con escasez hídrica asegurando principalmente los niveles de estanque. Para abordar las brechas en sensorización de las redes de distribuciones es necesario invertir en equipamiento para la medir las variables críticas en las redes. Para mejorar la información de los cambios operaciones de las redes de distribución se necesita estandarizar el proceso. Para mejorar la implementación de la gestión integral de redes es necesario reforzar los conceptos de la definición del plan.

Los resultados obtenidos en la etapa 2, de propuestas de alto impacto para las personas con más experiencia en la compañía, son los más resistentes al cambio en la operación de redes de distribución, sino que desestiman el cambio y quieren más poder de decisión de los presupuesto y obras necesarias para poder seguir con un buen servicio hacia los clientes. Estas opiniones se contraponen a lo expuesto por (Martínez & Villalejo, 2018) que se explica que el desarrollo de las ciudades se debe desarrollar desde varios ámbitos,

entre los cuales están el ingenieril, económico y una política de recursos, todos estos puntos tienen que venir desde el corporativo y la gente de operaciones de las zonas debe dedicar sus esfuerzos a la operación de los activos de la compañía. En cambio, los puestos más gerenciales están de acuerdo con realizar la estandarización de la forma de operar las redes de distribución, pero para ellos no es tan importante la medición y control de las variables en las redes de distribución. En este último punto se contraponen a lo descrito por (González-Amarillo, Cárdenas-García & Mendoza-Moreno, 2018) que especifica que tener más información podría crear conciencia de los recursos que se están consumiendo en favor a la sostenibilidad de estos. En resumen, la mayoría de los entrevistados está de acuerdo con las sugerencias propuestas del plan de gestión integral de redes pero no les queda claro las responsabilidades de todos los equipos que se involucran en las redes de distribución. Lo expuesto está en línea con lo planteado por (Amézquita, Pérez & Torres, 2014) ya que es fundamental entender y crear conciencia de todos los equipos que participan en el proceso para asegurar la calidad con la recopilación, procesamiento y análisis de la información.

Se detecta reforzar el flujo de trabajo de los departamentos corporativos y zonales para mejorar las expectativas y responsabilidades de cada equipo, para el grupo corporativo es importante que se promueva la calidad de servicio hacia los equipos zonales para promover y generar satisfacción del servicio solicitado (Rojas-Martínez et al, 2020). Para mejorar la falta de interés de la información de las variables críticas en las redes de distribución por parte de los cargos gerenciales es necesario realizar un tablero donde esté el control y seguimiento de las variables críticas, para evidenciar la falta de equipamiento en las redes de distribución. Para mejorar la implementación de la gestión integral de redes es necesario reforzar los conceptos de la definición del plan con las etapas y responsabilidades de cada equipo.

Los resultados obtenidos en la etapa 3, de alertas sobre las transformaciones los entrevistados concuerdan que no saben si serán capaces de procesar y analizar toda la información nueva que se levantaría con las nuevas tecnologías implementadas en las redes de distribución, además se dejar claras las metas de todos los equipos. Esto está reforzado con lo dicho en (Duran, 2015) que las empresas sanitarias privadas produjeron avances en la eficiencia y mejoramiento integral del servicio, por ello es necesario seguir invirtiendo para

poder seguir mejorando el servicio hacia los clientes. Los entrevistados entienden que los catastros iniciales y necesidades se tienen que levantar en conjunto con la gente de la zona y del corporativo para poder realizar el plan de gestión de redes. De esta forma el plan tendrá más empoderamiento zonal del plan, esto se lograría con un buen plan de comunicación entre los equipos. Toda la inversión se debe tener una función con multi criterio (Gomez-Martinez, Cubillos-González & Martin-Carrasco, 2017) para cuantificar las necesidades de las redes de distribución con respecto a la continuidad, calidad del agua y gestión de presiones para comparar las vulnerabilidades con los costos de inversión. Las capacitaciones son un tema relevante con los entrevistados, es necesario asegurar que tendrán capacitaciones permanentes para el mejoramiento y actualizaciones del plan de gestión integral de redes además de que ellos puedan innovar o mejorar la forma de operación. En efecto, puede haber criterios subjetivos de los clientes (Fontana & Morais, 2017) que pueden ser apreciados por los operadores zonales de las redes de distribución. Otro punto importante es que la gente de operaciones zonal sienta que el proyecto nazca desde su necesidad y sea construido con ellos en conjunto con los equipos transversales corporativos, de esta forma cuando estén operando sientan que es el fruto de su trabajo en la creación del plan de gestión integral de redes. Esto es confirmado (Ramos & León, 2016) el mejor conocimiento de las redes, clientes y características de éstas es de los colaboradores de la zona implicaría mejoras en la imagen de la compañía y eficiencia de los recursos. Pero también se reitera que la gente de la zona no podrá absorber la responsabilidad de procesar y analizar todos los datos que se levantarán en el plan de gestión integral de redes, además de llevar el control e implementación del plan mismo. Para ello es necesario un equipo encargado de estas labores desde el corporativo.

Para abordar las brechas detectadas se propone considera un equipo especializado para la implementación y control del plan de gestión de redes con un sistema que recopile y ayude a analizar toda la información levantada. Este equipo debe tener un foco de transformación y conservación, en los procesos de operación, manteniendo la eficacia y eficiencia respectivamente (Riquelme-Castañeda, Pedraja-Rejas & Vega-Massó, 2020). Para mejorar la percepción de apoyo es necesario reforzar con capacitación cada cierto tiempo al equipo zonal donde está implementado el plan de gestión de redes, además de escuchar las nuevas mejoras y propuestas del equipo zonal.

3.3 Estrategias de evidencia científica

Para confirmar la precisión científica de este trabajo y disponer las evidencias de la estrategia escogida, durante el estudio se ha utilizado lo siguiente:

Triangulación de informantes: con la participación de 3 grupos de personas diferenciadas por sus funciones, conocimientos y compromisos con el tema estudiado.

Triangulación de técnicas y fuentes: Para la obtención de la información expuesta de la investigación se han aprovechado distintas técnicas y fuentes. Los principales recursos son las entrevistas, artículos citados, además se han utilizado reportes de la superintendencia de servicios sanitarios y de la empresa.

Comentario de pares y comprobaciones con los participantes: Para aminorar al máximo el rumbo del investigador y así comprometer la autenticidad de la investigación, se cuida que los datos recopilados demuestran lo más preciso posible la realidad estudiada. Además, los resultados obtenidos fueron compartidos con dos actores claves para confirmar la validez de éstos con sus aportes y matices del tema estudiado.

Se debe recordar que el objetivo de los resultados de información no es aplicable a todo ámbito de la compañía, sino que es un acercamiento a la realidad estudiada para poder realizar más mejoras o cambios a partir de este estudio.

4. Conclusiones

Esta investigación establece que las variables que explican la criticidad de la gestión de redes de distribución del agua en la región del Maule de Chile son: la falta de medición de lo que ocurre en las redes de distribución (caudal, presión, monitoreo de estas), un líder dedicado a gestionar la operación de las redes de distribución, que gestione los beneficios de una gestión integral en redes de distribución de agua potable. En efecto los hallazgos muestran que si estas variables (medir en la red, presión, caudal) se modifican sin un plan estratégico, se producirán problemas de duplicidad en las gestiones lo que llevaría a una descoordinación que produciría fallas (roturas), continuidad de servicios, reclamos y gastos en reparaciones. En este sentido los beneficios de una gestión integral quedan establecidos a través de la disminución de pérdidas de agua potable en redes de distribución, menor uso de recursos, costos de energía y metodología de operación estandarizada para todos

los tipos de eventos, mejorando los márgenes de contribución del negocio.

Dicho esto, este trabajo contribuye a la gestión de beneficios desde una mirada integral, y una mejor operación en las redes de distribución de agua potable en Talca.

Para abordar las brechas destacadas se proponen los siguientes trabajos futuros:

- Capacitar transversalmente a los colaboradores en planes, operaciones, y telecontrol de las redes de distribución de agua
- Establecer un plan comunicacional transversal que considere lineamientos estratégicos
- Modificar la estructura organizacional proponiendo un líder de gestión que coordine proyectos según lineamientos centralizados.
- Establecer un modelo de operación estándar para todo tipo de eventos adecuada a cada localidad compleja de la compañía.
- Invertir en la sensorización de las redes de distribución y sistema de recolección y análisis de datos.

Referencias

- Amézquita Marroquín, Claudia Patricia, Pérez Vidal, Andrea, & Torres Lozada, Patricia. (2014). *Evaluación del riesgo en sistemas de distribución de agua potable en el marco de un plan de seguridad del agua*. *Revista EIA*, (21), 157-169. Retrieved June 28, 2020, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372014000100014&lng=en&tlng=es.
- Durán, Gustavo. (2015). *Agua y pobreza en Santiago de Chile: Morfología de la inequidad en la distribución del consumo domiciliario de agua potable*. *EURE (Santiago)*, 41(124), 225-246. Retrieved June 28, 2020, from <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612015000400011>
- Fontana, Marcele Elisa, & Morais, Danielle Costa. (2015). *Modelo para setorizar redes de distribuição de água baseado nas características das unidades consumidoras*. *Production*, 25(1), 143-156. Epub September 17, 2013. Retrieved June 28, 2020, from <https://doi.org/10.1590/S0103-65132013005000071>
- Fontana, Marcele Elisa, & Morais, Danielle Costa. (2017). *Water distribution network segmentation*

- based on group multi-criteria decision approach. *Production*, 27, e20162083. Epub April 10, 2017. Retrieved June 28, 2020, from <https://doi.org/10.1590/0103-6513.208316>
- García-Espinosa, Juan Carlos, & Benavides-Muñoz, Holger. (2019). Adjustment value of water leakage index in infrastructure. *DYNA*, 86(208), 316-320. Retrieved June 28, 2020, from <https://dx.doi.org/10.15446/dyna.v86n208.67230>
- Gómez-Martínez, Patricia, Cubillo-González, Francisco, & Martín-Carrasco, Francisco Javier. (2017). Metodología para caracterizar la eficiencia de una red de distribución sectorizada. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(4), 57-77. Retrieved June 28, 2020, from <https://dx.doi.org/10.24850/j-tyca-2017-04-04>
- Gómez-Valdez, Monserrat I., & Palerm-Viqueira, Jacinta. (2015). Abastecimiento de agua potable por pipas en el Valle de Texcoco, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 12(4), 567-586. Recuperado en 28 de junio de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722015000400567&lng=es&tlnq=es.
- González-Amarillo, Carlos, Cárdenas-García, Cristian, & Mendoza-Moreno, Miguel. (2018). M2M system for efficient water consumption in sanitary services, based on intelligent environment. *DYNA*, 85(204), 311-318. Retrieved June 28, 2020, from <https://dx.doi.org/10.15446/dyna.v85n204.68264>
- Ilaya-Ayza, A. E., Campbell, E., Pérez-García, R., & Izquierdo, J. (2015). La problemática de los sistemas de suministro de agua intermitentes. Aspectos generales. *The issues of intermittent water supply. Revista Ingeniería De Obras Civiles*, 5, 33-41. Retrieved June 28, 2020, from <http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/1990>
- Martínez Valdés, Yaset, & Villalejo García, Víctor Michel. (2018). The integrated water resources management: a nowadays need. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 39(1), 58-72. Recuperado en 07 de abril de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000100005&lng=es&tlnq=en.
- Martínez-Codina, Ángela, Saavedra, Casilda, Cueto-Felgueroso, Luis, & Garrote, Luis. (2016). Influencia de la presión en roturas de tubería de redes de distribución. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(4), 25-39. Recuperado en 07 de abril de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000400025&lng=es&tlnq=es.
- Ojeda, Lautaro, Mansilla Quiñones, Pablo, Rodríguez, Juan Carlos, & Pino Vásquez, Andrea. (2020). El acceso al agua en asentamientos informales. El caso de Valparaíso, Chile. *Bitácora Urbano Territorial*, 30(1), 151-165. Epub April 06, 2020. <https://dx.doi.org/10.15446/bitacora.v30n1.72205>
- Ramos Joseph, Mario, & León Méndez, Alcides Juan. (2016). Management of water losses: a case study. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 37(3), 74-88. Recuperado en 07 de abril de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382016000300006&lng=es&tlnq=en.
- Riquelme-Castañeda, Jaime A., Pedraja-Rejas, Liliana M., & Vega-Massó, Roberto A. (2020). El liderazgo y la gestión en la solución de problemas perversos. Una revisión de la literatura. *Formación universitaria*, 13(1), 135-144. Accedido en 14 nov. 2020. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100135>
- Rojas-Martínez, Claudia, Niebles-Nuñez, William, Pacheco-Ruíz, Carlos, & Hernández-Palma, Hugo G.. (2020). Calidad de servicio como elemento clave de la responsabilidad social en pequeñas y medianas empresas. *Información tecnológica*, 31(4), 221-232. Accedido en 14 nov. 2020. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000400221>
- Saldarriaga, Juan G., Ximena Hernández, María, Prieto, Cesar, Jurado, Mauricio, Gacharná, Sara, & Páez, Diego. (2014). Localización de puntos de monitoreo de calidad de agua en sistemas de distribución. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(2), 39-53. Recuperado en 28 de junio de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222014000200003&lng=es&tlnq=es.
- Silva, Cristina Mendes, Pádua, Valter Lúcio De, & Borges, Jorge Martins. (2016). Contribution to the study of measures for the reduction of apparent water loss in urban areas. *Ambiente & Sociedade*, 19(3), 249-268. Retrieved June 28, 2020, from <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC20140010R1V1932016>

Silva, Elizabeth, Villarreal, María Elsa, Cárdenas, Omayda, Cristancho, Carlos Armando, Murillo, Carmenza, Salgado, Manuel Alberto, & Nava, Gerardo. (2015). *Inspección preliminar de algunas características de toxicidad en el agua potable domiciliaria, Bogotá y Soacha, 2012*. *Biomédica*, 35(spe), 152-166. Retrieved June 28, 2020, from <https://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2538>

Superintendencia de Servicios Sanitarios. (2018). *Capítulo III: Desempeño Operacional y Financiero. En Informe del gestión del sector sanitario (90)*. Accedido 25 julio 2020. https://www.siss.gob.cl/586/articles-17722_recurso_1.pdf, Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Valles, Miguel S. (2015). «Prácticas pioneras de archivo en la investigación sociológica cualitativa en España». *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 150: 173-190. Accedido 14 de nov 2020. (<http://dx.doi.org/10.5477/cis/reis.150.173>)

Venegas B, Camilo, Mercado R, Marcela, & Campos, María Claudia. (2014). *Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá (Colombia)*. *Biosalud*, 13(2), 24-35. Retrieved June 28, 2020, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502014000200003&lng=en&tlng=es.

Wright, R., Abraham, E., Parpas, P., and Stoianov, I. (2015), *Control of water distribution networks with dynamic DMA topology using strictly feasible sequential convex programming*, *Water Resour. Res.*, 51, 9925– 9941. Retrieved June 28, 2020, from doi:10.1002/2015WR017466.

Zúñiga, Nidia Cruz, & Mora, Erick Centeno. (2020). *Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: El caso en Cartago, Costa Rica*. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 95-122. Accedido 28 de junio 2020. <https://dx.doi.org/10.15359/rca.54-1.6>.

4 CONCLUSIONES GENERALES

Esta investigación establece que las variables que explican la criticidad de la gestión de redes de distribución del agua en la región del Maule de Chile son: la falta de medición de lo que ocurre en las redes de distribución (caudal, presión, monitoreo de estas), un líder dedicado a gestionar la operación de las redes de distribución, que gestione los beneficios de una gestión integral en redes de distribución de agua potable. En efecto los hallazgos muestran que si estas variables (medir en la red, presión, caudal) se modifican sin un plan estratégico, se producirán problemas de duplicidad en las gestiones lo que llevaría a una descoordinación que provocaría fallas (roturas), discontinuidad de servicios, reclamos y gastos en reparaciones. En este sentido los beneficios de una gestión integral quedan establecidos a través de la disminución de pérdidas de agua potable en redes de distribución, menor uso de recursos, costos de energía y metodología de operación estandarizada para todos los tipos de eventos, mejorando los márgenes de contribución del negocio.

Se recomienda medir y analizar en las redes de distribución las presiones, caudales y calidad del agua potable en sectores críticos y llevar un seguimiento de estas variables e informar periódicamente a la zona de los cambios u anomalías.

Además se necesita reforzar las responsabilidades de los equipos corporativos que tienen con las zonas de operación y que estos a su vez cooperen con los equipos transversales corporativos para una mejor sinergia en la gestión operativa de la compañía.

Crear protocolos de estandarización en la operación de las redes de distribución y actualización de los cambios operacionales para poder hacer un seguimiento y control de las variables operacionales.

Dicho esto, este trabajo contribuye a la gestión de beneficios desde una mirada integral, y una mejor operación en las redes de distribución de agua potable en Talca.

4.1 Propuesta para trabajos futuros

Propuesta para trabajos futuros A continuación, revisaremos trabajos futuros que pueden investigarse como consecuencia de este proyecto, y para abordar las brechas detectadas se proponen las siguientes acciones:

- Capacitar transversalmente a los colaboradores en planes, operaciones, y telecontrol de las redes de distribución de agua
- Establecer un plan comunicacional transversal que considere lineamientos estratégicos de los departamentos transversales y operacionales.
- Modificar la estructura organizacional proponiendo un líder de gestión que coordine proyectos según lineamientos centralizados.
- Establecer un modelo de operación estándar para todo tipo de eventos adecuada a cada localidad compleja de la compañía.
- Invertir en la sensorización de las redes de distribución y sistema de recolección y análisis de datos.
- Crear plan de monitoreo de las localidades con escasez hídrica.
- Ampliar el estudio hacia las otras zonas de la compañía.
- Considerar las otras experiencias de otras compañías nacionales o internacionales.
- Comunicar las recomendaciones del estudio a las personas entrevistadas.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amézquita Marroquín, Claudia Patricia, Pérez Vidal, Andrea, & Torres Lozada, Patricia. (2014). Evaluación del riesgo en sistemas de distribución de agua potable en el marco de un plan de seguridad del agua. *Revista EIA*, (21), 157-169. Retrieved June 28, 2020, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372014000100014&lng=en&tlng=es.
- Durán, Gustavo. (2015). Agua y pobreza en Santiago de Chile: Morfología de la inequidad en la distribución del consumo domiciliario de agua potable. *EURE* (Santiago), 41(124), 225-246. Retrieved June 28, 2020, from <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612015000400011>
- Fontana, Marcele Elisa, & Morais, Danielle Costa. (2015). Modelo para setorizar redes de distribuição de água baseado nas características das unidades consumidoras. *Production*, 25(1), 143-156. Epub September 17, 2013. Retrieved June 28, 2020, from <https://doi.org/10.1590/S0103-65132013005000071>
- Fontana, Marcele Elisa, & Morais, Danielle Costa. (2017). Water distribution network segmentation based on group multi-criteria decision approach. *Production*, 27, e20162083. Epub April 10, 2017. Retrieved June 28, 2020, from <https://doi.org/10.1590/0103-6513.208316>
- García-Espinosa, Juan Carlos, & Benavides-Muñoz, Holger. (2019). Adjustment value of water leakage index in infrastructure. *DYNA*, 86(208), 316-320. Retrieved June 28, 2020, from <https://dx.doi.org/10.15446/dyna.v86n208.67230>
- Gómez-Martínez, Patricia, Cubillo-González, Francisco, & Martín-Carrasco, Francisco Javier. (2017). Metodología para caracterizar la eficiencia de una red de distribución sectorizada. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(4), 57-77. Retrieved June 28, 2020, from <https://dx.doi.org/10.24850/j-tyca-2017-04-04>
- Gómez-Valdez, Monserrat I., & Palerm-Viqueira, Jacinta. (2015). Abastecimiento de agua potable por pipas en el Valle de Texcoco, México. *Agricultura, sociedad y*

- desarrollo, 12(4), 567-586. Recuperado en 28 de junio de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722015000400567&lng=es&tlng=es.
- González-Amarillo, Carlos, Cárdenas-García, Cristian, & Mendoza-Moreno, Miguel. (2018). M2M system for efficient water consumption in sanitary services, based on intelligent environment. DYNA, 85(204), 311-318. Retrieved June 28, 2020, from <https://dx.doi.org/10.15446/dyna.v85n204.68264>
- Ilaya-Ayza, A. E., Campbell, E., Pérez-García, R., & Izquierdo, J. (2015). La problemática de los sistemas de suministro de agua intermitentes. Aspectos generales. The issues of intermittent water supply. Revista Ingeniería De Obras Civiles, 5, 33-41. Retrieved June 28, 2020, from <http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/1990>
- Martínez Valdés, Yaset, & Villalejo García, Víctor Michel. (2018). The integrated water resources management: a nowadays need. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 39(1), 58-72. Recuperado en 07 de abril de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000100005&lng=es&tlng=en.
- Martínez-Codina, Ángela, Saavedra, Casilda, Cueto-Felgueroso, Luis, & Garrote, Luis. (2016). Influencia de la presión en roturas de tubería de redes de distribución. Tecnología y ciencias del agua, 7(4), 25-39. Recuperado en 07 de abril de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000400025&lng=es&tlng=es.
- Ojeda, Lautaro, Mansilla Quiñones, Pablo, Rodríguez, Juan Carlos, & Pino Vásquez, Andrea. (2020). El acceso al agua en asentamientos informales. El caso de Valparaíso, Chile. Bitácora Urbano Territorial, 30(1), 151-165. Epub April 06, 2020. <https://dx.doi.org/10.15446/bitacora.v30n1.72205>
- Ramos Joseph, Mario, & León Méndez, Alcides Juan. (2016). Management of water losses: a case study. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 37(3), 74-88. Recuperado en 07 de abril de 2020, de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382016000300006&lng=es&tlng=en.

Riquelme-Castañeda, Jaime A., Pedraja-Rejas, Liliana M., & Vega-Massó, Roberto A.. (2020). El liderazgo y la gestión en la solución de problemas perversos. Una revisión de la literatura. *Formación universitaria*, 13(1), 135-144. Accedido en 14 nov. 2020. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100135>

Rojas-Martínez, Claudia, Niebles-Nuñez, William, Pacheco-Ruíz, Carlos, & Hernández-Palma, Hugo G.. (2020). Calidad de servicio como elemento clave de la responsabilidad social en pequeñas y medianas empresas. *Información tecnológica*, 31(4), 221-232. Accedido en 14 nov. 2020. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000400221>

Saldarriaga, Juan G., Ximena Hernández, María, Prieto, Cesar, Jurado, Mauricio, Gacharná, Sara, & Páez, Diego. (2014). Localización de puntos de monitoreo de calidad de agua en sistemas de distribución. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(2), 39-53. Recuperado en 28 de junio de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222014000200003&lng=es&tlng=es.

Silva, Cristina Mendes, Pádua, Valter Lúcio De, & Borges, Jorge Martins. (2016). Contribution to the study of measures for the reduction of apparent water loss in urban areas. *Ambiente & Sociedade*, 19(3), 249-268. Retrieved June 28, 2020, from <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC20140010R1V1932016>

Silva, Elizabeth, Villarreal, María Elsa, Cárdenas, Omayda, Cristancho, Carlos Armando, Murillo, Carmenza, Salgado, Manuel Alberto, & Nava, Gerardo. (2015). Inspección preliminar de algunas características de toxicidad en el agua potable domiciliaria, Bogotá y Soacha, 2012. *Biomédica*, 35(spe), 152-166. Retrieved June 28, 2020, from <https://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2538>

Superintendencia de Servicios Sanitarios. (2018). Capítulo III: Desempeño Operacional y Financiero. En Informe del gestión del sector sanitario (90).

- Accedido 25 julio 2020. https://www.siss.gob.cl/586/articles-17722_recurso_1.pdf. Superintendencia de Servicios Sanitarios.
- Valles, Miguel S. (2015). «Prácticas pioneras de archivo en la investigación sociológica cualitativa en España». *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 150: 173-190. Accedido 14 de nov 2020. (<http://dx.doi.org/10.5477/cis/reis.150.173>)
- Venegas B, Camilo, Mercado R, Marcela, & Campos, María Claudia. (2014). Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá (Colombia). *Biosalud*, 13(2), 24-35. Retrieved June 28, 2020, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502014000200003&lng=en&tlng=es.
- Wright, R., Abraham, E., Parpas, P., and Stoianov, I. (2015), Control of water distribution networks with dynamic DMA topology using strictly feasible sequential convex programming, *Water Resour. Res.*, 51, 9925– 9941. Retrieved June 28, 2020, from doi:10.1002/2015WR017466.
- Zúñiga, Nidia Cruz, & Mora, Erick Centeno. (2020). Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: El caso en Cartago, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 95-122. Accedido 28 de junio 2020. <https://dx.doi.org/10.15359/rca.54-1.6>

6 ANEXO: REPORTE DE PLAGIO

El reporte de posibilidad de plagio de este trabajo, con otros trabajos publicados entrega un porcentaje de similitud de: 0%



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 0%

Date: sábado, octubre 24, 2020

Statistics: 9 words Plagiarized / 7606 Total words

Remarks: No Plagiarism Detected - Your Document is Healthy.

--

BENEFICIOS DE UNA GESTIÓN INTEGRAL EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN TALCA Claudio Adolfo Iglesia Belmar a, Héctor Valdés González b a Alumno de Magíster en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, claudio.iglesia@gmail.com b Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, hvaldes@udd.cl. RESUMEN: Este trabajo presenta los beneficios de un proceso de gestión integral en redes de distribución, con base en un piloto implementado en la localidad de Talca, para factibilizar su aplicación en otras localidades de la compañía.

El objetivo de esta investigación es establecer los beneficios de una gestión integral en redes de distribución de agua potable, para aplicarlo segmentariamente en diferentes localidades pertenecientes a la compañía. Para lograrlo se propone un análisis cualitativo a las opiniones de 15 colaboradores de la empresa sanitaria Essbio S.A. y Nuevosur S.A. Además de algunos consultores, basada en entrevistas semi estructuradas y considerando una muestra por

conveniencia, para entender cómo y porqué el piloto implementado responde o adhiere a las necesidades regulatorias de disminución de pérdidas en redes, considerando un entorno de sequía.

La evidencia muestra que el principal beneficio, que es disminuir pérdidas, se correlaciona a un mando eficiente de las presiones operacionales, e integrar colaborativamente los esfuerzos de los equipos que aseguran dicha operación. Se concluye que, en pos de los beneficios requeridos, y para poder tener un control eficiente del servicio, se necesita tener monitoreado constantemente gran parte de las redes de agua potable mediante sensores instalados en los sectores más críticos. PALABRAS CLAVE: Gestión integral en redes; Smart water; Red de distribución; Gestión de presión operacional; Monitoreo de señales

1.

Introducción El agua es un recurso escaso en nuestra actualidad, es una necesidad básica para la vida y fundamental para el desarrollo socioeconómico. Según las Naciones Unidas, la escasez de agua afecta al 40% de la población mundial y más 1700 millones de personas viven actualmente en cuencas fluviales en las que el consumo de agua supera la recarga. Si revisamos en Chile, según el informe de gestión del sector sanitario 2018 de la superintendencia de servicios sanitarios (SISS) (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2018) las cifras de agua no facturada a nivel nacional son de 33,8%.

Por lo anterior, se utilizó la localidad de Talca para poder implementar un piloto en las redes de distribución de agua potable, para disminuir la pérdida de agua. La localidad de estudio se ubica en la provincia de Talca, región del Maule, Chile. Tiene alrededor de 300 mil habitantes, tiene una extensión aproximada de 775 km de red de distribución y 86 mil clientes con servicio de agua potable. A finales del 2018 la localidad tenía una pérdida de agua no facturada de 40,7%. Gestión operativa integral en empresas sanitarias: Teoría y definiciones A continuación, se definen algunos términos que se utilizan en la investigación: Redes de Distribución: Redes que entregan a los clientes el agua potable, estas redes están compuestas, a grandes rasgos, matrices, arranques domiciliarios, medidores de agua potable (MAP), válvulas de corte, estaciones reductoras de presión, presurizadoras.

Matrices: Tuberías por donde se transporta el agua potable, éstas tienen distintos diámetros (entre 110 a 1200 mm de diámetro) y materialidad, tales como; acero fundido, policloruro de vinilo (PVC), polietileno de alta densidad (HDPE o PEAD). Arranques domiciliarios (acometidas): Tuberías de diámetro menor (entre 13 a 50 mm) que conectan los clientes con las matrices. Medidores de agua potable: Miden el consumo de los clientes, están generalmente cerca de la línea de la propiedad del cliente. Válvulas de corte: Son las válvulas que permiten hacer maniobras en la distribución de agua potable. Se utilizan para delimitar los sectores de presión con el cierre o apertura de válvulas.

Sectores de presión: Son sectores gobernados por presiones generadas gravitacionalmente (estanques agua potable o mecánicos (válvulas reductoras de presión o presurizadoras) Estanques de agua potable: Son reservorios de agua potable que pueden ser elevados o semi enterrados. Estaciones reductoras de

presión: Son válvulas que reducen presión para evitar sobrepresión en las matrices. Estaciones sostenedoras de presión: Son válvulas que sostienen presión para evitar grandes variaciones de presión en las matrices. Presurizadoras: Sistema de bombeo que incorpora presión en las matrices de agua potable. Gestión de presión: Maniobras que optimizan las presiones en algún sector de presión.

Estas gestiones incorporan monitoreo y sistemas de alarmas para que las presiones sean eficaces para la demanda solicitada en el sector. Operadores de redes: Son las personas encargadas de la operación de las redes de distribución. Estos operadores están constantemente revisando la continuidad del servicio y atendiendo reclamos de los clientes por la calidad del servicio. Este personal es fundamental en minimizar el riesgo en la calidad y continuidad del servicio, ya que los riesgos más altos están en los daños de tubería, prácticas inadecuadas en las reparaciones y reposición de componentes de la red de distribución de agua potable (Amézquita, Pérez & Torres, 2014) Mantenimiento de redes: personas encargadas del mantenimiento de los equipos. Gestión de redes: equipo que se preocupan de optimizar el recurso agua.

Su foco está en la reducción de pérdidas reales en las redes de distribución, mediante la gestión de presión, monitoreo de reboses de estanques de agua potable y modelación de las redes. Planificación: equipo encargado en la planificación de renovación de redes o refuerzos, además de estar pendiente del balance oferta y demanda del agua potable. Gestión integral en redes de distribución: El modelo consolida todas las actividades, planes e iniciativas que impactan en el desempeño de las redes, para alinear los objetivos y generar sinergias.

Con el soporte de los modelos hidráulicos, aborda los problemas de continuidad, presiones, roturas y pérdidas, con el propósito de reducir los costos operacionales, las necesidades de inversión y mejorar calidad del servicio. Además incorpora el concepto de "Iluminación de la red", el cual permitirá conocer en línea el comportamiento de las variables críticas de operación de la red, de manera de identificar y atender de manera temprana los problemas que se presenten. Adicionalmente, se implementa el nuevo modelo de atención de emergencias, con contratos por capacidad y una gestión centralizada para el uso eficiente de los recursos, con seguimiento y control para asegurar el cumplimiento del presupuesto.

Por otro lado, aborda la necesidad **del recambio de medidores** domiciliarios con foco en la rentabilidad, como medio para aumentar los ingresos y reducir el Agua no facturada. Finalmente, contempla la estandarización de la operación y el mantenimiento de las redes, con el propósito de asegurar su calidad y confiabilidad, permitiendo la sostenibilidad de los resultados en el largo plazo. Rol de la sanitaria en la reducción de pérdida de agua La normativa aún no es muy estricta en el modelo de negocios de las sanitarias en Chile, pero es necesario que la empresa tome un rol fundamental en la optimización del recurso.

El agua se pierde en muchos procesos del ciclo del agua potable, pero hay dos importantes; las pérdidas reales en las redes de distribución (García-Espinoza, & Benavides-Muñoz, 2018) y las pérdidas aparentes en los errores de la micro medición de los clientes (Silva, Padua & Borges, 2016). Oportunidad de mejora: Gestión Integral de redes (GIR) En las pérdidas reales se tiene las mayores oportunidades de mejora, ya que depende exclusivamente de la operación del servicio. Las roturas de matrices y arranques de los servicios se producen generalmente por una deficiencia en el manejo de la presión de agua (Martínez-Codina et al, 2016).

Para un manejo óptimo de las presiones y mantenimientos es crucial la sectorización de las redes de distribución (Fontana & Morais, 2017) la oportunidad está en hacer gestión integral de todos los factores que influyen en la operación de las redes de distribución. Sanitarias: Servicio al cliente, medioambiente, y regulaciones Si bien la empresa debería estar pendiente de los costos asociados de las pérdidas reales en las redes de distribución, se suma la mala imagen que transmite hacia los clientes una deficiente operación y merma de los recursos hídricos de las cuencas, es necesario realizar sondeos de la opinión de los clientes con la suficiente frecuencia (Zuñiga & Mora, 2020) para la toma de decisiones necesarias para mejorar la imagen de la empresa con los clientes. Adicionalmente es necesario tener una buena gestión integral con las pérdidas reales como foco estratégico hacia la comunidad (Ramos & León, 2016).

Una forma de realizar una buena gestión en la sostenibilidad ambiental es utilizar tecnología para crear conciencia de cómo nuestro estilo de vida provoca en el medio ambiente. Para ello proporcionar información a través medidores inteligentes que nos relatan cómo y cuánto consumimos puede provocar un cambio radical en los consumos habituales de los clientes y es factible a bajo costo. (González-Amarillo, Cárdenas-García & Mendoza-Moreno, 2018).

Sanitarias y su compromiso con la comunidad La empresa sanitaria tiene un compromiso a largo plazo con la comunidad, que los recursos hídricos sean sostenibles para el desarrollo social y económico y no se reduzcan por una mala gestión (Martinez & Villalejo, 2018). Y a corto plazo con los mantenimientos y discontinuidades del servicio, sean lo menos molesto con las labores diarias de la comunidad (Fontana & Morais, 2015). Además, se debe cumplir con la calidad del agua, para ello es necesario tener una metodología para monitorear las redes de distribución de agua potable el estado del cloro mediante puntos de control (Saldarriaga et al, 2014).

Tabla 1: tabla de balances de aguas (Fuente: International Water Association IWA)
/ Notas: *Agua No Facturada (ANF) En inglés IWA define esta parte como "Non Revenue Water" (NRW), lo que se traduciría como Agua sin beneficio o agua no contabilizada. IWA recomienda no usar el término Unaccounted For Water (UFW), que se parece al español Agua No Contabilizada (ANC). Si se usara debería calcularse según el desglose en la tabla.

También es necesario estudiar otros parámetros relevantes en la red de distribución del agua potable, para ello se deben hacer estudios bacteriológicos y fisicoquímicos para corroborar la calidad del agua potable se cumpla en toda la extensión de la red de distribución (Silva et al, 2015).

Por ello toma mucha relevancia el manejo óptimo de las redes de distribución de agua potable para que no haya presencia de microorganismos con la incorporación de residuos sólidos o líquidos a la red (Venegas, Mercado & Campos, 2014). ¿Cómo lo abordan en el resto del mundo? A medida que las ciudades van creciendo, se hace más complejo tener un servicio adecuado para las necesidades de la población, para ello la implementación de macro cuarteles con medición de caudal en el mundo es uno de los métodos más utilizados en las industrias sanitarias, con esta herramienta se pueden identificar y reducir las fugas en las redes de distribución además de optimizar la gestión de presiones en el sector.

Así se puede tener monitoreado los caudales nocturnos de los macro cuarteles y se pueden implementar campañas de detección de fugas y manejar eficientemente las presiones para no provocar grandes roturas con las variaciones de presiones. Con este método en el Reino Unido han podido reducir las pérdidas bajo el 30% en menos de 25 años (Wright, Abraham, Parpas & Stoianov, 2015). En la otra vereda está el sistema de abastecimiento intermitente, esto es debido a mala gestión del recurso o por la escasez hídrica que en algunos países se está desarrollando.

La gran problemática de estos sistemas es que está muy poco estudiado y cada vez más sistemas irán en ese camino, si no se aborda de manera seria la escasez hídrica (Ilaya-Ayza et al, 2015). El servicio intermitente o las reiteradas fallas a los servicios hacen que cada vez más consumidores se abastecen mediante estanques propios, lo que lleva peligrosamente al consumo sin restricción y libera a las autoridades de sanear los problemas de fondo de las redes de distribución de agua potable (Gómez-Valdez & Palerm-Viqueira, 2015).

La falta de agua potable se ve más reflejado en los sectores donde la pobreza es abundante, ya que gran parte de ellos no tienen sistema de distribución de agua potable ni recolección de aguas servidas por tener viviendas informales (Ojeda et al, 2020) y dentro de la zona urbana concesionada hay población que poseen los servicios pero que no pueden utilizarlos como ellos quisieran por el gasto que

esto produce en su ingreso familiar (Duran, 2015) ¿Cómo lo abordan en Chile? En Chile al igual que en el mundo se han implementado macro cuarteles con medición de caudal en las localidades, existen de distintos tipos dependiendo del tamaño de la infraestructura de la red de distribución.

Si es una ciudad pequeña, el macro cuartel será la misma localidad, a medida que la localidad crece, habrá más macro cuarteles o en definitiva agrandan el mismo macro cuartel. Esto tiende a pasar en localidades que tienen explosiones demográficas en donde la ciudad creció más rápido de lo planificado por la industria sanitaria. Con la crisis hídrica se hace más preciso implementar y actualizar los macro cuarteles en las localidades, para asegurar el servicio, control y gestión de la red de distribución, por ello, es necesario tomar en cuenta el diseño y la planificación de los sectores (Gomez-Martinez, Cubillos-González & Martin-Carrasco, 2017).

Además de actualizar y crear nuevos macro cuarteles en las localidades, es necesario implementar nuevas tecnologías para tener un mejor monitoreo de las variaciones de caudales y presiones de los sectores. En Chile se está solicitando por parte de la Superintendencia de Servicio Sanitarios (SISS) la implementación de una red de monitoreo en línea, con sensores en los puntos de control de presión (PCP). Esto implica que además de la instalación de los equipos se necesita un sistema que esté revisando todas estas mediciones.

A medida que tengamos más visibilidad de lo que está pasando en las redes de distribución, tendremos más opciones para la optimización de estas. Adicionalmente de estas mediciones de presiones, se pueden actualizar y calibrar modelos hidráulicos, mediante softwares especializados, actualizar los sistemas de información geográfica, monitorear clientes de gran consumo mediante medidores digitales (medidores inteligentes), implementar variadores de frecuencias a las plantas de bombeo o equipos de multi consignas en los equipos de reducción de presiones e integrar todos estos datos es fundamental para la creación de indicadores y KPIs.

Entendida esta realidad, y considerando la revisión bibliográfica presentada, es posible efectuar el siguiente cuestionamiento de contexto: ¿Cuáles son las variables que explican la criticidad de la gestión de redes de distribución del agua en la región del Maule Chile? En efecto en la compañía Essbio S.A. y Nuevosur S.A., se adolece de una gestión integral en las redes de distribución de agua

potable, en que los equipos trabajan sin consultar las necesidades del otro. Esto complica la operación de las redes de distribución, ya que no se optimizan las mantenciones de la infraestructura, equipos, monitoreo, planificación de crecimiento, renovaciones de matrices, gestión de presiones, calidad y reclamos con consecuencias que afectan el servicio hacia los clientes y multas por incumplimientos.

Habiendo recorrido las bases teóricas fundamentales para este estudio, cabe mencionar que la principal motivación para realizarlo ha sido levantar la información de una manera más detallada, explicar la importancia del monitoreo y gestión integral en las redes de distribución. Ante esto se propone un análisis operacional de la gestión de redes de distribución de agua potable, sus variables críticas y la factibilidad de implementar por tramos en sectores, con base en una experiencia piloto para estimar los beneficios en localidades donde las redes de distribución de agua potable sean complejas de operar.

En este sentido contribuye a relatar los beneficios de la aplicación del piloto de Talca y a levantar la oportunidad con una mejor operación en las redes de distribución de agua potable. Entendido esto, el objetivo de este trabajo es establecer los beneficios de una gestión integral en redes de distribución de agua potable en Talca, para poder gestionar su aplicación de manera segmentada en localidades donde las redes de distribución son cada vez más extensas y complejas de operar. 2.

Metodología Paradigma y Diseño: Para la investigación se propone la utilización de una metodología cualitativa, basada en entrevistas semi estructuradas, considerando una muestra por conveniencia de actores claves dentro del entorno de la investigación orientada a que nos relatan cuáles son las variables más destacables, según ellos, de la gestión integrada de redes de distribución de agua potable. Población sobre la que se efectuará el estudio: Las entrevistas principalmente son a colaboradores de las empresas Essbio S.A. y Nuevosur S.A.

de la Gerencia de Procesos y Soporte Operacional, Gerencia de Planificación Ingeniería y Gestión Tarifaria y Gerencia Regional además se incorporó a dos consultores que conocen del tema. Se utilizó un muestreo por conveniencia de los cuales 42% son Subgerentes, 25% son jefes de departamento y 33% supervisores de redes. En total participaron 12 profesionales con una edad promedio de 46.3 años, un mínimo de 33 años y un máximo de 68 años. Poseían

un promedio de 15 años de servicio en la compañía con un mínimo de 1 año y un máximo de 35 años. Poseían un promedio de 15 años de experiencia en redes de distribución. Entorno: Historia de la compañía Essbio S.A.,

en 1977 el Estado crea el Servicio Nacional de Obras Sanitarias, SENDOS. 1990 se constituyen 11 sociedades anónimas regionales como sucesoras legales de SENDOS, entre ellas, la Empresa de Servicios Sanitarios del Libertador S.A. en la Región de O'Higgins y la Empresa de Servicios Sanitarios del Bio-Bío S.A. en la Región del Biobío. Siendo el objeto social de ambas compañías producir y distribuir agua potable; recolectar, tratar y disponer aguas servidas y las demás prestaciones propias de la actividad sanitaria. En 2000 Inversiones Aguas de Arauco S.A.,

perteneciente a Thames Water, se adjudica las acciones de Essbio S.A. En 2002 Tras la fusión de Essbio con Essel se crea la segunda mayor sanitaria de Chile y la más grande de regiones. En 2004 Essbio inicia la prestación de servicios gerenciales a Nuevosur S.A., sanitaria que opera en la Región del Maule. En 2007 El Fondo de Pensiones canadiense Ontario Theacher's Pension Plan alcanza el porcentaje mayoritario de Essbio, permitiéndole su control.

Con la operación de la nueva planta de Santa Bárbara, se completa el tratamiento de todas las aguas servidas urbanas que descargan al río Biobío. 2011 Corfo reduce su participación accionaria en Essbio a un 5% manteniendo la preferencia de sus acciones Serie B. En 2016 se establece una nueva estructura organizacional con la creación de dos gerencias regionales y se aumentan a siete las subgerencias zonales.

En 2018 la empresa presentó su Estrategia Corporativa 2019-2023 en la que centra sus objetivos en 6 focos para responder de manera adecuada y oportuna a los desafíos de la industria sanitaria y de las empresas de servicio. Con fecha 13 de noviembre los accionistas acordaron aumentar de 7 a 8 el número de miembros del Directorio y se procedió a elegir a sus miembros. Asimismo, se aprobó un texto refundido de los Estatutos Sociales. El año 2019 asume un nuevo Gerente General en Essbio cuyos principales desafíos en el año fueron la redefinición del propósito de la compañía y un ajuste al Plan Estratégico con foco en los clientes y la sostenibilidad del negocio en el largo plazo.

Asimismo, se implementó una nueva estructura con la creación de la Gerencia de

Procesos y Soporte Operacional para fortalecer la gestión y la excelencia en la operación. El capital de la sociedad se encuentra dividido en 26.445.799.279 acciones nominativas y sin valor nominal, íntegramente suscritas y pagadas, y están distribuidas en tres series: Serie A: Compuesta por 2.489.297 acciones ordinarias, Serie B: Compuesta por 155.282 acciones preferentes que son de propiedad exclusiva de la Corporación de Fomento de la Producción y del Fisco de Chile. Serie C: Compuesta por 26.443.154.700 acciones preferentes, con todos los derechos que confiere la ley a las acciones ordinarias, pero que gozan además de una preferencia consistente en que podrán convocar a Junta Ordinaria o Extraordinaria de Accionistas cuando así lo solicite al menos un 5% de las acciones emitidas de la Serie C. Al 31 de diciembre de 2019, los valores de la Sociedad se cotizan en la Bolsa de Comercio de Santiago, Bolsa de Valores, bajo los códigos nemotécnicos ESSBIO-A, ESSBIO-B y ESSBIO-C.

Como empresa del sector sanitario Essbio desarrolla actividades en un mercado regulado por ley. Al igual que las demás empresas sanitarias del país, la compañía ejerce una actividad que reviste el carácter de monopolio natural regulado, al ser el único prestador del servicio dentro de su zona de concesión. El rol fiscalizador de todas las sanitarias corresponde a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Esta entidad es la que supervisa el cumplimiento de las normas relativas a estos servicios, así como el control de los residuos líquidos industriales.

Principales servicios de Essbio S.A. Producción y distribución de agua potable, se atienden a 842.666 clientes en 89 localidades de las regiones de O'Higgins, Ñuble y Biobío. Recolección y tratamiento de aguas servidas Essbio provee servicios de tratamiento de residuos líquidos industriales a 58 clientes y asesoría técnica a 441 sistemas de Agua Potable Rural, que atienden un total de 160.350 arranques en las regiones de O'Higgins, Ñuble y Biobío.

A finales del año 2019, se alcanzó una cobertura del 99,99% en agua potable, 93,34% en alcantarillado y 100% en aguas servidas, contribuyendo así al tratamiento de la totalidad de las aguas servidas que llegan a su red de alcantarillado en su zona de concesión. Finalmente, Essbio S.A. tiene 996 colaboradores. El estudio se realizó en la localidad de Talca, región del Maule donde la empresa Sanitaria es Nuevosur S.A., donde Essbio S.A. presta servicios gerenciales a Nuevosur S.A. desde 2004. En esta localidad se ejecutó un proyecto de implementación de gestión integral de redes.

Operacionalmente las redes de distribución de agua potable de la localidad tenían bastantes deficiencias y era necesario realizar una mejora donde debían participar todos los equipos que participan en la operación del servicio de distribución de agua potable. Intervenciones: Por la contingencia mundial, se requirió a entrevistas en línea a través del programa Teams, estas entrevistas se grabaron, previa consulta del entrevistado. Las preguntas fueron de carácter abierto y se consideran las siguientes etapas Etapa 1: Caracterización el presente y comprensión de la realidad ¿Cómo opera la empresa frente a un escenario de escasez hídrica? ¿En la práctica como opera hoy telecontrol con las redes de distribución de agua potable? ¿En cuánto afecta las decisiones en la operación de las redes de distribución de cara a sus clientes? ¿Cuáles son los factores de éxito para mejorar la satisfacción de los clientes desde las redes de distribución? ¿Qué entiende por gestión integral de redes? Etapa 2: Propuestas de alto impacto ¿Cómo podemos modificar la situación actual de la compañía para incluir gestión integral de redes? Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en un análisis de la gestión operacional de las redes de distribución, sus variables críticas y la factibilidad de implementar en localidades donde sean complejas de operar: ¿Qué opina de dicha propuesta? Etapa 3: Alertas sobre las transformaciones ¿Cuáles son, en su opinión, los costos no económicos de implementar la gestión integral de redes? ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la operación un plan de gestión integral de redes de distribución? ¿Cuál sería su principal preocupación respecto de la aplicación o implementación de gestión integral de redes? ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios? Plan de análisis de los datos: Se confeccionó la entrevista semi estructurada, y se ajustó el instrumento a la realidad del estudio, a través de un piloteo de la misma, para luego ser verificado por profesionales del área del estudio. Posteriormente se concertaron y concretaron las 12 entrevistas, las respuestas se agruparon y categorizaron para analizar la información obtenida.

Desde este análisis se propone una percepción de los colaboradores de las empresas con respecto a la gestión integral de redes de distribución de agua potable. Ética: Se procuró la participación informada y voluntaria de los actores del estudio; se tomaron medidas para garantizar la confidencialidad de la información y validarla con los propios interesados. No se intentó, ni implícita ni explícitamente, influir en las respuestas, ni cambiar sus características individuales, se respetó la libertad de participar o no sin presión, ni ofrecimiento de beneficio para ser parte de la investigación. 3.

Resultados A continuación, se expone en un resumen las tres etapas establecidas. Se detalla frases que aportan información relevante a la investigación de este artículo. 3.1 Presentación y análisis básico de datos recogidos. Ítem 1: ¿Qué diferencia hace telecontrol frente a un escenario de escasez hídrica y donde no la hay? Si revisamos los resultados generales de la primera pregunta del cuestionario nos encontramos que un 66% de los entrevistados ocupa el sistema en la operación de la empresa, lo que queda de manifiesto en opiniones como: "telecontrol avisa a los operadores de planta de los estanques que están rebosando" (E2, 60 años).

Si bien esa respuesta es adecuada, la mayoría concuerda que falta un análisis más profundo de los problemas dado el entorno actual: "Falta análisis, por ello ocupamos los datos de telecontrol para tomar medidas provisionales para salvar el verano" (E1, 47 años) Sorprende encontrar respuestas que idealizan el trabajo de telecontrol (17%), al iniciarse que: "No lo se, pero me cuesta pensar que no lo hagan" (E5, 34 años) Ítem 2: ¿En la práctica como opera hoy telecontrol con las redes de distribución de agua potable? En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (58%) de similar forma entendiéndolo que el equipo de telecontrol no opera de ninguna forma en las redes de distribución: "El apoyo a las redes de distribución es casi mínimo, solo informan sobre roturas en las matrices" (E4, 55 años). Esto no está correcto del todo, ya que en algunas zonas si operan equipos que manejan la presión en las redes de distribución.

El 25% dice "Solo operan válvulas automatizadas a solicitud de nosotros" (E10, 35 años) eso es cierto, ya que telecontrol tiene la facultad de manejar las presiones en las redes de distribución con los equipos automatizados. Un 92% piensa que los avisos son muy encima y no alcanzan a reaccionar a tiempo: "Aviso de roturas muy encima, la rotura de matriz esta hace mucho tiempo y se nos baja el nivel del estanque" (E2, 60 años), de alguna forma telecontrol puede monitorear mejor y dar aviso al equipo de la zona para hacer alguna gestión en las redes de distribución.

Ítem 3: ¿En cuánto afecta las decisiones en la operación de las redes de distribución de cara a sus clientes? En este apartado todos entienden la importancia de los clientes, pues el 100% dice: "Es muy importante para la compañía el cliente es la prioridad de todos" (E11, 42 años), preguntando en más detalle de cuál es la prioridad un 42% cree que es la continuidad de servicio: "es inevitable que se produzcan roturas de matrices por ello debemos tener una

buena reacción ante la emergencia" (E2, 60 años), para el entrevistado es importante reponer en el menor tiempo posible y solo el 25% dice: "Revisó cada una de las anomalías por calidad del agua" (E1, 47 años) el entrevistado entiende que las anomalías por calidad son su prioridad para evitar reclamos **por parte de los clientes.**

Ítem 4: ¿Cuáles son los factores de éxito para mejorar la satisfacción de los clientes desde la mirada de las redes de distribución? En esta consulta una parte importante de los participantes (50%) respondieron de similar forma: "atender con rapidez los reclamos de los clientes y discontinuidades" (E3, 57 años), con foco a corto plazo, reaccionar frente a los problemas operacionales, por otro lado (42%) de entrevistados le dieron importancia a: "Cambiar la cultura de operación, información en situación de crisis y cumplir lo informado" (E9, 42 años) una visión más a largo plazo con atacando a solucionar el problema de fondo, la información hacia los clientes.

El 8% culpa a la planificación de las obras "las obras no están siendo ejecutadas a tiempo" (E2, 60 años) desconociendo su rol con respecto a los clientes. Ítem 5: ¿Qué entiende por gestión integral de redes? En esta consulta principalmente los entrevistados (67%) tienen una idea bastante clara: "Utilizar las variables de la operación, para poder actuar de mejor manera con una sensorización adecuada de las redes de distribuciones" (E5, 34 años) entienden que es un plan que integra varias iniciativas y planes de la compañía, otros sabían de que se están realizando un piloto pero no tenían mayor información (25%) "Tener el control, visualización, todo operativo" (E1, 47 años) y el 8% de los entrevistados no tenía una idea clara: "Todos los contratistas deberían depender de la gente zonal" (E4, 55 años) esto es completamente normal, ya que el plan no está ejecutado en todas las zonas.

Ítem 6: ¿Cómo podemos modificar la situación actual de la compañía para incluir gestión integral de redes? En esta consulta la mayoría entiende el problema (67%) respondieron de similar forma: "Mejorar la cultura de operar, integrar la operación con una estandarización" (E6, 34 años), estandarizar la operación en todas las zonas, adicionalmente (58%) de entrevistados le dieron importancia a: "Medir y controlar las variables en las redes de distribución" (E8, 41 años) una visión que complementa el problema de fondo. El 25% culpa al corporativo "Abandono y desgaste en convencer de los problemas locales" (E2, 60 años) acusando falta de comunicación entre el corporativo y la zona.

Ítem 7: Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en un análisis de la gestión operacional de las redes de distribución, sus variables críticas y la factibilidad de implementar en localidades donde sean complejas de operar: ¿Qué opina de dicha propuesta? En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (92%) de similar forma positiva: "Me parece muy efectivo estandarizar los procesos de operación y mantenimiento de la compañía" (E9, 42 años). Esto no está correcto del todo, ya que cada localidad necesita su propio plan de operación.

El 8% dice "La zona debería manejar todos los datos e informes" (E3, 57 años) eso produciría silos en la compañía y no el plan no tendría el apoyo de los otros equipos corporativos. Ítem 8: ¿Cuáles son, en su opinión, los costos no económicos de implementar la gestión integral de redes? En esta consulta principalmente los entrevistados (67%) tienen dos preocupaciones: "Se generará mucha información, no seremos capaces de analizar todo y dejar claras las responsabilidades de los equipos" (E2, 60 años) entienden que es un plan que generará más información de la existente para poder medir y controlar las variables operacionales de las redes de distribución, otros les preocupan el mantenimiento (42%) "Se instalan nuevas tecnologías pero sin un mantenimiento adecuado es peligroso" (E1, 47 años) y el 33% de los entrevistados: "implementar el plan en los tiempos adecuados" (E9, 42 años) esto es completamente válido, estos planes innovadores son salvavidas de algunos equipos que están esperando resultados rápidos.

Ítem 9: ¿Qué tipo de amenaza o riesgo podría provocar en la operación un plan de gestión integral de redes de distribución? En esta consulta la mayoría le preocupa (42%) que el modelo deje de funcionar: "Se implemente el nuevo modelo pero el miedo es que se deje de controlar e implementar en el día a día" (E4, 55 años), si no se realizan capacitaciones y controles cada cierto tiempo, adicionalmente (33%) de los entrevistados le dieron importancia a: "Que se implemente un modelo sin el consentimiento de las personas que en la práctica lo operarán" (E6, 34 años) una visión que sucede a menudo por la falta de comunicación entre equipos.

Ítem 10: ¿Cuál sería su principal preocupación respecto a la implementación de gestión integral de redes? En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (58%) de similar forma: "Se implementará el nuevo modelo de operación con una capacitación inicial que no será suficiente" (E10, 35 años). Estas

impresiones son el legado de otras implementaciones fallidas. El 50% dice "Las nuevas tecnologías funcionarán hasta que llegue la hora de la mantención y se dará de baja el parque de equipos" (E11, 42 años) eso es preocupante, no confían en el equipo zonal de mantención.

El 33% hace reseña de "Las horas adicionales de los análisis y avisos las tendremos que absorber con la misma gente" (E3, 57 años) con mayor cantidad de información se utilizará más tiempo para poder revisar las mediciones y controlar las variables en algún tablero. Ítem 11: ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios? En esta pregunta la mayoría de los entrevistados respondieron (75%) de similar forma: "es muy necesario elaborar el proyecto en conjunto con la gente de la zona que operará" (E1, 47 años).

Esto es fundamental para que la gente aprecie desde el principio el proyecto. El 50% dice "Sensorización adecuada para las redes de distribución con un equipo dedicado para el análisis de los datos" (E8, 41 años) eso es cierto, se debe analizar bien los tipos de equipos que se utilizarán por las condiciones que tendrán en las redes de distribución, además de la cantidad de datos que se obtendrán.

Un 33% piensa que la capacitación es fundamental: "me parece que la capacitación debe ser cada cierto tiempo y actualizar el plan de operación a medida que salen nuevos problemas" (E9, 42 años), el plan de operación debe actualizarse cada cierto tiempo o tipo de temporada. 3.2 Discusión de resultados Si se consideran los resultados obtenidos en la etapa 1, de caracterización del presente y comprensión de la realidad, es posible establecer que los entrevistados comprenden cómo opera telecontrol frente a un escenario de escasez hídrica, llegando a que la mayoría (67%) entiende que telecontrol no hace mayor diferencia entre localidades con o sin escasez hídrica.

Los avisos de telecontrol no están personalizados para cada localidad, sino que son avisos estándares para toda la compañía. Ahora desde un punto de vista operacional de redes de distribución los entrevistados coinciden (67%) en que telecontrol no tiene mayor injerencia en la operación, ya que no se tienen las herramientas para poder medir las variables en las redes de distribución, esta afirmación se contrapone con (González-Amarillo, Cárdenas-García & Mendoza-Moreno, 2018) ya que ellos proponen la integración tecnológica para la sustentabilidad de los recursos ambientales.

Por ello es importante integrar nuevas tecnologías para poder medir todas las variables en las redes de distribución para la sustentabilidad del recurso. Por otro lado, los informantes clave, perciben fuertemente que los clientes son el foco primordial de la compañía (100%), las prioridades hacia los clientes son principalmente tres; Continuidad del servicio, Calidad (25%) y gestión de presiones (8%). Continuidad del servicio fue escogido como la prioridad (42%) esto afirma lo dicho en el estudio (Fontana & Morais, 2017), que explica que las mantenciones y trabajos de las sanitarias afectan a los clientes y por ende se deben tomar decisiones técnica y económicamente viables para disminuir la discontinuidad del servicio.

Con respecto a la calidad del agua potable (25%) es importante realizar mantenimiento a las redes de distribución para que no se levanten anomalías en los puntos de monitoreo de calidad, esto confirma lo dicho (Saldarriaga et al, 2014) que explica que hay que revisar constantemente la forma de operación hidráulica de las redes ya que los cambios afectan la calidad del agua potable, por ello hay que tener actualizado el modelo hidráulico con respecto a la operación en las redes de distribución y bajo cualquier cambio operacional se deben estudiar los cambios en los puntos de monitoreo de calidad. Siguiendo con la gestión de presiones (8%) se hace la diferencia entre la gente de operaciones zonales y los del corporativo.

La mirada de la gente de operaciones zonales es a más corto plazo, ya que están preocupados de salir a atender las emergencias del día a día mientras que los del corporativo entienden que la forma de operar las redes de distribución no tiene un protocolo estándar que sigan todos los colaboradores de operaciones en la compañía, esto hace que quede a criterio de cada operador. Esto provoca que las presiones en las redes de distribución se vean afectadas por los cambios en terreno que no se informan a ninguna plataforma y muchas veces se pierde la información de estos cambios.

Según (Martínez-Codina et al, 2016) estos cambios son fundamentales en la probabilidad de incidencia de roturas de matrices, ya que afectan los rangos de presión, variación de presión y variabilidad de presión en los sectores modificados. La mayoría entiende el modelo de gestión integral de redes, solo faltaría reforzar que el entregable del proyecto es la estandarización de la forma de operar las redes de distribución de manera normal y de crisis integrando a todos los equipos que tienen injerencia en las redes de distribución.

Esta forma de estandarizar los procesos se afirma en (Amézquita, Pérez & Torres, 2014) ya que te permiten identificar los eventos peligrosos, estimar los riesgos y priorizar las medidas o implementar nuevas medidas en caso de crisis o cambios operacionales en las redes de distribución. Para abordar las brechas detectadas se propone personalizar las alarmas para las localidades con escasez hídrica asegurando principalmente los niveles de estanque. Para abordar las brechas en sensorización de las redes de distribuciones es necesario invertir en equipamiento para la medir las variables críticas en las redes.

Para mejorar la información de los cambios operaciones de las redes de distribución se necesita estandarizar el proceso. Para mejorar la implementación de la gestión integral de redes es necesario reforzar los conceptos de la definición del plan. Los resultados obtenidos en la etapa 2, de propuestas de alto impacto para las personas con más experiencia en la compañía, son los más resistentes al cambio en la operación de redes de distribución, sino que desestiman el cambio y quieren más poder de decisión de los presupuesto y obras necesarias para poder seguir con un buen servicio hacia los clientes.

Estas opiniones se contraponen a lo expuesto por (Martinez & Villalejo, 2018) que se explica que el desarrollo de las ciudades se debe desarrollar desde varios ámbitos, entre los cuales están el ingenieril, económico y una política de recursos, todos estos puntos tienen que venir desde el corporativo y la gente de operaciones de las zonas se debe dedicar sus esfuerzos a la operación de los activos de la compañía. En cambio, los puestos más gerenciales están de acuerdo con realizar la estandarización de la forma de operar las redes de distribución, pero para ellos no es tan importante la medición y control de las variables en las redes de distribución.

En este último punto se contrapone a lo descrito por (González-Amarillo, Cárdenas-García & Mendoza-Moreno, 2018) que especifica que tener más información podría crear conciencia de los recursos que se están consumiendo en favor a la sostenibilidad de estos. En resumen, la mayoría de los entrevistados está de acuerdo con las sugerencias propuestas del plan de gestión integral de redes pero no les queda claro las responsabilidades de todos los equipos que se involucran en las redes de distribución. Lo expuesto está en línea con lo planteado por (Amézquita, Pérez & Torres, 2014) ya que es fundamental entender y crear conciencia de todos los equipos que participan en el proceso para asegurar la

calidad con la recopilación, procesamiento y análisis de la información. Se detecta reforzar el flujo de trabajo de los departamentos corporativos y zonales para mejorar las expectativas y responsabilidades de cada equipo.

Para mejorar la falta de interés de la información de las variables críticas en las redes de distribución **por parte de los** cargos gerenciales es necesario realizar un tablero donde esté el control y seguimiento de las variables críticas. Para mejorar la implementación de la gestión integral de redes es necesario reforzar los conceptos de la definición del plan con las etapas y responsabilidades de cada equipo. Los resultados obtenidos en la etapa 3, de alertas sobre las transformaciones los entrevistados concuerdan que no saben si serán capaces de procesar y analizar toda la información nueva que se levantaría con las nuevas tecnologías implementadas en las redes de distribución, además se dejar claras las metas de todos los equipos.

Esto está reforzado con lo dicho en (Duran, 2015) que las empresas sanitarias privadas produjeron avances en la eficiencia y mejoramiento integral del servicio, por ello es necesario seguir invirtiendo para poder seguir mejorando el servicio hacia los clientes. Los entrevistados entienden que los catastros iniciales y necesidades se tienen que levantar en conjunto con la gente de la zona y del corporativo para poder realizar el plan de gestión de redes. De esta forma el plan tendrá más empoderamiento zonal del plan, esto se lograría con un buen plan de comunicación entre los equipos.

Toda la inversión se debe tener una función con multicriterio (Gomez-Martinez, Cubillos-González & Martin-Carrasco, 2017) para cuantificar las necesidades de las redes de distribución con respecto a la continuidad, calidad del agua y gestión de presiones para comparar las vulnerabilidades con los costos de inversión. Las capacitaciones son un tema relevante con los entrevistados, es necesario asegurar que tendrán capacitaciones permanentes para el mejoramiento y actualizaciones del plan de gestión integral de redes además de que ellos puedan innovar o mejorar la forma de operación. En efecto, puede haber criterios subjetivos de los clientes (Fontana & Morais, 2017) que pueden ser apreciados por los operadores zonales de las redes de distribución.

Otro punto importante es que la gente de operaciones zonal sienta que el proyecto nazca desde su necesidad y sea construido con ellos en conjunto con los equipos transversales corporativos, de esta forma cuando estén operando

sientan que es el fruto de su trabajo en la creación del plan de gestión integral de redes. Esto es confirmado (Ramos & León, 2016) el mejor conocimiento de las redes, clientes y características de éstas es de los colaboradores de la zona implicaría mejoras en la imagen de la compañía y eficiencia de los recursos.

Pero también se reitera que la gente de la zona no podrá absorber la responsabilidad de procesar y analizar todos los datos que se levantarán en el plan de gestión integral de redes, además de llevar el control e implementación del plan mismo. Para ello es necesario un equipo encargado de estas labores desde el corporativo. Para abordar las brechas detectadas se propone considera un equipo especializado para la implementación y control del plan de gestión de redes con un sistema que recopile y ayude a analizar toda la información levantada.

Para mejorar la percepción de apoyo es necesario reforzar con capacitación cada cierto tiempo al equipo zonal donde esta implementado el plan de gestión de redes, además de escuchar las nuevas mejoras y propuestas el equipo zonal. 3.3 Estrategias de evidencia científica Para confirmar la precisión científica de este trabajo y disponer las evidencias de la estrategia escogida, durante el estudio se ha utilizado lo siguiente: Triangulación de informantes: con la participación de 3 grupos de personas diferenciadas por sus funciones, conocimientos y compromisos con el tema estudiado. Triangulación de técnicas y fuentes: Para la obtención de la información expuesta de la investigación se han aprovechado distintas técnicas y fuentes.

Los principales recursos son las entrevistas, artículos citados, además se han utilizado reportes de la superintendencia de servicios sanitarios y de la empresa. Comentario de pares y comprobaciones con los participantes: Para aminorar al máximo el rumbo del investigador y así comprometer la autenticidad de la investigación, se cuida que los datos recopilados demuestran lo más preciso posible la realidad estudiada. Además, los resultados obtenidos fueron compartidos con dos actores claves para confirmar la validez de éstos con sus aportes y matices del tema estudiado.

Se debe recordar que el objetivo de los resultados de información no es aplicable a todo ámbito de la compañía, sino que es un acercamiento a la realidad estudiada para poder realizar más mejoras o cambios a partir de este estudio. 4. Conclusiones Esta investigación establece que las variables que explican la

criticidad de la gestión de redes de distribución del agua en la región del Maule de Chile son: la falta de medición de lo que ocurre en las redes de distribución (caudal, presión, monitoreo de estas), un líder dedicado a gestionar la operación de las redes de distribución, que gestione los beneficios de una gestión integral en redes de distribución de agua potable.

En efecto los hallazgos muestran que si estas variables (medir en la red, presión, caudal) se modifican sin un plan estratégico, se producirán problemas de duplicidad en las gestiones lo que llevaría a una descoordinación que produciría fallas (roturas), continuidad de servicios, reclamos y gastos en reparaciones. En este sentido los beneficios de una gestión integral quedan establecidos a través de la disminución de pérdidas en redes, menor uso de recursos, costos de energía y metodología de operación estandarizada para todos los tipos de eventos, mejorando los márgenes de contribución del negocio. Dicho esto, este trabajo contribuye a la gestión de beneficios desde una mirada integral, y una mejor operación en las redes de distribución de agua potable en Talca.

Para abordar las brechas destacadas se proponen los siguientes trabajos futuros: Capacitar transversalmente a los colaboradores en planes, operaciones, y telecontrol de las redes de distribución de agua Establecer un plan comunicacional transversal que considere lineamientos estratégicos Modificar la estructura organizacional proponiendo un líder de gestión que coordine proyectos según lineamientos centralizados. Establecer un modelo de operación estándar para todo tipo de eventos adecuada a cada localidad compleja de la compañía. Invertir en la sensorización de las redes de distribución y sistema de recolección y análisis de datos.

INTERNET SOURCES:

--

<1% - <https://www.interior.gob.cl/noticias/2019/04/17/gobierno-anuncia-que-recambio-de-medidores-sera-voluntario/>

<1% - <https://www.youtube.com/watch?v=MyjW0BdtxTo>