

**Universidad Torcuato Di Tella**  
**Escuela de Negocios**

**MBA 2018**

**Propuesta de  
dimensionamiento de dotación  
de personal en empresa de  
servicios públicos**

Autor: Ing. Tomas Gurevich

Tutora: Lic. Liliana Moya

Buenos Aires, abril de 2020

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa Agua y Saneamientos Argentinos (AySA) y los directivos que confiaron en mí para que pueda hacer este MBA.

A mi familia, amigos y compañeros, quienes insistieron y apoyaron para que atravesara este intenso proceso que es el MBA.

A Liliana Moya, que se brindó por completo para guiarme, apoyarme y orientarme en la realización de este trabajo final.

A Juliana DI Menno y Raquel Gurevich, quienes me aportaron su paciencia, conocimiento y colaboración en la escritura de este trabajo.

A Gustavo Vulcano, quien muy amablemente permitió evacuar dudas y brindar sugerencias para esta tesis.

## RESUMEN

Las empresas de servicios públicos no solo deben disponer de personal capacitado para el desarrollo de las tareas operativas, sino que necesitan asegurarse de poseer el número de dotación que permita el desarrollo de sus tareas en tiempo y forma. Dada la sensibilidad de este tema, especialmente en empresas de cierta complejidad, es central contar con un criterio que permita una adecuada asignación de recursos, permitiendo optimizar el tiempo y los costes asociados.

El presente trabajo busca presentar una metodología de cálculo alternativa y superadora para el dimensionamiento de los equipos de trabajo que atienden reclamos de los usuarios del servicio de agua y saneamiento en el Área Metropolitana de Buenos Aires.

Para ello, se presenta una base teórica sobre los sistemas de colas, también conocidos como congestión de servicios o problemas de *staffing*, en la que se analizan supuestos, métricas y formulas a utilizar. También se introduce la cuestión de percepción y psicología de las esperas.

Se desarrolla el caso “AySA”, describiendo la empresa en cuanto a sus generalidades, proceso de gestión de reclamos, indicadores de gestión y metodología utilizada actualmente para el cálculo de la dotación.

Se toma como plataforma un municipio de la Provincia de Buenos Aires y la atención de un servicio en particular –el abastecimiento de agua-, para aplicar la metodología actual y la propuesta, teniendo en cuenta que los resultados son extrapolables a los distintos servicios y a todo el ámbito de concesión de la empresa prestadora de agua y saneamiento.

Las conclusiones emergen de la comparación entre el modelo actual y la propuesta alternativa en función de los indicadores clave de desempeño de la compañía. Adicionalmente, se presentan propuestas de mejora en cuanto a la percepción de los tiempos de espera.

## **PALABRAS CLAVE**

Operaciones, Teoría de colas, Staffing, Congestión de servicios, Sakasegawa, Servicios Públicos, Agua Potable, Saneamiento, Agua y Saneamientos Argentinos, AySA.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>II</b>
<b>PALABRAS CLAVE</b> .....	<b>III</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>IV</b>
<b>TABLA DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>VI</b>
<b>TABLA DE CUADROS</b> .....	<b>VII</b>
<b>TABLA DE ECUACIONES</b> .....	<b>VIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
OBJETIVOS DEL TRABAJO .....	2
<i>Objetivo general</i> .....	2
<i>Objetivos específicos</i> .....	2
<b>CUERPO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
CAPÍTULO 1 - LOS SISTEMAS DE COLAS .....	5
1.1 <i>Componentes de los sistemas de colas</i> .....	6
1.2 <i>Supuestos</i> .....	6
1.3 <i>Parámetros de los sistemas de colas</i> .....	8
CAPÍTULO 2 - EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS SISTEMAS DE COLAS .....	9
2.1 <i>Métricas de performance de los sistemas de colas</i> .....	9
2.2 <i>Aproximación de Sakasegawa</i> .....	12
2.3 <i>Percepción y psicología de las esperas</i> .....	14
<b>CUERPO EMPÍRICO</b> .....	<b>16</b>
CAPÍTULO 3 - CASO AYSA.....	17
3.1 <i>Descripción de la empresa</i> .....	17
3.2 <i>Esquema regulatorio</i> .....	18
3.3 <i>Composición accionaria</i> .....	19
3.4 <i>Misión y Valores</i> .....	19
3.5 <i>Servicios: características y cobertura</i> .....	20
3.6 <i>Gestión de reclamos técnicos e iniciativas propias</i> .....	20
3.7 <i>Motivos</i> .....	22

3.8	<i>Cuadrillas</i> .....	24
3.9	<i>Resolución del reclamo/iniciativa propia</i> .....	25
3.10	<i>Distrito San Isidro</i> .....	25
CAPÍTULO 4 - CÁLCULO DE DOTACIÓN .....		26
4.1	<i>Metodología de cálculo actual</i> .....	26
4.2	<i>KPIs</i> .....	32
CAPÍTULO 5 - PROPUESTA: APLICACIÓN DE LA APROXIMACIÓN DE SAKASEGAWA		40
5.1	<i>Verificación de supuestos</i> .....	40
5.2	<i>Metodología de cálculo</i> .....	42
5.3	<i>Análisis de resultados</i> .....	45
CAPÍTULO 6 - COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS.....		46
6.1	<i>Modelos de cálculo de dotación</i> .....	46
6.2	<i>Resultados: comparación entre los modelos</i> .....	48
<b>CONCLUSIONES FINALES E IMPLICANCIAS</b> .....		<b>52</b>
PROPUESTAS: INFLUENCIA SOBRE LAS ESPERAS PERCIBIDAS .....		54
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		<b>55</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>56</b>
ANEXO 1 – INDICADORES POR DISTRITO DE LA DIRECCIÓN REGIONAL NORTE .....		56
EFICACIA Y TIEMPO DE INTERVENCIÓN – RESTO DE LOS DISTRITOS .....		56
ANEXO 2 – GLOSARIO.....		61

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Componentes de un sistema de colas. ....	6
Ilustración 2. Factor de utilización. (Weiss, 2014) .....	10
Ilustración 3. Ley de Little. (Weiss, 2014).....	12
Ilustración 4. Área de concesión de AySA S.A. (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.) .....	17
Ilustración 5. Composición Accionaria.....	19
Ilustración 6. Proceso de gestión y atención de reclamos y órdenes de trabajo. ....	21
Ilustración 7. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Falta de Agua y Falta de Presión. Dirección Regional Norte, Años 2017 y 2018.....	34
Ilustración 8. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Falta de Agua y Falta de Presión. Distrito San Isidro, Años 2017 y 2018. ....	35
Ilustración 9. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Escapes. Dirección Regional Norte, Años 2017 y 2018.....	36
Ilustración 10. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Escapes. Distrito San Isidro, Años 2017 y 2018. ....	36
Ilustración 11. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Taponamientos. Dirección Regional Norte, Años 2017 y 2018. ....	37
Ilustración 12. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Taponamientos. Distrito San Isidro, Años 2017 y 2018.....	37
Ilustración 13. Productividad para intervenciones por motivos de agua. Distrito San Isidro, Año 2018.....	38
Ilustración 14. Productividad para intervenciones por motivos de cloaca. Distrito San Isidro, Año 2018.....	39

## TABLA DE CUADROS

Tabla 1. Parámetros característicos de los sistemas de colas. (Weiss, 2014)...	8
Tabla 2. Métricas de performance de los sistemas de colas. (Weiss, 2014).....	9
Tabla 3. Municipios del área de concesión según Región. ....	18
Tabla 4. Motivos de reclamos asociados al servicio de agua.....	22
Tabla 5. Motivos de reclamos asociados al servicio de cloaca. ....	23
Tabla 6. Motivos de reclamos asociados a la calidad. ....	23
Tabla 7. Motivos de iniciativas propias.....	24
Tabla 8. Órdenes de trabajo ingresadas agrupadas mensualmente, clasificadas según motivo.....	28
Tabla 9. Cálculo del promedio de órdenes de trabajo y desvío estándar.....	29
Tabla 10. Tiempos estándar para las tareas de resolución de reclamos de agua. ....	30
Tabla 11. Cálculo de tiempos y necesidades en minutos.....	31
Tabla 12. Grupo de motivos para el cálculo de Plazo Promedio de Intervención .....	33
Tabla 13. Promedio, desvío estándar y coeficiente de variación del tiempo entre arribos. ....	42
Tabla 14. Promedio, desvío estándar y coeficiente de variación del tiempo de servicios. ....	43
Tabla 15. Resumen de los parámetros para la aplicación de la fórmula de Sakasegawa.....	43
Tabla 16. Resultados de la aplicación de la fórmula de Sakasegawa.....	44
Tabla 17. Resultados de la aplicación de la fórmula de Sakasegawa ajustados por tiempo operativo.....	45
Tabla 18. Valores para la Eficacia - Comparación .....	49
Tabla 19. Valores para los Tiempos de Intervención - Comparación .....	49
Tabla 20. Valores para la Productividad - Comparación .....	50

## TABLA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Factor de utilización.....	9
Ecuación 2. Número promedio de clientes en servicio.....	10
Ecuación 3. Número promedio de clientes en el sistema.....	11
Ecuación 4. Tiempo promedio en espera.....	11
Ecuación 5. Ley de Little para la fila.....	11
Ecuación 6. Ley de Little para el sistema completo.....	11
Ecuación 7. Tiempo promedio en el sistema.....	12
Ecuación 8. Aproximación de Sakasegawa para cálculo de $L_q$ .....	13
Ecuación 9. Fórmula de cálculo de la eficacia.....	32
Ecuación 10. Fórmula de cálculo del Plazo Promedio de Intervención.....	33
Ecuación 11. Fórmula de cálculo de la productividad.....	38

## INTRODUCCIÓN

Las compañías prestadoras de servicios, especialmente aquellas que realizan tareas operativas, necesitan contar con personal capacitado y la dotación apropiada para poder desarrollar correctamente su actividad. Esta cuestión es sensible para empresas de cierto tamaño y complejidad, por lo que disponer de un criterio para la adecuada asignación y optimización de los recursos reviste suma importancia.

El presente trabajo busca presentar una metodología de cálculo alternativa y superadora en términos de eficiencia para el dimensionamiento de los equipos de trabajo que atienden reclamos de los usuarios del servicio de agua y saneamiento.

Esta alternativa agrega valor a una cuestión central de las operaciones de la empresa, como lo es determinar la cantidad de recursos humanos suficientes para brindar una respuesta de calidad, garantizando los plazos de atención establecidos por el Ente Regulador de Agua y Saneamiento. Esta importancia se ve potenciada dado que el servicio al que refiere es la provisión de agua potable, recolección de residuos cloacales y saneamiento, fundamental para la salud humana y un objetivo estratégico de cualquier Estado.

La metodología utilizada actualmente tiene como punto de partida el ingreso promedio de reclamos, afectado por un coeficiente de seguridad. En cambio, la alternativa propuesta tiene como eje central la variabilidad en el tiempo entre ingresos de reclamos y en los tiempos de atención de los mismos.

Se presenta el modelo a implementar y se compara con la metodología utilizada en la actualidad, con el objetivo de determinar beneficios y desventajas en su aplicación.

El estudio toma como plataforma un municipio de la Provincia de Buenos Aires y la atención de un servicio en particular –el abastecimiento de agua-, pero los resultados son extrapolables a los distintos servicios y a todo el ámbito de concesión de la empresa prestadora de agua y saneamiento.

Los resultados del trabajo son de especial aplicación para la compañía, dado que la gestión de reclamos técnicos es una de sus actividades principales, a la que destina gran cantidad de recursos humanos y económicos.

La investigación es de tipo exploratoria, en el sentido de que amplía el conocimiento sobre las teorías de esperas, comúnmente llamadas “modelos de colas” y sus aplicaciones prácticas en las operaciones de las compañías; y dentro de su tipo, puede clasificarse como cuantitativa, porque busca medir y evaluar una alternativa que aún no fue analizada.

En cuanto a sus dimensiones de análisis, esta tesis plantea un enfoque combinado: por un lado, cuantitativo, ya que se aborda una problemática medida en términos numéricos y, por otro, cualitativo, porque cuestiones referidas a las percepciones de los consumidores también son analizadas.

## **Objetivos del trabajo**

### **Objetivo general**

El principal objetivo del presente trabajo es optimizar el proceso de gestión de reclamos de una empresa de servicios públicos, proponiendo una alternativa a la metodología de cálculo de dotación de personal adecuado.

### **Objetivos específicos**

Para alcanzar el objetivo general, se establecen una serie de objetivos específicos:

- Investigar y profundizar sobre los modelos de colas existentes en el campo de la estadística y las operaciones.
- Describir el proceso de gestión de reclamos técnicos de la empresa de servicios.
- Explicar detalladamente la metodología de cálculo actual utilizada para diseñar la dotación de equipos.

- Identificar los KPIs<sup>1</sup> (Indicadores Clave de Desempeño) para analizar y evaluar el proceso de gestión y presentar los valores que toman los mismos.
- Seleccionar una metodología superadora en cuanto a eficiencia en la utilización de recursos y el impacto en los KPIs.
- Aplicar la metodología de cálculo propuesta, verificando los supuestos y condiciones necesarias.
- Presentar los valores que tomarían los KPIs en caso de utilizar dicha metodología.

El trabajo se focaliza en uno de los aspectos centrales de la operación de una de las empresas proveedoras de agua potable y saneamiento más grandes del mundo.

Consiste fundamentalmente en la propuesta y aplicación de una metodología alternativa para el cálculo de dotación de los equipos que atienden reclamos de usuarios. Para ello se realiza un estudio detallado, analizando todos los aspectos del modelo propuesto y concluyendo en un resultado cuantitativo.

Este resultado impacta directamente en otros fenómenos dentro de la gestión de los recursos humanos de la compañía, como lo son el liderazgo y la coordinación de los equipos de trabajo.

---

<sup>1</sup> Key Performance Indicator (en español, indicador clave o medidor de desempeño o indicador clave de rendimiento). Es una medida del nivel de rendimiento de un proceso. El valor del indicador está directamente relacionado con un objetivo prefijado y normalmente se expresa en valores porcentuales. (Parmenter, 2015)

## CUERPO TEÓRICO

A lo largo de los capítulos que componen este marco teórico, se desarrollan los temas fundamentales y necesarios para comprender el problema planteado y analizar el caso de estudio seleccionado.

En primer lugar, se presentan los sistemas de colas para entender su importancia en las empresas que operan servicios y qué dificultad supone su gestión para los administradores. Asimismo, se explican en detalle los componentes de los sistemas, que asunciones se realizan para su análisis y cuáles son los parámetros característicos de los mismos.

En un segundo capítulo, se explica cómo se evalúa la performance de los sistemas de espera expuestos en el capítulo anterior y la complejidad que implica la determinación de algunos de los parámetros de desempeño. Como respuesta a ello, se expone un modelo de cálculo que aproxima de una mejor manera uno de los parámetros clave de los sistemas, permitiendo una optimización del proceso.

Por último, en un tercer capítulo, se describen los efectos negativos que poseen las esperas tanto para los usuarios como para las empresas, y que factores psicológicos influyen en la percepción de las mismas. Esta cuestión es relacionada con la importancia de un modelo de colas que permita dimensionar adecuadamente la dotación operativa de la compañía.

## CAPÍTULO 1

### 1. Los sistemas de colas

*El fenómeno de colas es el acto de esperar a que un servicio comience.* Esta es una problemática que ocupa la cabeza de muchos gerentes que operan tanto servicios como procesos de manufactura de bienes: deben tomar decisiones en relación a la capacidad de los sistemas, la dotación y la tecnología utilizada para accionar sobre el tiempo que sus clientes esperan.

La dificultad del trabajo del gerente radica en la incapacidad de determinar con precisión el momento en el que arribará un requerimiento del cliente o la duración del servicio a prestar. El desafío consiste en determinar la cantidad correcta de personal a emplear, el tipo de tecnología a utilizar y un objetivo a alcanzar para el tiempo de espera del cliente. Por ejemplo, una cantidad de personal insuficiente provocará tiempos de espera elevados y una cantidad de personal sobredimensionada reducirá los tiempos de espera, pero atentará contra la rentabilidad del negocio. Las colas extensas pueden resultar en demoras y las consecuencias de estas demoras dependen del tipo de negocio y el contexto en el que opera.

En algunos casos, el tiempo de espera de los clientes y el tiempo ocioso de los servidores pueden provocar costos no deseados. En otros casos, no existen costos específicos asociados a las esperas.

Es importante destacar que las filas pueden formarse aún cuando la capacidad de los servidores sea mayor que la demanda de los clientes. Las esperas no pueden ser eliminadas, porque la variabilidad es inherente a estos sistemas: un número grande de clientes puede llegar en un periodo corto de tiempo, o puede haber dos prestaciones de servicios consecutivas que demoren un tiempo excesivo.

El fenómeno de colas es complejo de cuantificar. Decidir cuánta capacidad es suficiente (es decir, teniendo en cuenta el *tradeoff* "costo vs calidad de servicio") requiere una teoría que permita cuantificar y predecir el fenómeno de las esperas. (Vulcano, 2018)

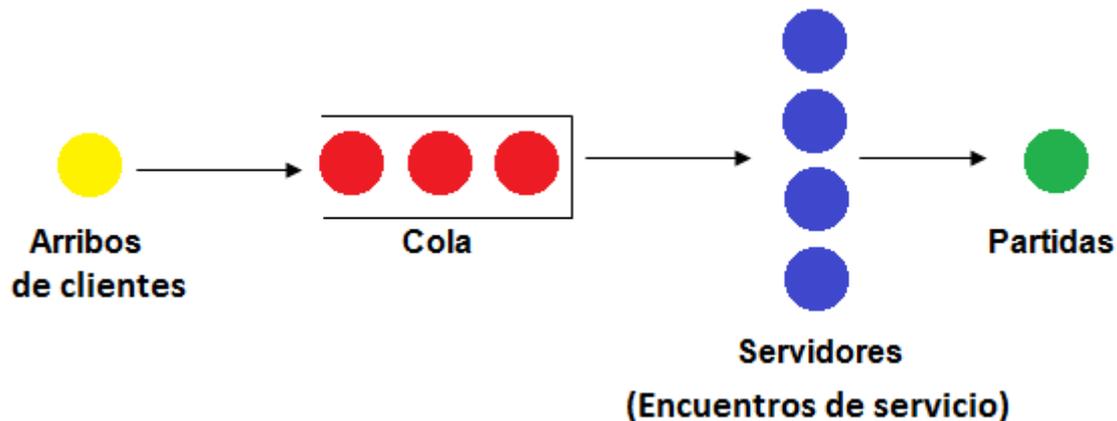
El objetivo de este apartado es presentar aquellos conceptos, ideas, modelos y asunciones que dan cuenta del fenómeno de colas para brindar un marco de referencia en el que luego se insertará el cuerpo empírico. Vale destacar que todos estos elementos del modelo son una representación de los distintos componentes del proceso de gestión de órdenes de trabajo de la empresa.

### 1.1 Componentes de los sistemas de colas

Los sistemas de filas de espera están compuestos por tres elementos básicos (Weiss, 2014):

- Servidores
- Clientes, que pueden llegar en momentos aleatorios o no programados.
- Encuentros de servicio, que pueden variar en sus tiempos de duración.

En la Ilustración 1 pueden identificarse con claridad los componentes mencionados.



*Ilustración 1. Componentes de un sistema de colas.*

Fuente: Elaboración propia.

### 1.2 Supuestos

Un modelo o una modelización es una representación abstracta de sistemas o procesos con el fin de analizar, describir, explicar y simular esos fenómenos o procesos. Esta representación permite determinar un resultado final a partir de unos datos de entrada. Como una modelización busca aproximar de la mejor manera una realidad que suele ser muy compleja, se simplifica la representación tomando algunas condiciones como fijas o supuestas.

El modelo utilizado para explicar el fenómeno de colas contempla los siguientes supuestos:

- El primero en llegar es el primero en ser atendido (Disciplina FIFO<sup>2</sup>). Los clientes se ordenan en una única fila a medida que arriban y son atendidos en ese orden.
- Los servidores realizan tareas idénticas. También conocidos como canales, pueden existir múltiples servidores operando en paralelo para dar servicio a una fila.
- Arribos y servicios aleatorios. Los arribos a cada uno de los servidores, ocurren al azar con una tasa de arribo promedio. También es aleatorio el tiempo de servicio, con su tasa de servicio promedio correspondiente.
- Sistema en estado estable. En general, la capacidad de los servicios es mayor que la tasa con la que arriban los clientes. Si así no fuera, los clientes esperarían indefinidamente. La capacidad promedio está dada por la tasa de servicio. En los períodos transitorios<sup>3</sup>, como la puesta en marcha del sistema, el tamaño de la cola depende de la cantidad de clientes esperando que el sistema entre en operación y por cuanto tiempo el sistema no estuvo operando. Con el paso del tiempo, el impacto de estas condiciones iniciales tiende a amortiguarse y el número de clientes en el sistema pasa a ser independiente del momento en el que se observe.
- Fuente infinita de potenciales clientes.
- Conducta apropiada en la cola. Se asume que la tasa de arribo coincide con la tasa de demanda. Esto implica que no ocurran los siguientes comportamientos:
  - Negación a ingresar a la cola.

---

<sup>2</sup> FIFO: En inglés, First In, First Out.

<sup>3</sup> Se denominan transitorios a aquellos periodos cortos de tiempo donde el sistema no se encuentra en régimen.

- Abandono de la cola.
- Repetición. Destinatarios del servicio que regresan a la cola después del servicio.
- Efectividad uniforme. La efectividad del servicio en cada canal es uniforme a lo largo del tiempo y del sistema.

### 1.3 Parámetros de los sistemas de colas

Los parámetros son constantes o propiedades arbitrarias que caracterizan, a un sistema. Algunos de estos parámetros funcionan como datos de entrada (inputs) de los modelos y otros como datos de salida (outputs). En la Tabla 1, se presentan los parámetros característicos de los sistemas de colas.

*Tabla 1. Parámetros característicos de los sistemas de colas. (Weiss, 2014)*

<i>Instalación</i>	Unidad de servicio. Puede estar compuesta por uno o varios canales
<i>Canal</i>	Punto de servicio dentro de una instalación.
<i>A</i>	Tasa de arribos. Número promedio de arribos al sistema por unidad de tiempo.
<i>S</i>	Tasa de servicio (por servidor). Número promedio de servicios por unidad de tiempo por canal.
<i>T<sub>s</sub></i>	Tiempo promedio de servicio (1/S).
<i>M</i>	Número de servicios o canales en la instalación.
<i>mS</i>	Tasa de servicio promedio de la instalación (m. tasa de servicio).

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO 2

### 2. Evaluación del desempeño de los sistemas de colas

#### 2.1 Métricas de performance de los sistemas de colas

Para evaluar el desempeño del sistema en cuanto a distintos parámetros y criterios se utilizan métricas o indicadores. Las métricas que se presentan en la Tabla 2 se utilizan para medir el rendimiento de los sistemas de colas y tienen su equivalente dentro del tablero de control de la compañía.

*Tabla 2. Métricas de performance de los sistemas de colas. (Weiss, 2014)*

$U$	$A/mS = (\text{tasa de arribos})/(\text{m} \cdot \text{tasa de servicio}) = \text{utilización o factor de utilización.}$
$N_s$	Número promedio de clientes en servicio.
$L$	Número promedio de clientes en el sistema, tanto en servicio como en la cola.
$L_q$	Número promedio de clientes en la cola.
$W$	Tiempo promedio en el sistema.
$W_q$	Tiempo promedio en espera (en la cola).

Fuente: Elaboración propia.

Ninguna de las relaciones entre estas métricas depende de asunciones en relación a distribuciones de probabilidad de los tiempos de arribo o de servicio, sino que son válidas en general.

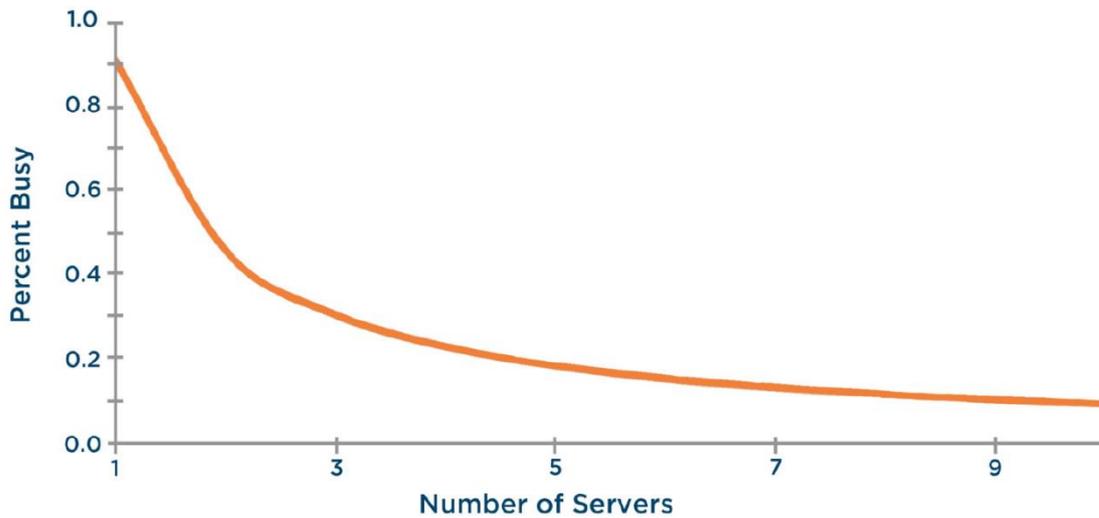
##### 2.1.1 Factor de utilización (u)

Mide el porcentaje del tiempo que los servidores se encuentran ocupados atendiendo a los clientes. Se representa en porcentaje y es adimensional. Se calcula según la Ecuación 1.

*Ecuación 1. Factor de utilización*

$$u = \frac{A}{mS}$$

Como se puede observar en la Ilustración 2, el factor de utilización disminuye a medida que aumenta el número de servidores.



*Ilustración 2. Factor de utilización. (Weiss, 2014)*

Fuente: (Weiss, 2014)

### 2.1.2 Número promedio de clientes en servicio ( $N_s$ )

Es la cantidad media de clientes que están efectuando el encuentro de servicio. Se calcula dividiendo la tasa de arribos por la tasa de servicio. Se calcula según la Ecuación 2.

*Ecuación 2. Número promedio de clientes en servicio*

$$N_s = m \cdot u = m \cdot \left( \frac{A}{mS} \right) = \frac{A}{S}$$

$N_s$  varía directamente en función de la utilización, que depende de las tasas de arribo y de servicio.

### 2.1.3 Número promedio de clientes en la cola ( $L_q$ )

Es la cantidad media de clientes que se encuentran esperando el encuentro de servicio. Excluye la cantidad de clientes que están siendo servidos. Para la mayoría de los sistemas,  $L_q$  no puede ser calculado directamente. Esto se debe a la complejidad de interacciones causadas por las distribuciones de probabilidad que describen los procesos de arribos y de servicios. Su valor debe ser aproximado mediante alguna fórmula. (Ver Aproximación de Sakasegawa, página 12)

#### 2.1.4 Número promedio de clientes en el sistema ( $L_s$ )

Es igual al número promedio de clientes en la fila más el número promedio de clientes en servicio. Se calcula según la Ecuación 3.

*Ecuación 3. Número promedio de clientes en el sistema*

$$L = L_q + N_s$$

Tanto este parámetro como el siguiente, se calculan a partir de  $L_q$ , habiéndolo medido o aproximado mediante alguna fórmula.

#### 2.1.5 Tiempo promedio en espera ( $W_q$ )

Se puede calcular dividiendo la cantidad de clientes en la fila por la tasa promedio de arribos, tal como se observa en la Ecuación 4.

*Ecuación 4. Tiempo promedio en espera*

$$W_q = \frac{L_q}{A}$$

La fórmula que relaciona el tiempo de espera y la cantidad de clientes en la espera se conoce como Ley de Little (*Little's Law*, en inglés). Dicha ley sostiene que la longitud de la fila está directamente relacionada con el tiempo de espera en la fila, y no con la distribución del proceso de arribos y la distribución del tiempo de servicio (Little, 1961). En la Ecuación 5 y la Ecuación 6 se muestran el cálculo de la longitud de la cola y la longitud del sistema, respectivamente.

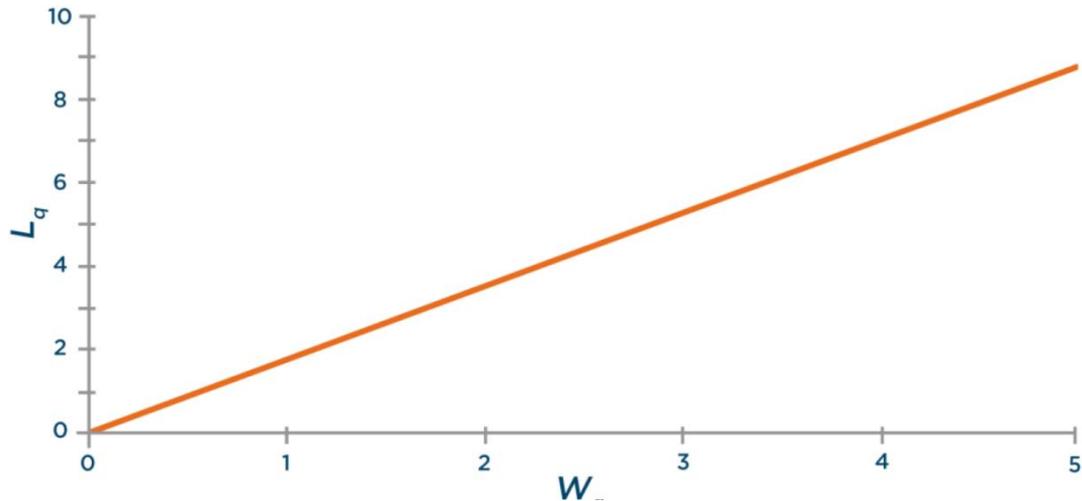
*Ecuación 5. Ley de Little para la fila*

$$L_q = A \cdot W_q$$

*Ecuación 6. Ley de Little para el sistema completo*

$$L = A \cdot W$$

En la Ilustración 3 se puede observar el impacto que tienen las variaciones de la longitud de la fila en el tiempo promedio de espera. La pendiente de la recta es la tasa de arribos.



*Ilustración 3. Ley de Little. (Weiss, 2014)*

Fuente: (Weiss, 2014)

### 2.1.6 Tiempo promedio en el sistema (W)

Es igual al tiempo promedio en la cola más el tiempo promedio en servicio. Se calcula según la Ecuación 7.

*Ecuación 7. Tiempo promedio en el sistema*

$$W = W_q + \left(\frac{1}{S}\right)$$

## 2.2 Aproximación de Sakasegawa

Como se mencionó anteriormente  $L_q$  es muy compleja de calcular por lo que debe ser medida o aproximada. A partir de  $L_q$  se pueden determinar las demás métricas.

La fórmula que se presenta a continuación, en la es conocida como la *Aproximación de Sakasegawa* y es la que provee mayor exactitud respecto al valor real. (Sakasegawa, 1977)

*Ecuación 8. Aproximación de Sakasegawa para cálculo de  $L_q$*

$$L_q = \frac{u\sqrt{2(m+1)}}{(1-u)} \cdot \frac{((CV_{IAT})^2 + (CV_{ST})^2)}{2} \text{ donde}$$

$u$  = factor de utilización

$m$  = número de servidores

$CV_{IAT}$  = coeficiente de variación del tiempo entre arribos

$CV_{ST}$  = coeficiente de variación del tiempo de servicio

El coeficiente de variación de una distribución de probabilidad es una medida de su variabilidad y se define como el desvío estándar dividido por el promedio de la distribución.

En general, se considera que un  $CV < 0,75$  corresponde a distribuciones con baja variabilidad, un  $CV$  entre 0,75 y 1,33 a distribuciones con variabilidad moderada y un  $CV > 1,33$  a distribuciones con alta variabilidad.

Esta fórmula posee ciertas limitaciones y solo puede ser utilizada bajo las siguientes condiciones:

- El primero en llegar es el primero en ser atendido (Disciplina FIFO).
- Un único tipo de cliente.
- No hay límite en la sala de espera.
- Condiciones estables o estacionarias.

### **2.2.1 Conclusiones de la aproximación de Sakasegawa**

- Un aumento en la utilización de los servidores disminuye la performance del sistema: a medida que  $u$  se aproxima a 1 (el o los servidores siempre están ocupados), el tamaño de la cola tiende a infinito y el tiempo de espera crece exponencialmente. Asimismo, los efectos de la variabilidad se potencian al aumentar la utilización.
- Un aumento en la variabilidad disminuye la performance del sistema: sistemas con bajos  $CV$  tienen colas más cortas. Observando la aproximación de Sakasegawa, al aumentar los  $CV$ , los tamaños de las colas aumentan al cuadrado.
- Un aumento en la cantidad de servidores mejora la performance del sistema: permite “repartir” la variabilidad a través de los distintos

servidores y absorber los períodos con numerosos arribos en poco tiempo. Es decir, en los sistemas con múltiples servidores, un tiempo de atención largo no tiene el mismo impacto, ya que el resto de los servidores puede atender al resto de los clientes.

Como se puede notar, en la aproximación de Sakasegawa, la cantidad de servidores se encuentra en el exponente de la utilización, que es menor a 1. Entonces, a medida que aumenta  $m$ , manteniendo la utilización constante, el tamaño de la cola se reduce.

### **2.3 Percepción y psicología de las esperas**

No caben dudas de que esperar no es algo placentero, y menos en aquellas situaciones donde lo que estamos esperando es que nos restablezcan el servicio de agua potable, o nos destapen la instalación cloacal que está desbordando en nuestro domicilio.

La percepción de la calidad de un servicio está determinada tanto por la experiencia subjetiva de hacer una cola como por la realidad objetiva, es decir, cuánto tiempo se estuvo esperando.

En cuanto a la realidad objetiva, las decisiones que pueden tomar el gerente que administra un proceso de este estilo, tienen que ver con modificar los parámetros presentados en el capítulo anterior para obtener las métricas deseadas. Por ejemplo, puede aumentar la cantidad de servidores, capacitar al personal para disminuir el tiempo de servicio, o estimular la demanda para tener una tasa de arribos más uniforme. De esta manera podría mejorar los indicadores de performance en cuanto al tiempo de espera en la cola, o cantidad promedio de clientes esperando.

En relación a la subjetividad de los clientes en cuanto al proceso de espera, David Maister (1985) formuló en su "The Psychology of Waiting Lines" las Leyes de Servicios en las que sostiene que las compañías pueden influir en la satisfacción de los clientes en una fila trabajando sobre las expectativas y percepciones, principalmente en las primeras etapas del encuentro de servicio. (Weiss, 2014)

Asimismo, identificó ciertos factores psicológicos que pueden incrementar la percepción negativa de las esperas: (Vulcano, 2018)

- Tiempos desocupados son más largos que tiempos ocupados.
- Esperas fuera del proceso son más largas que esperas “en proceso”.
- La ansiedad hace más largas las esperas.
- Esperas inciertas son más largas que esperas anunciadas.
- Esperas no explicadas son más largas que esperas explicadas.
- Esperas injustas son más largas que esperas justas.
- Cuanto más valioso el servicio, mas estarán dispuestos a esperar los clientes.
- Esperas individuales son más largas que esperas grupales.

A partir de ello, Maister propone que las empresas enmienden estas situaciones negativas incorporando aquellos factores que los clientes valoran, por ejemplo, mantenerlos actualizados sobre su estado en la fila, otorgándoles sensación de control; o proveyendo actividades que agreguen valor durante la espera, promoviendo el sentido de justicia y estableciendo expectativas.

En este espacio se describió cuál es la problemática para los administradores de procesos operativos y los factores y objetivos que deben ser tenidos en cuenta al dimensionar un sistema.

También se presentaron los parámetros de los sistemas y las métricas que reflejan su performance. Estos serán ejemplificados en el marco empírico, mostrando su paralelismo con los indicadores utilizados por la empresa.

Asimismo, se describieron los supuestos que deben cumplir los sistemas para aplicar los modelos de colas. Los mismos son verificados en el apartado siguiente.

## CUERPO EMPÍRICO

En este capítulo se utiliza una metodología empírica, de tipo exploratoria y descriptiva, dado que se observa y analiza un caso real, se amplía el conocimiento sobre las aplicaciones prácticas de las teorías de esperas en las operaciones de las compañías, busca medir y evaluar una alternativa que aún no fue analizada.

En este apartado se analiza el caso “AySA” en base los sistemas de colas, las percepciones negativas de las esperas y la gestión de dichos sistemas mediante dos criterios distintos, uno utilizado en la actualidad y otro que se propone.

En un primer lugar se describe a la empresa para la que se propone aplicar la metodología alternativa de dimensionamiento de equipos de trabajo, se presentan las características principales de la compañía y se avanza en el proceso de gestión de reclamos, actividad para la cual se aplica el dimensionamiento propuesto. También se analizan los indicadores de performance claves del proceso.

En un segundo lugar se explican en detalle las metodologías de dimensionamiento, tanto la utilizada actualmente como la propuesta para aplicar, de modo de permitir una comparación posterior.

## CAPÍTULO 3

### 3. Caso AySA

#### 3.1 Descripción de la empresa

La empresa Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA) se dedica a la prestación del servicio de agua potable y saneamiento para la población de la Ciudad de Buenos Aires y 26 municipios del conurbano bonaerense.

En la Ilustración 4 se puede observar geográficamente el área de concesión de la empresa.



*Ilustración 4. Área de concesión de AySA S.A. (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)*

Fuente: (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)

Fue creada el 21 de marzo de 2006, tras la reestatización de Aguas Argentinas S.A., perteneciente al grupo francés Suez.

AySA es una de las mayores proveedoras de servicios sanitarios del mundo. Su área de acción es de 2.976 km<sup>2</sup> y la población total abastecida por el servicio asciende a 13.946.248 habitantes para el año 2018.

Para una mejor gestión, tiene estructurada las operaciones en cinco regiones geográficas: Región Capital, Región Norte, Región Oeste, Región Sudeste y Región Sudoeste. En la Tabla 3 se muestra que Municipios integran cada una de las regiones.

*Tabla 3. Municipios del área de concesión según Región.*

<i>Región Capital Federal</i>	<i>Región Norte</i>	<i>Región Oeste</i>	<i>Región Sudeste</i>	<i>Región Sudoeste</i>
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	Escobar	La Matanza	Quilmes	Almirante Brown
	Pilar	Merlo	Avellaneda	Esteban Echeverría
	San Fernando	Moreno	Florencio Varela	Ezeiza
	San Isidro	Morón	Lanús	Lomas de Zamora
	San Martín	Tres de Febrero		Presidente Perón
	San Miguel	Hurlingham		
	Malvinas Argentinas	Ituzaingó		
	José C. Paz			
	Tigre			
	Vicente López			

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2 Esquema regulatorio**

Debido a la participación que posee el Estado Nacional en la composición accionaria de AySA (el 90% del total) y a la importancia estratégica que representa el servicio de agua y saneamiento, el Gobierno Nacional posee una relación directa con las políticas y planes de la empresa.

En particular, el Ministerio del Obras Públicas tiene a su cargo la confección de políticas y normas de regulación de los servicios públicos y la elaboración de los Regímenes de Tarifas, Cánones, aranceles y tasas.

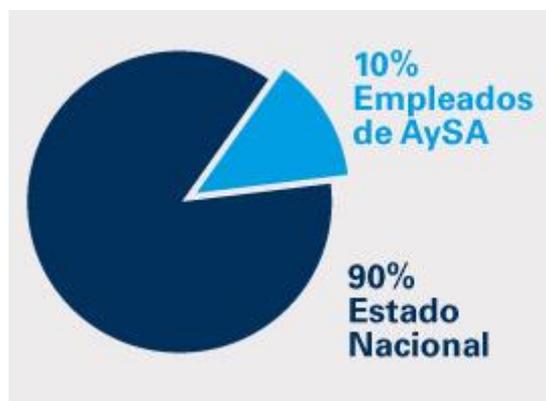
La Secretaría de Infraestructura y Política Hídricas ejerce las facultades de Autoridad de Aplicación del Contrato de Concesión de AySA S.A., en cumplimiento del Marco Regulatorio de la Concesión.

El ERAS, Ente Regulador de Agua y Saneamiento, fue creado en el mismo año que la empresa, con el objetivo de fiscalizar la calidad del servicio, verificar el cumplimiento del contrato de concesión y proteger los intereses de los usuarios.

La fiscalización se encuentra a cargo de una Comisión Fiscalizadora integrada por el Estado Nacional, a través de dos representantes de la SIGEN (Sindicatura General) y uno del Programa de Participación Accionaria. La auditoría está a cargo de la AGN (Auditoría General de la Nación) y de auditores externos, en materia técnica y económica.

### 3.3 Composición accionaria

Tras la reestatización en 2006, la empresa se constituyó como una sociedad anónima, donde el 90% de la participación accionaria pertenece al Estado Nacional y el 10% restante pertenece a los empleados bajo el Programa de Propiedad Participada, como se muestra en la Ilustración 5.



*Ilustración 5. Composición Accionaria*

Fuente: (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)

### 3.4 Misión y Valores

#### Misión

“Brindar un servicio de agua potable y saneamiento universal, de calidad sustentable y eficiente, que contribuya al bienestar de la población y al cuidado del medioambiente”.

## Valores

Los principios que rigen todas las actividades que realiza la Empresa día a día son los siguientes: comprensión, confianza, comunicación, capacitación, compromiso, calidad, celeridad, control, coordinación y cohesión.

### 3.5 Servicios: características y cobertura

En materia de cobertura y población abastecida, la situación actual es diferente en cuanto a la provisión de agua potable respecto del servicio de desagües cloacales.

La población abastecida con agua potable asciende a 10.452.508 habitantes. Para proveer dicho servicio, se requieren 5.362.652 m<sup>3</sup>/día de agua tratada.

El sistema de provisión de agua potable cuenta con 3 plantas potabilizadoras, 16 plantas de tratamiento de agua subterránea, 694 perforaciones semi surgentes y 22 estaciones elevadoras. La red de agua potable tiene una longitud de 22.425.383 km y cuenta con 2.196.791 conexiones domiciliarias.

La población abastecida con desagües cloacales asciende a 8.173.884 habitantes mediante 1.578.963 conexiones domiciliarias.

El sistema de red de saneamiento cuenta con 15.212 km. Está compuesto por redes primarias (diámetros superiores a 400 mm), los colectores principales (diámetros mayores a 1000 mm), colectores de transferencia entre ellos o "intermedias", cloacas máximas (diámetros entre 2000 y 4000 mm), 135 estaciones de bombeo cloacal y 20 plantas depuradoras.

### 3.6 Gestión de reclamos técnicos e iniciativas propias

Como se mencionó anteriormente, la Dirección de Operaciones está estructurada en cinco regiones geográficas. Cada una de ellas, a su vez, se divide en Distritos, en general coincidentes con uno o más municipios.

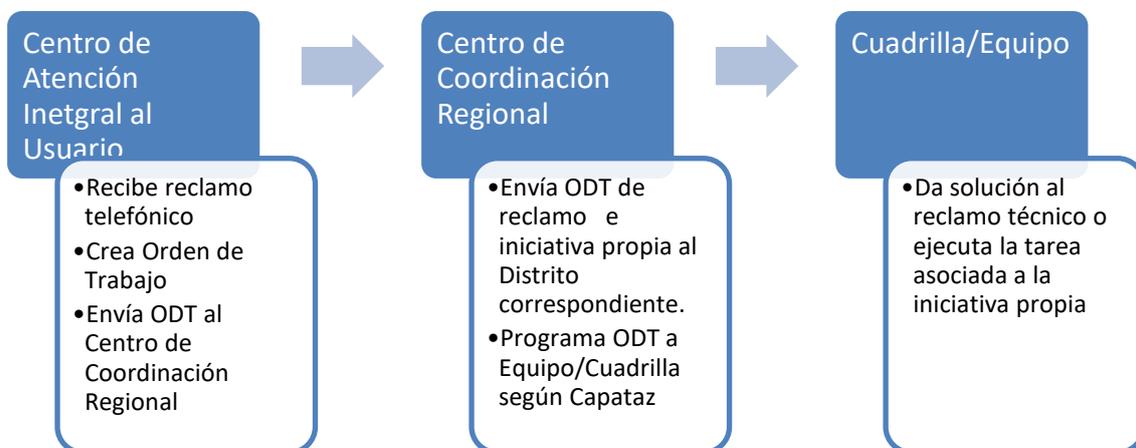
Los Distritos cuentan con cuadrillas encargadas de inspeccionar, intervenir y/o solucionar los reclamos e iniciativas propias. Los reclamos son necesidades técnicas denunciadas por usuarios e ingresadas a través del Centro de Atención Integral al Usuario. Las iniciativas propias son requerimientos ingresados por personal de la empresa para realizar tareas específicas. Existen cuadrillas especializadas según el servicio al que pertenece el reclamo o la iniciativa propia,

dado que la capacitación, el equipamiento y la maquinaria necesarios para solucionarlos son específicos.

La empresa posee un Sistema de Atención de Reclamos (SAR) para gestionar los requerimientos técnicos denunciados por los usuarios y las actividades que surgen como iniciativa propia de la compañía.

Los reclamos ingresan al sistema SAR mediante llamados telefónicos de los usuarios, que son recibidos por el Centro de Atención Integral al Usuario (CAIU). Dicho centro crea una Orden de Trabajo (ODT) asociada al reclamo y la deriva a la región que corresponda. Para el caso de las iniciativas propias, estas con generadas por los mismos empleados. Al igual que para los reclamos, también se crea una ODT que es derivada a la región.

En la Ilustración 6, se representa el proceso de gestión de reclamos.



*Ilustración 6. Proceso de gestión y atención de reclamos y órdenes de trabajo.*

Fuente: Elaboración propia.

Cada región posee un Centro de Coordinación Regional (CCR) que asigna las ODT a las cuadrillas, según le indique el capataz del Distrito correspondiente. La cuadrilla interviene, dando solución al reclamo, y en caso de no ser posible, informa al capataz para que resuelva el modo de continuar.

Una vez que el reclamo es resuelto y el usuario presta conformidad con el trabajo realizado y las condiciones en las que ha quedado el servicio, se finaliza la orden de trabajo. Todas las actividades y programaciones son documentadas en la orden de trabajo de SAR.

### 3.7 Motivos

Existen ODTs de distintas clases: agua, cloaca y calidad. Dentro de estas clases se clasifican según los distintos motivos, el tipo de cliente que lo realizó, la zona geográfica, entre otros.

Los reclamos ingresados por eventuales anomalías en la prestación del servicio se clasifican en diferentes motivos según el inconveniente que dio origen a dicha anomalía. Estos motivos tienen asociados sus respectivos plazos máximos de intervención establecidos por el Ente Regulador de Agua y Saneamiento y adoptados por AySA para su proceso de gestión de reclamos.

En la Tabla 4, la Tabla 5 y la Tabla 6 se presentan los motivos, con sus plazos de intervención máximos, para las clases agua, cloaca y calidad, respectivamente.

*Tabla 4. Motivos de reclamos asociados al servicio de agua.*

	<i>Motivo</i>	<i>Plazo de intervención</i>
<i>Agua</i>	Falta de Agua	24 hs
	Falta de Presión	24 hs
	Escape de vereda	48 hs
	Escape de calzada	48 hs
	Filtración sótano	48 hs
	Filtración concesionarios	48 hs
	Maniobra en llave maestra	48 hs
	Camión Cisterna	48 hs
	Descubrir llave maestra	48 hs
	Conexión rota	48 hs
	Otros	48 hs

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla 5. Motivos de reclamos asociados al servicio de cloaca.*

	<i>Motivo</i>	<i>Plazo de intervención</i>
<b>Cloaca</b>	Taponamiento sin desborde	24 hs
	Taponamiento con desborde	24 hs
	Taponamiento con desborde en la calle	24 hs
	Taponamiento con desborde por lluvia	24 hs
	Taponamiento que afecta conexiones	24 hs
	Filtración sótano	48 hs
	Filtración concesionarios	48 hs
	Boca de registro falta de tapa	48 hs
	Boca de registro mal colocada	48 hs
	Boca de registro hundimiento techo	48 hs
	Boca de registro tapa rota	48 hs
	Boca de registro otras anomalías	48 hs
	Boca de acceso rota	48 hs

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla 6. Motivos de reclamos asociados a la calidad.*

	<i>Motivo</i>	<i>Plazo de intervención</i>
<b>Calidad</b>	Cloro	24 hs
	Olor agua	24 hs
	Olor cloaca	24 hs
	Olor químico en cloaca	24 hs
	Turbiedad	24 hs
	Sabor	24 hs

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7 se muestran los distintos tipos de motivos, con sus grupos de motivos correspondientes y los plazos de intervención objetivo.

*Tabla 7. Motivos de iniciativas propias.*

<i>Tipos de motivos</i>	<i>Grupo de motivos</i>	<i>Plazo de intervención</i>
<i>Agua</i>	Instalación/Conexión	10 días
	Instalación/renovación/elementos	15 días
	Instalación/renovación/empalme-cañería	30 días
	Otros	30 días
<i>Calidad</i>	Lavar cañería	15 días
	Otros	30 días
<i>Cloaca</i>	Instalación/conexión	10 días
	Instalación/renovación/elementos	15 días
	Instalación/renovación/cañería	30 días
<i>RANC</i>	Escape invisible	10 días
	Escape visible-semivisible	5 días
<i>Rastreo cloacal</i>	Reparar boca de registro/colectora	30 días
	Reparar conexión	15 días
<i>Corte por falta de pago</i>	Corte	10 días
	Reconexión del servicio	2 días

Fuente: Elaboración propia.

### **3.8 Cuadrillas**

Las cuadrillas están formadas por dos integrantes: un oficial y un oficial especializado, de acuerdo con la capacidad y experiencia. A su vez, el salario se halla relacionado con la respectiva categoría.

Según el servicio del que se trate – agua o cloaca – las cuadrillas poseen distintos esquemas de guardia. Cada cuadrilla de agua trabaja 24 días al mes, de lunes a viernes y un sábado o un domingo por semana, con turnos de trabajo de 8 hs.

Las cuadrillas de cloaca trabajan 16 días al mes, con un esquema de 4 días de trabajo seguidos de 4 días de descanso. Los turnos de trabajo son de 10 hs.

### **3.9 Resolución del reclamo/iniciativa propia**

En la resolución de un reclamo o de una iniciativa propia, la cuadrilla sigue una serie de pasos que se encuentran descriptos en los procedimientos de la empresa.

Para realizar dichos trabajos, es necesaria una cantidad mínima de dos personas.

### **3.10 Distrito San Isidro**

El municipio de San Isidro posee 292.831 habitantes<sup>4</sup> de los cuales 284.733 cuentan con cobertura del servicio de agua potable (97,23%). El abastecimiento se produce a través de 883 km de cañerías, de las cuales 813 son distribuidoras. La población servida con el servicio de desagües cloacales asciende a 272.519 habitantes, con una cobertura del 93,06%. El Distrito cuenta con 774 km de cañerías cloacales, de las cuales 749 son redes colectoras.

Este Distrito se ha elegido para aplicar la metodología propuesta, dado que el autor tiene acceso a la información requerida para llevar a cabo el trabajo. Cabe destacar que la aplicación del modelo es replicable en cualquiera de los Distritos de la concesión, dado que los datos necesarios se encuentran en los sistemas de la compañía.

---

<sup>4</sup> Datos de Población estimados para las áreas con Servicio según el año, calculados en base al Censo 2010 y a las correcciones del 'Informe N° 38 - serie análisis demográfico' del INDEC (2015).

## CAPÍTULO 4

### 4. Cálculo de dotación

En este capítulo se profundiza en la metodología y criterio adoptado actualmente para el dimensionamiento de la dotación, y se lo relaciona con los KPIs utilizados para medir la performance del proceso.

Se utiliza como ejemplo el Distrito San Isidro y la prestación del servicio de agua para simplificar los desarrollos numéricos.

#### 4.1 Metodología de cálculo actual

Para dimensionar la cantidad de cuadrillas necesarias para realizar las tareas se tienen en cuenta los siguientes datos de entrada:

- Reclamos históricos ingresados.
- Iniciativas propias ingresadas.
- Tiempos estándar de traslado entre dos posiciones consecutivas.
- Tiempos estándar de ejecución de las tareas.
- Tiempo disponible por cuadrilla.

A continuación se analizará cada uno de ellos en profundidad.

##### 4.1.1 Reclamos de usuarios e iniciativas propias ingresados

Se considera la cantidad de reclamos e iniciativas propias ingresadas durante los últimos tres años completos para absorber una posible estacionalidad<sup>5</sup>.

Se tienen en cuenta los siguientes grupos de motivos:

- Reclamos Ingresados Falta de Agua/Presión
- Reclamos Ingresados Escape Vereda/Calzada

---

<sup>5</sup> En los meses más calurosos aumenta el ingreso de reclamos por falta de agua y de presión por un incremento en el consumo de los usuarios. En los meses más fríos aumenta el ingreso de reclamos por taponamientos en el servicio de cloacas porque se acelera el proceso de solidificación de los compuestos orgánicos.

- Reclamos Ingresados Otros Motivos Agua
- Reclamos Ingresados Taponamientos
- Reclamos Ingresados Otros Motivos Cloaca
- Reclamos Ingresados Vereda/Calzada
- Reclamos Ingresados Calidad
- RANC (Reducción de Agua No Contabilizada)
- Iniciativas Propias Agua
- Iniciativas Propias Cloaca

Los datos se agrupan mensualmente y se calcula el promedio y el desvío estándar de la muestra. Estos cálculos se pueden observar en la Tabla 8.

**Tabla 8. Órdenes de trabajo ingresadas agrupadas mensualmente, clasificadas según motivo.**

	2015												2016												2017												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>SAN ISIDRO</b>																																					
Reclamos Ingresados Falta de Agua/Presión	251	294	419	240	211	487	204	306	166	220	257	515	397	219	290	221	189	406	154	170	255	468	331	648	252	210	213	209	216	257	207	239	408	469	726	424	
Reclamos Ingresados Escape Vereda/Calzada	391	355	384	358	409	545	451	317	312	337	282	282	399	466	437	397	463	433	327	427	302	323	363	385	484	398	536	376	410	501	434	389	356	356	359	246	
Reclamos Ingresados Otros Motivos Agua	74	77	90	82	82	77	76	83	93	79	77	71	87	82	87	84	114	96	89	108	103	107	97	96	102	104	88	78	90	98	93	88	92	104	87	79	
Reclamos Ingresados Taponamientos	318	299	338	389	442	507	544	613	486	427	499	322	304	324	367	473	504	523	487	560	483	484	424	376	339	333	383	365	456	448	524	548	511	490	366	349	
Reclamos Ingresados Otros Motivos Cloaca	9	12	13	11	19	32	17	4	14	13	14	16	8	8	15	13	12	13	13	15	10	13	11	3	5	17	13	8	15	7	16	12	19	17	12	11	
Reclamos Ingresados Vereda/Calzada	56	45	59	59	53	50	53	70	64	64	73	40	60	57	69	63	64	49	55	62	63	63	56	60	91	89	77	63	84	62	69	65	81	79	82	41	
Reclamos Ingresados Calidad	44	42	29	36	64	59	40	47	40	48	55	44	64	55	48	62	45	39	39	35	53	53	54	70	83	46	66	37	80	59	48	51	89	60	80	53	
Ranc	2	20	23	42	11	23	1	37	11	7	7	21	31	8	29	5	17	4	7	6	6	22	8	0	1	26	13	9	8	12	55	4	1	2	2	0	
I. Propias Agua	30	79	108	75	119	20	40	46	129	63	60	108	70	103	70	127	70	75	89	89	44	61	95	67	60	24	86	83	113	74	41	132	88	77	59	70	
I. Propias Cloaca	95	83	154	140	72	18	46	44	57	85	107	259	59	155	97	113	86	110	55	87	54	52	91	54	71	87	106	74	29	37	52	83	90	85	66	61	

Fuente: Elaboración propia.

Al promedio mensual se le adiciona un desvío estándar y se obtiene el valor de diseño teórico, tal como se muestra en la Tabla 9. Es decir, el resultado de este cálculo es la cantidad de órdenes de trabajo que intervienen las cuadrillas mensualmente con un coeficiente de seguridad de un desvío estándar.

*Tabla 9. Cálculo del promedio de órdenes de trabajo y desvío estándar*

<i>SAN ISIDRO</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desvío</i>	<i>Promedio + Desv std</i>
<i>Reclamos Ingresados Falta de Agua/Presión</i>	310	138	447
<i>Reclamos Ingresados Escape Vereda/Calzada</i>	389	70	458
<i>Reclamos Ingresados Otros Motivos Agua</i>	89	11	100
<i>Reclamos Ingresados Taponamientos</i>	433	86	519
<i>Reclamos Ingresados Otros Motivos Cloaca</i>	13	5	18
<i>Reclamos Ingresados Vereda/Calzada</i>	64	12	76
<i>Reclamos Ingresados Calidad Ranc</i>	53	14	68
<i>I. Propias Agua</i>	13	13	26
<i>I. Propias Cloaca</i>	76	29	105
	84	44	127

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.2 Tiempos estándar de traslado entre dos posiciones consecutivas**

Todos los vehículos de la compañía cuentan con un sistema de geoposicionamiento satelital por cuestiones de seguridad. Mediante este sistema se puede obtener un reporte para calcular un tiempo promedio de traslado desde una posición hacia otra. Para el caso de San Isidro, por ejemplo, el tiempo promedio de traslado es de 15 minutos.

#### **4.1.3 Tiempos estándar de ejecución de las tareas**

Cada intervención posee tareas distintas en función del motivo del reclamo y las causas que dieron origen al inconveniente.

Para cada motivo de orden de trabajo la empresa realizó en 2011 un estudio de tiempos y actividades y se obtuvieron tiempos estándar para las intervenciones en función de los motivos.

En la Tabla 10 se muestra el ejemplo para el caso de una intervención por un reclamo de falta de agua o baja presión. En la primera columna se indica en qué proporción del total de las intervenciones por un reclamo de estos motivos se ejecuta la tarea y en la tercera columna se indica el tiempo en minutos que demora esa tarea.

*Tabla 10. Tiempos estándar para las tareas de resolución de reclamos de agua.*

<b>% frecuencia</b>	<b>Tareas</b>	<b>Tiempo</b>
<b>22,84%</b>	Destaponamiento y Limpieza	10
<b>21,17%</b>	Inspección / Verificación	5
<b>17,02%</b>	Excavación / Rotura de vereda	15
<b>0,00%</b>	Instalación Llave Maestra	10
<b>0,00%</b>	Instalación Caja medidor Hidrante	10
<b>12,68%</b>	Renovación de LLM/ Niple	15
<b>0,00%</b>	Normalización	40
<b>8,94%</b>	Relleno	15
<b>0,00%</b>	Renovación de Férula	15
<b>12,94%</b>	Reparación tramo CX	20
<b>0,04%</b>	Renovación de CX	90
<b>0,04%</b>	Reparación cañería con BTR	45
<b>0,07%</b>	Reparación cañería con Maxifit	60
<b>0,00%</b>	Reparación/ Renovación de Válvula/ Hid	60
<b>92,14%</b>	Toma presión	5
<b>1,74%</b>	Reparación LLM/ Niple/ Maniobra	10
<b>0,00%</b>	Suprimir\Conexión AG	60
	<b>Tiempo promedio Estimado</b>	<b>16,6</b>

Fuente: Elaboración propia.

Puede notarse que las frecuencias no acumulan el 100% en la primera columna de la Tabla 10. Esto se debe a que para un mismo reclamo suele ejecutarse más de una tarea. Esto debe leerse de la siguiente manera: en el 92% de los reclamos se ejecuta la tarea “Toma presión”, en el 22% se realiza “Destaponamiento y Limpieza”, y así con el resto de las tareas.

Una vez calculados los tiempos estimados por motivo de orden de trabajo, se los multiplica por las cantidades de diseño teóricas obtenidas anteriormente.

El resultado es un tiempo operativo teórico al que se le adiciona un tiempo de traslado resultado del tiempo de traslado promedio por la cantidad de traslados

entre intervenciones. Así se obtiene la necesidad total en minutos. La estructura de cálculo anterior puede observarse en la Tabla 11.

Tabla 11. Cálculo de tiempos y necesidades en minutos.

**SAN ISIDRO**

Reclamos Diarios	L a D	T.O Std	T.O Teórico	n + 1	
				T.T Std	Necesidad
				<b>15</b>	
Faltas	341,4	16,60	5667,8		
Escapes	428,4	37,30	15977,7		
Otros Agua	98,4	51,16	5035,0		
V/C	70,1	21,20	1486,4		
Calidad	74,9	28,58	2140,7		
RANC	14,7	16,47	242,5		
I.P. Agua	84,0	22,31	1874,7		
	1112	194	32425	16664	49089,0

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.4 Tiempo disponible por cuadrilla

Cada cuadrilla posee un tiempo disponible diario en función del Convenio Colectivo de Trabajo y otras cuestiones estadísticas. Según el servicio – agua o cloaca – al que atienden, tienen un esquema de guardia determinado y una cantidad de días laborales al mes.

El tiempo disponible teórico por cuadrilla se obtiene multiplicando la cantidad de días mensuales laborales por el tiempo disponible diario de acuerdo a al Convenio Colectivo de Trabajo y por un factor de disponibilidad (83%).

Continuando con el ejemplo anterior, para el caso de una cuadrilla de agua, el tiempo disponible mensual es de 10742,4 minutos y el tiempo disponible teórico es de 8916,2 minutos.

#### 4.1.5 Determinación de la cantidad de equipos

Luego de haber calculado la necesidad total de tiempo para poder atender los reclamos teóricos, se divide ésta sobre el tiempo disponible teórico de cada cuadrilla, obteniendo la cantidad de equipos necesarios.

Para el ejemplo, se tiene una necesidad de 49089 minutos mensuales y tiempo disponible teórico mensual de 8916 minutos por cuadrilla, lo que resulta en una

dotación teórica de 5,5 equipos. Como consecuencia de esta dotación, la productividad teórica diaria por equipo es 8,4 órdenes de trabajo.

## 4.2 KPIs

A continuación, se presentan los indicadores clave de desempeño (KPIs) para el proceso de gestión de reclamos técnicos con sus valores para el 2018, año en que se aplicó la metodología vigente explicada en 0.

### 4.2.1 Eficacia en la intervención de reclamos técnicos (0-10)

Este indicador mide el grado de cumplimiento de los Tiempos Objetivo establecidos por AySA para la intervención de reclamos con  $T \leq T_i$  Objetivo. El indicador varía de cero a diez. Diez = objetivo. Se calcula según la Ecuación 9.

$T_i$  Objetivo: se mide en horas y su valor depende del motivo o del “Grupo de Motivos” de los reclamos para los cuales se calcula la Eficacia.

*Ecuación 9. Fórmula de cálculo de la eficacia.*

$$\text{Eficacia} = \left[ \frac{\text{Nº Finalizados con } T_i \leq T_i \text{ Objetivo hs } m}{\text{Ingresados } m - \text{Desestimados } m + \text{Pendientes } m-1 - \text{Pendientes No vencidos } m} \right] \times 10$$

**Nº Finalizados con  $T \leq T_i$  Objetivo hs m:** es la cantidad de reclamos que están finalizados, y que tuvieron un “Tiempo de Intervención” menor o igual al **Ti Objetivo** correspondiente al motivo o “Grupo de Motivos” para los cuales se calcula la Eficacia.

**Ingresados m:** es la cantidad absoluta de reclamos que ingresaron en el mes.

**Desestimados m:** es la cantidad de reclamos que fueron desestimados sin intervención en el mes.

**Pendientes m-1:** es la cantidad de reclamos que están pendientes (**estado N o I**) de periodos anteriores al tomado para el cálculo de la Eficacia. **Pendientes no vencidos m:** es la cantidad de reclamos que están en **Estado N** o en **Estado I** con el **Ti Objetivo** no vencido.

### 4.2.2 Plazo Promedio de Intervención (horas)

Indica el plazo promedio de intervención de los reclamos que fueron finalizados en el período. Se calcula según la Ecuación 10.

El Plazo Promedio de Intervención se calcula para los Grupos de Motivos que se observan en la Tabla 12.

*Tabla 12. Grupo de motivos para el cálculo de Plazo Promedio de Intervención*

<i>Nombre del Grupo de Motivos</i>	<i>Motivos que lo componen</i>
<i>Falta de Agua/ Presión</i>	Falta de Agua Falta de Presión
<i>Escape Vereda/ Calzada</i>	Escape de vereda Escape de calzada
<i>Taponamientos</i>	Taponamiento sin desborde Taponamiento con desborde Taponamiento que afecta conexiones Taponamiento con desborde en la calle Taponamiento con desborde por lluvia

Fuente: Elaboración propia.

*Ecuación 10. Fórmula de cálculo del Plazo Promedio de Intervención*

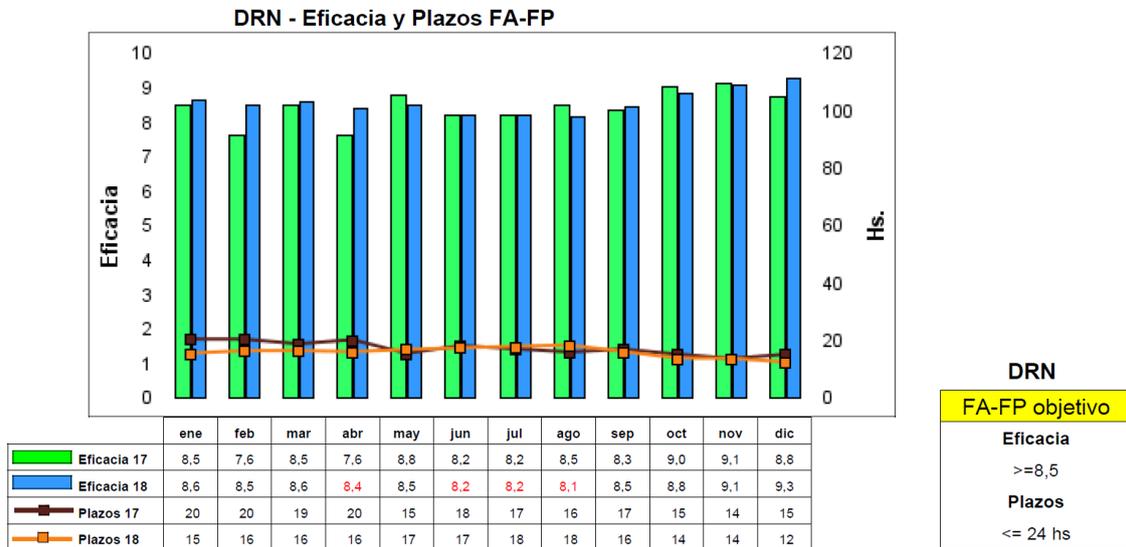
$$\text{Plazo promedio de intervención } m = \frac{\sum_1^n (\text{Tiempo de Intervención de reclamo finalizado})_m}{\sum_1^n (\text{Reclamos Finalizados})_m}$$

**Tiempo de Intervención de reclamo finalizados m:** es la diferencia entre la **Fecha de Intervención hidráulica** del reclamo y la **Fecha de Ingreso** del mismo.

Se contabiliza el Tiempo de Intervención de aquellos reclamos que se hayan **finalizado** en el mes.

**Reclamos Finalizados m:** es la cantidad total de reclamos que se finalizaron en el mes.

En la Ilustración 7 se muestran los valores que tomaron ambos indicadores para el grupo de motivos Falta de Agua/Falta de Presión durante el año 2018 para la Dirección Regional Norte. Se puede observar que la eficacia promedio fue de 8,6, superando el objetivo, y el plazo promedio de intervención fue de 15,8 hs, también cumpliendo el objetivo.



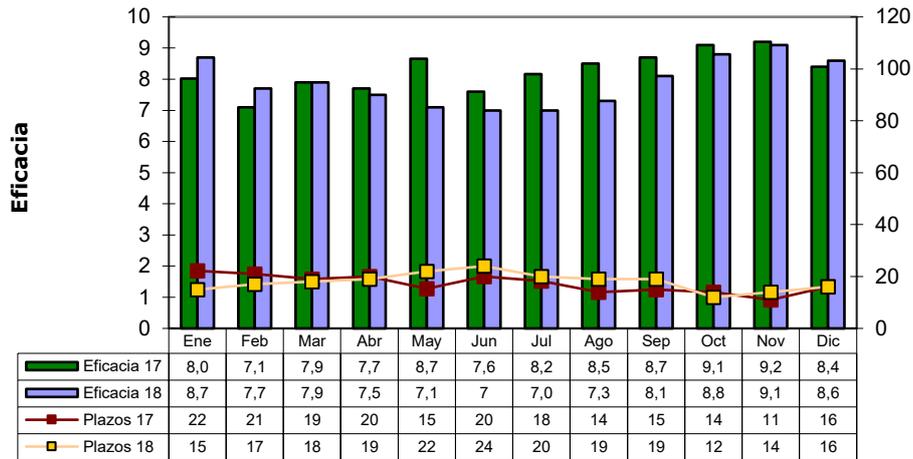
*Ilustración 7. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Falta de Agua y Falta de Presión. Dirección Regional Norte, Años 2017 y 2018.*

Fuente:(Agua y Saneamientos Argentinos S.A.).

Como puede notarse en los datos de la Ilustración 7, si bien la dotación se dimensiona para una efectividad de 10, el valor no es alcanzado en ninguno de los meses del año.

En la Ilustración 8 se muestran los valores que tomaron los indicadores eficacia y plazo promedio de intervención para el grupo de motivos Falta de Agua/Falta de Presión durante el año 2018 para el Distrito San Isidro. La eficacia promedio fue de 7,9, por debajo del objetivo, y el plazo promedio de intervención fue de 17,9 hs, cumpliendo el objetivo.

**San Isidro - Eficacia y Plazos Falta de Agua-Falta de Presión Hs**

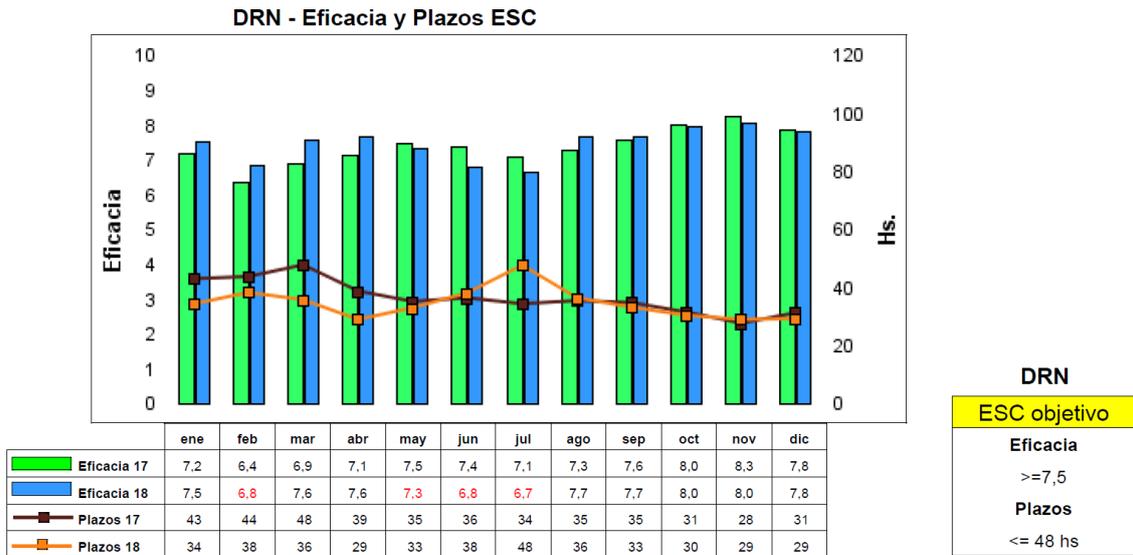


*Ilustración 8. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Falta de Agua y Falta de Presión. Distrito San Isidro, Años 2017 y 2018.*

Fuente:(Agua y Saneamientos Argentinos S.A.).

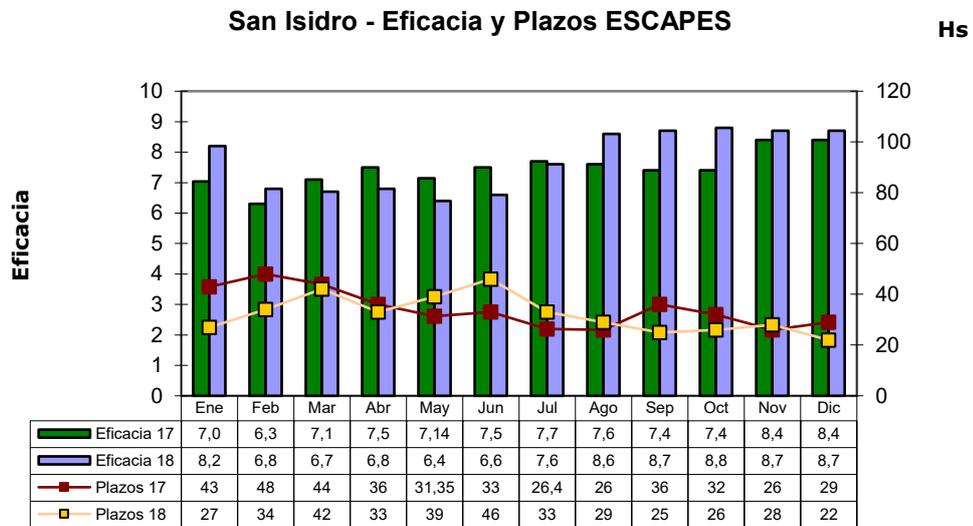
Del mismo modo que para la Dirección Regional Norte, el valor 10 no es alcanzado en ninguno de los meses del año para el Distrito San Isidro.

En la Ilustración 9 y la Ilustración 10 se muestran los valores que tomaron los indicadores eficacia y plazo promedio de intervención para el grupo de motivos Escape en Vereda/Calzada durante el año 2018 para la Dirección Regional Norte y el Distrito San Isidro.



*Ilustración 9. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Escapes. Dirección Regional Norte, Años 2017 y 2018.*

Fuente:(Agua y Saneamientos Argentinos S.A.).

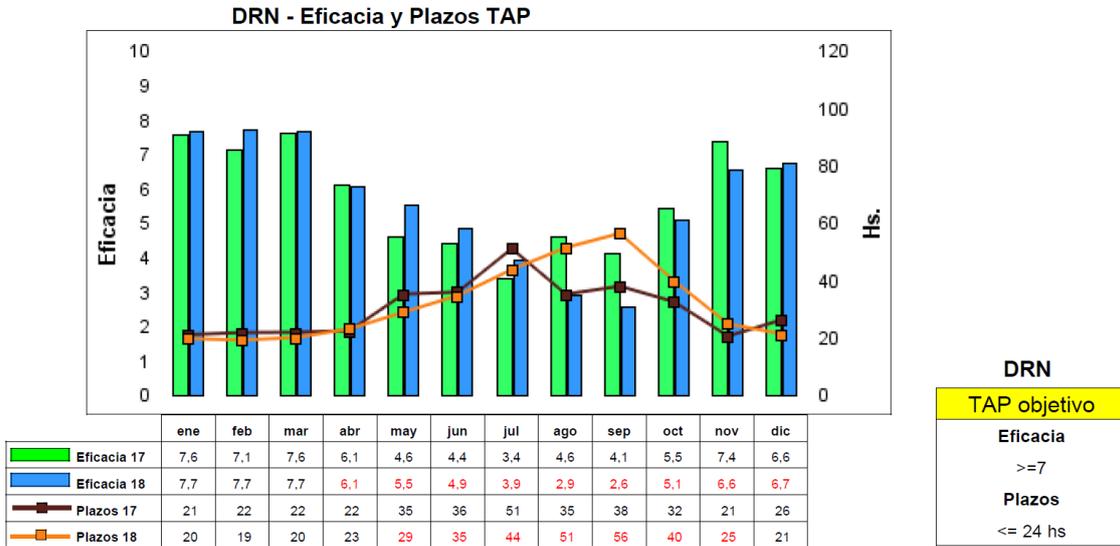


*Ilustración 10. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Escapes. Distrito San Isidro, Años 2017 y 2018.*

Fuente:(Agua y Saneamientos Argentinos S.A.).

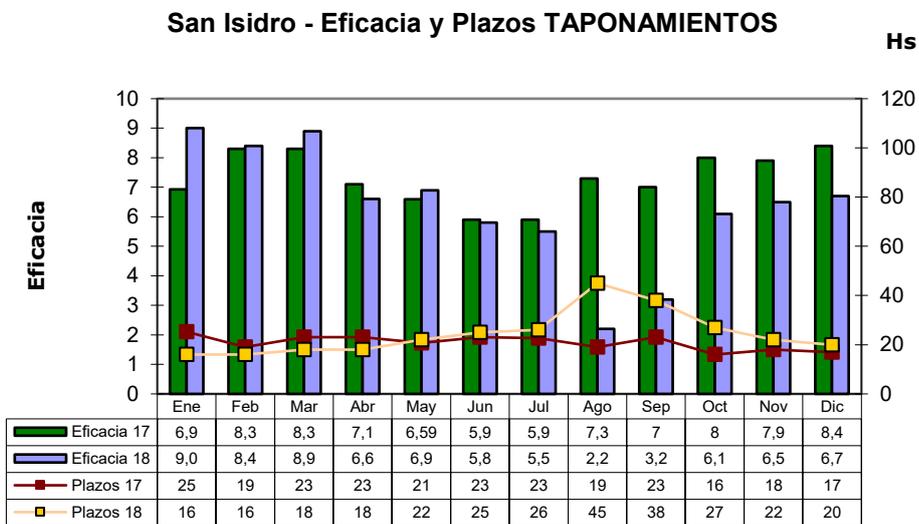
En la Ilustración 11 y la Ilustración 12 se muestran los valores que tomaron los indicadores eficacia y plazo promedio de intervención para el grupo de motivos

Taponamientos durante el año 2018 para la Dirección Regional Norte y el Distrito San Isidro.



*Ilustración 11. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Taponamientos. Dirección Regional Norte, Años 2017 y 2018.*

Fuente:(Agua y Saneamientos Argentinos S.A.).



*Ilustración 12. Eficacia y Plazos de Intervención para reclamos por Taponamientos. Distrito San Isidro, Años 2017 y 2018.*

Fuente:(Agua y Saneamientos Argentinos S.A.).

En la Ilustración 9, la Ilustración 10, la Ilustración 11 y la Ilustración 12 podemos observar que, tal como ocurre con el resto de los motivos, si bien la dotación se

dimensiona para una efectividad de 10, el valor no es alcanzado en ninguno de los meses del año. Esta diferencia es retomada en las conclusiones del trabajo.

#### 4.2.3 Productividad

*La productividad es genéricamente entendida como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla (Casanova).*

Indica la cantidad promedio de órdenes de trabajo con Fin de Intervención por equipo por día, para un periodo determinado.

La productividad se calcula para dos grupos, agua y cloaca, según la Ecuación 11.

*Ecuación 11. Fórmula de cálculo de la productividad.*

$$Productividad_m = \frac{\sum_1^n Total\ ODT's\ con\ FI_m}{\sum_1^n Cantidad\ de\ Equipos_m}$$

En la Ilustración 13 y la Ilustración 14 se muestran los valores que tomó el indicador para los grupos agua y cloaca durante el año 2018 para la Dirección Regional Norte y el Distrito San Isidro.

Distrito/ Región	AGUA			
	DICIEMBRE		ACUMULADO	
	ODT con FI / Equipo	% FFPP	ODT con FI / Equipo	% FFPP
San Fernando-Tigre	6,9	83%	7,8	81%
San Isidro	8,4	87%	8,2	82%
San Martín	10,2	82%	10,0	67%
Vicente López	7,7	87%	8,2	80%
<b>DRN</b>	<b>8,2</b>	<b>84%</b>	<b>8,5</b>	<b>77%</b>
<b>OBJETIVO</b>	<b>≥ 6</b>		<b>≥ 6</b>	

*Ilustración 13. Productividad para intervenciones por motivos de agua. Distrito San Isidro, Año 2018.*

Fuente:(Agua y Saneamientos Argentinos S.A.).

<b>Distrito/ Región</b>	<b>CLOACA</b>			
	<b>DICIEMBRE</b>		<b>ACUMULADO</b>	
	ODT con FI / Equipo	% FFPP	ODT con FI / Equipo	% FFPP
San Fernando-Tigre	11,4	100%	12,2	100%
San Isidro	10,3	100%	13,2	100%
San Martín	10,5	100%	11,3	100%
Vicente López	10,2	100%	11,5	100%
<b>DRN</b>	<b>10,5</b>	<b>100%</b>	<b>11,8</b>	<b>100%</b>
<b>OBJETIVO</b>	<b>≥ 11,7</b>		<b>≥ 11,7</b>	

*Ilustración 14. Productividad para intervenciones por motivos de cloaca. Distrito San Isidro, Año 2018.*

Fuente:(Agua y Saneamientos Argentinos S.A.).

## CAPÍTULO 5

En este apartado se estudia el criterio y la metodología de cálculo propuestos para determinar la dotación de personal operativo.

Para simplificar los desarrollos numéricos y permitir un análisis comparativo con la metodología vigente, se utiliza como ejemplo el Distrito San Isidro y la prestación del servicio de agua para. Sin embargo, el método es extrapolable a todos los Distritos y a los dos servicios que presta la compañía.

### **5. Propuesta: aplicación de la aproximación de Sakasegawa**

A continuación se explica en detalle cómo debe llevarse a cabo la implementación del modelo propuesto, continuando con el ejemplo del Distrito San Isidro de modo de tener un punto de comparación válido.

La clave para aplicar la fórmula de Sakasegawa es comprender la diferencia entre la distribución de probabilidad que describe el número de reclamos ingresados en cierto período de tiempo (tasa de arribo) y la distribución de probabilidad del tiempo entre dos ingresos consecutivos (tiempo entre ingresos). El cálculo de la utilización requiere información de la tasa de arribo promedio y del tiempo de atención promedio. Los coeficientes de variación para la fórmula de Sakasegawa se determinan a partir de tiempo entre ingresos y los tiempos de servicio, respectivamente.

#### **5.1 Verificación de supuestos**

A continuación se analiza cómo el sistema de gestión de reclamos cumple con las condiciones necesarias para aplicar un modelo de colas, y en particular, la aproximación de Sakasegawa.

- El primero en llegar es el primero en ser atendido (Disciplina FIFO<sup>6</sup>). Los reclamos se ordenan de acuerdo a su antigüedad y son programados en ese orden.
- Los servidores realizan tareas idénticas. Las cuadrillas realizan las tareas de la misma manera, y se asume que demoran el mismo tiempo en ejecutarlas. Varias cuadrillas operan en simultáneo.
- Arribos y servicios aleatorios. Los reclamos ingresan al azar y no existe un patrón de ingreso. El tiempo de atención también es aleatorio, dado que los reclamos e iniciativas propias no son idénticos.
- Sistema en estado estable. Se considera que el proceso se encuentra en operación y el impacto de la puesta en marcha ya está amortiguado y el número de reclamos en el sistema es independiente del momento en el que se lo observe.
- Fuente infinita de potenciales clientes. Como se menciona en el apartado anterior el número de usuarios y conexiones es lo suficientemente grande como para considerarse infinito.
- Conducta apropiada en la cola. Se considera que no ocurren los siguientes eventos ya que todos los reclamos e iniciativas que ingresan en el sistema son intervenidos:
  - Negación a ingresar a la cola.
  - Abandono de la cola.
  - Repetición. Destinatarios del servicio que regresan a la cola después del servicio.
- Efectividad uniforme. La efectividad del servicio en cada canal es uniforme a lo largo del tiempo y del sistema.
- No hay límite en la sala de espera. El sistema de atención de reclamos no tiene un máximo de almacenamiento, y va generando números de orden de trabajo indefinidamente.

---

<sup>6</sup> FIFO: En inglés, First In, First Out.

## 5.2 Metodología de cálculo

Para aplicar el modelo, se utilizan datos propios del sistema de gestión SAR (Sistema de Atención de Reclamos) presentado anteriormente. Se utiliza la misma muestra que para la aplicación del modelo actual, dado que los reclamos e iniciativas propias analizados son los mismos. Sin embargo, se toman en cuenta otros parámetros de la base de datos de estos reclamos.

En primer lugar, busca obtener el tiempo promedio entre arribos y su desviación estándar. Para calcular estos parámetros, se consideran todos los reclamos e iniciativas propias de la muestra, se ordenan en orden cronológico y se resta la fecha y hora de ingreso de una orden de trabajo y su anterior.

Para el caso de San Isidro se obtienen los valores de la Tabla 13.

*Tabla 13. Promedio, desvío estándar y coeficiente de variación del tiempo entre arribos.*

<b>Tiempo entre arribos</b>	
Promedio	0,73 h/ODT
Desvío estándar	1,99
CV (coeficiente de variación)	2,73

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la Tabla 13, el coeficiente de variación es de 2,73, lo que indica que es una distribución con alta variabilidad.

En segundo lugar, se busca determinar el tiempo promedio de atención de estos reclamos y su desvío estándar. Para ello, se utilizan los partes diarios de los equipos de trabajo (cuadrillas) y se restan la fecha y hora de finalización de la intervención de una orden de trabajo y su anterior. Este tiempo que se obtiene como resultado contempla el traslado de una posición a otra y el tiempo propio de ejecución de la tarea necesaria para resolver la orden de trabajo.

Los partes de trabajo considerados para el cálculo corresponden al mismo periodo de tiempo, motivos, servicio y área geográfica que la muestra de órdenes de trabajo ingresadas.

Para el caso de San Isidro, se obtienen los valores de la Tabla 14.

*Tabla 14. Promedio, desvío estándar y coeficiente de variación del tiempo de servicios.*

<b>Tiempo de servicio</b>	
Promedio	0,60 h/ODT
Desvío estándar	0,47
CV (coeficiente de variación)	0,78

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la Tabla 14, el coeficiente de variación es de 0,78, lo que indica que es una distribución con variabilidad media.

A partir de los datos anteriores se pueden determinar las tasas de arribos y de servicio promedio. Los mismos se presentan en la Tabla 15.

*Tabla 15. Resumen de los parámetros para la aplicación de la fórmula de Sakasegawa.*

<b>Parámetros</b>	
$\lambda$	1,373
M	1,673
CVarr	2,733
CVserv	0,781

Fuente: Elaboración propia.

Luego, se aplica la fórmula de Sakasegawa variando la cantidad de cuadrillas y obteniendo como resultado distintos valores para la utilización (productividad), los tiempos de espera<sup>7</sup> y cantidad de usuarios en espera.

Para el caso de San Isidro, se obtienen los valores de la Tabla 16.

---

<sup>7</sup> Para la metodología de cálculo propuesta, utilizando la Aproximación de Sakasegawa, el tiempo de espera comprende el intervalo desde que ingresa la orden de trabajo al sistema hasta que la cuadrilla comienza su traslado hacia el lugar.

Tabla 16. Resultados de la aplicación de la fórmula de Sakasegawa.

<b>S</b>	<b><math>\rho</math></b>	<b>Wq (h)</b>	<b>Ls</b>
1	0,821	11,070	16,022
2	0,410	0,563	1,594
3	0,274	0,104	0,963
4	0,205	0,025	0,855
5	0,164	0,007	0,830
6	0,137	0,002	0,824
7	0,117	0,001	0,822
8	0,103	0,000	0,821
9	0,091	0,000	0,821
10	0,082	0,000	0,821

Fuente: Elaboración propia.

Dado que el horario operativo es menor que el día completo se debe hacer un ajuste en los resultados obtenidos<sup>8</sup>. Para ello se tienen en cuenta las condiciones explicadas en el apartado Tiempo disponible por cuadrilla (Ver página 31).

En la Tabla 17 se presentan los valores ajustados.

---

<sup>8</sup> En la metodología de cálculo propuesta, se ajusta el tiempo de espera por un factor de corrección de 0,21. A partir del tiempo de espera se recalcula la cantidad promedio de órdenes de trabajo intervenidas, la utilización y la cantidad de órdenes de trabajo en espera.

*Tabla 17. Resultados de la aplicación de la fórmula de Sakasegawa ajustados por tiempo operativo.*

<b>S</b>	<b><math>\rho</math></b>	<b>Wq (h)</b>	<b>Ls</b>
1	3,978	53,637	74,472
2	1,989	2,729	4,569
3	1,326	0,502	1,510
4	0,994	0,120	0,986
5	0,796	0,033	0,866
6	0,663	0,010	0,834
7	0,568	0,003	0,825
8	0,497	0,001	0,822
9	0,442	0,000	0,821
10	0,398	0,000	0,821

Fuente: Elaboración propia.

### **5.3 Análisis de resultados**

Como se observa en la Tabla 17, para 1, 2 y 3 cuadrillas, la utilización se encuentra por encima de la unidad, por lo que los resultados son inconsistentes. Recién a partir de 4 cuadrillas los valores son correctos como para tomar decisiones respecto de la dotación a elegir.

Para una cantidad de 4 cuadrillas, obtenemos una utilización de 0,994, un tiempo en espera de 0,120 hs (7,2 minutos) y menos de 1 (0,986) órdenes de trabajo en espera.

Cabe destacar que la utilización es muy alta, lo que representa un riesgo frente a cualquier inconveniente que pudiera surgir e impidiera el normal desempeño de las tareas: cuestiones con vehículos, herramientas, o personal. Es por ello que se tomaría una dotación de 5 equipos. Así se obtiene una utilización de 0,796, un tiempo en espera de 0,033 hs (2 minutos) y 0,866 órdenes de trabajo en espera. El tiempo de intervención, es decir, el tiempo en el sistema es de 0,633 hs (37,98 min).

## CAPÍTULO 6

### 6. Comparación de alternativas

En relación a los resultados obtenidos, podemos separarlos en dos grandes universos. Por un lado, aquellos vinculados a los dos modelos analizados comparándolos entre sí. Por otro, aquellos asociados a los valores obtenidos tras la aplicación de los modelos y su contraste con la realidad.

#### 6.1 Modelos de cálculo de dotación

Los modelos, el utilizado actualmente y el propuesto, poseen características comunes y algunas que los diferencian.

En primer lugar, se puede destacar el principio rector, o idea principal, que subyace en cada metodología de dimensionamiento. Mientras que la utilizada actualmente toma en cuenta la cantidad de cuadrillas necesarias para atender en un solo día los reclamos ingresados, cubriéndose con un coeficiente de seguridad de un desvío estándar, el método propuesto permite dimensionar las cuadrillas para las condiciones de operación necesarias como lo son el tiempo de intervención y la cantidad de reclamos en espera. La principal ventaja de este último es que considera aquellas variaciones que pudieran existir en el ingreso de reclamos y en los tiempos de atención, mientras que el modelo actual solo asume ese desvío estándar de riesgo, sin tener en cuenta las fluctuaciones que pueden existir en los tiempos de atención. El riesgo que supone esto es que se genere una cola de reclamos más extensa que lo deseable, provocando el incumplimiento de los parámetros establecidos por el Ente Regulador de Agua y Saneamiento.

Otro aspecto importante es el análisis de sensibilidad. Mientras que la metodología actual no deja ver fácilmente cómo variarían las métricas del sistema, la propuesta permite observar con claridad cómo se comportarían los indicadores de performance del proceso al modificar la cantidad de cuadrillas seleccionada. Esto constituye un punto a favor de este último método, dado que favorece la toma de decisiones tácticas con mayor claridad.

En relación a los parámetros de entrada o inputs del modelo, ambas opciones consideran los reclamos e iniciativas propias ingresadas durante un plazo de

tiempo determinado, compartiendo la extensión del mismo para absorber efectos de la estacionalidad. En cuanto a los motivos, se utilizan los mismos ya que la actividad es una. El tiempo disponible por cuadrilla es idéntico, dado que depende de cuestiones relacionadas a convenios colectivos de trabajo y factores de disponibilidad que no están vinculados al modelo que se use.

Las consideraciones que se realizan para poder aplicar cualquiera de los dos modelos son compartidas: se supone un sistema en estado estable y se asume que los servidores (cuadrillas) realizan tareas idénticas, con una efectividad uniforme.

Sin embargo, hay algunas diferencias en cuanto a los parámetros de entrada. La metodología de cálculo actual analiza la cantidad de reclamos e iniciativas propias ingresadas en el periodo de tiempo mencionado, mientras que la alternativa propuesta indaga en la variabilidad del tiempo entre ingresos de reclamos. También, la vigente agrupa el ingreso de reclamos mensualmente para calcular el desvío estándar, algo que no es necesario en la opción sugerida.

Asimismo, el primero requiere un estudio de tiempos y de frecuencias<sup>9</sup> sobre las tareas que se realizan en la resolución de los reclamos e iniciativas propias, que debe ser actualizado periódicamente. En cambio, el modelo propuesto no examina en detalle las tareas y frecuencias, sino que toma el reclamo como un todo, simplificando el análisis. Otra cuestión a considerar es el tiempo de traslado. El método actual lo examina como un elemento aparte mientras que la novedosa lo contempla dentro del cálculo del tiempo de servicio, también simplificando el análisis.

En relación a los parámetros de salida o outputs, si bien ambas alternativas permiten obtener la cantidad de cuadrillas necesarias para atender el servicio

---

<sup>9</sup> Cabe aclarar que un estudio de tiempos y de frecuencias es muy importante para la actividad de la empresa, y debe realizarse periódicamente para analizar el desempeño de las cuadrillas y su evolución. Pero se ha demostrado que puede no ser un aspecto relevante para el dimensionamiento de los equipos de trabajo y debe ser estudiado en otro ámbito.

correctamente, existen algunas diferencias. La opción propuesta permite visibilizar fácilmente la utilización de los equipos de trabajo, el tiempo de espera y la cantidad de usuarios en fila, mientras que la actual no, dado que no analiza esos conceptos en detalle.

## **6.2 Resultados: comparación entre los modelos**

En este apartado analizamos las diferencias obtenidas en la aplicación de los dos modelos explicados, y, a su vez, las respectivas diferencias con respecto a los valores alcanzados en la realidad.

Cabe destacar que las dos propuestas son representaciones del sistema real con el objetivo de poder explicarlo y simularlo de la manera más exacta y tomar decisiones al respecto. Es por ello que rara vez los resultados de los modelos coinciden con los valores reales. Este caso no escapa a esa afirmación.

A continuación se presentan los valores que tomaron y hubieran tomado los indicadores clave de desempeño, para poder compararlos más sencillamente. Luego se presentan aquellos factores que han influido para que ocurran esas diferencias. Cabe recordar que la muestra es la utilizada para el dimensionamiento del año 2018, por lo que los modelos son comparables con los valores reales obtenidos. En ese año se utilizó la cantidad de cuadrillas que resultaron de la aplicación del modelo actual.

En la Tabla 18 podemos observar que en 2018 el indicador de eficacia para el Distrito San Isidro tomó el valor de 8,6 y 8,7 para los motivos Falta de Presión/Falta de Agua y Escape en Vereda/Escape en Calzada, respectivamente. Los modelos pronostican un valor de 10 para todos los reclamos e iniciativas propias de agua. Esto quiere decir que el cien por ciento de los mismos se intervendría dentro del plazo establecido por el Ente Regulador de Agua y Saneamiento.

**Tabla 18. Valores para la Eficacia - Comparación**

	<i>Datos 2018</i>		<i>Modelo Actual</i>	<i>Modelo Propuesto</i>
	Falta de agua / presión	Escape en vereda / calzada	Todos los reclamos Agua	
<i>Dirección Regional Norte</i>	9,3	7,8		
<i>San Isidro</i>	8,6	8,7	10	10
<i>Objetivo</i>	=> 8,5	=> 7,5	=> 8,5	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 19 se muestran los resultados para el indicador plazo de intervención para el Distrito San Isidro. En 2018 se registró un total de 16 hs para los motivos Falta de Agua y Falta de Presión y un valor de 22 hs para los motivos Escape en Vereda y Escape en Calzada. Asimismo, el modelo propuesto proyecta un tiempo de intervención de 0,633 hs para todos los motivos de agua.

**Tabla 19. Valores para los Tiempos de Intervención - Comparación**

	<i>Datos 2018</i>		<i>Modelo Actual</i>	<i>Modelo Propuesto</i>
	Falta de agua / presión	Escape en vereda / calzada	Todos los reclamos Agua	
<i>Dirección Regional Norte</i>	12 hs	29 hs		
<i>San Isidro</i>	16 hs	22 hs	0,633 hs	
<i>Objetivo</i>	<= 24 hs	<= 48 hs	<= 24 hs	

Fuente: Elaboración propia.

La productividad es otro de los KPIs que monitorea el tablero de control de la compañía. En 2018, las cuadrillas de agua del Distrito San Isidro registraron un valor de 8,2 órdenes de trabajo por equipo por día, mientras que el modelo actual prevé un valor de 8,4 y el modelo propuesto un valor de 8,3 órdenes de trabajo por día por equipo. En la Tabla 20 se resumen los valores mencionados.

*Tabla 20. Valores para la Productividad - Comparación*

	Datos 2018	Modelo Actual	Modelo Propuesto
<b>Todos los reclamos Agua</b>			
<i>Dirección Regional</i>			
<i>Norte</i>	8,5		
<i>San Isidro</i>	8,2	8,4	8,3
<i>Objetivo</i>	=> 6	=> 6	=> 6

Fuente: Elaboración propia.

De los valores presentados emerge que las predicciones de los modelos difieren de la realidad en cuanto a la eficacia y, en mayor medida, en cuanto a los tiempos de intervención. Sin embargo, no hay demasiada disparidad en los valores que toma la productividad. Estas diferencias pueden tener origen en varias cuestiones, que son explicadas a continuación.

La metodología utilizada actualmente tiene como dato de entrada tiempos estándar para las tareas ejecutadas en la resolución de órdenes de trabajo. Vale recordar que estas surgen de un estudio de tiempos realizado en 2011, por lo que podría estar alejado de los valores actuales.

Los tiempos de traslado son estimados en función de los datos obtenidos del sistema de geoposicionamiento. Esta fuente se basa en información pasada, que puede diferir de la real. La metodología propuesta incorpora los tiempos de traslado dentro del tiempo de servicio, obteniendo números más exactos para dicha estimación. Este último hecho permite explicar la diferencia entre los valores que toman los modelos.

Asimismo, existen cuestiones que exceden a los modelos que también provocan la existencia de diferencias entre los resultados de los modelos y los valores reales. La actividad de las cuadrillas no se da siempre FIFO (por orden de ingreso). Muchas veces la programación se realiza de manera geográfica, para optimizar la distribución de trabajos entre las distintas cuadrillas que trabajan en simultáneo. Existen también factores como el ausentismo, días no laborables inesperados, días de lluvias, que por más de que estén considerados dentro del tiempo disponible, pueden agregar dispersión entre los modelos y la realidad.

Los factores explicados anteriormente, y fundamentalmente los que varían según la metodología que se aplique, son los que hacen que los outputs de los modelos en cuanto a la cantidad de equipos difieran en 0,5 cuadrillas. Por lo tanto, si hubiera que tomar una decisión institucional, se recomendaría optar por el resultado del modelo alternativo, por todas las condiciones explicadas en el apartado anterior.

A partir de esta comparación surgen conclusiones en relación a los distintos modelos. Además permite evaluar los resultados de ambos y contraponerlos a los valores reales que toman los Indicadores.

## CONCLUSIONES FINALES E IMPLICANCIAS

En las empresas prestadoras de servicios públicos es fundamental contar con la dotación adecuada para prestar un servicio de calidad y poder cumplir con los requerimientos de los Entes Reguladores. A partir de ello, surge la necesidad imperiosa de implementar un criterio y una metodología para determinar cuál es esa dotación.

- Siendo el objetivo de este trabajo optimizar el proceso de gestión de reclamos de una empresa de servicios públicos proponiendo una alternativa a la metodología de cálculo de dotación de personal utilizada, se ha mostrado en el cuerpo empírico cómo se gestiona un sistema de colas, y de qué manera el proceso de gestión de reclamos puede ser perfectamente modelizado, reduciéndose a un problema de *staffing*, o de dimensionamiento de equipos.
- La empresa AySA ha adoptado un criterio para la toma de estas decisiones que ha proporcionado resultados aceptables. Sin embargo, el mismo es perfectible dado que, fundamentalmente, no aborda adecuadamente la cuestión de la congestión en la prestación del servicio. Es decir, no estudia correctamente la posibilidad de que ingresen muchos reclamos en un período corto de tiempo y que la solución de estos reclamos sea más extensa que lo habitual. Además, requiere estudios de tiempos regulares para mantener actualizado los datos de entrada del modelo. El riesgo que supone esto es que se genere una cola de reclamos más extensa que lo deseable, provocando el incumplimiento de los parámetros establecidos por el Ente Regulador de Agua y Saneamiento.
- En respuesta a esta deficiencia surge como propuesta una metodología cuyo principio subyacente es la consideración de la variabilidad del tiempo entre el ingreso de dos reclamos consecutivos y de los tiempos de atención. Es decir, permite evaluar en detalle qué nivel de dotación es necesario para mantener el nivel de servicio deseado.
- Este criterio se basa en la aplicación de la *Aproximación de Sakasegawa*, una formulación matemática que permite, además de dimensionar la cantidad de equipos necesaria enfocándose en los objetivos de la

compañía –la principal ventaja-, un análisis de sensibilidad de los resultados y requiere datos de entrada más sencillos que no necesitan estudios de tiempos tan detallados como la metodología actual.

- De la aplicación de ambos modelos en el cálculo de dotación para el servicio de agua del Distrito San Isidro del año 2018, se desprende que el modelo propuesto arroja una cuadrilla menos, 5 en lugar de 6, lo que supone una optimización en la asignación de recursos, tanto humanos como materiales para la gestión de reclamos técnicos.
- En el cuerpo empírico se ha mostrado, también, cuáles son los indicadores de desempeño que utiliza la empresa para medir la performance del proceso de gestión de reclamos y cómo la aplicación de uno u otro criterio impacta en dichos valores. En ese sentido se puede concluir que ambos modelos verifican en sus proyecciones el cumplimiento de los objetivos propuestos para los indicadores clave. Sin embargo, estas proyecciones, en similar medida, difieren de los valores reales por cuestiones imprevisibles comunes a ambos criterios, como lo son basarse en datos pasados, el ausentismo, las variables climáticas y la programación de los trabajos. Pero hay factores que son inherentes a los modelos, en particular a la metodología vigente, que se basa en estudios de tiempos con más de 7 años de antigüedad por la dificultad que supone realizarlo periódicamente. En cambio, los datos de ingreso del modelo propuesto se obtienen de los sistemas de gestión en cuestión de minutos.
- Resumiendo lo anterior, ambos métodos han proyectado valores similares para los indicadores del año 2018, con diferencias frente a los valores reales, pero el método propuesto requiere de un equipo menos para lograr dichos resultados, optimizando los recursos de la compañía. Asimismo, presenta ventajas en relación al principio rector y a la simplicidad de sus cálculos.
- Si hubiera que tomar una decisión institucional respecto del criterio a utilizar, los resultados de este trabajo recomiendan la adopción de la metodología propuesta, extendiendo su aplicación a los demás servicios y Distritos del área de concesión.

### **Propuestas: Influencia sobre las esperas percibidas**

Como se explica en

Percepción y psicología de las esperas (Ver página 14), la percepción de la calidad de un servicio está determinada tanto por la experiencia subjetiva de hacer una cola como por la realidad objetiva, es decir, cuánto tiempo se estuvo esperando.

En función de esa premisa y de los factores psicológicos que pueden incrementar la percepción negativa de las esperas, se proponen algunas medidas para influir sobre la psicología de los usuarios:

- Tener a los usuarios informados respecto de su lugar en la cola. Es decir, comunicar el tiempo que falta para que sean intervenidos sus reclamos. Una forma de realizarlo sería mediante llamados telefónicos, avisando que en determinado tiempo concurrirá una cuadrilla a su domicilio. Esto permite que el usuario sienta que tenga control sobre la espera y que la percepción sobre la misma sea menor.
- En aquellos casos donde varios reclamos dependan de una única intervención, poner a los usuarios en conocimiento de que la reparación se encuentra en curso y brindar tiempos estimados de reparación.
- Para el caso anterior, explicar a los usuarios que el problema afecta a un grupo permite percibir la espera como de menor duración. Las esperas grupales son recibidas de mejor manera.
- Cuando los usuarios realizan los reclamos al centro de atención al usuario, informarlos acerca de que el proceso de atención de reclamos se realiza por orden de ingreso (FIFO). Esto brinda un sentido de justicia, que hace que los usuarios sobrelleven de mejor manera el tiempo de espera.
- En aquellos casos donde la espera demorará más de lo esperado, comunicarse con los usuarios para explicar los motivos. Las demoras explicadas son percibidas como más cortas.

El conjunto de propuestas que se ofrecen en esta tesis se estima de utilidad para mejorar la percepción negativa de las esperas que realizan los usuarios,

constituyendo un aporte operativo, de carácter práctico e institucional, para una mejor calidad de servicio en la compañía de referencia en este estudio.

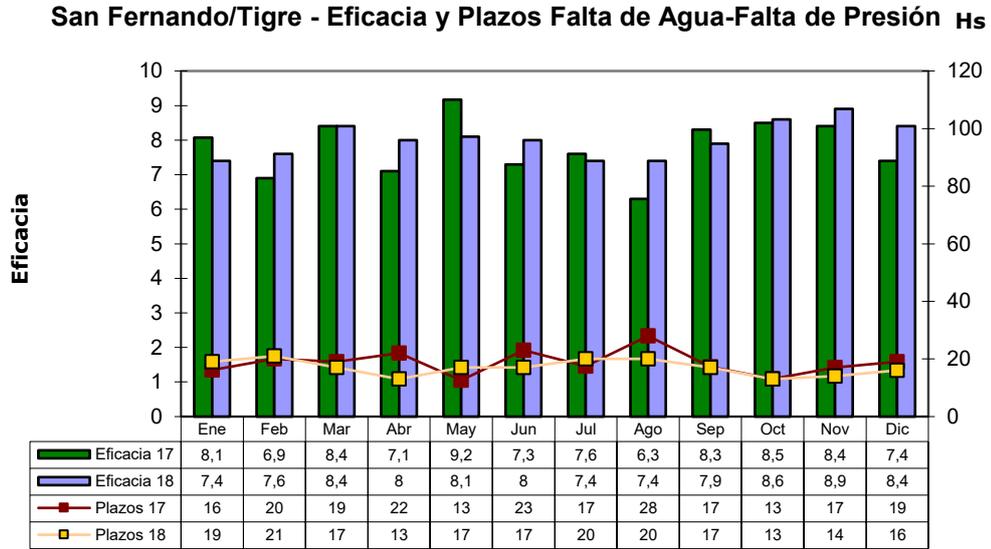
## BIBLIOGRAFÍA

- Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (s.f.). Obtenido de [www.aysa.com.ar](http://www.aysa.com.ar)
- Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (s.f.). Manual de Procedimientos. *Sistema Loyal*.
- Bitran, G. R., Ferrer, J. C., & Rocha e Oliveira, P. (2008). Managing Customer Experiences: Perspectives on the Temporal Aspects of Service Encounters. *MSOM*, 10(1), 61-83.
- Casanova, F. (s.f.). Formación profesional, productividad y trabajo decente. *Boletín Cinterfor*, 29-54.
- Ente Regulador de Agua y Saneamiento. (2013). *Informe de Gerencia de Economía: "Memoria y Estados Contables de AySA". Informe del Auditor e Informe de la Comisión Fiscalizadora al 31/12/13*. Buenos Aires.
- Little, J. D. (Mayo - Junio de 1961). A Proof for the Queing Formula:  $L=\lambda.W$ . *Operations Research*(3), 383-387.
- Maister, D. (1985). Psychology of Waiting Lines. 113-115. (J. A. Czepiel, M. R. Solomon, & C. F. Suprenant, Edits.)
- Parmenter, D. (2015). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs* (3ª ed.). John Wiley & Sons.
- Poder Ejecutivo Nacional. (2006). MARCO REGULATORIO PARA LA CONCESION DE LOS SERVICIOS DE PROVISION DE AGUA POTABLE Y DESAGÜES CLOACALES.
- Sakasegawa, H. (1977). An Approximation Formula for  $L_q$  Annals of the Institute of Statistical Mathematics. 29, 67-75.
- Shwartz, B. (26 de October de 2015). Everything You Need To Know About Queuing Theory. 2. Vivid Cortex.
- Vulcano, G. (2018). Efectos de la Incertezta en Servicios: Congestión y Esperas.
- Weiss, E. N. (28 de julio de 2014). Managing Queues. (R. D. Shapiro, Ed.) *Harvard Business Publishing*(8047).

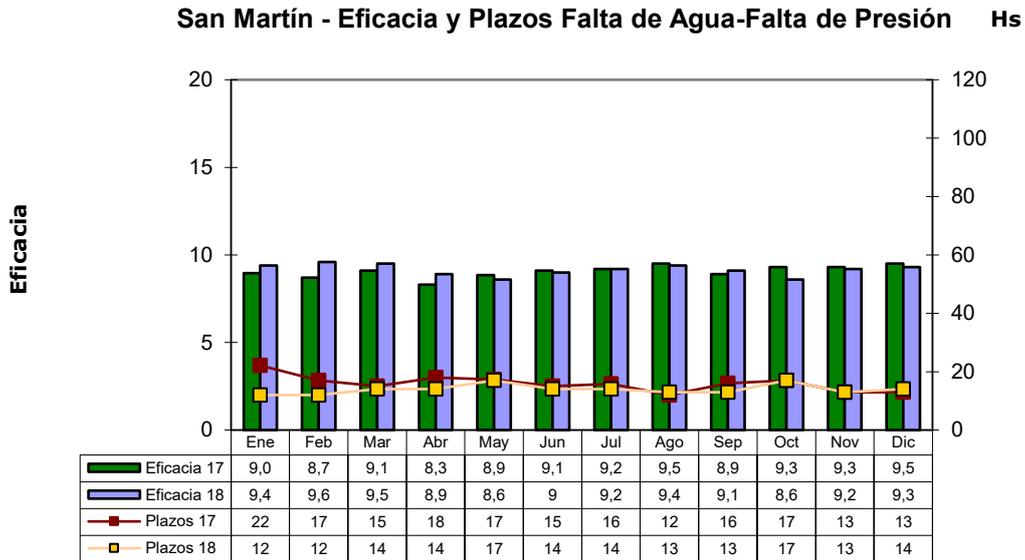
**ANEXOS**

**Anexo 1 – Indicadores por Distrito de la Dirección Regional Norte**

**Eficacia y Tiempo de Intervención – Resto de los Distritos**

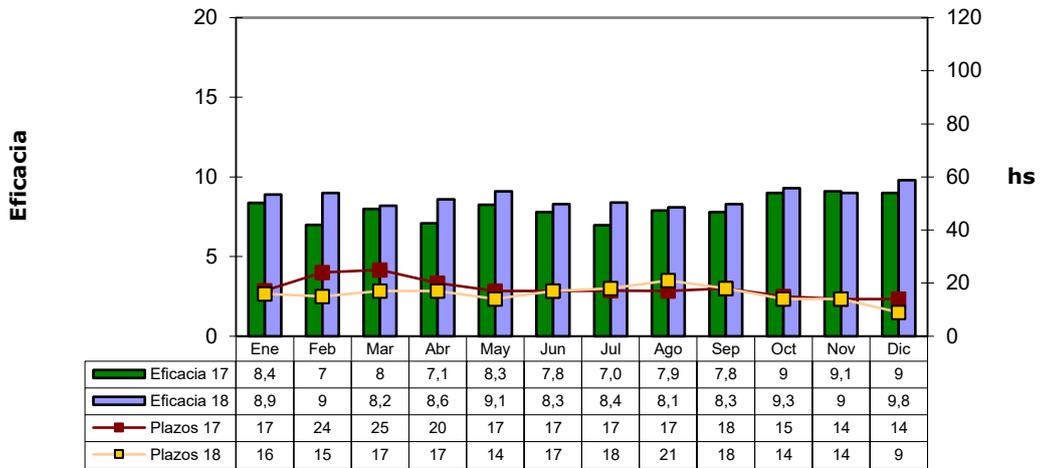


Fuente: (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)



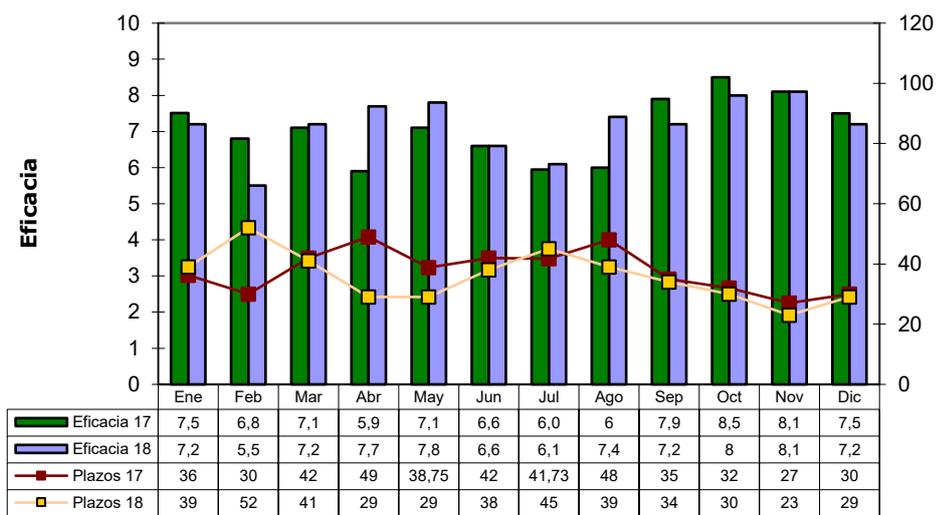
Fuente: (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)

**Vicente López - Eficacia y Plazos Falta de Agua-Falta de Presión**



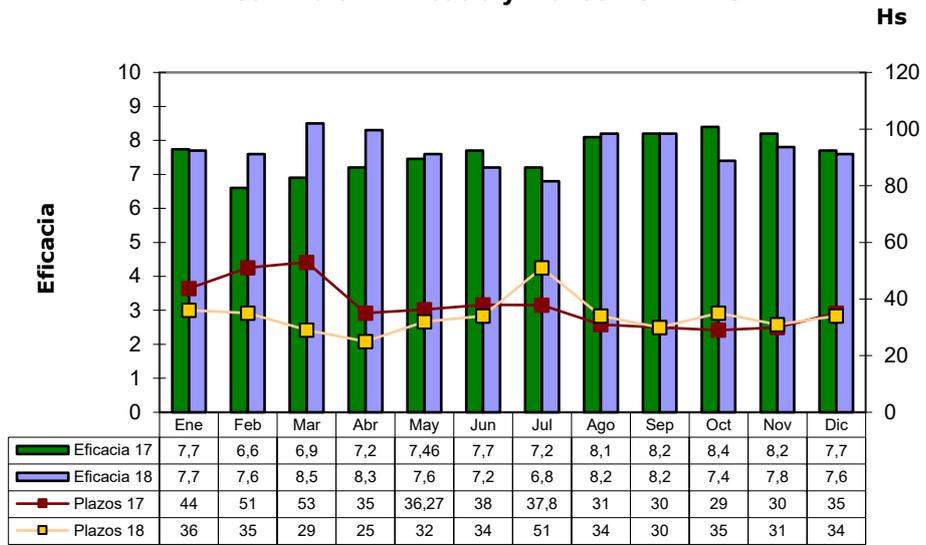
Fuente: (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)

**San Fernando/Tigre - Eficacia y Plazos ESCAPES**



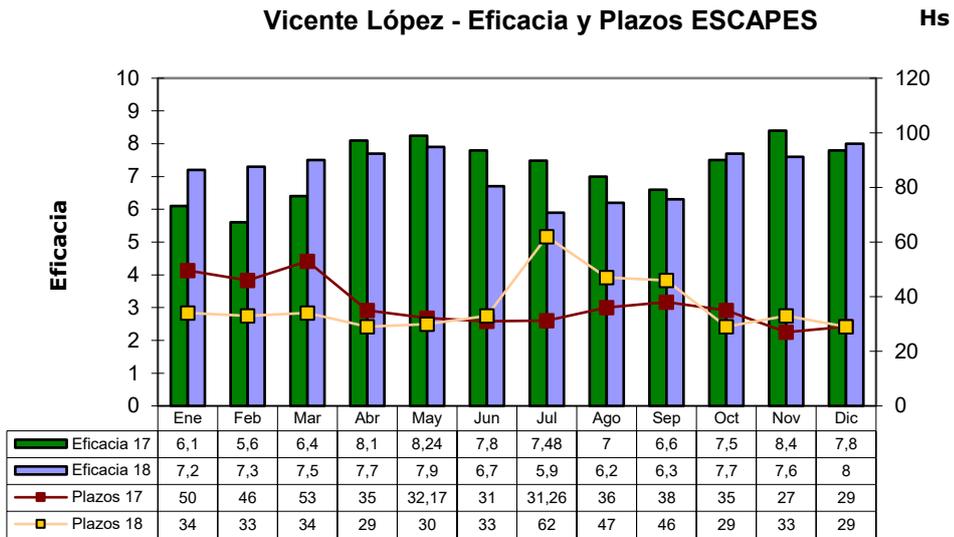
Fuente: (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)

**San Martín - Eficacia y Plazos ESCAPES**



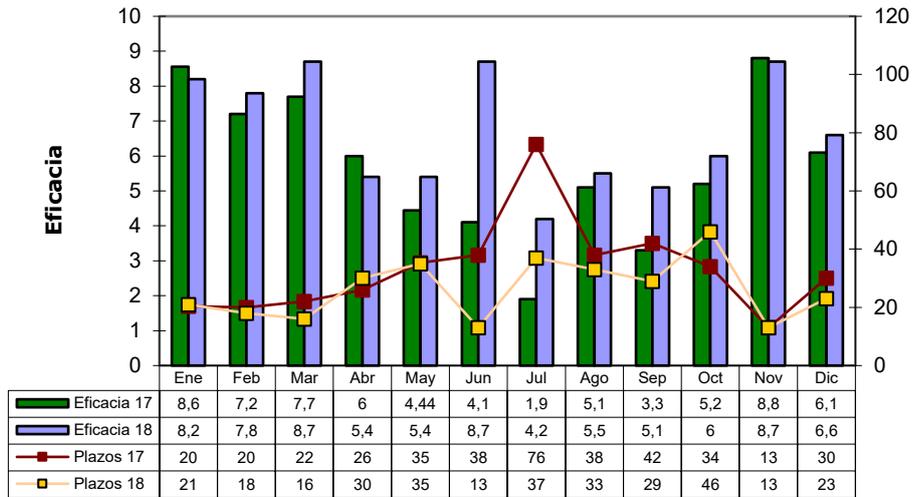
Fuente: (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)

**Vicente López - Eficacia y Plazos ESCAPES**



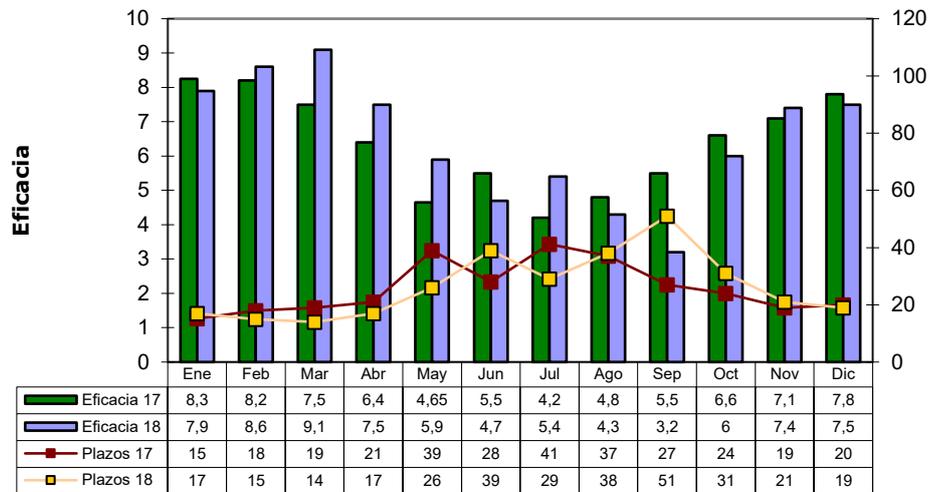
Fuente: (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)

**San Fernando/Tigre - Eficacia y Plazos TAPONAMIENTOS Hs**



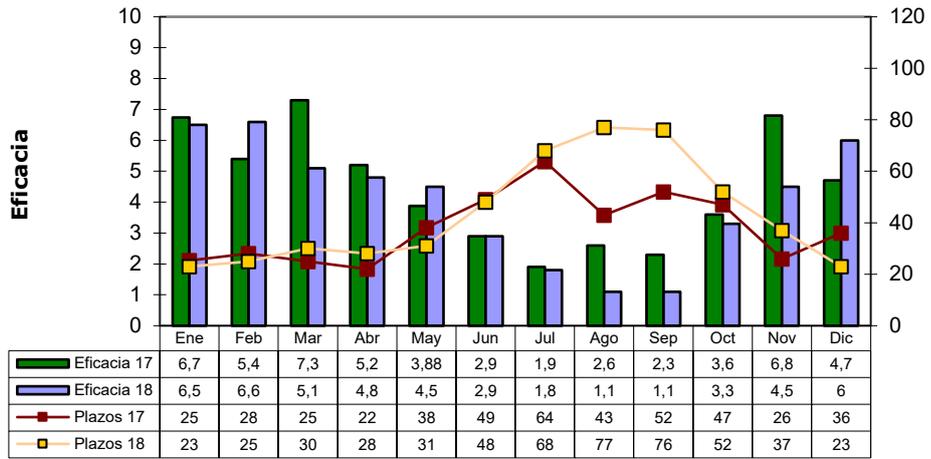
Fuente: (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)

**San Martín - Eficacia y Plazos TAPONAMIENTOS Hs**



Fuente: (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)

**Vicente López - Eficacia y Plazos TAPONAMIENTOS Hs**



Fuente: (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.)

## **Anexo 2 – Glosario**

AySA: Agua y Saneamientos Argentinos S.A.

ODT: Orden de trabajo.

SAR: Sistema de Atención de Reclamos.

Estado N (No Finalizado): ODT a la que no se le llegó a dar el “Fin de Intervención Hidráulica”.

Estado I (Fin de Intervención): Reclamo al que se le ha dado “Fin de Intervención Hidráulica”.

Estado F (Finalizado): Reclamo que se encuentra Finalizado.

Estado B (Borrado): Reclamos ingresados al SAR y que por un motivo justificado son desestimados, sin la intervención de AySA.

Tiempo de Respuesta: Tiempo transcurrido desde el ingreso de la ODT al SAR y la llegada del primer equipo de trabajo a la dirección de la misma.

Tiempo de Intervención (Ti): Tiempo transcurrido desde el ingreso de la ODT al SAR y el fin de intervención.

Tiempo de Refacción: es la diferencia entre el Tiempo de Finalización del Reclamo y el Tiempo de Intervención del mismo.

Tiempo de Finalización (Tf): tiempo transcurrido desde el ingreso de la ODT al SAR y la finalización de la ODT.

Reclamo reiterado: Repetición del llamado de un usuario por un mismo reclamo efectuado con anterioridad a su finalización, después que se hayan vencido los plazos de intervención de AySA.

Reclamo reincidente: Repetición del reclamo de un usuario para la misma dirección y el mismo motivo, en un período de un año.

Ingresados: Reclamos ingresados en el período en estudio.