

XII Simposio Iberoamericano sobre planificación de sistemas de abastecimiento y drenaje

“LA EFICIENCIA HIDRO ENERGÉTICA EN EL MARCO DE LA SOSTENIBILIDAD DEL CICLO URBANO DEL AGUA. UNA EXPERIENCIA ENTRERRIANA”

Daniel Rocca (1), Fernando Diego Bach (2)

(1) Responsable del Servicio Municipal de Agua y Saneamiento de la Ciudad de Nogoyá. Profesional asociado del CEGELAH/FCYT - UADER. Caseros 965, Nogoyá, Entre Ríos, Argentina. 00543435421046. d_rocca@ciudad.com.ar

(2) Coordinador de la Oficina de Vinculación Tecnológica y Docente-Investigador del CEGELAH/FCYT – UADER. Secretario de Planificación, Obras e Infraestructura de la Ciudad de Crespo. 25 de Mayo 943, Crespo, Entre Ríos, Argentina. 00543434951160. fernandobach@arnet.com.ar

RESUMEN

Dos municipios del centro-oeste de la provincia de Entre Ríos, tomando como hitos dos iniciativas de formación impulsadas por el CEGELAH/FCYT y dentro de la idea de “Pensar globalmente y actuar localmente”, se abocaron a la realización de un diagnóstico de la situación del sistema de provisión de agua en las ciudades de Crespo y Nogoyá. Para ello se configuro el servicio en tres grandes áreas: producción de agua cruda, almacenamiento y distribución de agua potable. El plano inicial de actuación fue el sector de producción de agua cruda, ya que en los sistemas de ambas ciudades es donde se produce el máximo consumo de energía. Dentro del área, se atacó el sistema de bombeo. La energía consumida es el producto de la potencia instalada por el tiempo de funcionamiento; en esta relación tiene incidencia diversos factores; ellos son altura manométrica de las bombas, el caudal a bombear, el tipo de fluido y el rendimiento de los equipos colocados. De estos factores, algunos pueden ser mejorados mediante acciones locales en forma inmediata y otros pueden ser modificables en el tiempo mediano y con financiamiento que excede la capacidad municipal de generarlo. En nuestros casos de estudio, las tareas encaradas apuntaron hacia el mejoramiento de la eficiencia de las electrobombas y en la disminución del tiempo de funcionamiento de los equipos con la incorporación de nueva tecnología. Una vez realizadas las acciones programadas se pudo comprobar una efectiva disminución de las horas de funcionamiento del sistema, lo que trajo como correlato una disminución marcada en la energía consumida. También, tuvo como consecuencia una sensible disminución de las erogaciones en roturas y reparaciones de los equipos de bombeo.

Palabras clave: agua – eficiencia – cooperación

ABSTRACT

Two municipalities of the center-west of Entre Ríos state, taking as milestones two training initiatives driven by the CEGELAH/FCYT and within the idea of "Think globally and act locally", undertook the realization of a diagnosis of the situation of the water supply system to the cities of Crespo and Nogoyá. The service was configured in three areas: production of raw water, storage and distribution. The initial level of performance was the production sector of raw water, because in the systems of both cities there are the maximum power of consumption. Within the area, the pumping system was attacked. The energy consumed is the result of the installed power for operation time. In this relationship has incidence many factors; these are height gage of the pumps, the flow to pump, the type of fluid and the performance of the teams placed. Some of these factors, can be improved through local actions immediately, and others can be change with more time and with financial actions that exceeds town halls possibilities for build it. In our studies cases, the tasks was directed to improve pumps efficiency and reduce the operation time of the equipment, that requires incorporation of new technology. The results of this actions was decrease the hours of system operation, and in consequence decrease the consumption of energy. Also, resulted in a significant decrease in the approvals in money on breaks and repairs of the pumping equipment.

Key words: water – efficiency - cooperation

ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN

El CEGELAH es un centro de investigación y desarrollo dependiente de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. En el CEGELAH se aborda como tema prioritario, la sustentabilidad del ciclo urbano del agua en pequeños y medianos municipios y comunas.

Además realiza transferencia de conocimientos y tecnología dentro de un marco cooperación con diversas redes internacionales, entre ellas la Red IT-Agua/CYTED.

En conjunto con esta Red está impulsando una Micro-Región en la provincia de Entre Ríos a partir de aspectos comunes como por ejemplo pertenecer a una cuenca hidrográfica.

Desde el año 1980 los municipios de América Latina en general y de Argentina en particular, han ido asumiendo diferentes y cada vez más diversas responsabilidades en relación con las necesidades directas de los ciudadanos, por ejemplo en nuestro país en 1980 Obras Sanitarias de la Nación paso a manos de los municipios y parte se privatizó.

En el marco de circunstancias de distinta naturaleza (crisis económicas, aspectos coyunturales, crisis políticas), los procesos de descentralización de servicios y las crecientes demandas sociales han promovido una mayor responsabilidad de los gobiernos locales.

En muchos de los municipios que han asumido, entre otras, la prestación de servicios de agua potable y saneamiento se observa, en la mayoría de los casos, que esto se ha producido sin el consecuente aumento de su capacidad institucional para asumir la mayor escala y complejidad de la gestión.

Los municipios de Crespo y Nogoyá pertenecen a la provincia de Entre Ríos, en la República Argentina. Distan a 47 km y 110 km respectivamente de la capital provincial, Paraná, y se ubican sobre un importante corredor vial que atraviesa la provincia de este a oeste, uniendo las ciudades de Paraná (costa del río Paraná) y Concepción del Uruguay (costa del río Uruguay).

Crespo y Nogoyá, además de pertenecer a la provincia de Entre Ríos tienen otras características comunes, un ejemplo de ello es su escala, en cuanto a la cantidad de habitantes.

Además ambas ciudades son producto de un proceso inmigratorio, pero de diferentes características.

Nogoyá es de predominancia Español e Italiano, mientras que en Crespo son de origen germánico, los llamados “Alemanes del Volga”. Nogoyá está fundado en el año 1782 y Crespo dispone de una fundación estimada en el año 1888.

El radio servido inicial de la red distribuidora de agua, abarco en ambas ciudades, lo que se puede denominar “casco fundacional” y data de mediados de la década de 1940 en Nogoyá y del año 1946 en Crespo.

La red primaria sigue en funcionamiento, pero el servicio ha crecido a medida que crecía la ciudad y con escasa planificación o podría decirse una planificación que no arroja muy buenos resultados. El criterio predominante para dicho crecimiento, era el de cobertura por sobre calidad del servicio.

Esto hacía que se vayan adicionando tuberías a la red y perforaciones en diversos puntos de la ciudad para inyectar directamente a la red en el caso de Crespo y alimentar el tanque de reserva de la ciudad en Nogoyá.

Esto trajo como consecuencia tramas de red en las cuales era prácticamente imposible determinar su comportamiento.

Pero este panorama no muy promisorio no termina aquí, existía una gravísima falta de información, la red solamente estaba en los viejos planos de Obras Sanitarias de la Nación) OSN y no había datos de las ampliaciones, reparaciones, sustituciones, nuevas válvulas, hidrantes. Y la información disponible no estaba sistematizada (no se recolecta sistematizadamente).

El futuro del servicio estaba escrito. Con el tiempo las ciudades siguieron creciendo y la demanda fue en aumento lo que produjo no fue el colapso pero sí que el servicio fuese muy deficiente y comenzaran diversos problemas en la prestación.

Los componentes de los sistemas de producción de agua presentaban frecuentes roturas, por lo que el sistema en su conjunto se desbalanceaba a favor del consumo, apareciendo uno de los problemas, el fenómeno de la **intermitencia** en forma cada vez mas continua.

Pero el factor que define los lineamientos a seguir son los decisores políticos. Estos veían (y aún hoy sucede) que el servicio es solamente, llegar con la red hasta el frente de la casa del vecino, es solo la obra física, no interesa la calidad del servicio, no hay sostenibilidad.

Todos estos aspectos terminan desembocando en un servicio de provisión de agua apta para consumo que no cubre las expectativas de los usuarios.

Hasta aquí está planteada la problemática, ahora expresaremos como se enfrente esta realidad. Y como las soluciones vienen desde el conocimiento. En el año 2006 se realiza el Posgrado Sostenibilidad del Ciclo Urbano del Agua (CUA) en la ciudad de Crespo, organizado por el CEGELAH/FCYT.

Esta acción sienta las bases en diversos municipios y comunas de la región sobre aspectos como la

sostenibilidad y las bondades de la aplicación de un nuevo paradigma en la prestación del servicio.

Luego en el año 2008 primeramente se llevan adelante las jornadas de eficiencia hidro-energética en la ciudad de Paraná y meses más tarde se efectúa el Curso de Automatización, en la ciudad de Concepción del Uruguay, organizado por CEGELAH/FCYT y la Red Lenhs / Prosul. Estas acciones determinaron los fundamentos científicos para avanzar sobre una solución sostenible para el servicio de abastecimiento de agua potable.

Las municipalidades intervinientes, dada la magnitud del problema y la realidad de cada una de ellas, adoptan el slogan:

“Pensar global actuar local”

Uno de los problemas más importantes y común a todas ellas, era el manejo de la producción de agua y su relación con el consumo durante los diversos momentos del día y en época estival.

Como consecuencia de esto se producía un irregular funcionamiento de la red de distribución incrementándose el problema de la **intermitencia** de prestación.

BASE CIENTÍFICO TEÓRICA

En este punto nos detendremos en los pilares científicos teóricos en que se apoyan las soluciones tecnológicas, los cuales son **sostenibilidad aplicada al CUA (ciclo urbano del agua) y dentro de ella el binomio agua-energía (eficiencia hidro energética)**. Siendo la automatización uno de los elementos tecnológicos que permiten la aplicación de estos principios.

El concepto Sostenible, al referirnos a este término debemos hablar sobre su aparición, la misma fue en el marco de las Naciones Unidas, el *“Informe sobre Nuestro Futuro Común”* (1987-1988) o también conocido como *“Informe Brundtland”* ya que fue Gro Harlem Brundtland quien coordinó dicho informe.

En el mismo hace referencia al *“desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”*.

Dentro de los objetivos del presente trabajo la definición de este término escapa a los alcances del mismo, ya que bien es sabido el halo de ambigüedad (se trata de enunciar un deseo tan general como el indicado sin precisar mucho su contenido ni el modo

de llevarlo a la práctica) que lo acompaña generó y seguirá generando polémica.

A la hora de la verdad, el contenido de este concepto no es fruto de definiciones explícitas, sino del sistema de razonamiento que apliquemos para acercarnos a él. Evidentemente si, como está ocurriendo, no aplicamos ningún sistema en el que el término sostenibilidad concrete su significado, éste se seguirá manteniendo en los niveles de brumosa generalidad en los que hoy se mueve. Sin que las brumas se disipen por mucho que intentemos matizarlo con definiciones explícitas y discutamos si interesa más traducir el término inglés originario **sustainability por sostenibilidad, durabilidad o sustentabilidad.**

Como primer punto lo circunscribiremos al ámbito urbano, ya que nos estamos refiriendo al ciclo urbano del agua (CUA).

Al hablar de “necesidad”, nos referimos en primer lugar a la satisfacción de las necesidades básicas de todas las personas, especialmente las más desfavorecidas (acceso a los servicios de agua potable, saneamiento y alcantarillado).

Por ello debe contemplarse las dimensiones social y económica. No existe sostenibilidad urbana si no se resuelve el problema de los desequilibrios sociales y económicos. Las políticas de desarrollo urbano sostenible tienen que asumir también el principio de justicia social, dado que se necesita una distribución equitativa de los recursos y de los ingresos para satisfacer las necesidades económicas, sociales y culturales en un marco de sostenibilidad.

Otra de las dimensiones es la ambiental, la sostenibilidad ambiental parte de la idea de que los ‘costos’ de la urbanización no pueden traspasarse a las generaciones futuras, es decir, de una especie de principio de ‘equidad inter generacional’, lo que resulta muy difícil, entre otras razones porque no sabemos con certeza cómo funcionan los sistemas ambientales y menos aún, cómo interactúan en la naturaleza. Tampoco hay suficiente precisión acerca de los costos y valores de los bienes ambientales ni acceso a las tecnologías adecuadas para lograr ese tipo de desarrollo.

Podemos decir que hay algunos principios fundamentales que debemos considerar para buscar que nuestra herencia sea mejor. La conservación y uso racional de los recursos (sean renovables o no). La minimización y el control en la emisión de desechos, buscando que se encuentren dentro de los límites que la misma naturaleza puede neutralizar, conservando las ‘reservas’ naturales que llevan a cabo esa tarea. Donde es fundamental estimar con precisión la ‘capacidad de carga’ de esas reservas y establecer el ‘principio de precaución’ cuando se desconoce ese límite.

Ahora bien, nos detendremos aquí, vemos que una de las críticas que se realiza al concepto de sostenibilidad es la carencia, falta o nula mención de cómo realizar la materialización (medida) de dicho concepto para vincularlo con los aspectos económicos a los que hace referencia y que son los que habitualmente se utilizan para mensurar. Además, al posicionarnos en un ambiente urbano es necesario ligar la concepción de la sostenibilidad de los servicios a la medición de resultados, implica ensayar la construcción de indicadores susceptibles de ser medidos, cuyas trayectorias pueda ser evaluadas y que al mismo tiempo sugieran vías concretas de intervención. Por esto, y lo anterior se propone como definición la mencionada por la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe):

“La sustentabilidad del desarrollo requiere un equilibrio dinámico entre todas las formas de capital o acervos que participan en el esfuerzo del desarrollo económico y social de los países, de tal modo que la tasa de uso resultante de cada forma de capital no exceda su propia tasa de reproducción. Entre las formas de capital más importantes cabe destacar el capital humano (en que las personas también representan el sujeto del desarrollo, el capital natural, el acervo institucional (los sistemas de decisiones), el acervo cultural, el capital físico (infraestructura, maquinarias y equipos) y el financiero.” (CEPAL, 1991).

Hasta aquí hemos visto el ciclo urbano del agua (CUA) y una referencia a la visión que entendemos cómo debe abordarse la sostenibilidad del mismo.

Pasemos a ver una representación gráfica del ciclo urbano del agua (CUA). Esta visión es la que trabajamos durante la realización del postgrado “Gestión Sostenible del Ciclo Urbano del Agua en Pequeños Municipios” a cargo del Arq. M. Nudelman.

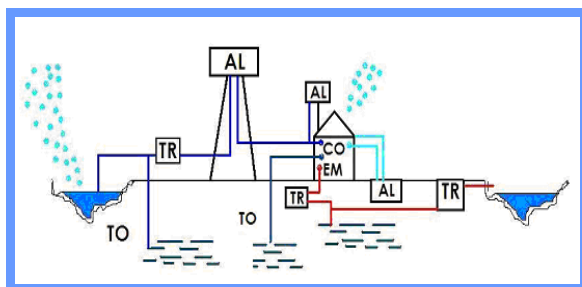


Figura 1. Ciclo Urbano del agua.

TO: toma
TR: tratamiento
AL: almacenamiento

CO: consumo
EM: emisión

Esta representación trata de resumir todos los aspectos que conforman el Ciclo Urbano del Agua (CUA). Es una simplificación de un sistema complejo y con gran cantidad de variables y variantes en su resolución.

El mismo se inicia en el recurso de agua disponible que puede ser superficial, subterráneo y/o pluvial. Luego le sigue la obra de toma (TO) y el tratamiento (TR) que se dará en cada caso para su potabilización. A partir de aquí se almacena (AL) y distribuye. Luego de ser utilizada y consumida (CO) se procede a su emisión (EM) para lo cual es recolectada y tratada (TR) para proceder a su disposición final.

Como es bien sabido por los lectores, en muchos de los centros urbanos que conocemos la infraestructura no es la adecuada y/o están desactualizados los componentes de la infraestructura del ciclo que acabamos de ver y en otros centros urbanos probablemente se suma a esto un servicio deficiente. Este servicio muchas veces puede ser el resultado de políticas y

gestiones con una planificación que no está acorde a las necesidades y situaciones del municipio, y sumado a esto la limitada operatividad de los encargados de llevarla adelante, sea por recursos materiales, infraestructura, capacitación y/o burocracia. Generalmente nos encontramos que las flaquezas de los servicios se corresponden a un problema económico de falta de inversión en el sector.

Estos aspectos siguen sumando a la importancia y trascendencia que adquiere la visión del tema para así poder encarar las soluciones.

Binomio Agua – Energía Eficiencia Hidro Energética.

Por un momento detengámonos a ver cuáles son los factores que movilizaron al Profesor Heber Pimentel Gomes.

En su proyecto dice: “Por cuenta del aumento progresivo de las demandas urbanas de agua, la operación de la gran mayoría de los sistemas de abastecimiento existente en el mundo se han tornado extremadamente compleja. El intenso proceso de urbanización que viene ocurriendo en las últimas décadas exigió a los servicios públicos de abastecimiento de agua grandes esfuerzos en el ámbito técnico, organizacional y financiero, en la tentativa de atender las demandas. Esto hace crecer la cantidad de estaciones de bombeo para transportar agua hasta los puntos de consumo, resultando en elevadas demandas de energía proveniente de

muchos motores de medio y gran porte en funcionamiento.

Y es aquí donde incorpora el concepto del binomio “agua y energía”, para verlos como dos entidades que siempre están unidas. Diciendo: “En el análisis de los sistemas de distribución de agua, los especialistas deben visualizar los consumos de agua y energía como recursos interligados y no en forma separada o no relacionada. La energía es necesaria para tomar agua potable y moverla a través de los sistemas, cada litro de agua que se mueve a lo largo del sistema representa un determinado consumo de energía”. Solo para tener una referencia de la importancia de este concepto (agua-energía) cabe mencionar que el consumo de energía en la mayoría de los sistemas de agua en todo el mundo podría ser reducido en al menos 25% por medio de acciones de eficiencia energética e hidráulica.

Comenzaremos nuestro estudio con la definición del concepto de energía consumida y la relación de las distintas variables que la componen. Nos adentraremos en la que denominaremos: Ecuación de la Energía (1)

$$\text{Energía Consumida} = \text{Potencia Instalada} \times \text{Tiempo de funcionamiento} \quad (1)$$

Las distintas variables relacionadas en la expresión anterior son: la altura manométrica del equipo, el caudal bombeado, el peso específico del líquido, el rendimiento del equipo y el tiempo de funcionamiento.

La combinación acertada de estos valores (aumentando algunos y disminuyendo otros) nos dará el resultado esperado de ahorro.

El análisis de cada uno de ellos y las acciones específicas a encarar serán temas a desarrollar en los siguientes títulos.

METODOLOGÍA

Planteamos dentro del concepto del CUA, a cada uno de los componentes que lo integran:

CAPTACION: fuente (superficial, subterránea, pluvial), obra de toma, tratamiento.

ALMACENAMIENTO: tanques elevados y/o cisternas (reservorios).

DISTRIBUCIÓN: sistema de bombeo, red de distribución.

CONSUMO: humano, industrial, recreación, otros.

EFLUENTES: sanitarios (red cloacal, pozos absorbentes, tratamientos), pluviales (red pluvial, alcantarillas, otros).

Como fue mencionado anteriormente, de los costos de “producción” el 90 % se corresponde a la energía eléctrica, siendo esta la más representativa de los insumos, por lo que se procura trabajar sobre la misma.

Para tratar de equilibrar la relación producción-consumo se realizó un exhaustivo análisis del sistema de producción y se determinaron las variables sobre las cuales, con la estructura municipal, se podía actuar sin depender de factores externos.

Una de estas variables fue el rendimiento de los equipos integrantes del sistema de producción de agua cruda y otra eran las consecuencias resultantes de la situación geográfica de los pozos que en el caso de Nogoyá impulsan el agua al tanque de reserva de la ciudad y en Crespo se inyecta directamente a la red.

Una expresión (2) más detallada de la energía consumida sobre la que se efectuó la evaluación es:

$$\text{Energía Consumida} = \frac{\text{Hm (m.c.a)} \cdot \text{Q (m}^3/\text{h)} \cdot \gamma (\text{kg/m}^3)}{75 \cdot \eta} \times t \quad (2)$$

Las variables sujetas a modificación por la institución prestadora son:

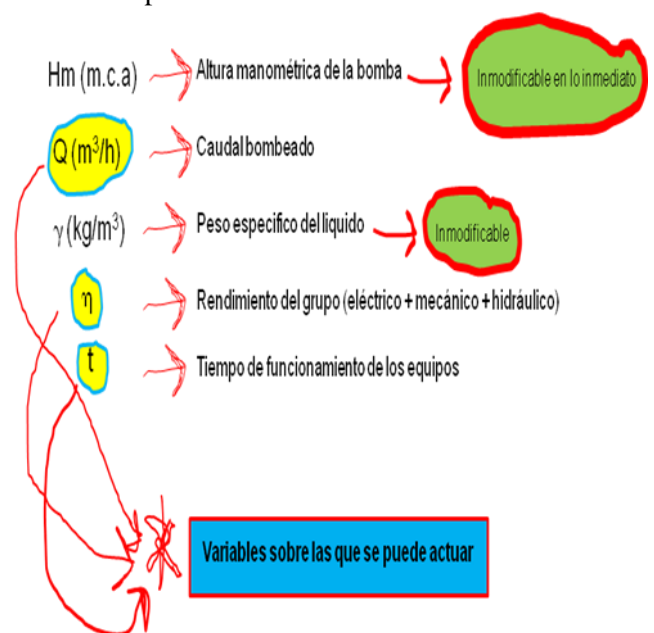


Figura 2. Variables de la Ecuación de la Energía.

De todos estos se tomo la decisión de operar sobre el incremento del rendimiento de los equipos y sobre la racionalización del tiempo de funcionamiento.

En ambas ciudades el paso inicial fue la adquisición de nuevas bombas y tableros de comando, de una tecnología más avanzada para innovar el equipamiento existente; ya que el mismo tenía una antigüedad apreciable y comenzaba a crecer en forma importante los recursos económicos destinados a su mantenimiento.

Además y debido a esa antigüedad se carecía de conocimiento del punto de funcionamiento a raíz de la cantidad de reparaciones sobre ellas realizadas, y por ende del rendimiento del equipo.

Se bombeaba agua, lo que no se sabía eran los costos de esta acción.

La renovación de equipos y tableros nos permitió alcanzar el objetivo primario referido a la mejora del rendimiento y como un objetivo secundario la protección de las bombas ante anomalías externas, visualizándose esto último en la continua disminución de los fondos destinados a la reparación de bombas.

También se presentaban problemas en la producción de agua (por la ya mencionada ubicación geográfica de las perforaciones) los principales eran: accesibilidad a los pozos de producción, por distancia y estado de las vías de ingreso y lentitud de respuesta ante eventos externos.

Estos problemas tenían como consecuencia un desbalance entre la producción y la realidad del consumo; lo que traía aparejado que el posible exceso de agua extraída del acuífero se perdiera por ejemplo en Nogoyá por rebalse del tanque de reserva hacia el sistema pluvial de la ciudad y en Crespo las reiteradas roturas de cañerías.

Para que el operador tuviera una información en tiempo real de lo ocurría con el sistema y pudiera actuar sobre él al instante se encaro la automatización del sistema en dos etapas.

En la primera de ellas se instalo un comando a distancia que, básicamente constaba de una estación remota emisora de datos ubicada en cada perforación, una central de control y el sistema de conectividad entre ambas.

En la segunda, y para limitar al máximo la intervención del operador, en Nogoyá se programo el arranque/parada de cada pozo en relación al nivel del tanque de reserva de la ciudad, con dos condiciones de borde bien definido; lleno total tiene como consecuencia el paro total del sistema de bombeo y tanque vacío implica que todas las bombas

entren en funcionamiento. Y en Crespo se limito la presión de funcionamiento de la red.

Aparte de la minimización del factor humano en el manejo de la rotación de los equipos, otro beneficio palpable del funcionamiento automático del sistema, fue la base de datos que se fue generando a partir de la aplicación del sistema.

Anteriormente se carecía totalmente de información sobre variaciones de tensiones de alimentación, amperajes, presiones en la red, reportes de funcionamiento horario y de niveles de tanque de reserva.

Pararemos a ver a continuación cuales fueron algunos de los resultados que se obtuvieron en estas dos localidades.

RESULTADOS

Como ya fue mencionado se ha trabajado para operar sobre el incremento de rendimiento de los equipos y sobre la racionalización del tiempo de funcionamiento. Podrá verse como la solución tiene sus características distintivas en cada localidad dado que no existe una solución única y de cómo se compara el factor de gastos pecuniarios para tener un indicador económico.

En el caso de la ciudad de Nogoyá se presentaron los siguientes resultados obtenidos de:

- Consumo de energía eléctrica en el sistema de bombeo.
- Tiempo de funcionamiento del equipo de bombeo
- Erogaciones por reparaciones en el sistema de bombeo.

Tabla 1. Consumo de energía eléctrica en el sistema de bombeo de Nogoyá del último trimestre 2011 y 2012 (Kw/hora).

	Año 2011	Año 2012
Octubre	95.579	91.904
Noviembre	101.622	90.574
Diciembre	119.794	103.257

Fuente: Municipalidad de Nogoyá, 2013

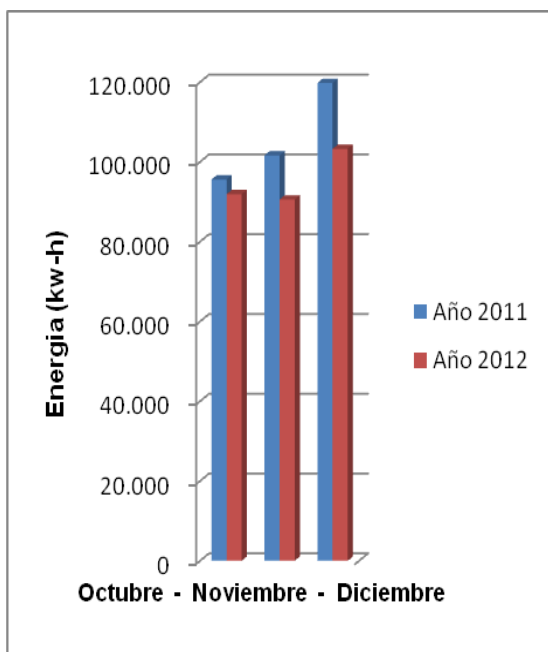


Figura 3. Consumo de energía eléctrica del sistema de bombeo de la ciudad de Nogoyá en el último trimestre de los años 2011, 2012.

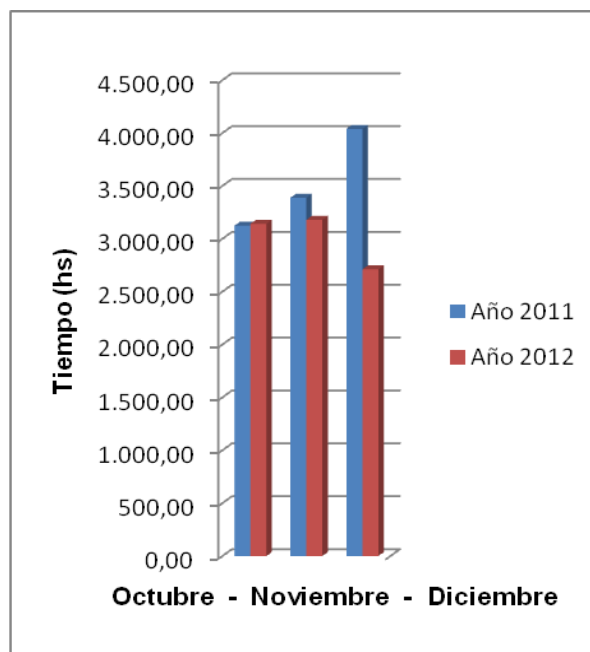


Figura 4. Tiempo de funcionamiento del sistema de bombeo de la ciudad de Nogoyá en el último trimestre de los años 2011, 2012.

Tabla 2. Tiempo de funcionamiento del sistema de bombeo de la ciudad de Nogoyá en el último trimestre de los años 2011, 2012 (hs).

	Año 2011	Año 2012
Octubre	3.123,00	3.142,00
Noviembre	3.388,00	3.179,00
Diciembre	4.039,00	2.711,00

Fuente: Municipalidad de Nogoyá, 2013

Tabla 3. Erogaciones en reparaciones del sistema de bombeo de Nogoyá años 2009 al 2012 (pesos).

Erogaciones en reparaciones	
Año	Pesos
2009	70.600,00
2010	0,00
2011	17.500,00
2012	14.300,00

Fuente: Municipalidad de Nogoyá, 2013

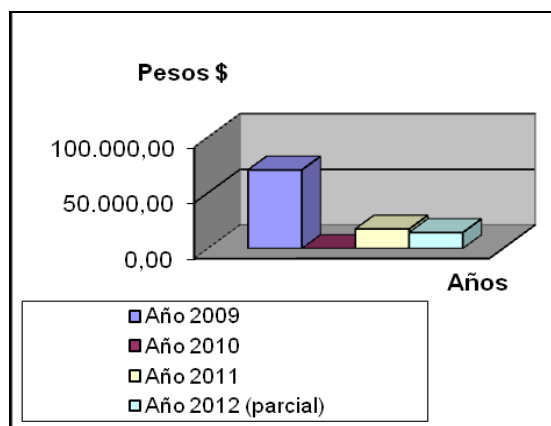


Figura 5. Erogaciones en reparaciones del sistema de bombeo de Nogoyá años 2009 al 2012 (pesos).

Ahora pasemos a la ciudad de Crespo, en esta comuna se evaluaron los siguientes indicadores:

- Consumo de energía eléctrica en el Pozo N°4 y en el Pozo N°13 sistema de bombeo. Se escogieron estas dos perforaciones ya que son las que cuentan con este sistema desde más tiempo.
- Erogaciones por reparaciones en el sistema de bombeo. Aquí se tuvieron en cuenta todas las reparaciones del complejo sistema de bombeo (14 electrobombas)
- Reclamos sobre el servicio de agua potable. Se considero este aspecto dado que nos permite contrastar si las inversiones en la mejora servicio son percibidas por la población.

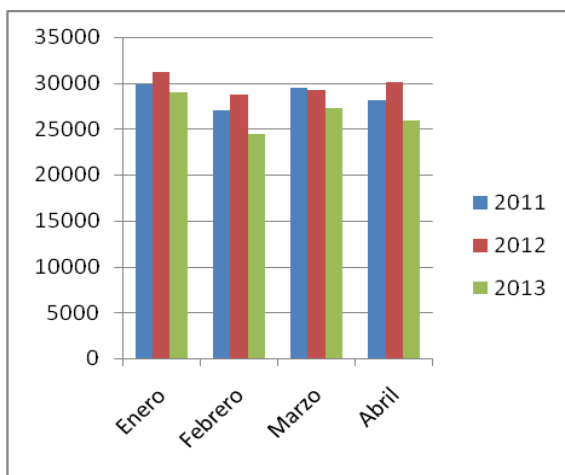


Figura 6. Consumo de energía eléctrica Pozo N°4 primer trimestre años 2011, 2012 y 2013 (Kw/hora).

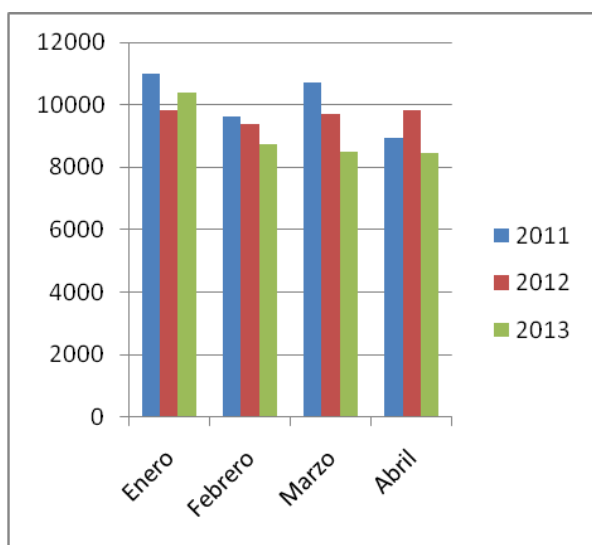


Figura 7. Consumo de energía eléctrica Pozo N°13 primer trimestre años 2011, 2012 y 2013 (Kw/hora).

Tabla 4. Erogaciones en Reparaciones del sistema de bombeo en la ciudad de Crespo, años 2011, 2012 y 2013 (julio).

AÑO	\$ (pesos)
2011	103.917,29
2012	67.846,73
2013	18.541,50

Fuente: Municipalidad de Crespo, 2013

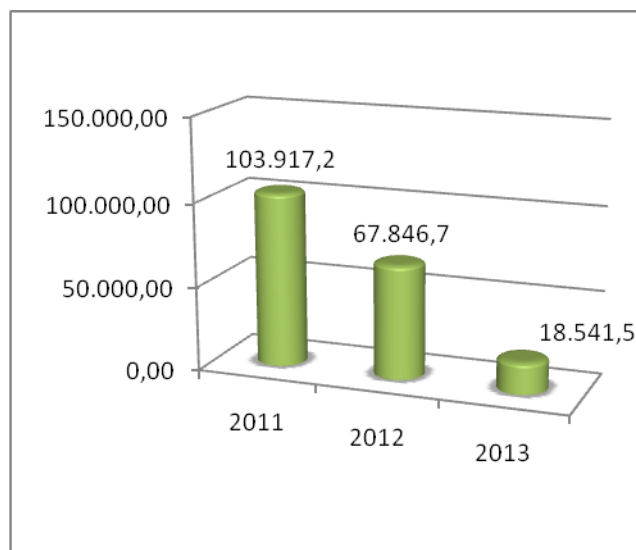


Figura 8. Erogaciones en reparaciones del sistema de bombeo de Crespo años 2011, 2012 y 2013 (hasta julio) (pesos).

Tabla 5. Cantidad de Reclamos sobre el servicio de provisión de agua potable en la ciudad de Crespo.

AÑO	RECLAMOS
2011	750
2012	581
2013	210

Fuente: Municipalidad de Crespo, 2013

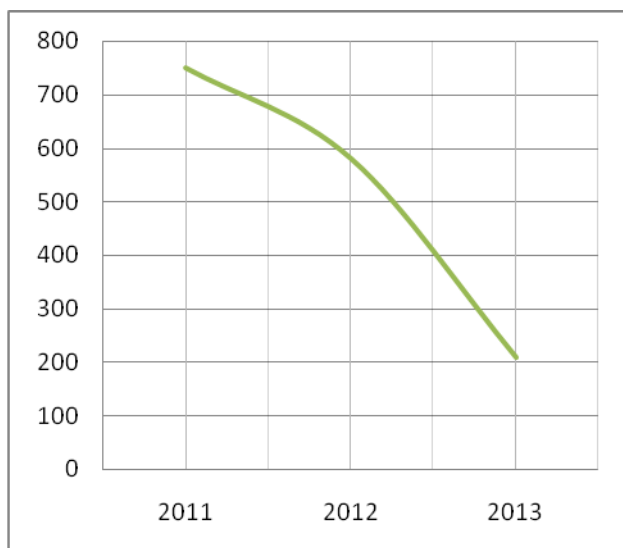


Figura 9. Reclamos sobre el servicio de agua potable en Crespo años 2011, 2012 y 2013 .

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la ciudad de Nogoyá, con el sistema consolidado a partir del primer día del mes de octubre de 2012, se realizó una comparación interanual entre el último trimestre de 2011 y el mismo periodo de 2012, con los siguientes resultados:

1. El consumo del último trimestre del año 2012 respecto al mismo periodo del 2011 fue de 31.260 kw-h menos; si expresamos lo mismo en porcentaje resulta un 9,86 % menos.

2. Si ahora hacemos la comparación de las horas de bombeo en los mismos periodos, obtenemos lo siguiente, las horas de funcionamiento disminuyeron un 14,38 % en la comparación interanual, es decir 1.517,17 hs menos.

3. Una consecuencia especial de la incorporación de la nueva tecnología en el sistema de producción radica en la disminución importante de la cantidad de dinero gastada en reparación de equipos. De la Figura N°5 vemos que en el año 2009 se destinaron \$70.600 (pesos setenta mil seiscientos) en reparaciones y mantenimiento mientras que en el año 2012, la cifra por ese mismo concepto disminuyó a \$14.300 (pesos catorce mil trescientos).

La ciudad de Crespo al haber comenzado luego con el sistema las mediciones se corresponden a otros periodos. En el Pozo N° se incorporó la telemetría a fines del año 2012, ver que los consumos de ese año con respecto al 2011 se dispararon y como disminuyeron en el 2013, solo en el mes de abril hay una diferencia de 4860kw/h. En el Pozo N°13, que

dispone del sistema desde enero del año 2011, el único mes que registra una lectura superior es justamente enero, luego puede observarse la disminución en forma continua.

Estos consumos menores son el resultado de un menor tiempo de funcionamiento de los equipos. Este hecho sumado a la incorporación de tableros nuevos con protecciones para las inestabilidades en la provisión de energía eléctrica y componentes para los arrancadores suaves (antiguamente eran estrella-triángulo) permitieron reducir en tres años en más de un 82,15% (año 2013 está considerado hasta julio).

Pero el factor, que como prestadores, es el que más valor tiene es la satisfacción del usuario. Como lo expresa la Figura N°9 en menos de tres años los reclamos han disminuido en un 82%.

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

A modo de conclusiones expresaremos una serie de pensamientos que nos generan esta experiencia.

Es indispensable contar con la visión y decisión política, sin estas las soluciones para los distintos servicios (agua y saneamiento) no pasaran de ser un parche ante una eventualidad temporal.

Para avanzar en la sostenibilidad del servicio es imprescindible una conjunción entre política y solución técnica.

Lo expresado anteriormente es fácilmente comprensible ya que trabajamos con parámetros mensurables y por lo tanto podemos visualizar fácilmente su evolución.

Existe sin embargo; otro beneficio que es palpable únicamente desde el plano de actuación del prestador y es la mejora de la prestación global del servicio.

Una manifestación de este beneficio intangible es la drástica disminución de los cortes de provisión de fluido a la ciudad y una estandarización mejorada de la presión de servicio en el punto de inyección de agua a la red.

Un indicador muy representativo de esta mejora de prestación es la disminución de los reclamos por parte de los usuarios por anomalías del servicio (ver Figura N°9).

El ahorro de recursos generado es un indicador de la decisión tomada y un factor de retroalimentación del proceso, ya que aquellos no deberían ingresar a rentas generales sino que representarían los fondos de inversión en nuevas mejoras del servicio de distribución de agua potable

Otro resultado a destacar es el importante valor que toma la transferencia de tecnología por parte de las universidades a los municipios de esta escala, ya que

la misma nos permitirá la paulatina reconversión del sistema hacia otro más eficiente, previsible, eficaz y sostenible

El concepto anterior también abarca al personal involucrado en la prestación; ya que sin una evolución de estos que acompañe a la nueva tecnología haría inútil cualquier inversión en el tiempo.

Ambas evoluciones fueron realizadas con capacidades locales, fundamentalmente en el armado del sistema como en los software utilizados.

Con respecto a que recomendaciones ensayaríamos con nuestros pares, los prestadores serían las siguientes:

- a. La necesidad de planificar la inversión en nueva tecnología aplicada a los servicios públicos
- b. La necesidad de la elaboración de una base de datos del servicio (perforaciones, acuíferos, red, instalaciones electromecánicas, etc.) como ayuda en la toma de decisiones
- c. Capacitación del personal prestador, tanto administrativo como técnico, de manera desarrollar capacidades locales para el servicio.
- d. La importancia del trabajo de extensión de las universidades, en este caso la Universidad Autónoma de Entre Ríos a través de su Centro para la Gestión Local Sostenible del Agua y el Hábitat Humano; en una directa vinculación con municipios de la región. Es fundamental el papel de la Universidad en el proceso de toma de decisión técnica, la cual luego se transforma en económica y finalmente en política. Este proceso de vinculación debe potenciarse con agentes locales.

Somos consientes que solo estamos atacando una parte del problema, y que el camino que emprendimos debe trascender la continuidad de las gestiones políticas. Es por ello que estos previendo trabajos futuros. Por un lado los de aspecto técnico como:

1. Macro y micromedición. Este aspecto es de gran peso en el trabajo que se está realizando ya que nos permitirá conocer que volúmenes están circulando por la red y evaluar hábitos de consumo
2. Sectorización de la red. Aquí lo que se busca es ir a redes más pequeñas con el objeto de que estas sean autónomas y pasemos a disponer de una red cuyo funcionamiento es impredecible a redes sencillas y fáciles de administrar.
3. Generar capacidades locales. Este último punto ya lo habíamos mencionado pero consideramos que es uno de los más importantes en vista que por un lado la universidad aquí juega un papel trascendente en la generación del conocimiento y en la transferencia del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- Caselles A., Nudelman M. (2009). Modelos de simulación por ordenador: Hacia una herramienta útil para la gestión municipal del agua y saneamiento. ISBN: 978-84-370-7464-1. Ed. Universitat de Valencia. Valencia. España.
- Fox R. y Mc Donald A. (1995) Introducción a la Mecánica de los Fluidos. McGraw-Hill. USA
- Izquierdo, J., Montalvo, I., Pérez-García, R., Matías, A. (2012). On the Complexities of the Design of Water Distribution Networks, Mathematical Problems in Engineering, UPV Valencia. España.
- Nudelman M. y otros. (2010). Aportes a la gestión local del ciclo urbano del agua desde la investigación, el desarrollo y la innovación, Universidad Autónoma de Entre Ríos. Parana, Entre Rios. Argentina.
- Nudelman, M. (2006). Directrices para un modelo de simulación del ciclo urbano del agua. DEA Programa Doctoral de Ingeniería Hidráulica y Medioambiente, Universitat Politècnica de València, Valencia, España.
- Pimentel Gomes, H y O. De Carvalho Paulo Sergio (2012) Manual de Sistemas de Bombeamento. Eficiência Energética. Editora Universitaria UFPB PROCEL SANEAR. Brasil.
- Pimentel Gomes, H. y otros (2010). Sistemas de Saneamento. Eficiencia Energética. Editora Universitária. UFPB. Brasil.
- Robirosa, M., Cardarelli, G., Lapalma, A.(1990). Turbulencia y planificación social. Lineamientos metodológicos de gestión de proyectos sociales desde el Estado. Primera Edición. UNICEF. Argentina.
- Streeter V. y Wylie E. B. (1994) Mecánica de los Fluidos. Ed. McGraw-Hill. USA.
- White F. (1993) Mecánica de Fluidos. Ed. McGraw-Hill. USA.