

## Direct potable water reuse in Windhoek: its history and its future

Resumen técnico

Conferencia coloquio pronunciada por el Sr. Piet du Pisani, Strategic Executive, Infrastructure Water Technical Services de la ciudad de Windhoek, Namibia.

Museu Colet, Barcelona, 13 de mayo de 2015

Rafael Mujeriego, Presidente de ASERSA



Si hubiéramos de resumir en una única palabra el sentir general de la presentación de Piet du Pisani, ésta sería sin duda la de *absoluta normalidad*. La normalidad con la que Piet nos describió su tarea de gestor técnico de este proyecto pionero a escala mundial y también la normalidad con la que la población de Windhoek, capital de Namibia, convive con la reutilización potable directa del agua para consumo humano.

Era previsible que así fuera, si se considera que es un proyecto que lleva funcionando de forma satisfactoria durante 47 años, desde que se inició en 1968 con todo tipo de prevenciones y augurios y unas décadas antes de la independencia del país (1990), cuando Namibia era todavía la quinta provincia de África del Sur. Bastaron unas pocas imágenes de la geografía de Namibia y unos pocos datos meteorológicos de Windhoek para entender que la imperiosa y continuada necesidad de agua de la zona fue y sigue siendo la motivación impulsora de este proyecto. La imagen del proyecto quedó pronto reforzada por dos detalles adicionales: 1) la ausencia de ayudas económicas del gobierno de Namibia para su implantación, lo que significa que son los habitantes de Windhoek quienes deben sufragar la total recuperación de costes del proyecto, operado con total transparencia financiera y siguiendo una explotación muy exigente sobre la calidad del agua, que realiza un consorcio empresarial y 2) la estabilidad temporal del coste del agua regenerada frente al aumento continuado y significativo del coste del agua potable obtenida de fuentes superficiales, por la sencilla razón de que éstas están situadas a una distancia cada vez mayor de la capital y su desarrollo comporta unos costes crecientes de construcción y de explotación.

De forma sencilla y clara, Piet du Pisani nos ofreció un excelente resumen de la evolución histórica de este proyecto único en el mundo, con la tranquilidad de que no solo es lo que cabía hacer en aquellos momentos, sino que es la mejor solución que convendrá impulsar en el futuro. Es lógico que sea así, cuando se analizan las condiciones climatológicas e hidrológicas de un país como Namibia y muy en particular su capital, Windhoek. Namibia tiene una precipitación media anual de 250 mm, y una evapotranspiración de 3 700 mm anuales, lo que hace que tan solo un 3 % de la lluvia registrada llegue a formar parte de las aguas superficiales (2 %) y subterráneas (1 %). Los valores correspondientes de Windhoek son 360 mm/año de lluvia y 3 400 mm/año de evapotranspiración. Aunque durante una reciente serie de 12 años consecutivos se han registrado una precipitación media de

550 mm/año (relativamente próxima a la media anual de 700 mm/año de Barcelona), los dos últimos años han pasado a ser secos, con precipitaciones inferiores a 340 mm/año, ofreciendo un futuro incierto y preocupante sobre los recursos hídricos disponibles.

Windhoek está situada en el centro geométrico del país y a 1 700 m de altitud, lo que complica considerablemente la traída de agua desde las zonas periféricas, tanto por la distancia (unos 750 km desde los ríos del norte) como por el desnivel. La ciudad tiene 420 000 habitantes (2015), aporta un 30 % del PIB nacional y registra una tasa de crecimiento continuada del 5 % anual, con un consumo actual de agua de 60 000 m<sup>3</sup>/día, lo que representa una dotación urbana de agua de 140 L/hab.día.

En 1957, la sobre-explotación del acuífero había provocado un descenso de los niveles piezométricos de 50 m. En 1958 se construyó el embalse (3,4 hm<sup>3</sup>) y la planta de potabilización de Goreangab. Tras diversos ensayos y estudios, en 1968 se decidió reconvertir la planta de potabilización en una planta de regeneración avanzada, que fue inaugurada en 1969 con una capacidad de 4 300 m<sup>3</sup>/día y posteriormente ampliada hasta alcanzar los 7 500 m<sup>3</sup>/año en 1996.

El aumento de población registrado tras la independencia (1990) hizo que en 1996 se acordara ampliar la reutilización hasta un 35 % y se iniciara la construcción de una nueva estación de regeneración avanzada de agua de 21 000 m<sup>3</sup>/día de capacidad, que fue inaugurada en 2002 y que produce actualmente 16 000 m<sup>3</sup>/día de agua regenerada para consumo humano, lo que representa una aportación media del 25 % del agua consumida por la población. La planta de regeneración es operada por Wingoc, un consorcio internacional formado por Veolia, Berlinwasser International y Wabag, de acuerdo con un contrato de 20 años, siguiendo un protocolo basado en la calidad del agua producida.

La estación de regeneración avanzada de Goreangab se diseñó según la estrategia de “barreras múltiples”, como forma de asegurar la retención de contaminantes, y recibe un afluente mezcla de agua superficial del embalse de Goreangab y agua de las lagunas de maduración posteriores a la depuración biológica de la estación de Gammans. A los 3 días de duración del proceso de depuración se añade el día correspondiente a los procesos de regeneración avanzada. La calidad del agua regenerada es analíticamente superior a la del agua potable obtenida desde fuentes superficiales. El agua regenerada está considerada como la fuente de agua de mayor fiabilidad en la zona, insensible a la disminución de caudales prevista para la escorrentía superficial a consecuencia del aumento de temperatura provocado por el cambio climático. El agua regenerada y el agua potabilizada en otras instalaciones se mezclan, en proporción de 1 volumen de agua regenerada con 3 volúmenes de agua potabilizada de fuentes superficiales, utilizando los pozos de impulsión disponibles en diferentes lugares de la ciudad, de modo que todos los consumidores reciben una mezcla de aguas prácticamente similar.

Las necesidades futuras de agua de Windhoek han llevado a plantearse una nueva ampliación de las instalaciones, tanto de depuración como de regeneración de agua, en paralelo a las disponibles en estos momentos. La estación depuradora de Gammans, con una capacidad de 28 000 m<sup>3</sup>/día está sobrecargada, ya que registra un caudal medio de 38 000 m<sup>3</sup>/día. La propuesta considerada es de construir una nueva estación depuradora y

de regeneración, en paralelo a la actual, con capacidad para 30 000 m<sup>3</sup>/día y dejar la antigua depuradora de Gammans con una capacidad de 25 000 m<sup>3</sup>/día. La nueva estación depuradora-regeneradora incorporará la tecnología de reactores biológicos de membrana (MBR), a la que se añadirán nuevos procesos de regeneración avanzada del agua. La experiencia recogida en la estación de Goreangab ha llevado a suprimir los procesos de coagulación-floculación, flotación con aire disuelto y filtración rápida en arena, pero manteniendo la ozonación, los lechos biológicos de carbón y el carbono activo granular, y añadiendo la ósmosis inversa para rebajar la presencia de materia disuelta y los bromatos, y una desinfección final con luz ultravioleta. En definitiva, una nueva línea de regeneración avanzada de agua, en paralelo a la de depuración y regeneración disponibles actualmente, siguiendo un proceso evolutivo basado en la experimentación continua y la necesidad de rebajar la progresiva acumulación de sales producida por la “reutilización” del agua.

En 2013, la ciudad de Windhoek implantó una política activa y estricta de control del consumo de agua, limitando la implantación de industrias con alto consumo de agua, cifrada en 100 m<sup>3</sup>/día. Por otra parte, en 2002, la antigua estación de regeneración de Goreangab pasó a ser una estación de regeneración básica para producir agua de riego sin restricciones de uso, que se distribuye mediante una red de 75 km de longitud, frente a los 1 800 km de red de distribución de agua de consumo humano. Consta de los procesos de coagulación-floculación, flotación con aire disuelto, filtración rápida en arena y desinfección con cloro. A esta estación de regeneración básica se añadió en 2014 la planta de regeneración de efluentes industriales de Ujams. El sistema de lagunas disponible desde hacía 50 años fue sustituido por un proceso de eliminación biológica de nutrientes mediante sistema MBR, con capacidad de 5 200 m<sup>3</sup>/día; la nueva estación es operada por un consorcio formado por Wabag y Veolia, mediante un contrato BOOT de 21 años, y permite obtener agua regenerada para riego de un nuevo campo de golf, entre otros usos.

Windhoek cuenta con unas considerables reservas de aguas subterráneas, aunque con un ritmo de recarga relativamente escaso, estimado en 1,7 hm<sup>3</sup>/año. La sobre-explotación del acuífero durante los últimos 50 años ha significado un déficit acumulado de 22 hm<sup>3</sup>, lo que ofrece amplias posibilidades de recarga, antes de que los niveles freáticos emerjan por los arroyos próximos, lo que significaría unas pérdidas netas por evaporación. El proyecto complementario de recarga del acuífero ofrece una estrategia sostenible de protección de los recursos, en cuanto que evita la intensa evaporación que experimenta cualquier agua superficial durante su exposición a la atmósfera. Una red de 14 pozos de inyección (en 6 estaciones de inyección) permite la recarga de las necesidades de agua de hasta 2 años; una red de 14 pozos de extracción profunda (hasta 470 m) permite la recuperación del agua de abastecimiento que pueda ser necesaria.

Las previsiones de abastecimiento de agua para el año 2019 se desglosan así: un 50 % de agua extraída del acuífero, un 26 % de agua regenerada, un 10 % de agua superficial, un 7 % de agua de otros pozos y un 7 % de agua regenerada para riego.

Piet quedó muy satisfecho de la acogida que le ofrecimos así como del debate mantenido con los asistentes, nos ofreció toda la colaboración personal y técnica que pudiéramos necesitar sobre este tema, y nos expresó su deseo de que Windhoek y Barcelona puedan establecer un futuro “hermanamiento en la reutilización del agua”.

---

La presentación en PowerPoint de Piet du Pisani [puede descargarse en este enlace](#), así como una [ficha técnica del proyecto](#) de reutilización potable directa de Windhoek. Se puede disponer de un magnífico video patrocinado por la ciudad de Windhoek sobre [el proceso de reutilización potable directa del agua para la ciudad](#).

Esta conferencia-coloquio fue posible gracias al patrocinio directo de tres socios protectores a ASERSA: Área Metropolitana de Barcelona, Aqualogy y Veolia, y al apoyo del Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de la Generalitat de Catalunya.