LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN COMO ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LÍQUIDOS CLOACALES EN LAS CIUDADES DE LA PLATA, BERISSO Y ENSENADA

Andrade Macias Foti, Paula; Caruso, Iara; Di Mattia, Agustín; Angheben, Enrique

UIDET Hidrología - Departamento de Hidráulica - Facultad de Ingeniería - UNLP
Calle 47 N° 200, piso 1, Oficina 6, La Plata - Tel. 0221-427-5223
iarasofiacaruso@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el Río de la Plata registra un notable foco de contaminación debido al tratamiento insuficiente que se realiza sobre los líquidos cloacales que son vertidos sobre él. Como consecuencia de ello se ve afectada la salud de la población que está en contacto con el agua, ya sea por actividades recreativas, náuticas o pesqueras, así como también la flora y fauna del medio.

El trabajo presentado sintetiza el desarrollo de una solución integral, desde la perspectiva de la ingeniería, a la problemática ambiental presente en el mencionado Río de la Plata, el cual fue elaborada en el marco del Trabajo Final de Carrera de Ingeniería Hidráulica, con el particular y especial acompañamiento del Doctor en Bacteriología Clínica e Industrial (UNLP), Alejandro Mariñelarena.

La motivación que llevó adelante el trabajo fue la de proponer una solución amigable con el ambiente, mediante lagunas de estabilización como alternativa de tratamiento de los efluentes cloacales de las localidades de La Plata, Berisso y Ensenada.

En primer lugar, se investigó acerca del funcionamiento actual de la planta de pretratamiento de ABSA, para desarrollar el trabajo con base en la ampliación de la misma. Luego, se proyectó la población de la región afectada y se obtuvieron los caudales para el proyecto de lagunas de estabilización con un período de diseño de 30 años. Se dimensionaron tanto las lagunas como las conducciones entre las mismas, como así también las estaciones de bombeo encargadas de la elevación de los líquidos y la devolución de los mismos hacia el conducto existente que desemboca en el Río de la Plata.

Complementariamente se desarrolló un Estudio de Impacto Ambiental para evaluar la afectación de la obra sobre el bañado del Maldonado, el cual permitió establecer medidas de prevención y mitigación. Finalmente, se realizó el cómputo y presupuesto de la obra, lo que permitió comparar a nivel económico la tecnología propuesta respecto a las convencionales.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

1. Descripción de la problemática actual

El organismo que presta el servicio de agua y saneamiento en la región de estudio es la empresa ABSA (Aguas Bonaerenses S. A.), una de las operadoras con mayor extensión de la Argentina.

El sistema o red cloacal de la ciudad de La Plata está compuesto por dos colectores principales. El primero de ellos colecta líquidos cloacales de algunos barrios de Villa Elisa, City Bell, Gonnet, Villa Castells y Ringuelet y los conduce hacia dos lagunas de tratamiento, para luego volcarlos en el arroyo del Gato, el cual finalmente desagua en el río Santiago. Lo descripto anteriormente puede visualizarse en la Figura 1, delimitado en color azul.

El segundo es el destinado a captar los efluentes cloacales del casco urbano de la ciudad de La Plata y los barrios periféricos de Villa Elvira, El Progreso, Altos de San Lorenzo, Los Hornos, Gambier, San Carlos y La Cumbre, cuya conducción llega a la intersección de las avenidas 122 y 66, en La Plata. Dicha conducción continúa luego paralela a la prolongación de la avenida 66 (Av. Río de la Plata de Berisso), hasta desaguar en la ribera del Río de la Plata. Sobre esa avenida, en dirección al Río sobre la mano izquierda, a unos 1.500 m antes del cruce con la Avenida Montevideo se incorporan al conducto principal los efluentes crudos de las localidades de Berisso y Ensenada. A la misma altura, pero sobre la mano derecha, se encuentra emplazada una planta de tratamiento primario convencional operada por ABSA. Esta planta funciona de manera intermitente; y trabajando a toda su capacidad, puede procesar entre un cuarto y un tercio del caudal total ingresante. Finalmente, los líquidos son volcados en la costa del Río de La Plata.

En la siguiente Figura 1 se puede observar lo descripto en color rojo, como también los colectores principales, la ubicación de las dos plantas de tratamiento y el punto de vuelco en el Río de La Plata.

Figura 1: Distribución del sistema de saneamiento de La Plata, Berisso y Ensenada
Fuente: Elaboración propia

Como solución a la problemática que genera el vuelco prácticamente en crudo de los líquidos cloacales en el Río de la Plata, se propuso la construcción de un sistema de lagunas de estabilización en una porción del comúnmente conocido como “Bañado Maldonado”, a la salida de la planta de tratamiento primario de ABSA.

2. Por qué estudiar la tecnología de lagunas de estabilización

Las lagunas de estabilización consisten en reservorios artificiales para el tratamiento de aguas residuales y pueden ser anaeróbicas, facultativas o de maduración. Las mismas conforman un sistema de tratamiento cloacal alternativo y su principio de funcionamiento se basa en la remoción de los contaminantes del líquido cloacal, por medio de mecanismos de sedimentación, biodegradación y desinfección natural. Se trata de uno de los métodos de tratamiento de agua cloacal más simple que existe, y la demanda de consumo energético es mínima, ya que los procesos se dan de forma natural.

La elección de la tecnología de lagunas de estabilización obedece a diferentes razones. Si bien el espacio que demanda la instalación propuesta es significativamente mayor, el tratamiento del agua residual se realiza de forma natural, a partir de la comunidad planctónica presente en las lagunas, con un requerimiento mínimo de tareas operativas y de energía motriz. Esto reduce enormemente los costos de operación y mantenimiento en

Kw/h, repuestos mecánicos y personal altamente capacitado durante toda la vida útil del proyecto.

Asimismo, la generación de biosólidos es significativamente menor en comparación con la producida en las alternativas convencionales (lodos activados o lechos percoladores), lo cual implica menores costos en operaciones de estabilización de lodos. Además, con la misma tecnología natural, se podría integrar una etapa de estabilización de los lodos crudos que genera el tratamiento primario, que la Ley 24.051 clasifica como residuos peligrosos y que deben ser transportados y dispuestos en sitios específicos con costos importantes. Con estos métodos dichos lodos podrían ser digeridos, secados y dispuestos en el mismo predio.

A diferencia de las plantas convencionales que requieren grandes estructuras de hormigón y un alto grado de impermeabilización del suelo, esta alternativa de tratamiento se integra al medio circundante de forma armoniosa y sustentable generando un paisaje vegetal, similar al medio natural del Bañado.

Si bien la tecnología de las lagunas de estabilización suele emplearse en localidades con poblaciones reducidas, hay muchos ejemplos en el mundo de sistemas de lagunas de estabilización para poblaciones como las de La Plata, Berisso y Ensenada. Sin embargo, para conocer la viabilidad de la alternativa propuesta en esta región es necesario llevar a cabo un estudio pertinente, siendo éste un caso que podría utilizarse como testigo.

3. Descripción de la propuesta

A partir del cálculo del caudal de ingreso a la Planta, de 388.850 m^3/día, se dimensionó un sistema de lagunas modular compuesto por unidades de trenes de lagunas en serie. De esta forma, cada tren, constituido por una laguna facultativa, una laguna de maduración primaria y una laguna de maduración secundaria, responde a la demanda de una cantidad fija de habitantes, simplificando la ampliación del sistema en función del crecimiento de la población a futuro. A su vez, para el diseño hidráulico se consultaron distintos autores que proponen ecuaciones para estimar la remoción de carga orgánica y de microorganismos patógenos del líquido cloacal.

En función de las condiciones topográficas e hidrológicas del Bañado de Maldonado, se ha determinado el emplazamiento del sistema de lagunas buscando la disposición que mejor se adapte al medio que se interviene. Se dimensionaron las conducciones necesarias para transportar el líquido desde la salida del tratamiento primario existente hacia las lagunas, los pasajes entre las mismas, la conducción colectora de los efluentes de los trenes de lagunas y la devolución del líquido tratado al colector. Los efluentes cloacales se toman a la salida de la planta de tratamiento primario de ABSA, ubicada en la localidad de Berisso, sobre la avenida 66. Una vez tratados, se devuelven al colector que se ubica sobre esta misma avenida, para finalmente verter en el Río de La Plata.

Para el funcionamiento de las lagunas se proyectaron estaciones de bombeo que lleven el efluente hacia las mismas, y, además, que eleven el líquido tratado hacia el colector existente. Se proyectó la ampliación del edificio de control de la planta de ABSA, como también los caminos de acceso y circulación del predio. Por último, para una mejor adaptación del sistema de lagunas con el Bañado se propuso un diseño de paisajismo con la implantación de una cortina forestal.

El proyecto de lagunas de estabilización se diseñó como un sistema modular, en el que cada tren se dimensionó de forma tal de abastecer una cantidad fija de habitantes. En base a la proyección de población del año 2051, la totalidad de los trenes deberían tratar los efluentes de 765.365 habitantes, por lo tanto, se proyectó la construcción de nueve trenes de lagunas, de manera tal de que cada uno trate los caudales de 86.000 habitantes. Debido a que la población proyectada para el año 2036 es de 683.999 habitantes, se planteó para este ese horizonte de diseño la construcción de ocho trenes de lagunas. En la segunda

etapa, para el año 2051, se construiría el restante. A continuación, se presenta un esquema que muestra la disposición de las lagunas para cada etapa constructiva.

Figura 2: Esquema en planta de la disposición de lagunas en una porción del Bañado del Arroyo Maldonado - Fuente: Elaboración propia

A continuación, en las Figuras 3 y 4, se esquematizan los trenes de lagunas con las dimensiones correspondientes a las distintas etapas de proyecto.

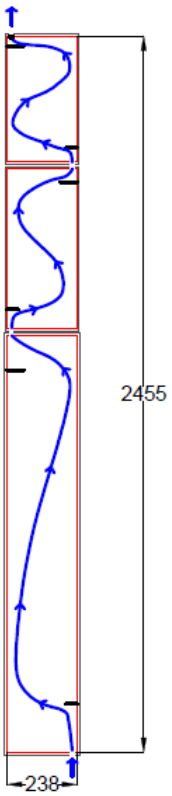

Figura 3: Dimensiones de tren de lagunas Etapa 1

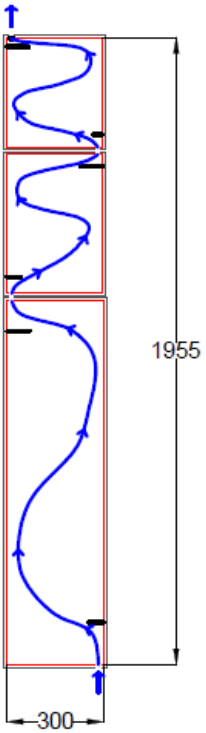

Figura 4: Dimensiones de tren de lagunas Etapa 2

En la siguiente Tabla 1, se muestran los porcentajes de remoción de los distintos indicadores de carga orgánica y patógenos presentes en los líquidos al finalizar su tratamiento en las lagunas. Las concentraciones finales de cada parámetro se encontrarían

muy por debajo de los límites admisibles de vuelco establecidos por el OPDS (actual Ministerio de Ambiente de la provincia de Buenos Aires).

Tabla 1: Porcentajes de remoción de los indicadores significativos de carga orgánica y patógenos

Indicador	Porcentaje de remoción
DBO	83,0 %
Coliformes Fecales	99,9 %
Nitrógeno	35,0 %
Nitrógeno Amoniacal	28,0 %

4. Estudio Preliminar de Impacto Ambiental

En la provincia de Buenos Aires la normativa vigente establece en la Ley N° 11.723 la obligación de presentar, para obras de la envergadura como la tratada en este caso, un Estudio de Impacto Ambiental.

Para la elaboración del Estudio Preliminar de Impacto Ambiental, se llevó a cabo la identificación y caracterización de las acciones a lo largo de las tres etapas del proyecto: etapa previa a la construcción, etapa de ejecución de la obra y la etapa de funcionamiento. Luego, se identificaron los factores ambientales afectados, como también los efectos que este genera en el ambiente. Finalmente, se llevó adelante una evaluación y valoración de los impactos ocasionados por la obra, teniendo en cuenta su Carácter (positivo o negativo), su Intensidad (con una escala del 1 al 10) y su Extensión (con una escala del 1 al 10). Como conclusión al estudio, se propusieron medidas de minimización para mejorar la compatibilidad ambiental del proyecto con el entorno, las cuales se presentan en la Tabla 2. El objetivo de estas medidas consiste en reducir y, si es posible, eliminar las afectaciones negativas al ambiente.

Tabla 2: Medidas de minimización propuestas

Etapa	Acción	Medida	Clasificación
Construcción	Movimiento de suelo	Revegetación de áreas afectadas	Correctiva
	Construcción de obras civiles	Regar periódicamente caminos de acceso a la obra y superficies de suelo desnudo	Mitigante
		Limitar las jornadas de trabajo a rangos horarios diurnos	Preventiva
Operación	Presencia de infraestructura	Control de plagas	Mitigante
		Cortina forestal en el perímetro de la obra	Correctiva
	Evacuación de efluentes	Tomas de muestra y análisis periódicos del efluente	Preventiva

5. Conveniencia económica del uso de la tecnología de lagunas de estabilización

Se llevó a cabo el cómputo y presupuesto de la construcción de la obra, el cual resultó de un monto final de casi 6,9 millones de dólares. Los ítems con mayor incidencia fueron la geomembrana utilizada para la impermeabilización de las lagunas (53 %) y el movimiento de suelos (25 %).

Para dimensionar económicamente la construcción de este proyecto, se comparó el precio per cápita del mismo con plantas convencionales de tratamiento de líquidos cloacales por licitarse en la provincia de Buenos Aires en el año 2022. Se pudo concluir que la tecnología de lagunas como alternativa de tratamiento resultaría más conveniente respecto de las tradicionales, dado que el costo constructivo de estas últimas supera, en promedio, casi 5 veces al de las lagunas.

En términos de operación, un tratamiento con lagunas requiere de un mínimo consumo energético dado que la principal fuente de alimentación es la luz solar y, a su vez, los trabajos de mantenimiento y operación son menos demandantes.

CONCLUSIONES

Las lagunas de estabilización para la ampliación del tratamiento de los efluentes cloacales de los cascos urbanos de las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada conforman una alternativa sustentable para dar solución a la contaminación del Río de la Plata que se registra en la actualidad, debido a que el tratamiento primario que ofrece la planta de ABSA hoy en día resulta insuficiente.

El principio de funcionamiento de esta alternativa se basa en la remoción de los contaminantes del líquido cloacal por medio de mecanismos de sedimentación, biodegradación y desinfección natural, requiriendo un mínimo consumo energético. En contraposición con los tratamientos convencionales, estos últimos generan una gran cantidad de lodos sépticos que deben ser tratados, dado que representan un riesgo sanitario. En el caso de las lagunas de estabilización, los lodos se acumulan y degradan por el proceso natural que ocurre dentro de las mismas, siendo necesaria su remoción cada 5 años. Es por esto que, tanto el mantenimiento como el trabajo de operación, tienden a ser menos demandantes y exigentes, comparados con los de una planta convencional. Por otro lado, al haber propuesto un sistema de lagunas facultativas, de metabolismo aeróbico, se redujo al mínimo la posibilidad de generación de olores.

El empleo de lagunas de estabilización como alternativa de tratamiento secundario de los líquidos cloacales de las localidades de La Plata, Berisso y Ensenada permitiría reducir la concentración de carga orgánica en la descarga en el río en un 83,0 %, mientras que la de los coliformes fecales disminuiría en un 99,9 %. De esta manera, no se superarían los límites admisibles de vuelco establecidos por el OPDS. Es por ello que, con el presente proyecto, además de reducir la contaminación del recurso hídrico, se mejorarían las condiciones de vida de la población afectada en las proximidades del Río de la Plata.

El tratamiento que implica esta alternativa es extensivo, por lo que la demanda de terreno para su materialización es relevante, sin embargo, la extensión del Bañado del Arroyo Maldonado supera ampliamente la extensión requerida y a su vez se previó su ubicación recostada sobre la zona urbanizada más cercana.

Dado que la obra se implantaría en un ecosistema natural, se llevó adelante un Estudio Preliminar de Impacto Ambiental para evaluar la afectación en el medio respecto de las condiciones de contaminación actuales sobre el Río de la Plata y alrededores, proponiendo finalmente medidas de minimización, para reducir lo más posible el impacto en el Bañado.

Con la alternativa planteada en el proyecto, se logró abarcar la ingeniería del tratamiento de efluentes cloacales desde una perspectiva más sustentable, no desapegada de la problemática ambiental actual que genera el vertido de los efluentes sin un tratamiento adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Andrade et al. (2022). ***"Lagunas de estabilización como alternativa de tratamiento de efluentes de líquidos cloacales en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada".***

[2] Ashworth, J.; Skinner, M. (2011). ***"Waste Stabilization Pond Design Manual"***.

[3] Von Sperling, M. (2007). ***"Waste Stabilization Ponds"***.

[4] Shilton, A.; Harrison, J. (2003). ***"Guidelines for the hydraulic design of Waste Stabilization Ponds"***.