

FUNDACION UPC  
MASTER MEDIO AMBIENTE URBANO Y SOSTENIBILIDAD

**Tesina**  
**APROVECHAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL**  
**El caso de la ciudad de Lima**

**Silvia Yi Wu Acuy**

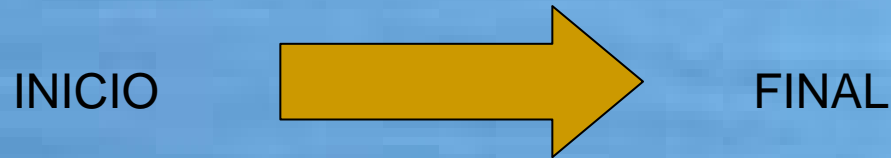
**Asesor: Albert Cuchi**

## Objetivo:

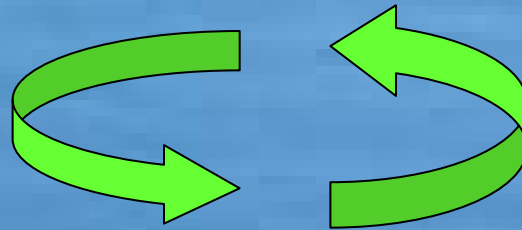
El objetivo de tesina es presentar como necesario para la sostenibilidad, cerrar el ciclo de los nutrientes del agua residual doméstica en la ciudad, y mostrar como es posible, aplicándolo sobre un caso de estudio, la ciudad de Lima.

# CICLO LINEAL Y CIRCULAR

El metabolismo lineal  
es aquel que tiene un comienzo y un final.



En cambio el metabolismo circular  
es aquel que no tiene fin



# El ciclo del agua en las ciudades

Se modifica por dos razones fundamentales:

- Cuando se evita que el agua de lluvia, que cae sobre la ciudad se filtre en el pavimento, causando erosión, inundaciones.
- Cuando tomamos el agua de los ríos o lagos en grandes cantidades; la ensuciamos y después la arrojamos al mar y a los ríos sin tratamiento.

El ciclo se modifica cuando el hombre interviene en el medio ambiente y evita que el ciclo se cierre causando eutrofización (donde hay un exceso de nutrientes) y desertificación (donde dejan de llegar los nutrientes).



# El uso del agua

- El hombre no solo utiliza el agua para consumir sino también como medio de transporte de la materia orgánica. Así comienza el problemas de escasez y se dificulta el manejo del agua residual. Porque la cantidad de agua necesitada aumenta y el manejo se complica.
- Otro problema, es el continuo crecimiento y el consumo descontrolado del agua.
- Otro problema es que se toma el agua de los sistemas naturales sin tener en cuenta el uso al que se le va a dar al agua. No debería utilizarse la misma calidad de agua para el lavado de coches, la irrigación de las zonas verdes, el uso doméstico e industrial.

# Londres Paris Barcelona

- Se analizaron las ciudades de Londres, París y Barcelona para llegar finalmente a analizar el caso de Lima.
- En las tres primeras ciudades analizadas, Londres, París y Barcelona; luego de haber intentado por distintos caminos deshacerse del agua residual, finalmente llegaron a la misma solución. Que fue limpiar el agua residual antes de verterla a los ríos o al mar. Estas ciudades separaron la materia orgánica del agua y buscaron la manera de reutilizar la materia orgánica, aunque en la mayoría de casos solo reutilizaron una parte.

# Londres Paris Barcelona

- Londres ejemplo de ciudad industrial trato de alejar lo mas rápido posible el agua residual. Primero la arrojó en el río, después la arrojó río abajo, pero lo único que logro con estos métodos era alejar el problema y no solucionarlo.
- París y el Proyecto de García Faria trataron de alcanzar un metabolismo futuro, pero no lo lograron. En París el crecimiento de la ciudad dificultó el manejo del agua residual y tuvieron que seguir el metabolismo industrial, porque lograba resultados a corto tiempo, pero con grandes costos a futuro, que no vieron hasta que el río se contaminó.



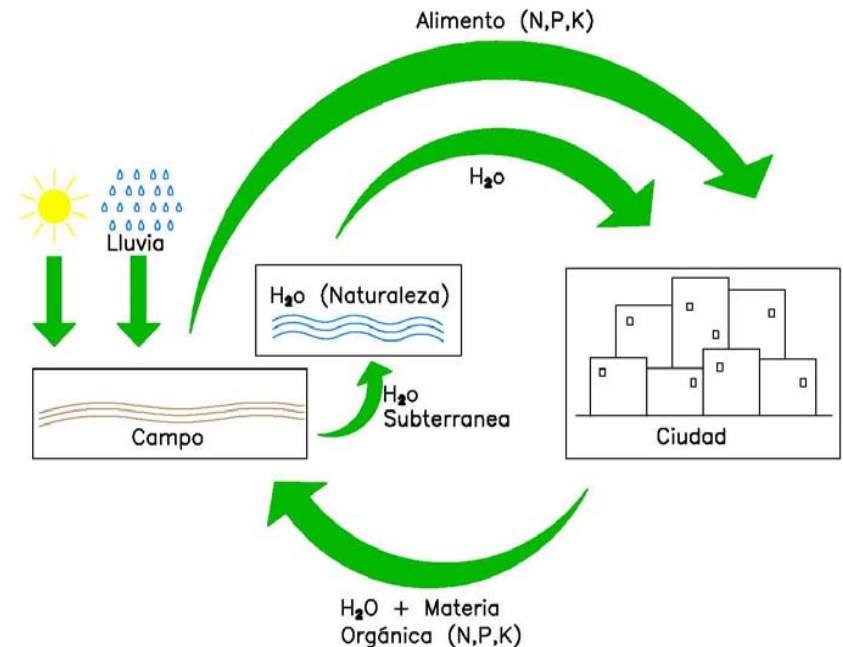
# Ciclos

- Luego de analizar el ciclo del agua de estas cuatro ciudades se definieron cuatro ciclos diferentes del agua y la materia orgánica en las ciudades.
  - Ciclo rural
  - Ciclo industrial
  - Ciclo actual y
  - Ciclo futuro inmediato.



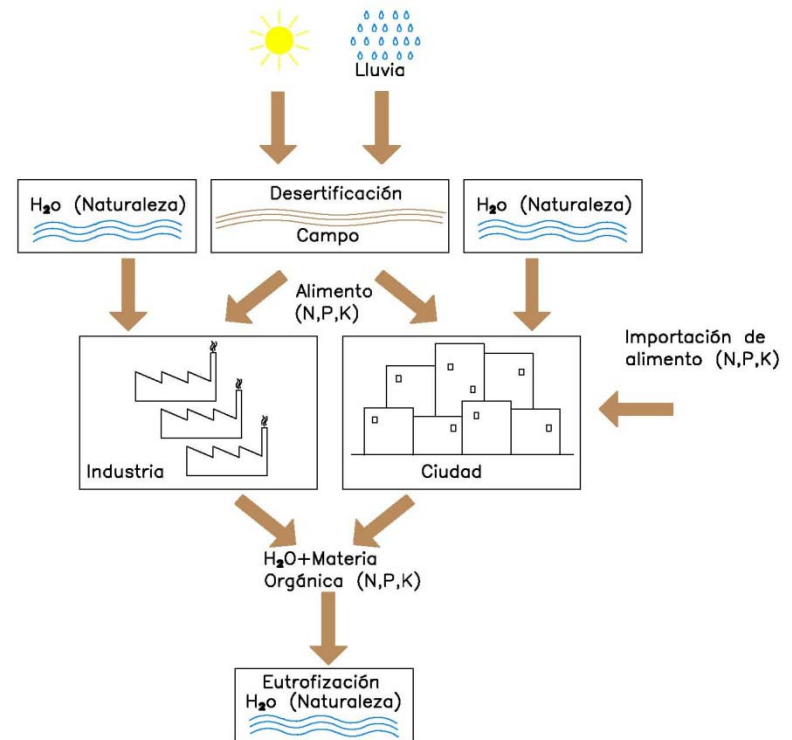
# El ciclo rural

- Se puede encontrar en los asentamientos rurales pequeños.
- Se caracteriza por tener un metabolismo circular.
- Sucede en ciudades que toman sus alimentos de la tierra y luego le devuelven los nutrientes de la materia orgánica en forma de fertilizante.
- El tratamiento del agua no les resulta un problema, porque toman el agua con moderación y el agua residual la utilizan para regar sus campos.
- Este ciclo funcionó muy bien en la edad media porque las ciudades eran pequeñas. Cuando la ciudad comenzó a crecer el ciclo se perdió y se convirtió en el ciclo industrial.
- París trató de seguir este ciclo la mayor cantidad de tiempo que pudo, hasta que la ciudad creció. Consideró importante devolver a sus campos la materia orgánica para mantener sus campos fértiles.



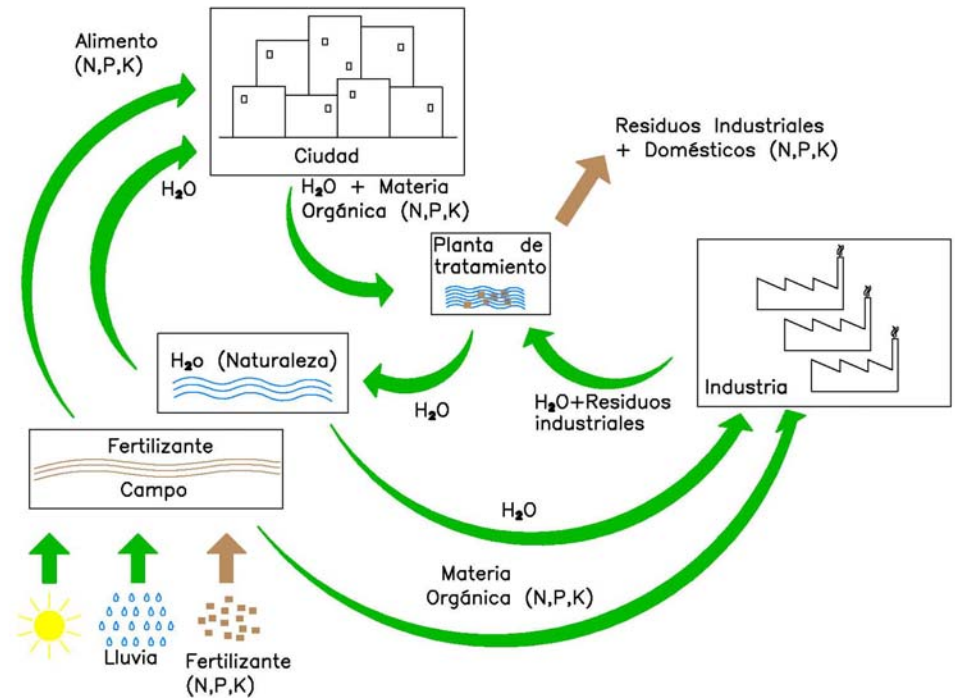
# El ciclo industrial

- Fue seguido por ciudades como Londres.
  - Se caracteriza por tener un ciclo lineal. Toma el agua y todos los recursos que necesita sin devolver nada a la naturaleza, solo residuos.
  - Su sistema de alcantarillado vierte al río o mar agua residual con residuos domésticos e industriales. Causa eutrofización en sus aguas por un exceso de nutrientes, que necesitan mucho oxígeno para descomponerse, robando de esta manera el oxígeno que utilizan los seres acuáticos para vivir.
  - Al verter los nutrientes al mar, no son devueltos a la tierra, entonces los campos se vuelven cada vez más pobres y finalmente se desertifican. Entonces comienzan a importar alimento y vuelven sus problemas más grandes porque tienen más residuos para tratar y desechar.
  - Finalmente las ciudades después de seguir este metabolismo necesitan buscar soluciones para limpiar el agua antes de verterla y utilizar la materia orgánica que el agua residual tenía.
  - En el ejemplo de Londres vimos que después de arrojar el agua residual al río y ver como se contaminaba, se vio en la necesidad de buscar formas de limpiar el agua antes de verterla al río o utilizarla para regar zonas verdes o campos de cultivo. Y de utilizar la materia orgánica del agua residual.
- De esta manera el ciclo industrial cambia y se convierte en el ciclo actual.



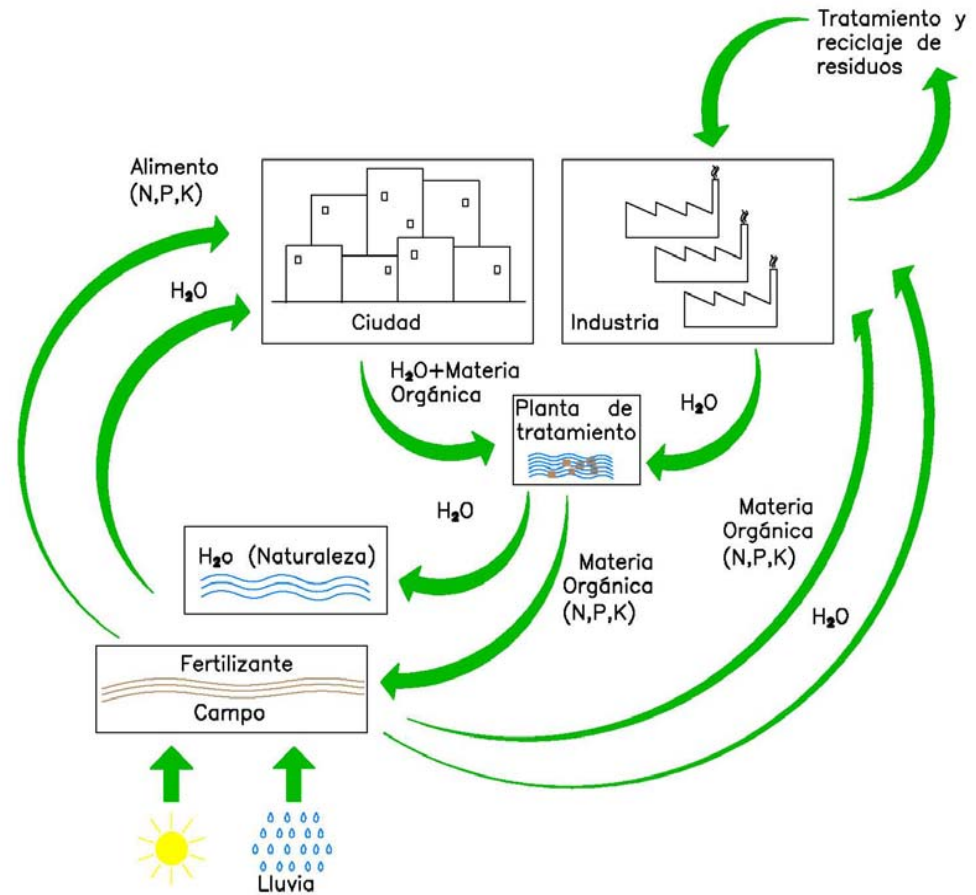
# El ciclo actual

- Se caracteriza por cerrar el ciclo del agua pero no el ciclo de la materia orgánica. Se da en la mayoría ciudades actuales.
- Las ciudades toman los recursos que necesitan, los utilizan y luego los vierten, pero el agua antes de ser arrojada al mar o ríos es tratada en plantas de tratamiento. De esta manera el agua cierra el ciclo regresando al mar, pero los residuos no terminan su ciclo, solo una parte de ellos es utilizada.
- En este metabolismo el problema de contaminación en las superficies acuáticas teóricamente desaparece, porque el agua arrojada al río o mar debe alcanzar los estándares exigidos. Pero aun es necesario utilizar fertilizantes, para reponer la materia orgánica que se llevaron los alimentos. Porque todavía no se logra cerrar el ciclo de la materia orgánica.



# Ciclo futuro

- Se caracteriza por cerrar el ciclo del agua y la materia orgánica.
- La ciudad toma los recursos que necesita de forma controlada. Las alcantarillas reciben agua de las zonas urbanas y agua de las zonas industriales tratadas, así el agua residual no contiene residuos tóxicos, solo agua y residuos sólidos útiles.
- Además las alcantarillas se dividen en pluviales y residuales, así se disminuye el trabajo a realizar en la planta de tratamiento.
- Las aguas residuales llegan a las plantas de tratamiento de donde sale agua que no contamina ríos ni mares y los residuos sólidos son tratados para volver a utilizarse, así pueden volver a comenzar el ciclo.
- De esta forma se cierra el ciclo del agua y la materia orgánica.





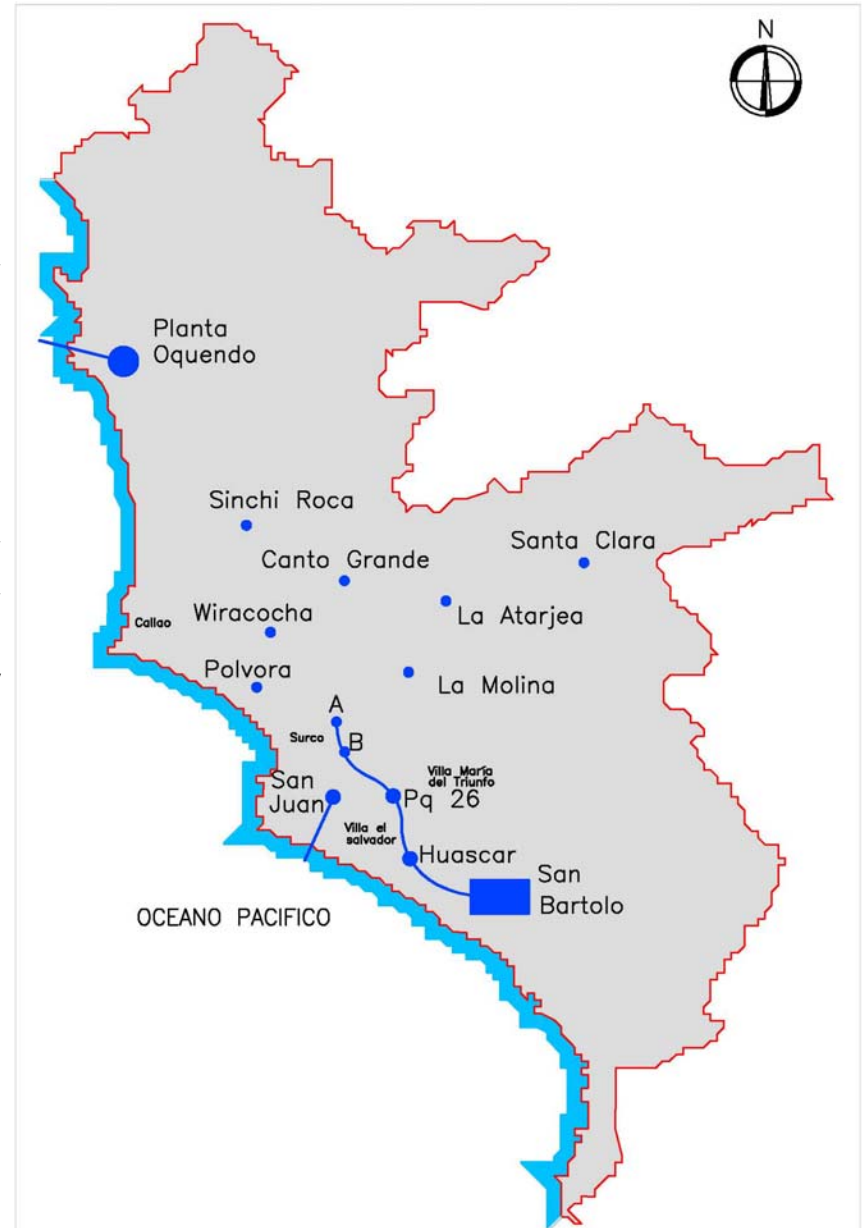
# Lima

- Lima, sufrió un rápido crecimiento debido a la inmigración de pobladores del interior del país. El aumento de población, causó el crecimiento desordenado de la ciudad y deficientes condiciones sanitarias, por la falta de servicios como: redes de agua y alcantarillado, que fueron la causa de que se propaguen enfermedades como el cólera y originó problemas como la contaminación de los ríos y el mar de la ciudad.
- Por las razones mencionadas Lima necesitaba mejorar el sistema de saneamiento, para recolectar el agua servida de uso domestico y darle un tratamiento adecuado.
- Antes del plan de mejoramiento del sistema de alcantarillados tenía un metabolismo industrial. En el que se extrae agua del río Rímac y la vierte luego en los ríos y en el Océano Pacífico sin ningún tipo de tratamiento, causando los problemas por la contaminación de las superficies acuáticas.



# Lima

- El plan consiste en construir una planta de tratamiento al sur, una al norte y una serie de plantas de tratamiento dispersas por la ciudad.
- La zona MESIAS propone reutilizar la mayor cantidad de agua y la materia orgánica, en cambio Taboada solo propone reutilizar la materia orgánica y el agua la arrojaría al mar.



# Lima

- El Plan de mejoramiento del sistema de alcantarillados de Lima propone alcanzar un metabolismo futuro. En el cual se cerraría el ciclo del agua y el ciclo de la materia orgánica.
- Aunque hasta llegar a la capacidad deseada funcionaría con un metabolismo mixto; el industrial y el futuro. Porque no toda el agua sería tratada.
- La capacidad de agua a tratar en Lima cubre la demanda actual. Si la ciudad creciera, se tendría que ampliar la capacidad de las plantas.
- Taboada, la planta de tratamiento con más capacidad, debería buscar formas de reutilizar el agua, para reemplazar usos de agua potable que no la necesita, como por ejemplo el riego de parques y jardines. Ya que Lima sufre de escasez de agua y aun una parte de ella no posee suministro.
- El plan de mejoramiento de Lima soluciona los problemas de contaminación de los ríos y del mar de Lima. Alcanza cerrar el ciclo del agua y la materia orgánica, pero también podría solucionar disminuir el consumo de agua potable en Lima, reemplazando usos con agua tratada y así poder ampliar la capacidad de abastecimiento.



# Conclusión

- Luego de haber realizado esta tesina, se puede decir que es necesario para la sostenibilidad cerrar el ciclo de los nutrientes del agua residual doméstica en la ciudad.
- Y que realizando el análisis del ciclo del agua y la materia orgánica, se puede determinar la calidad de los sistemas de saneamiento de una ciudad.