

# CONTAMINACIÓN DE AGUAS

6 AGUAS LIMPIAS Y SANAS

97-04 SEGURIDAD AMBIENTAL Y DEL TRABAJO

Ing. Mónica Bianucci

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-04\_2do.cuatrimestre 2021

# CONTAMINACIÓN DE AGUAS

6 AGUAS LIMPIAS Y SANAS

- El agua como recurso
- Fenómenos de contaminación
- Efectos de las descargas en los cursos de aguas-Parámetros
- Tratamientos de efluentes líquidos

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-04\_2do.cuatrimestre 2021

## RECURSOS NATURALES



**Recurso:** en su sentido amplio, significa “algo” que se usa o se puede usar.

Si el “algo” lo provee la naturaleza → Recurso Natural

### Clasificación de los Recursos Naturales

- Renovables (o de Flujo)
- No renovables
  
- Agotables
- Inagotables

– Ing. Mónica Bianucci

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## RECURSOS NATURALES



### RENOVABLES

- Energía Solar
- Aire
- **Agua**
- Suelo
- Flora y Fauna
- Energía Eólica,  
Mareomotriz

### NO RENOVABLES

- Minerales  
Metalíferos
- Minerales no  
metalíferos
- Combustibles  
Fósiles

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## RECURSOS NATURALES



### AGOTABLES

- Minerales Metalíferos
- Minerales no metalíferos
- Combustibles Fósiles
- Flora y/o Fauna
- Agua (en calidad!!!)
- Aire (en calidad!!!)

### NO AGOTABLES

- Energía solar
- Agua (en cantidad)
- Aire (en cantidad)

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-04\_2do.cuatrimestre 2021

Ciclo del agua: es un ciclo biogeoquímico



El recurso agua es:

- Renovable- →
- No agotable (en cantidad) →

Ciclo del agua

- Agotable (en calidad)



- Calidad necesaria depende del uso!!!

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-04\_2do.cuatrimestre 2021

## RECURSOS NATURALES- Recursos Agotables

Agua: Agotable en calidad      Minerales: Agotable en cantidad



**Costanera Sur- Río de la Plata- Bs.As.**

**Río Tiber - Roma**

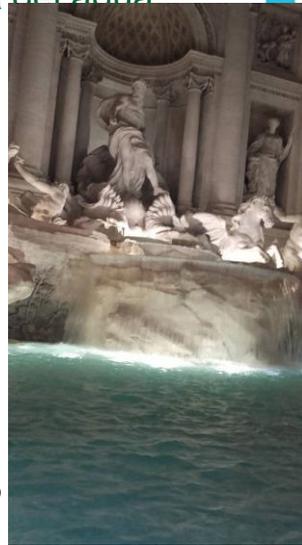


Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-04\_2do.cuatrimestre 2021

## Acueducto Romano-importancia del agua

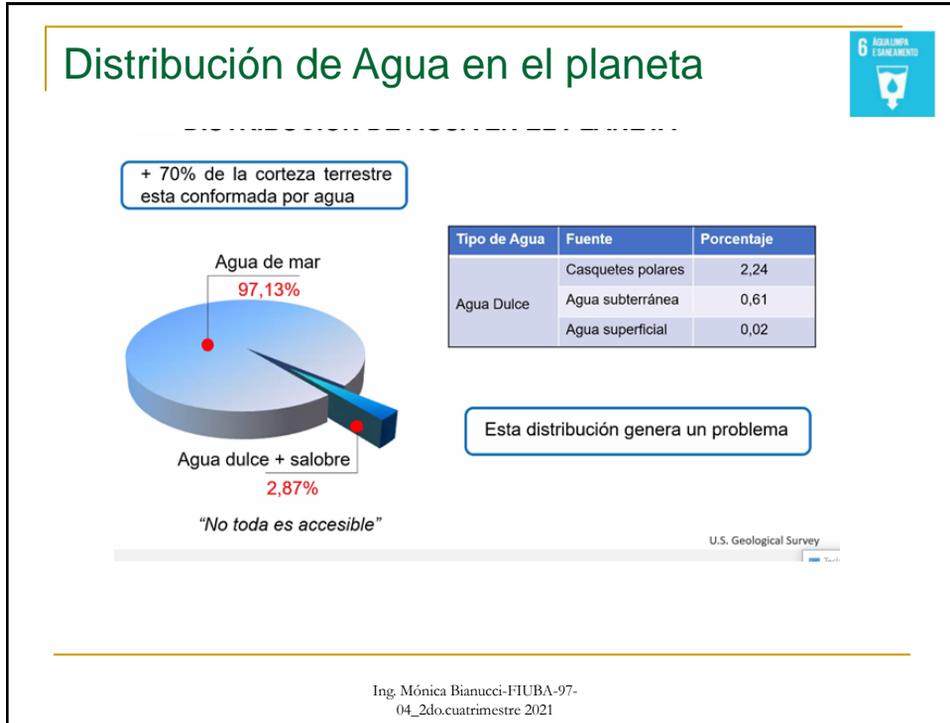


Acueducto Romano.



Fontana di Trevi: la fuente marca el punto final del **Aqua Virgo**. Este acueducto fue construido por Agripa en torno al 19 a.C.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-04\_2do.cuatrimestre 2021



## Calidad necesaria del Agua-Depende del USO

- Por ejemplo: Agua de consumo debe cumplir con determinados parámetros definidos en Código Alimentario Argentino:
- **fisicoquímicos** (algunos de los parámetros) Amoníaco, Antimonio; Aluminio residual (Al); Arsénico (As) máx.: 0,01 mg/l; Boro (B) ; Bromato; Cadmio; Cianuro (CN-) mg/l; Cinc I; Cloruro (Cl-); Cobre; Cromo Fluoruro (F-):
- **bacteriológicos**
  - Bacterias coliformes: NMP a 37 °C- 48 hs. (Caldo Mc Conkey o Lauril Sulfato), en 100 ml: igual o menor de 3. Escherichia coli: ausencia en 100 ml. Pseudomonas aeruginosa: ausencia en 100 ml.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Calidad del Agua-Depende del USO



- Norma de calidad de agua: fija límites de ciertos parámetros en función de uso

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Fuentes de agua para uso industrial, de consumo agrícola-ganadera



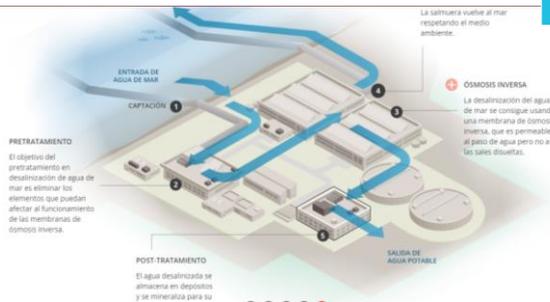
- Agua superficial (lagos, ríos, arroyos)-Requiere tratamientos en usos humanos e industriales. Ej: Bs.As.- Río de la Plata/Córdoba-Lago San Roque/
- Agua subterránea: depende de calidad de napas de agua- pueden contener arsénico.
- Agua de lluvia.
- Agua de mar (desalinización)-Costos- Ej., el 40% del caudal bombeado a la planta se va a lograr desalinizar, y el 60% quedaría con el concentrado de sales (proceso osmosis inversa)-costos de bombeo y tratamiento.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

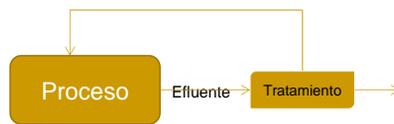
## Tratamiento actual debido a lo crítico del recurso



### ■ Desalinización



### ■ Regeneración-ReUso-Agua para riego o reutilización en el mismo proceso-



Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## ENFERMEDADES Y DAÑOS A LA SALUD HUMANA RELACIONADAS CON EL AGUA Y EL AMBIENTE



**Causadas por sustancias químicas que se encuentran naturalmente en el agua.** Ej: Arsénico (cancer arsenical), Flúor (tanto el déficit como el exceso son perjudiciales)

**Causadas por microorganismos cuyo hábitat es el agua.** (Cólera (vibron colaere), Hepatitis (virus), Diarreas (bacterias, virus), Parásitos intestinales)

**Causadas por microorganismos que son transportados y se alojan en vectores cuyo hábitat es el agua.** (ej: Fiebre amarilla, Dengue (en ambos casos los vectores son diferentes tipos de mosquitos))

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Contaminación de aguas



Se considera que un agua está contaminada cuando se ve alterada en su composición o estado, directa o indirectamente como consecuencia de la actividad humana, de tal modo que quede menos apta para uno o todos los usos a que va a ser destinada o que sería apta en su calidad natural (Naciones Unidas, 1961).

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-04\_2do.cuatrimestre 2021

## Cuerpo de agua



Porción de agua limitada por sus partes inferior y lateral mediante sólidos mas o menos permeables y superiormente mediante gases o sólidos.

Se clasifican en:

- Superficiales (lagos, mares, ríos)
- Subterráneos.

Estado de cuasi equilibrio, dinámico y evolutivo.



Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-04\_2do.cuatrimestre 2021



## Clasificación de cuerpos de agua- ECOSISTEMA



- Superficiales (lagos, mares, ríos)
- Subterráneos: constituidas generalmente por el agua que ocupa los intersticios de rocas más o menos porosas.

1era capa: napa freática (la parte superior está en contacto con la atmósfera a través de los gases del suelo.

Debajo de la anterior existen otras capas de agua, limitadas tanto inferior como superiormente por rocas impermeables; en la mayoría de los casos el agua se encuentra a presión dentro de estas capas y al llegar a ellas mediante un pozo el líquido asciende por el mismo, llegando o no a la superficie del suelo, originando, pozos surgentes, también llamados "artesianos", y semisurgentes, respectivamente.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## cuerpos de agua-ECOSISTEMA



Los cuerpos naturales de agua se encuentran generalmente en un estado estacionario o de cuasi equilibrio dinámico y cambiante, en el tiempo y en el espacio.

**Dinámico**, pues hay intercambio de materia y de energía con el medio que los rodea-

Además los cuerpos de agua cambian en el tiempo, lo que determina variaciones en sus condiciones

físicas, químicas y biológicas.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Què es un ECOSISTEMA?



*"Cualquier unidad que incluya a la totalidad de los seres vivos de un área determinada que actúan en reciprocidad con el medio físico de modo que una corriente de energía conduzca a una estructura trófica, una diversidad biótica y a ciclos materiales claramente definidos dentro del sistema es un sistema ecológico o ecosistema ",*

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Què contiene un cuerpo de agua? El cuerpo de agua como Ecosistema



- Sustancias inorgánicas disueltas: aniones (sulfatos, cloruros, nitratos, carbonatos ácidos) y cationes (Sodio, Calcio, Potasio, Magnesio)
- Gases disueltos: oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno, metano.
- Organismos autótrofos (productores) y heterótrofos (consumidores)- SERES VIVOS
- Sólidos insolubles



Ing. Mónica  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## COMPONENTES DEL ECOSISTEMA



### BIÒTICOS

- Flora
- Fauna
- Bacterias, protozoos
- Virus

### ABIÒTICOS

- Cosas materiales
- Energía: radiante solar, gravitatoria, etc.
- Tiempo
- Materia inorgánica

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## biodiversidad

- La biodiversidad es la diversidad de especies, de un ecosistema y las relaciones que establecen entre sí y con el medio que los rodea.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

Bióticos- clasificación s/estructura celular-

## Ecosistema

**procarióticos**, (carecen de núcleo diferenciado, son microscópicos, ej.bacterias).

**eucarióticos** (poseen núcleo diferenciado, en principio lo constituyen todo el resto de los seres vivos, pueden ser unicelulares, como los protozoarios, o pluricelulares.

**Virus** (entre 20 y 300 nm), parásitos obligados de células, carecen de sistema energético.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021



Organismos Bióticos- clasificación S/capacidad para transformar carbono inorgánico en orgánico

- **Autótrofos**: capaces de transformar el carbono inorgánico en carbono orgánico, para ello necesitan energía, de acuerdo con la forma de la misma a su vez se los clasifica en:

**1 autótrofos fotosintetizadores, o fotolitotrofos**, la energía que emplean en dicha transformación es energía radiante, en la naturaleza energía radiante solar, artificialmente puede ser provista, p. ej., por una lámpara en el laboratorio; ALGAS; PLANTAS ACUÁTICAS

**2 autótrofos quimiosintetizadores, o quimiolitotrofos**, la energía para la transformación de carbono inorgánico en orgánico proviene de reacciones químicas de oxidorreducción

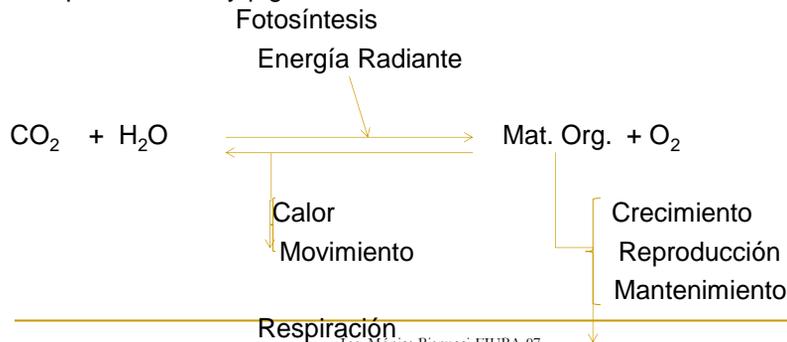
Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021



## Circulación de la Energía en los Ecosistemas



Mediante el proceso de fotosíntesis oxigénica los organismos autótrofos fotosintetizadores oxigénicos, transforman al anhídrido carbónico y el agua (materia inorgánica) en compuestos orgánicos sencillos (azúcares), con un mayor contenido de energía por unidad de peso que las sustancias de origen, liberando, simultáneamente, oxígeno. A la energía necesaria la obtienen de la luz, interviniendo en el complejísimo proceso múltiples enzimas y pigmentos.



Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Bióticos- clasificación S/capacidad para transformar carbono inorgánico en orgánico



- *heterótrofos*: somos incapaces de transformar carbono inorgánico en carbono orgánico, al menos en cantidades significativas para la vida.
- Necesitan consumir materia orgánica de autótrofos y/o heterótrofos

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

**Bióticos- clasificación s/necesidad de que exista oxígeno molecular en el medio**

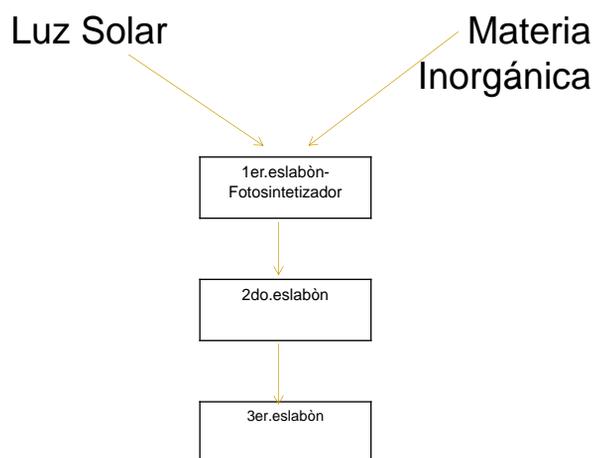
***aeróbicos o aerobios***, necesitan que exista oxígeno molecular en el medio. o aeróbico es el organismo que usa O<sub>2</sub> como agente oxidante para la degradación de los nutrientes.

***anaeróbicos o anaerobios***, los que no precisan que exista oxígeno molecular en el medio, incluso para muchos de ellos el oxígeno molecular les resulta tóxico y mueren en su presencia,

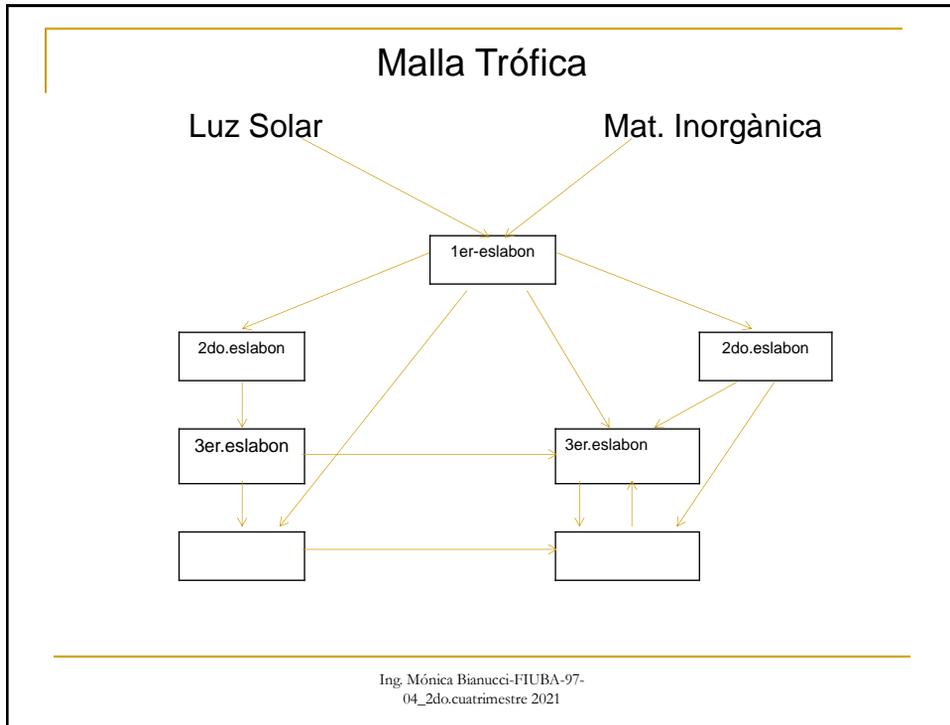
***facultativos***, aquellos que en ausencia de oxígeno se comportan como anaeróbicos y en presencia de dicho gas como aeróbicos.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Cadena Trófica



Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-04\_2do.cuatrimestre 2021



## Bioacumulacion

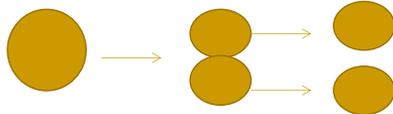
- Bioacumulacion-El término bioacumulación hace referencia a la acumulación neta, con el paso del tiempo, de metales [u otras sustancias persistentes] en un organismo a partir de fuentes tanto bióticas (otros organismos) como abióticas (suelo, aire y agua).
- 1950-1960 Envenenamiento por mercurio en Bahía de Minamata, Japón. La empresa química Chisso producía acetaldehído y cloruro de vinilo, usando como catalizadores sulfato y cloruro de mercurio. Las aguas residuales que contenían mercurio inorgánico y metilmercurio eran descargadas a la Bahía de Minamata en Japón. Los pobladores de la zona se alimentaban de pescados y mariscos contaminados. La sustancia ingresaba a la población a través de la cadena trófica. La enfermedad que genera es neurológica. Entre 1953 y 1965 se contabilizaron 111 víctimas y más de 400 personas con problemas neurológicos.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## BACTERIAS (organismo unicelular)

**organismo unicelular:** las funciones de asimilación, excreción, respiración, crecimiento las realiza una sola célula.

Se reproducen por división: La célula adulta se estrecha en su parte media, hasta que queda dividida en dos células más chicas, siendo cada una de ellas un organismo vivo completo.



- Si las condiciones son propicias, se estima que la bacteria se divide a intervalos de 20-30 minutos
- Bacterias aeróbicas
- Bacterias facultativas
- Bacterias anaeróbicas

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Contaminantes del agua



- Agentes físicos: Calor (temperatura)
- Compuestos químicos inorgánicos: sales, ácidos y bases, elementos tóxicos (metales y no metales), elementos radiactivos, gases, especies minerales no disueltas (arcilla, sílice)
- Compuestos químicos orgánicos: hidrocarburos, hidratos de carbono, aceites y grasas, jabones y detergentes, pesticidas y policlorobifenilos (PCBs)
- Bionutrientes: compuestos nitrogenados y fosforados
- Microorganismos: bacterias, virus, hongos

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Oxígeno disuelto y materia orgánica



- La cantidad de oxígeno disuelto medido en  $O_2$  es un indicador importante de la calidad del agua, ya que es un elemento indispensable para la vida en el seno de la misma. Los peces necesitan los niveles mas altos y las bacterias los mas reducidos.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Oxígeno disuelto-balance de oxígeno



Ingreso de oxígeno al cuerpo de agua:

- La absorción de oxígeno atmosférico
- La fotosíntesis (llevada a cabo por algas y cianobacterias)

Las principales causas de salida de oxígeno son:

- La respiración de los seres vivos-Los procesos de degradación de materia orgánica
- el consumo por las reacciones químicas con las sustancias reductoras que, sobre todo, manan del fondo que se va compactando.
- la fuga de oxígeno a la atmósfera, si el agua está sobresaturada con ese gas, por ejemplo por una gran actividad fotosintetizadora.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021



- Resulta el balance de oxígeno igual a:
- $[O_2]_{\text{final}} = [O_2]_{\text{inicial}} + \text{Entradas} - \text{Salidas}$   
*concentración de saturación del gas en el líquido* aquella en que el líquido se encuentra en equilibrio con el gas a una presión y temperatura dadas.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021



- D.O. *déficit de oxígeno*, diferencia entre la concentración de saturación y la concentración realmente existente de oxígeno en el agua

$$\text{D.O.} = (O_2)_{\text{sat}} - (O_2)_{\text{real}}$$

- G. S., *grado de saturación*, al cociente entre la concentración realmente existente y la concentración de saturación de oxígeno en el líquido

$$\text{G. S.} = (O_2)_{\text{real}} / (O_2)_{\text{sat}}$$

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021



La absorción de oxígeno resulta función de:

- déficit de oxígeno, o bien del grado de saturación.
- temperatura
- presión atmosférica
- del grado de turbulencia del agua y, como consecuencia, de la velocidad y profundidad de la misma

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021



- Las algas y las plantas sumergidas liberan oxígeno molecular durante la fotosíntesis a razón de, aproximadamente, 2,5 g de  $O_2$  por 1 g de Carbono sintetizado.
- El aporte por fotosíntesis es variable, depende de la intensidad y de la duración de la iluminación (se reduce en días nublados o por la turbiedad del agua, se anula durante la noche). También depende de la actividad biológica, disponibilidad de nutrientes y otras condiciones del medio.
- El consumo de oxígeno por los animales y las plantas acuáticos resulta pequeño frente al hecho por los microorganismos para degradar la materia orgánica disuelta o finamente dividida. (VER DBO)

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

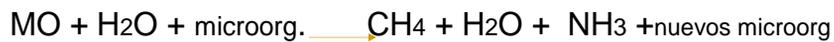
## Procesos de degradación biológica



- **Aerobios:**



- **Anaerobios**



MO: materia orgánica biodegradable

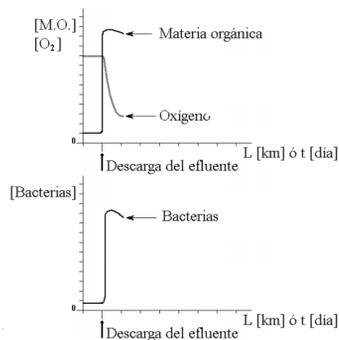
Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Aportes antropogénicos



Descarga  
E. cloacal

Curso de agua

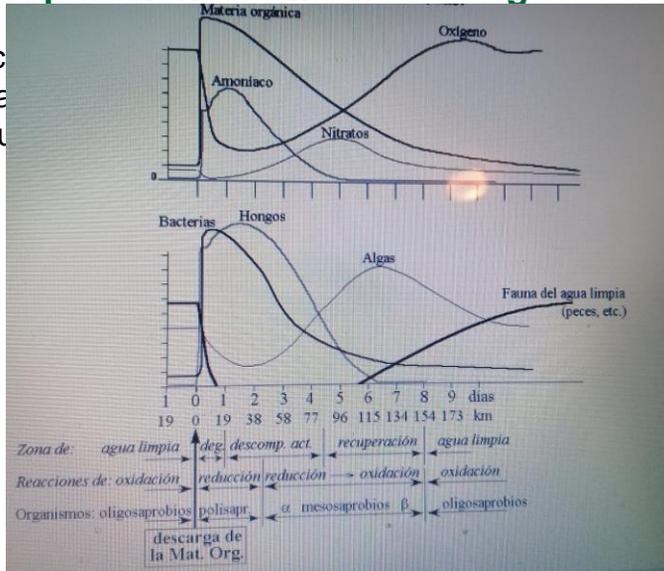


Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Autodepuración de un curso de agua

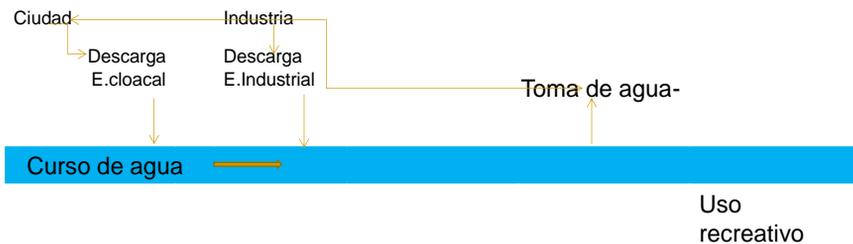


influencia  
degradación  
consecuente



Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-04\_2do.cuatrimestre 2021

## Aportes antropogénicos



Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-04\_2do.cuatrimestre 2021

## EUTROFIZACION

del griego eutros (bien alimentado) exceso



- Los nitratos en el agua actúan de fertilizantes para las plantas acuáticas.
- Exceso de aplicación de fertilizantes sintéticos, vertido incontrolado de efluentes cloacales, elevan la concentración de nitratos en el medio acuático.
- El exceso de nitratos favorece el crecimiento explosivo de algas y plantas acuáticas que recubren la superficie del agua, impidiendo que la luz solar alcance mayor profundidad.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## EUTROFIZACION



- Esta disminución de luz solar que llega a la masa de agua, deteriora la actividad fotosintética y produce muerte de las plantas en los sedimentos.
- Las bacterias consumen oxígeno en la descomposición de estas plantas, este elemento empieza a escasear y por ende, la capacidad autodepuradora del medio disminuye.
- Consecuencia: afecta negativamente el equilibrio ecológico.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## Humedales

son áreas que permanecen en condiciones de inundación o con suelo saturado con agua durante períodos considerables de tiempo. Si bien este término engloba una amplia variedad de ecosistemas, todos los humedales comparten una propiedad primordial: el agua es el elemento clave que define sus características físicas, vegetales, animales y sus relaciones. El agua de los humedales puede provenir del mar, de los ríos, las lluvias o de napas subterráneas.

- son fuentes de agua
- mitigan sequías e inundaciones
- suministran alimentos
- albergan una rica biodiversidad
- almacenan carbono, entre muchos otros servicios ecosistémicos

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021

## PARAMETROS



El número posible de agentes contaminantes del agua es elevado.

El intentar medir cada uno de ellos sería complejo.

Muchos de los agentes producen efectos similares.

Se definen una serie de parámetros generales indicadores de contaminación y estos son los que se cuantifican.

Ing. Mónica Bianucci-FIUBA-97-  
04\_2do.cuatrimestre 2021