

# INGENIERÍA AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA DE PROCESOS

1

## CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTES

- Caudales
- pH y Temperatura
- Sólidos
- Materia orgánica
- Nutrientes
- Coliformes fecales
- Toxicidad
- Otros

Para nuevos proyectos productivos no es posible evaluar el efluente que se va a tratar, y se adapta información de proyectos similares, ajustando los caudales y las cargas en función del volumen de producción esperado.

2

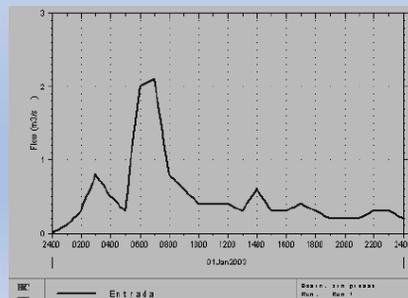
## CAUDALES INSTANTÁNEOS

- En etapa de diseño, se necesita el caudal **máximo** instantáneo de generación de efluente, para dimensionar pozos de bombeo, unidades de pretratamiento y conducciones desde la planta industrial hasta la planta de tratamiento. La variación de los caudales de efluentes generados a lo largo del día se deben considerar en el dimensionamiento de tanques para homogenizar la composición o para amortiguar variaciones de pH, temperatura o caudal. En la etapa de operación es necesario medir el caudal instantáneo en la salida de la planta de tratamiento para la obtención de muestras compuestas para el control.

3

## CAUDALES INSTANTÁNEOS

- También es necesario conocer la **variación** de caudales durante el día para dimensionar unidades de tratamiento con bajo tiempo de residencia (<24hs) cuando no existe una amortiguación previa de caudales. Se determina midiendo el caudal instantáneo cada una hora, o si la variabilidad es muy alta, con mayor frecuencia. También pueden emplearse dispositivos para el registro continuo del caudal.
- Equipos de Medición:
  - Fuera de línea
  - En tuberías
  - En canales



4

# MEDICIÓN FUERA DE LÍNEA

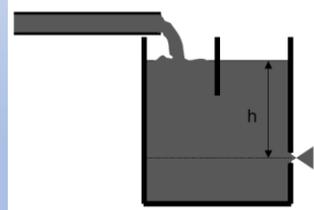
- Recipiente y cronómetro:  
 $\Delta t > 10s$



- Recipiente con orificio.

$$Q = C_d \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

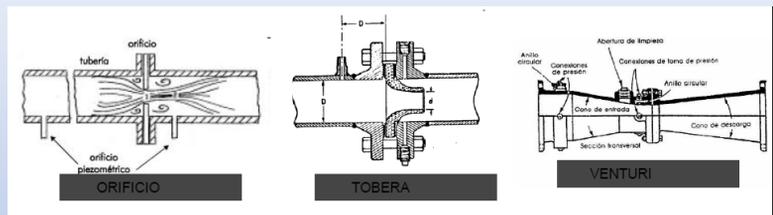
- $A$  = área del orificio
- $C_d \approx 0.6$
- Condiciones: Nivel constante  
Pared delgada



5

# MEDICIÓN EN TUBERÍA

- Presión diferencial



Caudalímetro de turbina



Caudalímetro Electromagnético



6

## MEDICIÓN EN CANALES

### Vertedero Triangular

Formula teórica:

$$Q = A \cdot u = A \cdot C_e \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Formula práctica:

$$Q = C_e \cdot 8/15 \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h^5}$$

$\alpha$	20	40	60	80	100
$C_e$	.592	.582	.576	.576	.581

Aplicable si:

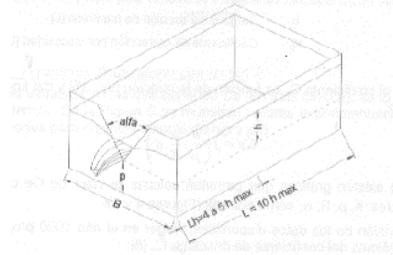
$$20^\circ < \alpha < 100^\circ$$

$$0.06\text{m} \leq h \leq 0.60\text{m}; p \geq 0.1\text{m}; B \geq 0.6\text{m}$$

$$h/p \leq 1.2; h/B \leq 0.4; L/h \geq 10; 4 \leq L_h/h \leq 5.$$

Nivel aguas abajo el menos 5cm por debajo del vértice.

Es una opción económica que admite un amplio rango de caudales.



7

## CAUDALES DIARIOS

- Se utilizan para dimensionar el tanque de homogeneización cuando no hay datos confiables o suficientes de caudal horario.
- Se utilizan para dimensionar las unidades de tratamiento primario y secundario cuando tienen alto tiempo de residencia, cuando existe poca variación horaria o cuando existe un tanque de amortiguación previo.
- Se determina midiendo el caudal instantáneo por ejemplo cada una hora, e integrando los valores en 24hs, registrando diariamente la lectura de contadores instalados en las líneas de efluentes, o se estima a partir del volumen diario de agua que ingresa a planta.
- Se debe considerar la variabilidad de un día a otro y a lo largo del año, para dimensionar para los días o períodos más comprometidos. Esto es particularmente crítico cuando hay períodos de zafra.
- Si se dispone de una serie de valores históricos suficientemente representativos, se puede diseñar con un valor de caudal que no sea superado, por ejemplo en el 98% de los días.

8

## pH y TEMPERATURA

- Si existe una gran variabilidad se debe analizar en forma análoga a los caudales: Valores horarios, Valores diarios
- En casos especiales puede ser conveniente neutralizar, enfriar o calentar el efluente, pero en general alcanza con una homogenización.
- El costo de calentar el efluente es muy alto y solo se justifica si tiene muy baja temperatura y se dispone de energía térmica de bajo costo.
- El ajuste de pH puede ser necesario para tratamientos químicos como coagulación o precipitación.
- Para tratamientos biológicos la neutralización solo es necesaria si el sistema biológico no es capaz de generar la alcalinidad o acidez necesaria para neutralizar el efluente dentro del reactor.

9

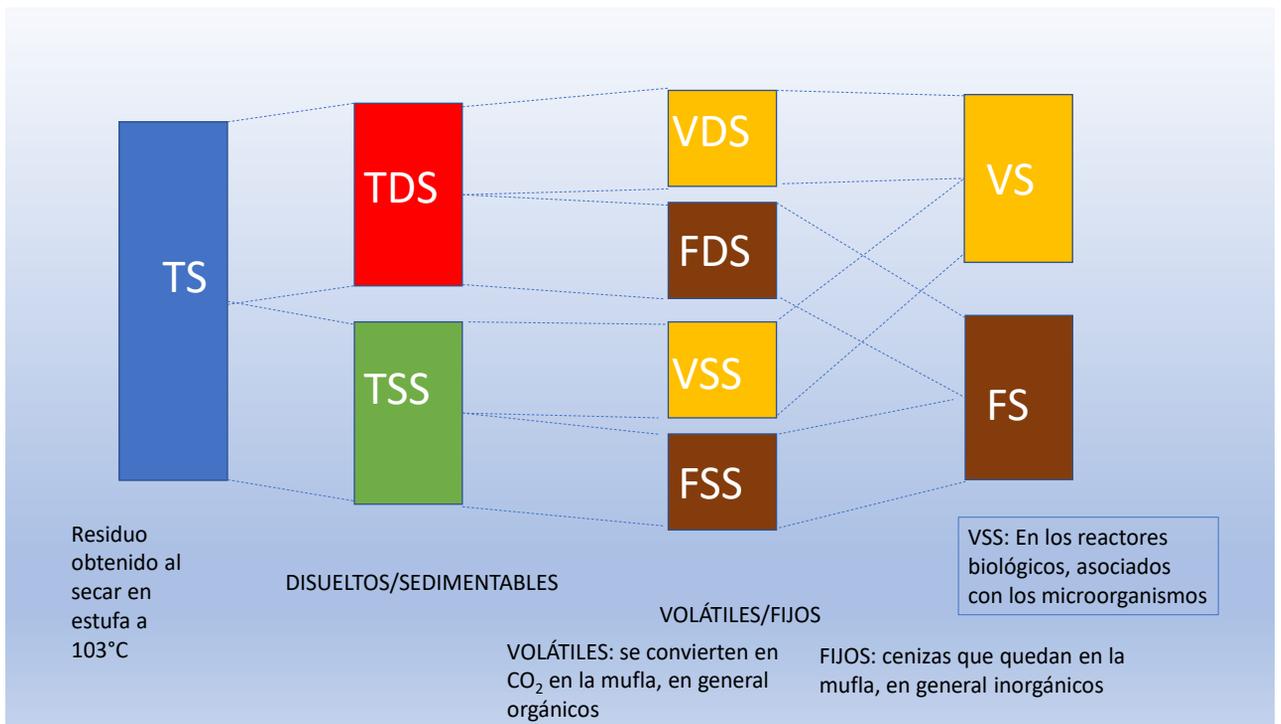
## SÓLIDOS

- La caracterización de sólidos gruesos permite seleccionar las unidades de pretratamiento.
- La presencia de arena y otros minerales particulados requiere el uso de desarenadores en la etapa de pretratamiento.
- La distribución del tamaño de partícula puede determinarse por tamizado secuencial o por software de análisis de imágenes.
- La concentración de sólidos sedimentables y suspendidos, así como su caracterización se utilizan para:
  - Evaluar la necesidad de agitación en el tanque de homogenización (si hubiera)
  - Evaluar la necesidad (y dimensionar si corresponde) unidades de tratamiento primario como sedimentadores y celdas de flotación.

10

Total solids	TS
Total volatile solids	TVS
Total fixed solids	TFS
Total suspended solids	TSS
Volatile suspended solids	VSS
Fixed suspended solids	FSS
Total dissolved solids	TDS (TS – TSS)
Volatile dissolved solids	VDS
Total fixed dissolved solids	FDS
Settleable solids	SS

11



12

# MATERIA ORGÁNICA

- Los grupos de sustancias orgánicas con mayor aporte a la DQO y DBO son:
  - Carbohidratos: azúcares, almidón, celulosa, etc.
  - Proteínas: solubles, coloidales e insolubles
  - Grasas y Aceites: coloidales a francamente insolubles.
- La velocidad y la extensión en que se remueve la materia orgánica, depende de su composición: No toda la materia orgánica es igualmente biodegradable:
  - fácilmente biodegradable (asociada a la fracción directamente asimilable)
  - lentamente biodegradable (asociada fundamentalmente a la fracción que requiere hidrólisis)
  - no biodegradable (material recalcitrante ej. Lignina)

13

# NUTRIENTES

- Los nutrientes son necesarios para los tratamientos biológicos ya que sin ellos no es posible el crecimiento microbiano.
- Los nutrientes más importantes son N y P, aunque también son necesarios muchos otros en concentración de trazas.
- Por otra parte las concentraciones de N y P están limitados en las condiciones de vertido, por lo que si están en exceso requieren un tratamiento específico.
- El principal aporte de N es el de las proteínas, por lo que normalmente se encuentra en el efluente sin tratar en forma de N-orgánico o  $\text{N-NH}_4^+$ . La suma de ambos constituyen el Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK). Otras formas en que aparece el N son los iones  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NO}_2^-$ .
- El principal aporte de P es el de los detergentes. En los efluentes se encuentra como ortofosfatos (ácido fosfórico, sus sales y complejos), polifosfatos y P-orgánico,

14

## COLIFORMES FECALES

- Están presentes si existen aportes de corrientes con contaminación fecal. Si estas corrientes son proporcionalmente pequeñas, puede ser conveniente tratarlas por separado.
- No es parámetro de control cuando la descarga es al alcantarillado o infiltración a terreno.
- Para la descarga a curso de agua, si al final del tratamiento no se alcanza el parámetro de vertido es necesaria una etapa adicional para la desinfección.

15

## TOXICIDAD

- La evaluación de la toxicidad es imprescindible para considerar un tratamiento biológico.
- Si existen dudas respecto a la toxicidad, se aplican ensayos de inhibición aerobia y/o anaerobia, según corresponda.
- Si la toxicidad compromete la calidad del efluente tratado, debe trabajarse en el origen o recurrirse a tratamientos terciarios de alto costo,

16

# MUESTREO

- **Objetivos del muestreo:**
  - Caracterizar un efluente a ser tratado.
  - Evaluar el funcionamiento de una planta de tratamiento o de una unidad de tratamiento.
  - Presentar la información requerida a DINAMA y/u OSE.
- **Aspectos a considerar:**
  - Las muestras deben ser representativas.
  - Seleccionar adecuadamente el lugar y el momento de cada muestreo.
  - Los recipientes deben ser de tamaño acorde a los análisis a realizar.
  - Llenar hasta el pico y eliminar las burbujas de aire (excepto muestras con lodo anaerobio)
  - Debe identificarse la muestra en el rótulo del frasco antes del muestreo.
  - Tomar las precauciones de seguridad para la toma y manejo de la muestra.
  - Respetar las condiciones de almacenamiento y preservación establecidas en las técnicas analíticas (bibliografía: Standard Methods for the Examination of Water&Wastewater)

17

# MUESTREO

- **Tipos de muestra:**
  - **Muestras Simples:** Son útiles cuando las condiciones del efluente son muy estables, para registrar eventos transitorios o para seguir parámetros que pueden tener gran dispersión o que requieren medida inmediata (ej pH y temperatura).
  - **Muestras Compuestas:** Se obtienen mediante la composición de muestras simples con volúmenes proporcionales al caudal. Permiten obtener valores representativos de la mayoría de los parámetros. Para los informes a DINAMA, las determinaciones de los parámetros, exceptuando coliformes fecales, temperatura, pH y sulfuros, se hacen sobre muestras compuestas, en un período de 4 horas, por muestras horarias en volúmenes proporcionales al caudal efluente en cada momento (Decreto 253/79)

18

# MUESTREO

Manual



Automático

