



Universidad  
Continental

# Introducción a la Ingeniería Ambiental

---

Guías de

---

Laboratorio



## **Visión**

Ser una de las 10 mejores universidades privadas del Perú al año 2020, reconocidos por nuestra excelencia académica y vocación de servicio, líderes en formación integral, con perspectiva global; promoviendo la competitividad del país.

## **Misión**

Somos una universidad privada, innovadora y comprometida con el desarrollo del Perú, que se dedica a formar personas competentes, íntegras y emprendedoras, con visión internacional; para que se conviertan en ciudadanos responsables e impulsen el desarrollo de sus comunidades, impartiendo experiencias de aprendizaje vivificantes e inspiradoras; y generando una alta valoración mutua entre todos los grupos de interés.



## Índice

VISIÓN	2
MISIÓN	2
ÍNDICE	3

### Primera unidad

Guía de práctica N° 1: Reconocimiento de equipos de laboratorio	4
Guía de práctica N° 2: Evolución, campos de especialización y futuro de la ingeniería ambiental	8

### Segunda unidad

Guía de práctica N° 3: Unidades de medida	14
Guía de práctica N° 4: Cálculo de ingeniería ambiental – Balance de masas	19
Guía de práctica N° 5: Medición del pH y la conductividad	25
Guía de práctica N° 6: Crecimiento poblacional	29

### Tercera unidad

Guía de práctica N° 7: Calidad del agua	35
Guía de práctica N° 8: Test de Jarra	43
Guía de práctica N° 9: Síntesis de contaminantes	47
Guía de práctica N° 10: Uso del sonómetro	52
Guía de práctica N° 11: Efectos globales de los contaminantes	56
Guía de práctica N° 12: Medición de parámetros de la calidad de suelo	61
Guía de práctica N° 13: Composición de los residuos sólidos	66

### Cuarta unidad

Guía de práctica N° 14: Identificación y evaluación de aspectos ambientales	70
---	----



# Guía de práctica N° 1

## Reconocimiento de equipos de laboratorio

Sección : .....Docente:

Fecha : ...../...../2017

Duración:

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Reconocer los equipos de laboratorio

### 2. Fundamento Teórico

En la presente práctica conoceremos algunos de los equipos de laboratorio que utilizaremos en las posteriores sesiones, a continuación se hace una descripción de ellos.

#### Turbidímetro

El término general "turbidez" se utiliza para describir el aspecto turbio o lechoso de pruebas líquidas como agua (potable, mineral, de baño o residual), bebidas (cerveza, vino o jugos) o medios sólidos como cristal de ventanas (vidrio opaco). En términos analíticos, la turbidez es producida por partículas de diferentes tamaños, que absorben o dispersan la luz, produciendo el característico aspecto lechoso de la prueba. La turbidez es producida por sustancias en suspensión como lodo, cal, levadura o microorganismos.

El fenómeno la turbidez se mide hoy en día por medio de aparatos opto-electrónicos. La prueba es iluminada por luz artificial emitida por una fuente luminosa con intensidad conocida y las partículas suspendidas dispersan o absorben la luz. La luz dispersa es analizada por un foto detector. La luz dispersa se suele analizar en un ángulo de 90°.

A este principio se le llama Nefelometría. Un nefelómetro es por tanto un turbidímetro que mide la luz dispersa en un ángulo de 90°. Los resultados se recogen en NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez).

#### Analizador de pH

El analizador de pH se utiliza para determinar la concentración de iones del gas hidrógeno [H<sup>+</sup>] en una disolución. Este equipo permite realizar mediciones de la acidez de una solución acuosa, siempre que el mismo sea utilizado de forma cuidadosa y se ajuste a procedimientos plenamente comprobados. A los analizadores de pH se les denomina, además, pHmetros, monitores de pH o potenciómetros.

El analizador de pH mide la concentración de iones [H<sup>+</sup>], utilizando un electrodo sensible a los iones. En condiciones ideales dicho electrodo debería responder ante la presencia de un único tipo de ión, pero en la realidad siempre se presentan interacciones o interferencias con iones de otras clases presentes en la solución. Un electrodo de pH es generalmente un electrodo combinado, en el cual se encuentran integrados un electrodo de referencia y un electrodo de vidrio, en una misma sonda. La parte inferior de la sonda termina en un bulbo redondo de vidrio delgado. El tubo interior contiene cloruro de potasio saturado (KCl), invariable y una solución 0,1 M de ácido clorhídrico (HCl). También, dentro del tubo interior, está el extremo del cátodo del electrodo de referencia. El extremo anódico se envuelve así mismo en el exterior del tubo interno y termina con el mismo tipo de electrodo de referencia como el del tubo interno. Ambos tubos, el interior y el exterior, contienen una solución de referencia, pero únicamente el tubo exterior tiene contacto con la solución del lado externo del electrodo de pH, a través de un tapón poroso que actúa como un puente salino.

## Oxímetro

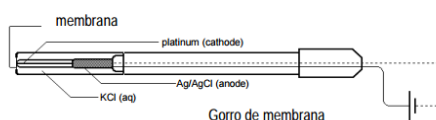
El oxígeno es aproximadamente 1/5 de la atmósfera de la tierra. Es uno de los elementos más importantes. La combinación del oxígeno con otras sustancias es indispensable para el traspaso de energía a las células vivas (es decir solo si la cantidad de oxígeno se encuentra por encima de determinados niveles). De ahí la importancia de las medidas de oxígeno.

La cantidad de oxígeno disuelto en agua es uno de los indicadores más comúnmente usados para determinar la salud de un río. Cuando el OD cae por debajo de 4 o 5 mg/L, se reduce el número de seres vivos presentes en sus aguas. En el caso extremo, cuando se dan condiciones anaerobias, las formas de vida más complejas mueren o emigran. Prevalecen entonces factores nocivos, incluyendo lodos flotantes, burbujeos, gases fétidos y aparecen fangos viscosos.

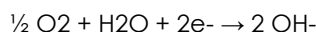
El oxígeno está presente prácticamente en cualquier líquido, en mayor o menor cantidad. La concentración de oxígeno es fundamental por ejemplo para:

- La vida de peces y microorganismos en el agua.
- Procesos de degradación en depuración de aguas.
- Evitar procesos de corrosión en conductores.
- Conservación de bebidas.

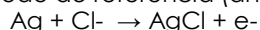
El Sensor de Oxígeno Disuelto es un electrodo polarográfico de tipo Clark que mide la concentración del oxígeno disuelto en agua y soluciones acuosas. Un cátodo de platino y un ánodo de referencia de plata/cloruro de plata en un electrolito de KCl están separados de la muestra por una membrana plástica permeable al gas.



El electrodo de platino tiene aplicado un voltaje fijo. El oxígeno se reduce mientras se difunde a través de la membrana hacia el cátodo:



La oxidación que tiene lugar en el electrodo de referencia (ánodo) es:



De acuerdo con esto, fluye una corriente que es proporcional a la tasa de difusión del oxígeno, y por tanto, a la concentración del oxígeno disuelto en la muestra. Esta corriente se convierte a un voltaje proporcional, que es amplificado y leído por una de las interfaces de Vernier.

## Medida de la conductividad / salinidad

Los sólidos se encuentran en la naturaleza en forma disueltos. Las sales disueltas en agua se descomponen en iones cargados positivamente y negativamente. La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. Los iones más positivos son sodio (Na<sup>+</sup>), calcio (Ca<sup>+2</sup>), potasio (K<sup>+</sup>) y magnesio (Mg<sup>+2</sup>). Los iones más negativos son cloruro (Cl<sup>-</sup>), sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), carbonato, bicarbonato. Los nitratos y fosfatos no contribuyen de forma apreciable a la conductividad aunque son muy importantes biológicamente. La salinidad es una medida de la cantidad de sales disueltas en agua. La salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas. Las sales en el mar son principalmente de cloruro de sodio (NaCl). Sin embargo, otras aguas salinas, tales como las de Mono Lake, tienen una salinidad elevada debido a una combinación de iones disueltos como sodio, cloruro, carbonato y sulfato.

Las sales y también otras sustancias afectan la calidad del agua potable o de riego. También influyen en la biota acuática y cada organismo tolera una gama de valores de conductividad. La composición iónica del agua puede ser crítica. Por ejemplo, los cladoceros (pulgas de agua) son mucho más sensibles al cloruro de potasio que al cloruro de sodio en concentraciones iguales. La conductividad varía en función de la fuente de agua: agua subterránea, agua de escorrentía de la agricultura, aguas residuales municipales y precipitación. Por lo tanto, la conductividad puede ser un indicador de filtración en agua subterránea o de fugas de aguas residuales.

La conductividad se mide con una sonda electrónica que aplica un voltaje entre dos electrodos. La disminución del voltaje se usa para medir la resistencia del agua que se traduce a conductividad. La conductividad es el valor inverso de la resistencia y se mide como la cantidad de conductancia en una



distancia determinada. Las unidades son mhos/cm o Siemen/cm . La salinidad se puede medir con un hidrómetro o un refractómetro. El hidrómetro mide la gravedad específica que puede convertirse a salinidad. El refractómetro mide la capacidad del agua para refractar la luz. Los científicos también miden la salinidad para determinar la cantidad de cloro en el agua salada. La salinidad se mide en gramos/litro (g/l) o partes por mil (ppt) en agua salada. En aguas dulces se utilizan con frecuencia las cantidades totales de sólidos disueltos en vez de la salinidad. Se mide filtrando una muestra, el agua filtrada se seca y los sólidos restantes se pesan. Las TDS son las materias sólidas que quedan en el agua después de haberse evaporado. Las unidades de TDS son miligramos por litro o partes por millón. Algunas sondas de conductividad expresan los resultados en conductividad así como las TDS. Estas sondas asumen una relación constante entre la conductividad y las TDS.

La conductividad eléctrica se puede expresar en diferentes unidades (Siemens/cm, mhos/cm) y sus equivalencias son las siguientes:

$$1 \text{ dS/m} = 1 \text{ milimhos/cm} = 1000 \text{ }\mu\text{S/cm}$$
$$1 \text{ mS/m} = 10 \text{ }\mu\text{mhos/cm} \quad 1 \text{ }\mu\text{S/cm} = 1 \text{ }\mu\text{mhos/cm} \quad 0.1 \text{ mS/m} = 1 \text{ }\mu\text{mhos/cm}$$

El agua destilada en el laboratorio tiene una conductividad en el rango de: 0.5 a 3  $\mu\text{mhos/cm}$ .

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Medidor de pH	Calibrado	1
2	Turbidímetro	Calibrado	1
3	Medidor de oxígeno disuelto	Calibrado	1
4	Conductímetro	Calibrado	1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Vasos de precipitado	De 100 ml	1

#### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	-----		

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Respetar las normas del laboratorio.

Hacer uso responsable de los equipos del laboratorio

### 5. Procedimientos:

#### Primero

Observar los equipos presentados.

#### Segundo

Realizar las mediciones de pH, turbidez, oxígeno disuelto y conductividad del agua potable.

#### Tercero

Anotar en el siguiente cuadro los resultados de las mediciones realizadas

Parámetro	Cantidad	Unidad
pH		
Turbidez		
Conductividad		
Sólidos totales disueltos		
Temperatura		
Oxígeno disuelto		



**6. Resultados**

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....

**7. Conclusiones**

- 7.1.....
- 7.2.....
- 7.3.....

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- Capítulo 3 Analizador de pH [en línea. [Consulta: 15 de febrero de 2017]]. Disponible en web:[http://www.laboratoriometrologico.com/wenv/file\\_data.php?id=224](http://www.laboratoriometrologico.com/wenv/file_data.php?id=224)
- La medida del oxígeno disuelto [en línea. [Consulta: 15 de febrero de 2017]]. Disponible en web: [http://www.crison.it/pdfs/08/crison\\_8\\_1.pdf](http://www.crison.it/pdfs/08/crison_8_1.pdf)
- Oxígeno disuelto [en línea. [Consulta: 15 de febrero de 2017]]. Disponible en web: [http://www2.vernier.com/sample\\_labs/CMV-41-oxigeno\\_disuelto.pdf](http://www2.vernier.com/sample_labs/CMV-41-oxigeno_disuelto.pdf)
- Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). Introducción a la ingeniería medioambiental. Pearson Prentice Hall.
- Parámetro físico químico: Conductividad [en línea. [Consulta: 15 de febrero de 2017]]. Disponible en web: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-conductividad.pdf>
- Folleto informativo: Conductividad / Salinidad [en línea. [Consulta: 15 de febrero de 2017]]. Disponible en web: [http://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf](http://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf)



## Guía de práctica N° 2

### Evolución, campos de especialización y futuro de la ingeniería ambiental

Sección : .....Docente:

Fecha : ...../...../2017

Duración:

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

#### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Explica los principales eventos en la evolución de la Ingeniería Ambiental.  
Clasifica las áreas de especialización de la ingeniería ambiental.  
Identifica las oportunidades futuras de la Ingeniería Ambiental.

#### 2. Fundamento Teórico

##### 2.1 Eventos en la evolución de la Ingeniería Ambiental

###### La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano

Celebrada en Estocolmo en junio de 1972, fue el hecho que situó al Medio Ambiente como tema de vital importancia a nivel mundial. Esta conferencia reunió tanto a países desarrollados como a países en vías de desarrollo, aunque el bloque soviético no asistió.

De esta conferencia surgió una Declaración de 25 principios que formaron el primer cuerpo legislativo internacional relativo al Medio Ambiente.

Además, se fijaron algunas metas específicas, tales como la moratoria de 10 años para la caza de ballenas o la prohibición de descargas deliberadas de petróleo en el mar a partir de 1975.

Uno de los hitos más importantes en esta Conferencia fue la creación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

###### Acuerdos multilaterales sobre medio ambiente en la década de los 70

Los acuerdos multilaterales logrados en esta década se concentraron sobre todo en la conservación de la fauna y la flora silvestres, como resultado de una combinación de acuerdos jurídicos mundiales reforzados por legislaciones nacionales.

Los acuerdos alcanzados a nivel mundial en este sentido son:

La Convención sobre Humedales de Importancia Internacional, especialmente aves acuáticas (Ramsar), 1971. Inicialmente su objetivo era la conservación de aves acuáticas, pero en la actualidad también abarca a la calidad del agua, la producción de alimentos, la diversidad biológica en general y todas las zonas de humedales, incluyendo las costas de agua salada.

La Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural (Heritage), 1972. Al firmar la Convención, los países reconocen que los bienes situados en su territorio e inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial, constituyen un patrimonio universal que, independientemente de su ubicación, pertenece desde ese momento a todos los pueblos del mundo y que su protección incumbe a la colectividad internacional.

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), 1973. El CITES regula la exportación, reexportación e importación de ejemplares vivos o muertos de animales y plantas silvestres amenazados, así como de sus partes y derivados.

La Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS), 1979. Los objetivos de la Convención son conservar aquellas especies de la fauna silvestre que migran entre fronteras nacionales mediante el desarrollo e implementación de acuerdos cooperativos, la prohibición de extraer especies amenazadas, la conservación del hábitat y el control de otros factores adversos.





### Río+20

«Río+20» es el nombre abreviado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, que tuvo lugar en Río de Janeiro, Brasil ( del 20 al 22 de junio de 2012), veinte años después de la histórica Cumbre de la Tierra en Río en 1992. Río +20 fue también una oportunidad para mirar hacia el mundo que queremos tener en 20 años.

En la Conferencia Río +20, los líderes mundiales, junto con miles de participantes del sector privado, las ONG y otros grupos, se unieron para dar forma a la manera en que puede reducir la pobreza, fomentar la equidad social y garantizar la protección del medio ambiente en un planeta cada vez más poblado. Las conversaciones oficiales se centraron en dos temas principales: cómo construir una economía ecológica para lograr el desarrollo sostenible y sacar a la gente de la pobreza, y cómo mejorar la coordinación internacional para el desarrollo sostenible.

¿Por qué es importante a Río+20?

Si queremos a dejarles un mundo habitable a nuestros hijos y nietos, los desafíos de la pobreza generalizada y la destrucción del medio ambiente se deben abordar ahora.

El mundo de hoy tiene 7 millones de personas, para el año 2050, habrá 9 mil millones.

Una de cada cinco personas, es decir 1.400 millones, actualmente vive con 1,25 dólares diarios o menos.

Una de cada cinco personas (1,4 millones) vive con 1,25 dólares al día o menos.

Mil millones y medio de personas no tienen acceso a la electricidad.

Dos y medio millones de personas no tienen un cuarto de baño.

Casi 1.000 millones de personas pasan hambre todos los días.

Las emisiones de gases de efecto invernadero continúan aumentando, y más de un tercio de todas las especies conocidas podrían extinguirse si el cambio climático continúa sin control.

La Cumbre de la Tierra en Río en 1992 sentó las bases. Río +20 es una nueva oportunidad para pensar de manera global a fin de que todos podemos actuar a nivel local para asegurar nuestro futuro común.

Conclusiones de Río +20

Economía verde: uno de los principales logros de la cumbre fue el hecho de que los 193 países participantes se comprometieron a adoptar el concepto de la Economía Verde.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): son metas que los Gobiernos se impondrán para asuntos vitales como el agua, la tierra y la biodiversidad, están inspirados en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), las metas para temas como el hambre, pobreza, educación y salud a que se comprometieron todos los países para 2015.

Foro político de alto nivel: se propuso para el Desarrollo Sostenible en el ámbito de las Naciones Unidas, que en el futuro reemplazará al Consejo de Desarrollo Sostenible creado en la Cumbre de la Tierra de Río 1992.

Fortalecimiento del PNUMA: se reconoció la labor que han venido desarrollando durante estos años, de manera que se propuso llevar a otro nivel para lograr una participación universal para lo que también pasará a tener una fuente de financiamiento a través del presupuesto de la ONU, en vez de optar a la autofinanciación y aportes voluntarios como sucedía hasta ahora.

Cambio de modelo de producción y consumo: el documento aprueba un plan de diez años para modificar los actuales patrones de producción y consumo y adoptar un modelo sostenible.

Índice de medición de desarrollo: la declaración propone abandonar el actual sistema de medición del nivel de desarrollo de los países basado en el Producto Interno Bruto (PIB), para además sumarle variables ambientales.

Mecanismos de aplicación: ante la ausencia de compromisos por parte de los países para financiar los ODS, la cumbre anunció la creación de otra comisión de 30 miembros que buscará definir mecanismos de financiamiento y de transferencia tecnológica para implementar la transición hacia la "economía verde". Dicha comisión será nominada en la próxima Asamblea General de la ONU y tiene plazo hasta 2014 para presentar sus conclusiones.

### COP20

Las negociaciones internacionales sobre cambio climático son procesos de debate y toma de acuerdos entre países a fin de emprender esfuerzos globales para enfrentar el cambio climático. Actualmente se dan en el seno de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). El objetivo de la CMNUCC es "la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático".

La Convención entró en vigor en 1994 y a la fecha 194 países la han ratificado. Las negociaciones internacionales comenzaron oficialmente en 1995, con la realización de la primera Conferencia de las Partes (COP) de la CMNUCC en Berlín. Desde entonces, los países Partes de la Convención se han reunido anualmente para debatir y tomar decisiones sobre cómo implementar la Convención. Este año se realizará en Lima la vigésima Conferencia de las Partes; la COP20.

Las negociaciones se originaron durante la primera conferencia mundial del clima de la Organización Mundial Meteorológica, en Ginebra, en 1979. Ahí se reconoció por primera vez el cambio climático como una amenaza global. Desde entonces hasta 1992, el cambio climático fue abordado principalmente desde el punto de vista científico. Un hito importante fue la publicación del primer informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), que determinó con un 90% de certidumbre que las actividades humanas producen los gases de efecto invernadero que generan el



cambio climático. A raíz de estos hallazgos, la Asamblea General de las Naciones Unidas decidió preparar una Convención Marco, encargando al Comité Intergubernamental de Negociación (CIN) poner en marcha un proceso de negociaciones con este fin. Durante la Cumbre de Río en 1992 el CIN adoptó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el cambio climático se convirtió así en un asunto de colaboración y negociación internacional, junto con otras dos convenciones (Diversidad Biológica y Lucha contra la Desertificación y la Sequía). Estos instrumentos son también conocidos como "AMUMAS" o Acuerdos Multilaterales Medio Ambientales.

En la tercera COP, realizada en Kioto en 1997, se aprobó el Protocolo de Kioto, que estableció compromisos de reducción de emisiones para todos los países industrializados y países con economías en transición hacia una economía de mercado. El Protocolo de Kioto entro en vigor en 2005, durante la decimoprimer COP, pero cuatro de las Partes de la CMNUCC no han ratificado el Protocolo de Kioto. Por ello, las Partes que sí han ratificado el Protocolo de Kioto se reúnen anualmente, al mismo tiempo y en la misma ciudad de la COP, en una conferencia llamada Conferencia de las Partes reunidas en calidad de Partes del Protocolo de Kioto (CMP). En ese sentido, en adelante se usará la nomenclatura COP11 | CMP1 en referencia a la decimoprimer COP y la primera CMP, y así sucesivamente para las siguientes conferencias.

### COP 21

La Cumbre sobre Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas, o propiamente la Conferencia de las Partes, (COP por sus siglas en inglés), es el principal espacio donde las Partes buscan llegar a un acuerdo internacional y vinculante con el objetivo de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y hacerle frente a la crisis climática, ambiental, y sistémica causada, en su mayor parte, por el efecto invernadero antropogénico. La COP20, que hace referencia específica a la Vigésima Conferencia de las Partes, es la última reunión en el proceso hacia este acuerdo internacional que busca lograr compromisos que tengan un impacto directo en el Tratado sobre reducción de emisiones a firmarse en París el 2015. La COP constituye el órgano supremo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) que entró en vigor en 1994, con el objetivo de reducir las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera.

### Acuerdo de París

La 21ª sesión de la Conferencia de las Partes (COP) y la undécima sesión de la Conferencia de la Partes en calidad de reunión de las Partes al Protocolo de Kyoto (CMP) tuvo lugar del 30 de noviembre al 12 de diciembre de 2015 en París, Francia.

La conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático concluyó con la adopción de un acuerdo histórico para combatir el cambio climático e impulsar medidas e inversiones para un futuro bajo en emisiones de carbono, resiliente y sostenible.

El objetivo principal del acuerdo universal es mantener el aumento de la temperatura en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados, e impulsar los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura incluso más, por debajo de 1,5 grados centígrados sobre los niveles preindustriales. Además, el acuerdo busca reforzar la habilidad para hacer frente a los impactos del cambio climático.

El Acuerdo de París está apoyado por la Agenda de Acción Lima-París (LPAA, por sus siglas en inglés), una iniciativa liderada por Francia, Perú, el Secretario General de Naciones Unidas y la Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Su objetivo es mostrar los compromisos y las asociaciones de ciudades, regiones, empresas y organizaciones de la sociedad civil, a menudo con los gobiernos, mediante las que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y se construye resiliencia contra el cambio climático.

Los eventos de la Agenda de Acción Lima-París durante la COP 21 demostraron la respuesta masiva y creciente de los actores que no son Parte a llevar a cabo una acción climática ambiciosa.

Tras su adopción, el Acuerdo de París será depositado en las Naciones Unidas en Nueva York y estará a disposición para ser firmado durante un año a partir del 22 de abril de 2016, el Día de la Madre Tierra. El acuerdo entrará en vigor cuando 55 países que representen al menos el 55% de las emisiones mundiales hayan depositado sus instrumentos de ratificación.

Para acoger al primer acuerdo universal legalmente vinculante sobre cambio climático, apoyar la transformación del crecimiento mundial y el desarrollo y abrir la puerta a un futuro bajo en emisiones de carbono, estable y sostenible, las partes interesadas relevantes pueden unirse a las principales ciudades, regiones, empresas e inversores de todo el mundo ayudando a implementar el Acuerdo de París, firmando el Compromiso de Acción de París.

### 2.2 Áreas de especialización de la Ing. Ambiental



### 2.3 Futuro de la Ingeniería Ambiental

#### La ingeniería ambiental en el horizonte

En el siglo XXI es evidente que los ecosistemas y el capital natural de nuestro planeta no son inagotables. La preservación y el mantenimiento del bienestar sanitario, económico y social de las personas depende de que se preserve y mantenga la integridad de los ecosistemas y los servicios para el sistema ecológico que éstos mismos ofrecen. La solución no es un sacrificio, sino el bienestar de la economía y del ambiente.

En el pasado la ingeniería ambiental era una profesión reactiva, es decir, que reaccionaba ante los problemas generados por el crecimiento poblacional del mundo y el aumento en nuestro nivel de vida. Sin embargo, es posible extrapolar las dificultades que enfrentarán los ingenieros ambientales en el futuro. Por ejemplo, sabemos que los problemas de contaminación que apenas hace algunas décadas eran de índole local, ocurren ahora a escala mundial. También sabemos que el uso y la descarga continua de sustancias químicas nuevas y viejas en el ambiente tendrán efectos impredecibles y a veces sinérgicos, y que el enfoque exclusivo en la eficiencia energética y otras mejoras en la eficiencia no permitirán enfrentar de manera adecuada las limitaciones de recursos que surgen a medida que crecen las poblaciones y mejora la calidad de vida en los países en desarrollo. Los ingenieros ambientales, ahora y en el futuro, desempeñarán una función medular en la consecución del desarrollo sostenible.

Helga decir que la formación en la ingeniería sanitaria clásica basada en la hidráulica aplicada, la salud pública y los procesos de ingeniería química es inadecuada para enfrentar estos problemas complejos. La nueva generación de ingenieros ambientales responsables de la protección de la salud humana y el ambiente abarcarán las ciencias naturales y abordarán, en un nivel de vanguardia, consideraciones relacionadas con la aplicación de las ciencias biológicas y químicas, como la nanotecnología, biotecnología y tecnología de la información, así como la muerte y toxicidad química y el impacto de todo esto en el ciclo de vida. Los ingenieros ambientales también aprenderán mucho de los procesos industriales, incluido el diseño y desarrollo de productos. Y, por último, dado que estas cuestiones son del dominio público, aprenderán a aplicar las ciencias sociales como la política pública, las comunicaciones y la economía, y a trabajar con diversos grupos de interés para resolver los problemas. Los ingenieros ambientales utilizarán su formación en diseño para ser proactivos y preventivos en la elaboración de soluciones. A medida que se alejen de un modelo de tratamiento terminal de los problemas e incluso más allá de la prevención de la contaminación por medio de controles de ingeniería, se moverán hacia el uso del diseño para evitarlos desde el principio.



3. Equipos, Materiales y Reactivos

3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	--		

3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	-		

3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	-		

4. Indicaciones/instrucciones:

Respetar las normas del laboratorio.

Promover el trabajo en equipo.

Participar activamente en el desarrollo del taller

5. Procedimientos:

La semana anterior a la realización de la presente práctica el estudiantado ha recibido un tema de investigación:

- a) Evolución del componente ambiental.
- b) Especialización y campo ocupacional de la Ingeniería Ambiental.
- c) Futuro de la Ingeniería Ambiental.

En grupo de trabajo, deben realizar la investigación asignada y preparar una exposición que realizarán para toda la clase.

La exposición se realiza teniendo como material de apoyo una presentación en PowerPoint u otro recurso tecnológico.

De forma aleatoria se seleccionará un integrante de cada grupo quién expondrá el tema asignado. Se permitirá que los demás integrantes de manera voluntaria complementen la exposición.

Cada grupo cuenta con 10 minutos para exponer el tema asignado.

Se aplicará una ficha de evaluación de exposición.

6. Resultados

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....

7. Conclusiones

- 7.1.....
- 7.2.....
- 7.3.....





# Guía de práctica N° 3

## Unidades de medida

Sección : .....Docente:

Fecha : ...../...../2017

Duración:

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Identifica experimentalmente unidades de medida fundamentales frecuentemente empleados en el campo ambiental.  
Desarrolla ejercicios de conversión de unidades.

### 2. Fundamento Teórico

#### 2.1 Unidades de medida

##### Magnitudes y unidades

El valor de una magnitud se expresa generalmente como el producto de un número por una unidad. La unidad no es más que un valor particular de la magnitud considerada, tomada como referencia, y el número es el cociente entre el valor de la magnitud considerada y la unidad. Para una magnitud concreta, se pueden utilizar numerosas unidades diferentes. Por ejemplo, la velocidad  $v$  de una partícula puede expresarse de la forma  $v = 25 \text{ m/s} = 90 \text{ km/h}$ , donde metro por segundo y kilómetro por hora son unidades alternativas para expresar el mismo valor de la magnitud velocidad. Sin embargo, debido a la importancia de contar con un conjunto de unidades bien definidas y de fácil acceso, que sean reconocidas universalmente para la multitud de medidas que conforman la compleja sociedad de hoy en día, las unidades deben elegirse de forma que sean accesibles a todo el mundo, constantes en el tiempo y el espacio, y fáciles de realizar con gran exactitud. Para establecer un sistema de unidades, tal como el Sistema Internacional de Unidades, el SI, es necesario en primer lugar establecer un sistema de magnitudes, que incluya una serie de ecuaciones que definan las relaciones entre estas magnitudes. Esto es necesario porque las ecuaciones que relacionan las magnitudes entre sí, determinan las relaciones entre sus unidades, como se describe más adelante. Es conveniente también elegir las definiciones de un pequeño número de unidades, a las que llamaremos unidades básicas, y entonces definir las unidades de todas las demás magnitudes, que llamamos unidades derivadas, como producto de potencias de las unidades básicas. De forma similar, las magnitudes correspondientes se denominan magnitudes básicas y magnitudes derivadas y las ecuaciones que expresan las magnitudes derivadas en función de las magnitudes básicas se emplean para expresar las unidades derivadas en función de las unidades básicas. Así en un desarrollo lógico de la materia, la elección de las magnitudes y de las ecuaciones que relacionan las magnitudes precede a la elección de las unidades.

##### El Sistema Internacional de Unidades (SI)

El SI fue establecido y definido por la Conferencia General de Pesas y Medidas, la CGPM. El SI fue establecido y definido por la Conferencia General de Pesas y Medidas, la CGPM. El nombre *Système International d'Unités* (Sistema Internacional de Unidades), y la abreviatura SI, fueron establecidos por la 11ª CGPM en 1960.

Las magnitudes básicas empleadas en el SI son longitud, masa, tiempo, intensidad de corriente eléctrica, temperatura termodinámica, cantidad de sustancia e intensidad luminosa. Las magnitudes básicas se consideran independientes, por convención. Las unidades básicas correspondientes del SI, elegidas por la CGPM, son el metro, el kilogramo, el segundo, el amperio, el kelvin, el mol y la candela. Las unidades derivadas del SI se forman como producto de potencias de las unidades básicas, según las relaciones

algebraicas que definen las magnitudes derivadas correspondientes, en función de las magnitudes básicas.

Unidades básicas del SI

Magnitudes básicas	Unidades básicas	
Nombre	Nombre	Símbolo
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo, duración	segundo	s
corriente eléctrica	amperio	A
temperatura termodinámica	kelvin	K
cantidad de sustancia	mol	mol
intensidad luminosa	candela	cd

### Definiciones de las unidades básicas

Unidad de longitud (metro)

El metro es la longitud de la trayectoria recorrida en el vacío por la luz durante un tiempo de  $1/299\,792\,458$  de segundo.

Unidad de masa (kilogramo)

El kilogramo es la unidad de masa; es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo.

Unidad de tiempo (segundo)

El segundo es la duración de  $9\,192\,631\,770$  periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.

Unidad de intensidad de corriente eléctrica (amperio)

El amperio es la intensidad de una corriente constante que, manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de 1 metro uno del otro, en el vacío, produciría entre estos conductores una fuerza igual a  $2 \times 10^{-7}$  newton por metro de longitud.

Unidad de temperatura termodinámica (kelvin)

El kelvin, unidad de temperatura termodinámica, es la fracción  $1/273,16$  de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.

Unidad de cantidad de sustancia (mol)

El mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono  $^{12}$ ; su símbolo es "mol". Cuando se emplee el mol, deben especificarse las entidades elementales, que pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones u otras partículas o grupos especificados de tales partículas.

Unidad de intensidad luminosa (candela)

La candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia  $540 \times 10^{12}$  hercio y cuya intensidad energética en dicha dirección de  $1/683$  watio por estereorradián.



*El prototipo internacional del kilogramo, K, el único patrón materializado que permanece para definir una unidad básica del SI.*

## 2.2 Instrumentos de medición de volumen

Probeta

Los volúmenes transferidos con una probeta son menos exactos que los transferidos con una pipeta. Se añade líquido hasta que el menisco coincide con un cierto nivel, el número de la correspondiente línea indica el volumen de líquido que contiene la probeta. La precisión de las medidas obtenidas con las probetas disminuye a medida que aumenta su capacidad. Úsela sólo para medir. No prepare nunca en ella disoluciones ni mezclas. Recuerde que la bureta se emplea para verter disoluciones en valoraciones, el matraz aforado para preparar disoluciones de volumen exacto, y la pipeta para trasvasar disoluciones. Esta última función la pueden suplir en la mayoría de los casos otros instrumentos como las probetas (que tienen una precisión aceptable pero menor que la de las pipetas) y los vasos de precipitados, erlenmeyers, etc. (para volúmenes muy aproximados). No emplee las pipetas más que para transferir





volúmenes muy exactos. Recuerde que la diferencia entre un instrumento y otro no es el volumen que miden (hay probetas de 10 ml, pipetas de 100 ml y buretas de 1 ml) sino la precisión y la finalidad.

### Bureta

Se emplea exclusivamente para medir volúmenes con exactitud en titulaciones ácido-base (valoraciones). Las buretas, en general, tienen las marcas principales señaladas con números que indican mililitros, y subdivisiones no numeradas que indican 0.1 ml. Están provistas de una llave para controlar el flujo del líquido. El uso de la bureta será más eficiente si se maneja la llave o la pinza con la mano izquierda y con la derecha se agita el matraz de la reacción si no se utiliza agitador magnético. Es un instrumento muy preciso por lo que es necesario tomar algunas precauciones para su uso:

- Nunca adicione líquidos calientes.
- Después de limpiar la bureta, en las paredes interiores permanece adherida una cierta cantidad de agua que diluirá el líquido que se adicione, cambiando su concentración. Antes de rellenar la bureta, enjuague tres veces las paredes interiores con una pequeña cantidad de disolución. La bureta se inclina y se gira de tal forma que toda la superficie interior esté en contacto con la disolución utilizada para enjuagar.
- La zona que hay entre la llave y la boca de salida debe quedar completamente llena de líquido. Para ello, se llena la bureta por encima del cero y se abre la llave completamente hasta que se llene dicho espacio con el líquido.
- Siempre se empieza a valorar con la bureta llena hasta el cero.
- El enrase se hace tomando como indicador la parte baja del menisco.
- El líquido debe caer lentamente para que no quede parte pegado a las paredes. Si quedan gotas en las paredes, significa que la bureta no está limpia. En la pared de la bureta, el líquido debe escurrir de manera uniforme. Si no lo hace, la bureta debe limpiarse con detergente y un cepillo para buretas. Si esto resulta insuficiente, hay que dejar durante un tiempo la bureta llena con solución de ácido sulfúrico y peroxodisulfato. El material volumétrico de vidrio nunca debe dejarse en contacto con soluciones detergentes alcalinas puesto que el vidrio sufre un ataque lento por las bases. La tendencia de los líquidos a adherirse a la pared interna de una bureta puede reducirse mediante un vaciado lento. El vaciar con lentitud una bureta también contribuye a la reproducibilidad de los resultados. Se recomienda que la rapidez de vaciado no exceda de 20 mL/min. Uno de los errores más comunes al usar una bureta consiste en no expulsar la burbuja de aire que se forma con frecuencia bajo la llave. Cuando tal burbuja se encuentra presente al inicio, puede escapar mientras se vierte reactivo y provocar un error en la lectura del volumen de líquido vertido de la bureta. Suele ser posible expulsar la burbuja abriendo completamente la llave durante uno o dos segundos. A veces, una burbuja muy adherente puede eliminarse agitando la bureta con cuidado mientras se vacía el líquido en un lavadero.

### Pipeta

La pipeta es un instrumento volumétrico más exacto que la probeta y que dependiendo de su diámetro, como en las micropipetas, puede llegar a ser más exacta que la bureta. Para llenar la pipeta deberá prepararla como se indica a continuación, de manera que succione el líquido a medir sin succionar con la boca. Para leer la escala, vea la línea de la escala que toca el fondo del menisco cóncavo, ahora lea la escala numérica. La micropipeta es un instrumento de laboratorio empleado para absorber y transferir pequeños volúmenes de líquidos y permitir su manejo en las distintas técnicas científicas. Los volúmenes captables por estos instrumentos varían según el modelo: los más habituales, denominados p20, p200 y p1000, admiten un máximo de 20, 200 y 1000  $\mu$ l, respectivamente. Permite emplear distintos líquidos sin tener que lavar el aparato: para ello, se emplean puntas desechables, de plástico, que habitualmente son estériles. Existen varios tipos de puntas: por ejemplo, las amarillas para pipetear volúmenes pequeños (por ejemplo, 10  $\mu$ l), y las azules para pipetear volúmenes grandes (por ejemplo, 800  $\mu$ l).





### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Termómetro digital	Calibrada	1
2	Termómetro de mercurio	--	1
3	Balanza digital	Con batería	1
4	Balanza analítica	Calibrada	1
5	Sistema para montar bureta		1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Pipeta	20 ml	1
2	Probeta	50 ml	1
3	Bureta		1
4			
5			

#### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	Azufre	En polvo	200 g

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Respetar las normas del laboratorio.

Hacer uso responsable de los equipos del laboratorio

### 5. Procedimientos:

#### 5.1 Medida de la temperatura

- Mida la temperatura del agua con el termómetro digital y con el de mercurio.
- Compare los resultados.
- Transforme a unidades del sistema internacional.

Temperatura	Con termómetro digital	Con termómetro de mercurio
°C		
K		

#### 5.2 Medida de volumen

##### a.- COMPARACION DE LA PIPETA CON LA PROBETA

- Succione agua para llenar la pipeta hasta medir 20 ml.
- Deje caer los 20 ml de la pipeta en la probeta VACIA
- Lea la escala de la probeta con el agua que contiene.
- Analice: La probeta midió la misma cantidad de agua que la pipeta: SI\_\_\_ NO\_\_\_
- ¿Qué instrumento es más exacto, la probeta o la pipeta? \_\_\_\_\_

##### b.- COMPARACION DE LA BURETA CON LA PROBETA

- Deje caer 7 ml de agua de la bureta en la probeta VACIA
- Lea la escala de la probeta con el agua que contiene.
- Analice: La probeta midió la misma cantidad de agua que la bureta: SI\_\_\_ NO\_\_\_
- ¿Qué instrumento es más exacto, la probeta o la bureta? \_\_\_\_\_

#### 5.3 Medida de masa

##### a.- Uso de la balanza sin tara

- Pesarse directamente sobre el plato de la balanza un objeto personal (reloj, lapicero, llaves, etc.). Nombre del objeto: \_\_\_\_\_
- Anotar el peso: \_\_\_\_\_ g



b.- Uso de la balanza con tara

- Pesar una luna de reloj vacía y anote el peso (1): \_\_\_\_\_ g = Tara
- Sin descargar la balanza coloque dos cucharadas de Azufre dentro de la luna de reloj y anote el nuevo peso (2): \_\_\_\_\_ g
- Reste el peso (2) menos el peso (1) = \_\_\_\_\_ g = PESO DEL AZUFRE = peso de 2 cucharadas de Azufre.

c.- Uso de la balanza analítica

- Pesar la luna de reloj y el azufre del ítem anterior en la balanza analítica.
- Anote el peso : \_\_\_\_\_ g

	Balanza digital	Balanza analítica
Luna de reloj y azufre		

- ¿Qué balanza es más precisa? \_\_\_\_\_

### 5.4 Ejercicios

a. Escribe las siguientes expresiones con notación científica y sin utilizar prefijos.

15nC= \_\_\_\_\_ C    3MW= \_\_\_\_\_ W    4.6km= \_\_\_\_\_ m    56pF= \_\_\_\_\_ F

b.- Expresa los siguientes valores utilizando los prefijos.

4 · 10<sup>-12</sup>C= \_\_\_\_\_    0,003 m= \_\_\_\_\_    7 · 10<sup>-6</sup>F= \_\_\_\_\_

c. Empleando el factor unitario de conversión traslada las siguientes unidades al Sistema Internacional.

950 hg/mm <sup>3</sup>	6.90x10 <sup>-7</sup> hg/cm	7067.52 km/día
3.4x10 <sup>4</sup> kg/L	934.8 hm/min	0.02 g/cm <sup>3</sup>
1100 g/cm <sup>3</sup>		

d. Convierte las siguientes unidades al SIU y expresa el resultado como notación científica.

0,15 mm	1 día y 1 hora	0,7 dg/hm <sup>2</sup>
6,2 µg	3x10 <sup>-6</sup> cm	108000 km/h

### 6. Resultados

4. ....  
 .....  
 .....  
 5. ....  
 .....  
 .....  
 6. ....  
 .....  
 .....

### 7. Conclusiones

- 7.1.....  
 7.2.....  
 7.3.....

### 8. Sugerencias y/o recomendaciones

.....  
 .....

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- Prácticas de laboratorio [en línea. [Consulta: 01 de febrero de 2017]]. Disponible en web: <https://quimicac309.files.wordpress.com/2014/01/practica-03-2014.pdf>



# Guía de práctica N° 4

## Cálculo de ingeniería ambiental – Balance de masas

Sección : .....Docente:

Fecha : ...../...../2017

Duración:

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Resuelve ejercicios usando cálculos de ingeniería.

### 2. Fundamento Teórico

#### 2.1 Densidad

La densidad de una sustancia se define como su masa dividida por unidad de volumen.

$$\rho = \frac{M}{V}$$

 $\rho$  = density $M$  = mass $V$  = volumeEn el sistema SI la unidad base para la densidad es kg / tiene una densidad de  $1 \times 10^3$  kg / m<sup>3</sup>, que es igual a 1 gm<sup>3</sup>. El agua en el sistema SI / cm<sup>3</sup>.

#### 2.2 Concentración

La concentración de la dimensión derivada se expresa normalmente gravimétricamente como la masa de un material A en un volumen unitario que consiste en material A y algún otro material B. La concentración de A en una mezcla de A y B es:

$$C_A = \frac{M_A}{V_A + V_B}$$

En el sistema SI la concentración es  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . Sin embargo, el término de concentración más utilizado en ingeniería ambiental es miligramos por litro (mg / L). $C_A$  = concentration of A $M_A$  = mass of material A $V_A$  = volume of material A $V_B$  = volume of material B

de el es

#### 2.2.1 Cálculos en líquidos

Otra medida de la concentración es partes por millón (ppm). Éste es numéricamente equivalente a mg / L si el líquido en cuestión es agua porque un mililitro (ml) de agua pesa 1 g (es decir, la densidad es 1,0 g / cm<sup>3</sup>). Este hecho se demuestra mediante la siguiente conversión:

1 gramo en un millón

1 mg/L = 1 ppm =

$$\frac{1 \text{ mg}}{\text{L}} = \frac{0.001 \text{ g}}{1000 \text{ mL}} = \frac{0.001 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3} = \frac{0.001 \text{ g}}{1000 \text{ g}} = \frac{1 \text{ g}}{1,000,000 \text{ g}}$$

de gramos, o 1 ppm.

1g/m<sup>3</sup>



Se supone que muchas aguas residuales están diluidas, por lo que se puede suponer que su densidad es aproximadamente 1.

Algunas concentraciones de material se expresan más convenientemente como porcentajes, usualmente en términos de masa.

### 2.2.2 Cálculos en gases

En el control de la contaminación atmosférica, las concentraciones se expresan generalmente gravimétricamente como masa de contaminante por volumen de aire a temperatura y presión estándar. Por ejemplo, la norma nacional de calidad del aire para el plomo es  $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (un microgramo =  $10^{-6}$  gramos).

Ocasionalmente, la calidad del aire se expresa en ppm, y en este caso los cálculos son en términos de volumen / volumen, o 1 ppm = 1 volumen de un contaminante por  $1 \times 10^6$  volúmenes de aire.

La conversión de masa / volumen ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ) a volumen / volumen (ppm) requiere conocimiento del peso molecular del gas.

En condiciones estándar ( $0^\circ \text{C}$  y 1 atmósfera de presión) 1 mol de un gas ocupa un volumen de 22,4 L (de la ley de gas ideal). Un mol es la cantidad de gas en gramos numéricamente igual a su peso molecular.

$$\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} = \text{ppm} \times \frac{\text{peso molecular}}{22.414} \quad \text{a } 0^\circ\text{C y } 1 \text{ atm}$$

$$\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} = \text{ppm} \times \frac{\text{peso molecular}}{24.465} \quad \text{a } 25^\circ\text{C y } 1 \text{ atm}$$

En general la conversión de ppm a  $\text{mg}/\text{m}^3$  viene dada por:

$$\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} = \text{ppm} \times \frac{\text{peso molecular}}{22.414} \times \frac{273.15 \text{ K}}{T \text{ (K)}} \times \frac{P \text{ (atm)}}{12}$$

T = Temperatura absoluta (K)

K =  $^\circ\text{C} + 273.15$

P = presión absoluta (atm)

### 3.- Tasa de flujo

En los procesos de ingeniería, el flujo puede ser tanto el flujo gravimétrico (masa) como el flujo volumétrico (volumen). El primero es en  $\text{kg}/\text{s}$ , mientras que el último se expresa en  $\text{m}^3/\text{s}$  o  $\text{ft}^3/\text{s}$ . La masa y los flujos volumétricos no son cantidades independientes porque la masa (M) del material que pasa un punto en una línea de flujo durante un tiempo unitario está relacionada con el volumen (V) de ese material:

$$\text{Masa} = \text{Densidad} \times \text{Volumen}$$

Así, el flujo volumétrico ( $Q_V$ ) se puede convertir en un flujo másico ( $Q_M$ ) por multiplicando por la densidad del material:

$$Q_M = Q_V \times \text{densidad} \dots\dots\dots(1)$$

El símbolo Q se utiliza casi universalmente para indicar el flujo.



La relación entre el flujo másico de algunos componentes A, la concentración de A y el flujo volumétrico total (A más B) es:

$$Q_{MA} = C_A \times Q_{V(A+B)} \dots \dots \dots (2)$$

Tenga en cuenta que la ecuación 2 no es la misma que la ecuación 1, que es aplicable a un solo material o un componente en una corriente de flujo. **La ecuación 2 se refiere a dos materiales o componentes diferentes en un flujo.** Por ejemplo, un flujo másico de bolas de plástico que se mueven a lo largo de una corriente y se suspenden en ella se expresa en kilogramos de estas bolas por segundo pasando un cierto punto, que es igual a la concentración (kg bolas / m<sup>3</sup> volumen total, pelotas más agua) por el flujo de corriente (m<sup>3</sup>/s de bolas más agua).

Ejemplo:

Una planta de tratamiento de aguas residuales descarga un flujo de 1,5 m<sup>3</sup>/s (agua más sólidos) a una concentración de sólidos de 20 mg/L (20 mg de sólidos por litro de flujo, sólidos más agua). ¿Cuántos sólidos la planta descarga cada día?

$$\begin{aligned} \text{Flujo de masa} &= \text{Concentración} \times \text{Flujo de volumen} \\ Q_{MA} &= C_A \times Q_{V(A+B)} \\ &= (20 \text{ mg/L} \times 1 \times 10^3 \text{ kg/mg}) \times (1.5 \text{ m}^3/\text{s} \times 10^3 \text{ L/m}^3 \times 86,400 \text{ s/día}) \\ &= 2592 \text{ kg/día} \approx 2600 \text{ kg/día} \end{aligned}$$

#### 4.- Equilibrio de masas

Todo tiene que ir hacia algún lugar, es una manera sencilla de expresar uno de los principios más fundamentales de ingeniería. Más concretamente la *Ley de la conservación de la masa* que dice que cuando tienen lugar las reacciones químicas, la materia ni se crea ni se destruye. Lo que este concepto nos permite hacer es rastrear los componentes, por ejemplo los contaminantes cuando pasan de un lugar a otro, a través de ecuaciones de equilibrio o balance de masa.

Esta es una de las herramientas mas ampliamente utilizadas para analizar contaminante en el ambiente.

El primer paso en el análisis del equilibrio de masas es definir la región particular del espacio que va a ser analizado. Esto es lo que ha menudo se llamó *volumen control*. El volumen control puede incluir ejemplos que van desde un vaso de agua o un simple tanque químico de mezcla hasta la totalidad de una central térmica que quema carbón, un lago, un tramo de la corriente, una burbuja de aire sobre una ciudad o el mismo globo terráqueo. Dibujando una frontera imaginaria alrededor de una región, podemos comenzar a cuantificar el flujo de materia a través de la frontera, así como la acumulación y la reacción de materiales dentro de la región.



Diagrama de equilibrio de masas

Una sustancia que entra en el volumen control tiene cuatro destinos posibles. Algo de ella puede salir de la región igual que entró, algo de ella puede acumularse dentro de la frontera, y algo de ella puede convertirse en alguna otra sustancia (por ejemplo, si entra CO se puede oxidar a CO<sub>2</sub> dentro de la región). También existe la posibilidad de que produzca más de una sustancia (como por ejemplo, el CO que se emite al fumar un cigarrillo dentro del volumen control de un cuarto). A menudo los procesos de reacciones y de producción que pueden ocurrir son recogidos en una sola categoría denominada *reacciones*.

Utilizando el Diagrama de equilibrio de masas como guía, la ecuación de equilibrio de masas puede escribirse para cada sustancia de interés de la siguiente forma:



(Tasa de acumulación) = (Tasa de entrada) – (Tasa producción o salida) + (Tasa de reacción) ..... (1)

La ecuación (1) se puede simplificar cuando las condiciones de estabilidad o equilibrio pueden ser asumidas. Equilibrio significa que no hay acumulación de masa con el tiempo; el sistema ha tenido sus entradas y ha permanecido constante el tiempo suficiente, como para que ningún elemento haya sufrido un cambio o haya tenido la oportunidad de desaparecer. La concentración de contaminantes es constante. De ahí, que el término tasa de acumulación sea igual a cero.

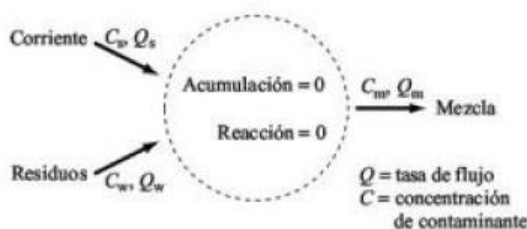
También se puede simplificar cuando una sustancia se conserva dentro de la región en cuestión, no ocurre ninguna reacción, no existe afección de radioactividad, actividad bacteriana, ni descomposición o generación química. Para tales sustancias la tasa de reacción es cero. Ejemplos de sustancias como modelos típicos de conservación tenemos los sólidos disueltos en una masa de agua, metales pesados en tierra, y el dióxido de carbono en el aire.

Nota: Sustancia no conservativas (gas radiactivo radón en una casa o la descomposición de residuos orgánicos en un lago. Problemas que implican sustancias NO CONSERVATIVAS PUEDEN SIMPLIFICARSE CUANDO LA TASA DE REACCIÓN ES LO SUFICIENTEMENTE PEQUEÑA COMO PARA SER IGNORADA.

4.1 Estado estable de conservación de sistemas

Los sistemas mas simples de analizar son aquellos en los que podemos asumir un estado estable (la tasa de acumulación es cero), y las sustancias en cuestión se conservan (la tasa de reacción es cero). En estos casos la ecuación (1) se simplifica de la siguiente manera:

Tasa de entrada = Tasa de salida ..... (2)



Sistema estable de conservación.

Los contaminantes entran y salen de la región con la misma tasa

El sistema contenido dentro de las fronteras podría ser un lago, una sección del flujo de una corriente libre o la masa de aire existente sobre una ciudad. Una de las entradas al sistema es una corriente (de agua o de aire por ejemplo) con una tasa del flujo Qs (volumen/tiempo) y una concentración de contaminante Cs (masa/volumen). La otra entrada es una corriente de residuos con una tasa de flujo de Qw y una concentración de contaminante Cw. La producción (salida) es una mezcla con tasa de flujo QM y concentración de contaminante CM.

Si el contaminante se conserva y si asumimos condiciones de estado estable, entonces el equilibrio de masas expresado en (2) nos permite escribir lo siguiente:

Cs Qs + Cw Qw = CM QM

QM = Qs + Qw

3. Equipos, Materiales y Reactivos

3.1. Equipos

Table with 4 columns: Ítem, Equipo, Característica, Cantidad. Row 1: 1, --, --, --

3.2. Materiales

Table with 4 columns: Ítem, Material, Característica, Cantidad. Row 1: 1, --, --, --

**3.2. Reactivos**

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	--	--	--

**4. Indicaciones/instrucciones:**

Respetar las normas del laboratorio.

**5. Procedimientos:**

**En los grupos de laboratorio los estudiantes deben dar respuesta a los siguientes problemas.**

1.- Una norma de calidad fija para el CO una concentración media, en condiciones normales, de 11 ppm (promedio de 24 horas) ¿Cuál será la concentración equivalente en mg/m<sup>3</sup>?

2.- El estándar de calidad de aire para el Ozono (O<sub>3</sub>) es de 0,45 ppm y el valor monitoreado a 25°C y 1 atm es 420 ug/m<sup>3</sup>.

a.- Se quiere saber si la concentración monitoreada está dentro del estándar de calidad de aire para O<sub>3</sub> o si la excede.

b.- ¿Cuántos ppm son la diferencia entre el estándar y el valor monitoreado?

c.- A la altitud de Huancayo, la presión es de unas 0,93 atm. Expresar el estándar de Ozono a esa presión a una temperatura de 13°C.

3.- Suponiendo que la concentración promedio de NO<sub>2</sub>, medida a condiciones estándar (25°C y 1 atm), es de 325 microgramos por metro cúbico y el estándar anual de NO<sub>2</sub> es de 0.21 ppm.

a.- Se quiere saber si la concentración monitoreada como promedio anual está dentro del Estándar de calidad ambiental para NO<sub>2</sub> o excede.

b.- ¿Cuántos ppm son la diferencia entre el estándar y el valor monitoreado?

4.- Los estándares primarios para la media de 24 horas de calidad de aire para el SO<sub>2</sub> en EEUU es de 0.14 ppm. No obstante, el valor monitoreado a 25°C y 1 atm, para el día de ayer fue 415 ug/m<sup>3</sup>

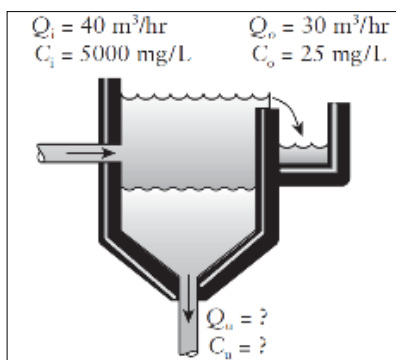
a.- Se quiere saber si la concentración monitoreada está dentro del estándar de calidad ambiental para el SO<sub>2</sub> o la excede.

b.- Cuántas ppm son la diferencia entre el estándar y el valor monitoreado?

5.- Una planta de tratamiento de aguas residuales recibe 10 mgd de flujo. El agua residual tiene una concentración de sólidos de 192 mg/L. ¿Cuántas libras de sólidos entran en la planta todos los días? (1 kg=2.2 lb) (mgd = millones de galones por día)

6.- Una planta de tratamiento de agua potable añade flúor a una concentración de 1 mg/l. La demanda media diaria de agua es de 18 millones de galones. ¿Cuánto flúor debe comprar la comunidad?

7.- La etapa del tratamiento primario tiene la función de eliminar los sólidos en suspensión por medio de un proceso de sedimentación (por gravedad o por coagulantes y floculantes). La figura muestra un sedimentador utilizado en una planta de tratamiento de aguas residuales. La planta recibe 40 m<sup>3</sup>/h de agua con una concentración de sólidos de 5,000 mg/L. Suponiendo que las sustancias se conservan completamente y el líquido clarificado sale del sistema a 30 m<sup>3</sup>/h con una concentración de sólidos de 25 mg/L. Indique la concentración de sólidos de flujo inferior y su respectivo caudal de salida.



**6. Resultados**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**7. Conclusiones**

7.1.....  
7.2.....  
7.3.....

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

.....  
.....  
.....

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- Prácticas de laboratorio [en línea. [Consulta: 01 de febrero de 2017]]. Disponible en web: <https://quimicac309.files.wordpress.com/2014/01/practica-03-2014.pdf>
- Vesilind P., A.; Morgan, S.M.. y Heine, L.G. (2010). Introduction to environmental engineering-SI Version. Cengage Learning.
- Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). Introducción a la ingeniería medioambiental. Pearson Prentice Hall.





# Guía de práctica N° 5

## Medición del pH y la conductividad

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../2017

Duración: Indica. Tiempo

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Comprende la importancia del sistema ácido base en el ambiente.

### 2. Fundamento Teórico

#### 2.1 Valor de pH

La medida de pH es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua. Prácticamente todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como la neutralización ácido-base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y control de la corrosión, dependen de pH. A una temperatura determinada la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad de ión hidrógeno o pH.

El pH es medida de la concentración del ión hidrógeno ( $H^+$ ) dada en moles (M) por litro en una disolución. El concepto de pH fue propuesto por Sorensen y Lindstrom-Lang en 1909, con el fin de facilitar el manejo de la expresión de concentraciones de iones que resultan muy bajas. Se define mediante la siguiente ecuación:

$$pH = -\text{Log}[H^+]$$

Es una medida de la acidez de la disolución.

Ejemplo: en el agua la concentración de  $[H^+]$  es  $1,0 \times 10^{-7}$  M, siendo en consecuencia el  $pH = 7$ .

Esto permitió expresar el rango de concentraciones de 1 a  $10^{-14}$  M, simplemente como de cero (0) a 14. Existen diversos sistemas para medir la acidez de una solución. Una sustancia es ácida cuando, disuelta en agua, la misma es capaz de producir iones  $H^+$ ; una sustancia es básica cuando, disuelta en agua, es capaz de producir iones  $[OH^-]$  (hidróxidos).

Una sustancia ácida tiene una mayor cantidad de iones  $[H^+]$  que la que presenta el agua pura; una sustancia básica presenta mayor cantidad de iones  $[OH^-]$  que los que presenta el agua pura. La concentración de las sustancias se expresa en moles (M).

En el agua pura se sabe que la concentración de iones  $[H^+]$  y  $[OH^-]$  es de  $1,0 \times 10^{-7}$  M, por lo que la misma se considera una sustancia neutra.

En realidad es un electrolito débil que se disocia según la ecuación:



Buffer: Solución que mantiene un valor constante y conocido de pH a una temperatura dada.

Mol: Cantidad de cualquier sustancia cuya masa, expresada en gramos, es numéricamente igual a la masa atómica de dicha sustancia.



## 2.2 Conductividad

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, de su valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de medición. Las soluciones de la mayoría de los compuestos inorgánicos (ej. aniones de cloruro, nitrato, sulfato y fosfato) son relativamente buenos conductores. Por el contrario, moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas (ej. aceites, fenoles, alcoholes y azúcares) son pobres conductores de una corriente eléctrica.

La medición física practicada en una revisión de laboratorio suele ser de resistencia, medida en ohmios o megaohmios. El recíproco de la resistencia es la conductancia que mide la capacidad para conducir una corriente y se expresa en ohmios recíprocos o mhos.

La conductividad se reporta generalmente en micromhos/cm ( $\mu\text{mho/cm}$ ). En el Sistema Internacional de Unidades (SI), el recíproco del ohm es el siemens (S) y la conductividad se reporta en milisiemens/metro (mS/m).

Utilice las siguientes expresiones de conversión, para cambiar de un sistema de medidas al otro:

$$1 \text{ mS/m} = 10 \mu\text{mhos/cm}$$

$$1 \mu\text{S/cm} = 1 \mu\text{mhos/cm}$$

$$0.1 \text{ mS/m} = 1 \mu\text{mhos/cm}$$

Para convertir  $\mu\text{mhos/cm}$  a mS/m divida por 10

## 3. Equipos, Materiales y Reactivos

### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Potenciómetro	calibrado	6
2	Conductímetro	calibrado	6
3	Balanza digital	Calibrada	6
4	Placa de calentamiento		

### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Vaso de precipitado	De 100 ml	2
2	Vaso de precipitado	De 150 ml	1
3	Espátula	--	1
4	Perilla	--	1
5	Pipeta de 10 ml	Graduada	1
6	Pipeta de 5 ml	Graduada	1
7	Termómetro digital	calibrado	1
8	Varilla de vidrio	--	2
9	Probeta de 100 ml	--	1
10	Tiras reactivas para medir pH	--	1

### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	Sal de mesa	--	5 gramos
2	Bicarbonato de sodio	--	15 gramos
3	Vinagre blanco	--	20 ml
4	Agua potable	--	250 ml

## 4. Indicaciones/instrucciones:

Respetar las normas del laboratorio.

## 5. Procedimientos:

5.1) Medición de pH:



### 5.1.1 Con potenciómetro

Antes de su uso se extrae el electrodo de la solución de calibrado o de conservación, se enjuaga con agua destilada y se seca con un paño suave.

En el vaso de precipitado de 150 ml coloca 120 ml de muestra de agua que trajo de casa.

Sumerge el electrodo en la muestra homogeneizada (agua potable) y toma la lectura.

Se retira el electrodo de la muestra se lava con agua destilada, se seca con un paño suave y se sumerge en la solución de conservación.

### 5.1.2 Con tiras indicadoras de pH

Sumerge la tira en la muestra de agua potable que trajo de casa.

Retirar y comparar el color obtenido con los que contiene el recipiente que contiene las tiras reactivas.

Anotar el rango de pH obtenido.

### 5.1.3 Variación del valor de pH por adición de vinagre

Mida 50 ml de la muestra de agua que trajo de casa.

Agregue 8 ml de vinagre blanco

Disuelva perfectamente

Mida el pH de la muestra, con el potenciómetro y con tiras de papel pH.

Anote sus resultados en la tabla que se presenta en la sección de resultados, compare el resultado obtenido por ambos métodos, explicando el porqué de su comentario.

### 5.1.4 Variación de pH por adición de bicarbonato de sodio:

Mida 50 ml de la muestra de agua que trajo de casa.

Pese 5 g de bicarbonato de sodio

Agregue el bicarbonato de sodio a 50 ml de la muestra de agua que trajo de casa

Disuelva perfectamente

Mida el pH de la muestra, con el potenciómetro y con tiras de papel pH

Anote sus resultados en la tabla que se presenta al final de la práctica, compare el resultado obtenido por ambos métodos, explicando el porqué de su comentario.

## 5.2 Determinación de la conductividad

Enjuague con agua destilada la sonda que contiene el electrodo, para remover cualquier impureza.

Asegúrese de que no existen burbujas atrapadas en la ranura de prueba

Agite de manera gentil la sonda en la muestra para homogeneizar la muestra.

Permita durante unos segundos que el conductímetro lea la temperatura de la solución.

### 5.2.1 Determinación de conductividad en una muestra de agua destilada

Mida 48 ml de agua destilada en un vaso de precipitado.

Determine la conductividad cuidando la temperatura de la muestra.

### 5.2.2 Determinación de conductividad en la muestra de agua que trajo de casa

Mida 60 ml de la muestra de agua que trajo de casa y viértalo en un vaso de precipitado.

Determine la conductividad cuidando la temperatura de la muestra.

### 5.2.3 Determinación de conductividad por adición de sal de mesa

Pese 0.2 gr de sal de mesa.

Agregue la sal de mesa a 50 ml de agua destilada.

Disuelva perfectamente.

Determine la conductividad de la solución cuidando la temperatura de la muestra.

Anote sus resultados en la tabla que se presenta al final de la práctica.



**6. Resultados**

pH	Agua que trajo de casa	Agua con vinagre	Agua con bicarbonato
Potenciómetro			
Tiras			

Conductividad	Agua destilada	Agua que trajo de casa	Agua con sal
Conductivímetro			

7. ....  
.....  
.....  
  
.....  
.....  
.....

**7. Conclusiones**

7.1.....  
7.2.....  
7.3.....

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- Capítulo 3 Analizador de pH [en línea. [Consulta: 15 de febrero de 2017]]. Disponible en web:[http://www.laboratoriometrologico.com/wenv/file\\_data.php?id=224](http://www.laboratoriometrologico.com/wenv/file_data.php?id=224)



# Guía de práctica N° 6

## Crecimiento poblacional

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../2017

Duración: Indica. Tiempo

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución..

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Predice escenarios ambientales sobre la base de estimaciones sencillas.

### 2. Fundamento Teórico

#### Crecimiento poblacional

Los sistemas ecológicos contienen elementos vivos de interacción e interdependencia regulares entre sí y el medio ambiente, que forman un todo unificado y comprenden básicamente los niveles de organización correspondientes a poblaciones, comunidades, ecosistemas, biomas y biosfera.

La población se define como el conjunto de organismos de la misma especie (que pueden intercambiar información genérica entre sí y proyectarla al futuro mediante la reproducción), que habita un área determinada en un tiempo dado. Posee además una serie de propiedades estadísticas como densidad, natalidad, mortalidad, edad, distribución, potencial biótico, dispersión y forma de desarrollo. De igual modo, las poblaciones poseen características genéticas que al interactuar con la información ambiental (relaciones organismo-medio ambiente) se traducen en fenotipos, adaptación y capacidad reproductivas, entre otras. Desde este punto de vista, las poblaciones bióticas se manifiestan como unidades dinámicas caracterizadas por cambios constantes en sus propiedades las que, en definitiva, influyen en sus cambios de tamaño (poblacional).

Los organismos vivos necesitan recursos específicos, como nutrientes y un medio ambiente favorable, para poder sobrevivir y reproducirse. Estos recursos no son ilimitados y una población solo puede ser tan grande como lo permitan los recursos disponibles en su medio ambiente local.

Los ecólogos de poblaciones usan varios métodos matemáticos para modelar la **dinámica de poblaciones** (los cambios en el tamaño y la composición de las poblaciones a lo largo del tiempo). Algunos de estos modelos representan el crecimiento sin restricciones ambientales, mientras que otros incluyen "topes" determinados por los recursos limitados. Los modelos matemáticos de las poblaciones pueden utilizarse para describir con precisión los cambios en una población y, aún más importante, predecir los cambios futuros.

#### Modelado de tasas de crecimiento

Para entender los diferentes modelos que se usan para representar las dinámicas poblacionales, empecemos por la ecuación general de la **tasa de crecimiento poblacional** (el cambio en el número de individuos en una población en el tiempo):

$$dN/dT = rN$$

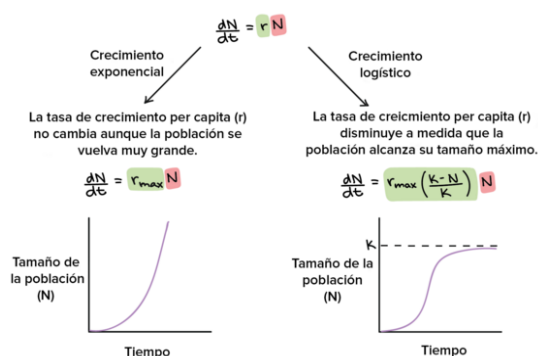
En esta ecuación,  $dN/dT$  es la tasa de crecimiento de la población en un momento determinado,  $N$  es el tamaño de la población y  $r$  es la tasa de aumento *per capita*, esto es, qué tan rápido crece la población *por cada individuo* que existe dentro de la misma.



Si suponemos que no hay un movimiento de individuos hacia adentro o hacia afuera de la población, entonces  $r$  es solo una función de las tasas de nacimiento y mortalidad. Puedes aprender más acerca del significado y la derivación de la ecuación aquí:

La ecuación anterior es muy general y podemos hacer formas más específicas de ella para describir dos tipos diferentes de modelos de crecimiento: exponencial y logístico.

- Cuando la tasa de aumento *per capita* ( $r$ ) toma el mismo valor positivo sin importar el tamaño de la población, entonces tenemos un **crecimiento exponencial**.
- Cuando la tasa de aumento *per capita* ( $r$ ) disminuye a medida que la población alcanza su límite máximo, entonces tenemos un **crecimiento logístico**.



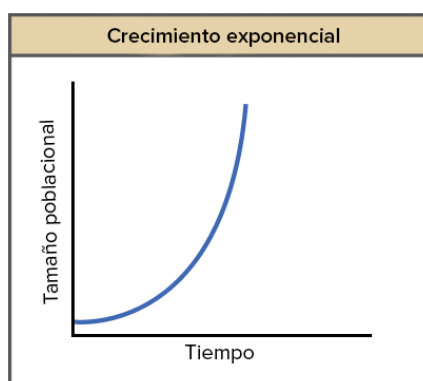
### Crecimiento exponencial

Las bacterias cultivadas en el laboratorio son un excelente ejemplo de crecimiento exponencial. En el **crecimiento exponencial**, la tasa de crecimiento de la población aumenta con el tiempo, en proporción con el tamaño de la población.

Veamos cómo funciona. Las bacterias se reproducen por fisión binaria (se dividen por la mitad) y el tiempo entre divisiones es de alrededor de una hora en muchas especies bacterianas. Para ver como crecen exponencialmente, empezamos con 1000 bacterias en un frasco con una cantidad ilimitada de nutrientes.

- Después de 1 hora: cada bacteria se divide, lo que produce 2000 bacterias (un aumento de 1000 bacterias).
- Después de 2 horas: cada una de las 2000 bacterias se divide, lo que produce 4000 bacterias (un aumento de 2000 bacterias).
- Después de 3 horas: cada una de las 4000 bacterias se divide, lo que produce 8000 bacterias (un aumento de 4000 bacterias).

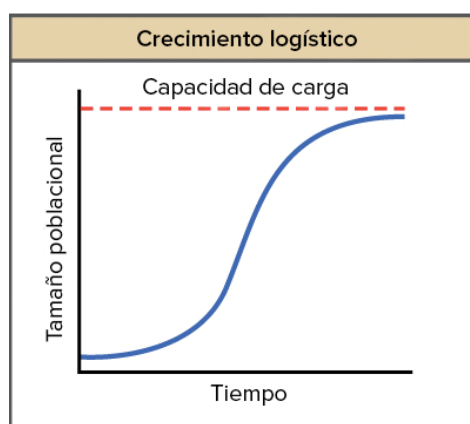
El concepto fundamental del crecimiento exponencial es que la tasa de crecimiento poblacional —el número de organismos que se añaden en cada generación— aumenta al mismo tiempo que la población se hace más grande. Los resultados pueden ser dramáticos: después de 1 día (24 ciclos de división) nuestra población de bacterias habría aumentado de 1000 ¡a más de 161616 mil millones! Cuando se grafica el tamaño de la población  $N$  en el tiempo, se obtiene una gráfica en forma de J.



### Crecimiento logístico

El crecimiento exponencial no es una situación muy sostenible, ya que depende de cantidades infinitas de recursos (las cuales no suelen existir en el mundo real).

El crecimiento exponencial puede ocurrir durante un tiempo, si hay pocos individuos y muchos recursos, pero cuando el número de individuos es lo suficientemente grande, los recursos empiezan a agotarse, lo que desacelera la tasa de crecimiento. Finalmente, el tamaño de la población se nivelará, o formará una meseta, lo que produce una gráfica con forma de S. El tamaño de la población en el que el crecimiento poblacional se nivela representa el tamaño poblacional máximo que puede soportar un medio ambiente en particular y se conoce como *capacidad de carga* o *K*.



Factores que determinan la capacidad de carga.

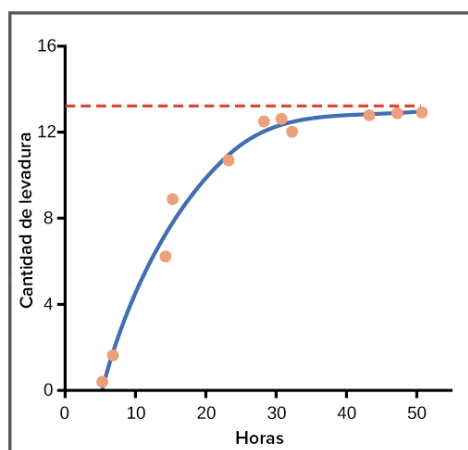
Cualquier tipo de recurso que sea importante para la supervivencia de una especie puede actuar como límite. Para las plantas el agua, la luz solar, los nutrientes y el espacio para crecer son algunos recursos fundamentales. En el caso de los animales, algunos de los recursos importantes son el alimento, el agua, el refugio y el espacio de anidación. Las cantidades limitadas de estos recursos resultan en una competencia entre los miembros de la misma población o competencia intraespecífica (intra- = dentro; -específica = especie).

La competencia intraespecífica por recursos puede que no afecte a las poblaciones que se encuentran muy por debajo de su capacidad de carga, ya que los recursos son abundantes y todos los individuos obtienen lo que necesitan. Sin embargo, la competencia se intensifica al tiempo que el tamaño de la población aumenta. Adicionalmente, la acumulación de desechos puede reducir la capacidad de carga del medio ambiente.

Ejemplos de crecimiento logístico.



La levadura, un hongo microscópico usado para hacer pan y bebidas alcohólicas, puede producir una clásica curva con forma de S cuando se cultiva en un tubo de ensayo. En la gráfica siguiente, el crecimiento de la levadura se estabiliza al tiempo que la población alcanza el límite de nutrientes disponibles (si le diéramos seguimiento a la población durante más tiempo, probablemente colapsaría, ya que el tubo de ensayo es un sistema cerrado en el que los recursos finalmente se agotarían al tiempo que los desechos alcanzan niveles tóxicos).



### Puntos importantes

En el crecimiento exponencial, la tasa de crecimiento per capita (por individuo) de una población es la misma sin importar el tamaño de la población, lo que hace que crezca cada vez más rápido conforme se hace más grande.

En la naturaleza, las poblaciones pueden crecer de manera exponencial por un tiempo, pero finalmente se ven limitadas por la disponibilidad de recursos.

En el crecimiento logístico, la tasa de crecimiento per capita se reduce cada vez más conforme el tamaño poblacional se acerca a un máximo impuesto por los recursos limitados del entorno, conocido como capacidad de carga (K).

El crecimiento exponencial produce una curva en forma de J, mientras que el crecimiento logístico produce una curva en forma de S.

## 3. Equipos, Materiales y Reactivos

### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	--	--	--

### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Frejoles	--	1 kg
2	Tablero de ajedrez	--	1
3	Vaso pequeño	--	1
4	Hoja milimetrada	A4	1

### 3.2. Reactivos





Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	--	--	--

#### 4. Indicaciones/instrucciones:

Respetar las normas del laboratorio.

#### 5. Procedimientos:

##### 5.1 Juego del crecimiento explosivo

Suponga que se observaran los cambios en el tamaño poblacional de un organismo partenogénico. En su ciclo de vida se presentan dos épocas: una primera época de reproducción y después una época de mortalidad. En el hábitat de este organismo existen zonas diferentes, unas en que se favorece la sobrevivencia y otras donde el organismo perece. Dentro de las primeras, los organismos pueden reproducirse. Para todos los casos, si un organismo se ubica en zonas de mortalidad, perece y por lo tanto no pasa a la siguiente unidad de tiempo. En los tableros de ajedrez se simulará el crecimiento poblacional de estos organismos hipotéticos (frijoles), bajo las siguientes consideraciones:

- Cada frijol representa un organismo.
- El ambiente está representado por el tablero de ajedrez de 8 cuadros por lado.
- Los cuadros blancos del tablero representan zonas de sobrevivencia.
- Los cuadros negros representan zonas de mortalidad.
- Cada tirada representa una unidad de tiempo.
- Se simulará la acción del ambiente arrojando los frijoles al tablero, desde una altura de 25 cm a la zona central del tablero. Si un frijol cae en un cuadro negro se elimina (muere) y no pasa a la siguiente tirada, pero si cae en un cuadro blanco (sobrevive), permanece en la siguiente tirada.
- El número de sobrevivientes en cada tirada será el tamaño de la población en la siguiente tirada;
- Para cada tirada, las reproducciones se efectuarán antes de arrojar los frijoles al tablero.

Coloque el marco sobre la cartulina cuadrículada y ambos sobre la mesa de trabajo; ponga en el vaso el número de semillas que se indican para cada juego y arrójelas sobre el centro de la cartulina desde una altura aproximada de 25 cm.....¡ A JUGAR !!!!

Considere 10 como su tamaño inicial.

REGLAS: Cada individuo que caiga en cuadro negro muere. Cada individuo que caiga en cuadro blanco, se reproduce, esto es, se multiplica por un valor C donde  $C = 3$ . De acuerdo con estas dos reglas calcule el tamaño poblacional de la siguiente generación. Ejemplo; Si  $N_0 = 10$  y  $C = 3$  y al arrojar los frijoles al tablero se obtuviera la siguiente disposición:

CUADRO	No. De individuos
Blanco	6
Negro	4

$$\begin{array}{r} \text{SUPERVIVIENTES} \\ 6 \end{array} \times \begin{array}{r} \text{TASA DE MULTIPLICACION} \\ 3 \end{array} = 18$$

La siguiente generación  $N_1$  se considera de tamaño 18, y se repite el procedimiento arrojando ahora 18 individuos; para anotar sus datos utilice la siguiente tabla:

t(X)	$N_0$ (Población inicial)	Nº de muertos	Nº de sobreviviente (S)	$N_{t+1} = S \times C$ (Y)
1	10	4	6	18
2	18			
3				
4				
5				
6				
7				



8				
9				
10				
11				
12				

5.2 Cuestionario

Desarrolla el siguiente cuestionario.

- a) ¿En qué situaciones y qué tipo de especies se puede obtener un crecimiento explosivo tal como el juego del Crecimiento explosivo?
- b) ¿A causa de qué se podrían extinguir las poblaciones?
- c) Se sabe que la tasa de crecimiento de una determinada población de bacterias es directamente proporcional al número de bacterias existentes. Se realiza un cultivo en laboratorio, introduciendo 2.5 millones de bacterias en un recipiente. Se observa que la población se duplica cada 3 horas. Calcular la población existente al cabo de 10 horas.
- d) La población mundial en el año 1985 era de aproximadamente 4830 millones de personas y en aquel momento, crecía a un ritmo de un 1.73% por año. Suponiendo que el crecimiento de la población se rigiera por el modelo exponencial, calcular el valor estimado de la población mundial en el año 2010.
- e) A la población mundial le costó cerca de 300 años aumentar de 500 millones de personas a 4000 millones. Si suponemos un crecimiento exponencial a una tasa constante durante ese periodo, ¿Cuál sería esta tasa de crecimiento

6. Resultados

Elabore las gráficas de crecimiento ( $N_{t+1}$  vs  $t$ ;  $y = N^\circ$  de individuos,  $x =$  años) en el papel milimetrado.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Conclusiones

7.1.....

7.2.....

7.3.....

8. Sugerencias y /o recomendaciones

.....

.....

.....

.....

Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- Bejarano, C. A. (2005). Modelos de simulación para el estudio del crecimiento poblacional exponencial. Épsilon, (4), 69-81.
- Crecimiento exponencial y logístico [en línea. [Consulta: 20 de febrero de 2017]]. Disponible en web: <https://es.khanacademy.org/science/biology/ecology/population-growth-and-regulation/a/exponential-logistic-growth>



# Guía de práctica N° 7

## Calidad del agua

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../2017

Duración: Indica. Tiempo

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Identifica y mide los principales parámetros de calidad de agua.

### 2. Fundamento Teórico

Los recursos hídricos son esenciales para la existencia de los seres vivos y para el bienestar del entorno ambiental en el que estos desarrollan sus actividades sociales y productivas; el desarrollo de estas actividades impacta directa o indirectamente en su calidad.

En este sentido, considerando el impacto negativo en la calidad de los recursos hídricos, hasta saturar la capacidad de autodepuración, ocasionada por las actividades poblacionales y productivas, se hace necesario ejecutar acciones de vigilancia y fiscalización de la calidad de los recursos hídricos para prevenir, mitigar y controlar los impactos negativos.

Las condiciones de calidad de los recursos hídricos, se obtienen como resultado de mediciones y observaciones sistemáticas que se desarrollan a través de una metodología y procedimientos estandarizados.

#### 2.1 pH

##### Fuente

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número de iones hidrógeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica.

Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H<sup>+</sup>) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH<sup>-</sup>), la sustancia es ácida.

##### Características

- La concentración de ión hidrógeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales.
- El agua residual con concentración de ión hidrógeno presenta elevadas dificultades de tratamiento con procesos biológicos y el efluente puede modificar la concentración de ión hidrógeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas.
- El pH de los sistemas acuáticos puede medirse convenientemente con pH-metro.

##### Riesgos

Para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8

- En valores superiores de pH 11 produce irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos.

##### Método de Análisis

Es recomendable la medición in situ, de modo que no se modifique los equilibrios iónicos debido al transporte o una permanencia prolongada en recipientes cambia cuando es llevado al laboratorio.



## 2.2 Temperatura

### Fuente

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles.

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

### Características

- El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría.
- El aumento en las velocidades de las reacciones químicas que produce un aumento de la temperatura, combinado con la reducción de oxígeno presente en las aguas superficiales.
- Es causa frecuente del oxígeno presente en las aguas superficiales, reduciéndose más en los meses de verano
- Un cambio brusco de temperatura puede conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática.
- Las temperaturas elevadas pueden dar lugar a un aumento en la mortalidad de la vida acuática.

### Riesgos

- Las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos.
- En periodos extendidos de continua inmersión en agua más fría ó  $<15^{\circ}\text{C}$  puede causar la muerte de algunos bañistas y será riesgo para todo los bañistas que no usen ropa protectora de inmersión.

### Método de Análisis

Este parámetro es medido in situ: el método termometría

## 2.3 Oxígeno Disuelto

### Fuente

La oxigenación del agua se debe principalmente a la solubilización del oxígeno atmosférico y minoritariamente a su generación en la fotosíntesis, principalmente de algas. Sin embargo el oxígeno así formado durante el día, se consume en parte durante la noche, cuando las algas consumen oxígeno para su metabolismo. Luego de la muerte de las algas la degradación de esta biomasa también consume oxígeno.

La concentración (C) del oxígeno en agua depende, de la presión parcial (P) del oxígeno en la atmósfera y de la temperatura del agua., se deduce que la concentración del oxígeno en agua a  $25^{\circ}\text{C}$  es 8,32 mg/L o 8,32 (partes por millón). Dado que la solubilidad de un gas en el agua disminuye con el aumento de temperatura, a  $35^{\circ}\text{C}$  la solubilidad del  $\text{O}_2$  en  $\text{H}_2\text{O}$  es 7,03 mg/L y a  $0^{\circ}\text{C}$  aumenta a 14,74 mg/L. El aumento de la temperatura incide fuertemente en su disminución.

El conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. incluyen heces y otros materiales que se vierten a los cuerpos de agua y son descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno y no es posible la existencia de peces u otros organismos vivos. El indicador para medir la contaminación por desechos o residuos orgánicos es la cantidad de oxígeno disuelto (OD) en agua o demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)

### Características

- El oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. Sin embargo, el oxígeno es sólo ligeramente soluble en agua.
- La cantidad real de oxígeno y otros gases que pueden estar presentes en la solución, viene acondicionada por los siguientes aspectos: (1) solubilidad del gas, (2) presión parcial del gas en la atmósfera; (3) temperatura, y (4) pureza del agua (salinidad, sólidos en suspensión, etc.)
- Cuando el caudal de los ríos es menor, razón por la cual la cantidad total de oxígeno disponible es también menor. Dado que evita la formación de olores desagradables en las aguas residuales, es deseable y conveniente disponer de cantidades suficientes de oxígeno disuelto.
  - La importancia del oxígeno disuelto (OD) para la vida acuática se debe a que, en los casos en los que el nivel de OD se sitúa por debajo de 4-5 mg/l, se pueden producir efectos nocivos en determinadas especies.



#### Riesgo

El oxígeno disuelto es considerado como un indicador de la calidad del agua, si la fuente de agua está contaminada contiene microorganismos, bacterias y materia orgánica, malos olores la concentración de oxígeno disuelto disminuye lo que indica que el agua es de mala calidad, la presencia de microorganismos aumenta los riesgos a la salud.

#### Métodos de Análisis

Se describen dos métodos:

1. El de Winkler o yodométrico, es un procedimiento titulométrico basado en la propiedad oxidante del Oxígeno Disuelto.
2. El electrométrico que utiliza electrodos de membrana se basa en la tasa de difusión del oxígeno molecular a través de una membrana.

### 2.3 Conductividad

#### Fuente

Depende de la actividad de los tipos de iones disueltos y de la temperatura a la que se realiza la medida. La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición.

El agua pura tiene muy poca conductividad, por lo que la medida de la conductividad de un agua nos da una idea de los sólidos disueltos en la misma.

De la conductividad eléctrica, que indica la presencia de sales en el agua, lo que hace aumentar su capacidad de transmitir una corriente eléctrica, propiedad que se utiliza en mediciones de campo o de laboratorio, expresadas en micro Siemens/cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

#### Características

- Las soluciones de la mayoría de ácidos, bases y sales presentan coeficientes de conductividad relativamente adecuados.
- Las moléculas de los compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas tienen una conductividad muy escasa o nula.
- La conductividad eléctrica de un agua se utiliza como una medida indirecta de su concentración de sólidos disueltos totales o de minerales en el agua.
- La salinidad del agua se determina midiendo su conductividad eléctrica.

La presencia de sales afecta el crecimiento de las plantas por tres mecanismos:

1. Efectos osmóticos, provocados por la concentración total de sales en el agua del suelo.
2. Toxicidad de iones específicos, provocada por la concentración de un ión determinado.
3. Dispersión de las partículas de suelo, provocada por la presencia importante de sodio y por una baja salinidad.

### 2.4 Turbidez

#### Fuente

La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1.000 nm (nanómetros) de diámetro.

La turbidez se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración para determinar si hay presencia de organismos que provocan enfermedades.

La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado. Esto se llama turbidez. La turbidez se puede medir con varias diversas técnicas, esto demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua.

#### Características:

- La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión.
- Elevados niveles de turbiedad pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección y estimular la proliferación de bacteria.



#### Riesgos

Una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias. Estos organismos pueden provocar síntomas tales como náuseas, retortijones, diarreas y dolores de cabeza

#### Métodos de Análisis

Método Nefelométrico son expresados en UNT (Unidades nefelométricas de Turbidez)

### 2.5 Demanda Química de Oxígeno

#### Fuente

DQO es la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica en el agua expresada en mg/L y se emplea un oxidante (dicromato potásico), que se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales, el valor de la DQO es mayor que el de la DBO5

El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente, y su contenido es de materia orgánica: es de carbohidratos, proteínas, grasas e inorgánico (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros)

#### Características:

- El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse.
- El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como municipales que tengan compuestos tóxicos para la vida biológica. La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica.
- En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre los valores de la DBO y la DQO. Ello puede resultar de gran utilidad dado que es posible determinar la DQO en un tiempo de 3 horas, frente a los 5 días necesarios para determinar la DBO. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento.

#### Desventaja de la DQO

- En general, en una muestra hay compuestos orgánicos que, aunque son oxidados por el dicromato de potasio no son biodegradables y, por lo tanto, no son oxidados al ser descargados en un río, normalmente la DQO sobreestima el monto de oxígeno que se utilizaría en un río.
- La DQO, no entrega ninguna información acerca de la tasa a la cual va a ocurrir la oxidación bioquímica en el curso receptor.

#### Método de análisis:

Se prefiere el método de dicromato a los procedimientos que utilizan otros oxidantes debido a su mayor capacidad oxidante, a su aplicabilidad, a una mayor variedad de muestras y a su fácil manipulación

### 2.6 Demanda Bioquímica de Oxígeno

#### Fuente

Dado que la materia orgánica no sólo son carbohidratos, una manera más práctica de analizar el consumo de oxígeno en la degradación de la materia orgánica en general, es medir los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

La DBO5 expresan la materia orgánica en términos generales, pero no indican su composición, la cual es muy variada. Como su origen proviene de organismos, y sus productos de degradación o de metabolismo, se puede afirmar que la componen proteínas, carbohidratos y lípidos y/o sus productos de degradación: aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes, más otros componentes propios de los vegetales como pigmentos.



DBO: Es el parámetro de contaminación orgánica. Es el resultado de la degradación de tres tipos de materiales: materiales orgánicos carbónicos (microorganismos aerobios), nitrógeno oxidable (nitrosomas y nictrobacter), compuestos químicos reductores (se oxidan con el OD).

Características:

- Los resultados de los ensayos de DBO se emplea para:
  1. Determina la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente;
  2. Dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales;
  3. Medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento y
  4. Controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos.
- El período de incubación es, normalmente, de 5 días a 20°C, aunque también se pueden adoptar diferentes periodos de tiempo y temperatura.
- La medición del oxígeno disuelto se hace antes y después del período de incubación.
- La oxidación es un proceso lento. En un período de 20 días se completa la oxidación del 95 al 99% de la materia carbonosa, y en los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60 y el 70%
- La determinación de la DBO5 está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica.
- Se define la DBO5 como el monto de oxígeno consumido por microorganismos para oxidar biológicamente la materia orgánica, cuando se incuba una muestra en la oscuridad durante 5 días a 20°C.

Riesgos

La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador de consumo de oxígeno por microorganismo, el consumo de esta agua con alto contenido de DBO5 presenta riesgos a la salud

Método de Análisis

Se determina DBO5 con la prueba de DBO de 5 días, límite mínimo detectable es < 2mg/LO2

## 2.7 Coliformes totales

Fuente

Pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición. También hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua.

Características

El grupo coliforme está formado por todas las bacterias Gram. Negativas aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35 °C y desarrollándose en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos.

Riesgos

- Su presencia indicaría ineficiencia en el tratamiento de aguas y de la integridad del sistema de distribución.
- Por ingestión o inhalación puede ocasionar gastroenteritis.
- Por contacto infección a la piel, ojos y oído.

Método de análisis

El método de análisis utilizado es el de Tubos Múltiples

## 2.8 Coliformes termotolerantes

Fuente

Los termotolerantes diferentes de Escherichia coli pueden proceder de aguas orgánicamente enriquecidas como efluentes industriales, de materias vegetales y suelos en descomposición.

Características

Comprende a los géneros de Escherichia y en menor grado Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter. Este grupo de organismos puede fermentar la lactosa entre 44 – 45 °C.

Riesgos para la salud



- Es poco probable que los organismos coliformes termotolerantes vuelvan a desarrollarse en un sistema de distribución a menos que estén presentes nutrientes en cantidad suficiente o que materiales inadecuados entren en contacto con el agua tratada.
- Por contacto directo pueden infectar heridas, mucosas de ojos y oídos. Por ingestión ocasionan gastroenteritis aguda.

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Potenciómetro	calibrado	1
2	Turbidímetro	calibrado	1
3	Oxímetro	calibrado	1
4	Multiparámetro	calibrado	1
5	Termómetro digital	calibrado	1
6	Conductímetro	calibrado	2

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Agua de río u otro cuerpo de agua	--	1 litro
2	Vaso de precipitado	--	0.5 litro
3	Vaso de precipitado	--	150 ml
4	Papel absorbente	--	1 paquete

#### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	--	--	--

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Respetar las normas del laboratorio.

Usar de manera responsable los equipos del laboratorio.

### 5. Procedimientos:

- a) Toma de la muestra.  
Ubicar el punto de monitoreo donde el cuerpo natural de agua presente un cauce regular y uniforme. Utilizar un frasco de plástico o de vidrio de boca ancha con cierre hermético, limpio de primer uso. Completar la siguiente información:





ANEXO V  
FICHA

UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Cuerpo de Agua :   
Clasificación del Cuerpo de Agua   
(Categorizado de Acuerdo al R. J. N° 262-2010-ANA)  
Cuenca, sub cuenca o microcuenca

**IDENTIFICACION DEL PUNTO**

Codigo del Punto de Monitoreo :   
Ubicación   
Accesibilidad   
Representatividad   
Estación Hidrométrica (\*)   
(\*) si existe  
Reconocimiento del Entorno :

**UBICACIÓN**

Distrito :  Provincia :  Departamento :

Localidad

**Coordenadas U.T.M. (WGS84 ó PSAD56)**

Norte :  Este :  Zona :  ( 17, 18 o 19 )  
Altitud :  ( metros sobre el nivel del mar )

**Incluir:**

Croquis de ubicación del punto de monitoreo

Fotografía tomada del punto de monitoreo a una distancia de 20 metros como mínimo.

**b) Uso de la muestra en el laboratorio.**

Vierte la muestra de agua en el vaso de precipitado de medio litro.  
Según la disponibilidad de los equipos empieza a medir los parámetros de calidad del agua.  
El uso del oxímetro y multiparámetro se realiza de manera similar que el potenciómetro y el conductímetro.  
Para el uso del Turbidímetro debes colocar la muestra en el frasco del Turbidímetro hasta el aforo, secarlo por fuera y colocar en el equipo, tapar y proceder a prender el equipo y hacer la lectura. Al colocar el frasco debes hacerlo de tal manera que el triángulo del franco esté alineado al triángulo del equipo.

En el siguiente cuadro colocar los resultados de la medición y comparar con los ECA para agua.





# Guía de práctica N° 8

## Test de Jarras

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../2017

Duración: Indica. Tiempo

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Analiza los resultados del tratamiento primario del agua residual.

### 2. Fundamento Teórico

#### 2.1 Tratamiento de aguas residuales

Las aguas residuales municipales típicas contienen materia orgánica que demanda oxígeno para su biodegradación, sedimentos, grasas, aceites, espumas, bacterias patógenas, virus, sales, nutrientes de algas, plaguicidas, compuestos orgánicos refractarios, metales pesados y una variedad asombrosa de objetos flotantes que van desde calcetines de niños hasta esponjas. El trabajo de la planta de tratamiento de efluentes residuales consiste en eliminar estos materiales tanto como sea posible.

Se usan varias características para describir las aguas residuales. Estas incluyen la turbidez (en unidades internacionales de turbidez), los sólidos en suspensión (en ppm), los sólidos totales disueltos (ppm), la acidez (concentración del ión  $H^+$  o pH) y el oxígeno disuelto (en ppm de  $O_2$ ). La demanda bioquímica de oxígeno se usa como una medida de las sustancias que demandan oxígeno para su degradación.

Los procesos para el tratamiento de agua residual pueden dividirse en tres categorías: tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario.

El agua residual normalmente se trata en plantas de tratamiento de aguas residuales PTAR.

#### 2.2 Coagulación y floculación

El agua puede contener partículas en suspensión que son demasiado pequeñas para sedimentar mediante la sola fuerza de la gravedad en un periodo de tiempo razonable y no pueden ser retiradas por una simple filtración. Muchas de estas partículas son coloides (partículas con un tamaño entre 0.001 y 0.1  $\mu m$ ). El objetivo de la coagulación consiste en alterar las superficies de la partícula de tal modo que les permita adherirse a cada una de las demás. Así pueden crecer y alcanzar un tamaño que permitirá su deshecho mediante la filtración o la sedimentación. La coagulación se considera un proceso de tratamiento químico que desestabiliza las partículas (las hace pegajosas) como opuesto ante una operación de tratamiento físico, como la floculación, la sedimentación o la filtración.

La mayoría de los coloides y partículas no sedimentarias se interés en tratamientos de agua permanecen suspendidas en solución porque tienen una carga superficial negativa que provoca que las partículas se repelan entre ellas. El propósito del coagulante es neutralizar la carga superficial, permitiendo así a las partículas unirse formando partículas mayores que puedan limpiarse con mayor facilidad. El coagulante habitual es el sulfato de aluminio (Alum),  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ , aunque pueden utilizarse  $FeCl_3$ ,  $FeSO_4$ , y otros coagulantes como polielectrolitos.

El sulfato de aluminio se ioniza en el agua, produciendo iones  $Al^{3+}$ , algunos de los cuales neutralizan las cargas negativas de los coloides. La mayoría de los iones de aluminio, en cualquier caso, reaccionan con la alcalinidad en el agua (bicarbonato) y forman hidróxido de aluminio insoluble  $Al(OH)_3$ . La reacción general es:



El hidróxido de aluminio precipitado forma copos ligeros y esponjosos que adsorben partículas desestabilizadas en su superficie a medida que sedimenta. Las partículas desestabilizadas pueden también agregarse y crecer colisionando entre ellas.

### 2.3 Prueba de jarras

La prueba de jarras es un procedimiento común de laboratorio para determinar las condiciones óptimas de funcionamiento para el tratamiento de aguas residuales. Este método permite realizar ajustes en el pH, las variaciones en la dosis de coagulante o polímero, alternando velocidades de mezclado, o la prueba de coagulante o diferentes tipos de polímeros, a pequeña escala con el fin de predecir el funcionamiento de una operación a gran escala de tratamiento. Una prueba de jarras simula los procesos de coagulación y floculación que fomentan la eliminación de los coloides en suspensión y materia orgánica que puede conducir a problemas de turbidez, olor y sabor.



## 3. Equipos, Materiales y Reactivos

### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Test de jarras + vasitos muestreadores	--	1
2	Turbidímetro	--	1
3	Montaje de filtración + papel filtro	--	1

### Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Vaso de precipitado	150 ml	2
2	Pipeta + propipeta	10 ml	1
3	Probeta	10 ml	1

### Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	FeCl <sub>3</sub>	40 mg/l	300 ml
2	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	30 ppm	300 ml
3	Sulfato de aluminio Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	46 ppm	300 ml
4	Sulfato de aluminio Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	20 ppm	300 ml
5	Almidón	En polvo	50 g
6	Solución buffer		



**4. Indicaciones/instrucciones:**

- Respetar las normas del laboratorio.
- Usar con responsabilidad los equipos del laboratorio

**5. Procedimientos:**

- Traer 2 litros de muestra de agua residual.
- En el laboratorio, medir la turbidez de la muestra.
- Llene el recipiente asignado del Test de Jarras hasta el nivel de aforo (2 litros).
- Programar el tiempo y velocidad de agitación. La programación se hace para 4 momentos: Velocidad alta, media, baja y periodo de sedimentación.
- Verifique que las varillas de las hélices estén fijas.
- En el cuadro de resultados indique las revoluciones por minuto y el tiempo al que ha sido programado el Test de Jarras.
- Al iniciar el funcionamiento del equipo debe adicionar con una pipeta 10 ml de coagulante (Sulfato de Aluminio o Cloruro Férrico). Inmediatamente agregar 1 gramo de almidón.
- Observar la formación de flóculos y describir sus características.
- Después del periodo de mezclado lento, observe que se suspende la agitación e inicia la etapa de sedimentación.
- Al finalizar el periodo de sedimentación, extraer un poco de líquido sobrenadante en los vasos del Test de Jarras.
- Instalar el montaje para filtrar el líquido extraído en los vasos del Test de Jarras.
- Realizar la lectura de la turbidez.
- Hallar el % de remoción

**6. Resultados**

Programación del Test de Jarras

Etapas	RPM	TIEMPO
1era		
2da		
3era		
4ta – sedimentación		

Coagulante utilizado: \_\_\_\_\_

Medida de la turbidez

Antes del tratamiento: \_\_\_\_\_ NTU

Después del tratamiento: \_\_\_\_\_ NTU

$$\% \text{ de remoción} = \frac{(\text{Turbidez antes del tratamiento} - \text{Turbidez después del tratamiento})}{\text{Turbidez antes del tratamiento}} \times 100$$

% de remoción =



**7. Conclusiones**

7.1.....

7.2.....

7.3.....

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- Vesilind P., A.; Morgan, S.M. y Heine, L.G. (2010). Introduction to environmental engineering-SI Version. Cengage Learning.
- Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). Introducción a la ingeniería medioambiental. Pearson Prentice Hall.



# Guía de práctica N° 9

## Síntesis de contaminantes

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../2017

Duración: Indica. Tiempo

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Identifica los tipos de contaminantes del aire.

### 2. Fundamento Teórico

#### Contaminación atmosférica

Una atmósfera contaminada puede dañar la salud de las personas y afectar a la vida de las plantas y los animales. Pero, además, los cambios que se producen en la composición química de la atmósfera pueden cambiar el clima, producir lluvia ácida o destruir el ozono, fenómenos todos ellos de una gran importancia global.

#### Contaminación primaria y secundaria

Resulta muy útil diferenciar los contaminantes en dos grandes grupos con el criterio de si han sido emitidos desde fuentes conocidas o se han formado en la atmósfera. Así tenemos:

Contaminantes primarios: Aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión.

Contaminantes secundarios: Aquellos originados en el aire por interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los constituyentes normales de la atmósfera.

#### Óxidos de carbono

Incluyen el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el monóxido de carbono (CO). Los dos son contaminantes primarios.

##### Dióxido de carbono

Características.- Es un gas sin color, olor ni sabor que se encuentra presente en la atmósfera de forma natural. No es tóxico. Desempeña un importante papel en el ciclo del carbono en la naturaleza y enormes cantidades de este gas, del orden de 1012 toneladas, pasan por el ciclo natural del carbono, en el proceso de fotosíntesis.

Acción contaminante.- Dada su presencia natural en la atmósfera y su falta de toxicidad, no deberíamos considerarlo una sustancia que contamina, pero se dan dos circunstancias que lo hacen un contaminante de gran importancia en la actualidad:

- es un gas que produce un importante efecto de atrapamiento del calor, el llamado efecto invernadero; y
- su concentración está aumentando en los últimos decenios por la quema de los combustibles fósiles y de grandes extensiones de bosques Por estos motivos es uno de los gases que más influye en el importante problema ambiental del calentamiento global del planeta y el consiguiente cambio climático. Analizamos este efecto más adelante, dada su importancia

##### Monóxido de carbono

Es una gas sin color, olor ni sabor. Es un contaminante primario. Es tóxico porque envenena la sangre impidiendo el transporte de oxígeno. Se combina fuertemente con la hemoglobina de la sangre y reduce drásticamente la capacidad de la sangre de transportar oxígeno. Es responsable de la muerte de muchas personas en minas de carbón, incendios y lugares cerrados (garajes, habitaciones con braseros, etc.) Alrededor del 90% del que existe en la atmósfera se forma de manera natural, en la



oxidación de metano (CH<sub>4</sub>) en reacciones fotoquímicas. Se va eliminando por su oxidación a CO<sub>2</sub>. La actividad humana lo genera en grandes cantidades siendo, después del CO<sub>2</sub>, el contaminante emitido en mayor cantidad a la atmósfera por causas no naturales. Procede, principalmente, de la combustión incompleta de la gasolina y el gasoil en los motores de los vehículos.

### Óxidos de azufre

Incluyen el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y el trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>).

Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) Importante contaminante primario.

Es un gas incoloro y no inflamable, de olor fuerte e irritante. Su vida media en la atmósfera es corta, de unos 2 a 4 días. Alrededor de la mitad que llega a la atmósfera vuelve a depositarse en la superficie y el resto se convierte en iones sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Por este motivo es un importante factor en la lluvia ácida. En conjunto, más de la mitad del que llega a la atmósfera es emitido por actividades humanas, sobre todo por la combustión de carbón y petróleo y por la metalurgia. Otra fuente muy importante es la oxidación del H<sub>2</sub>S. Y, en la naturaleza, es emitido en la actividad volcánica. En algunas áreas industrializadas hasta el 90% del emitido a la atmósfera procede de las actividades humanas, aunque en los últimos años está disminuyendo su emisión en muchos lugares gracias a las medidas adoptadas.

Trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>)

Contaminante secundario que se forma cuando el SO<sub>2</sub> reacciona con el oxígeno en la atmósfera. Posteriormente este gas reacciona con el agua formando ácido sulfúrico con lo que contribuye de forma muy importante a la lluvia ácida y produce daños importantes en la salud, la reproducción de peces y anfibios, la corrosión de metales y la destrucción de monumentos y construcciones de piedra, como veremos más adelante. Otros Algunos otros gases como H<sub>2</sub>S son contaminantes primarios, pero normalmente sus bajos niveles de emisión hacen que no alcancen concentraciones dañinas.

### Óxidos de nitrógeno

Incluyen el óxido nítrico (NO), el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). NO<sub>x</sub> (conjunto de NO y NO<sub>2</sub>) El óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se suelen considerar en conjunto con la denominación de NO<sub>x</sub>

Son contaminantes primarios de mucha trascendencia en los problemas de contaminación. El emitido en más cantidad es el NO, pero sufre una rápida oxidación a NO<sub>2</sub>, siendo este el que predomina en la atmósfera. NO<sub>x</sub> tiene una vida corta y se oxida rápidamente a NO<sub>3</sub> - en forma de aerosol o a HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico). Tiene una gran trascendencia en la formación del smog fotoquímico, del nitrato de peroxiacetilo (PAN) e influye en las reacciones de formación y destrucción del ozono, tanto troposférico como estratosférico, así como en el fenómeno de la lluvia ácida. En concentraciones altas produce daños a la salud y a las plantas y corroe tejidos y materiales diversos. Las actividades humanas que los producen son, principalmente, las combustiones realizadas a altas temperaturas.

Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) En la troposfera es inerte y su vida media es de unos 170 años. Va desapareciendo en la estratosfera en reacciones fotoquímicas que pueden tener influencia en la destrucción de la capa de ozono. También tiene efecto invernadero. Procede fundamentalmente de emisiones naturales (procesos microbiológicos en el suelo y en los océanos) y menos de actividades agrícolas y ganaderas (alrededor del 10% del total). Otros Algunos otros gases como el amoniaco (NH<sub>3</sub>) son contaminantes primarios, pero normalmente sus bajos niveles de emisión hacen que no alcancen concentraciones dañinas.

### Contaminantes criterio

Son los que más frecuentemente se encuentran en el aire contaminado y por consiguiente los principales responsables de efectos perjudiciales para la salud ambiental.

- SO<sub>2</sub> Dióxido de azufre
- CO monóxido de carbono
- NO<sub>2</sub> dióxido de nitrógeno
- O<sub>3</sub> Ozono
- PM<sub>10</sub> material particulado respirable (menor a 10µm)
- PM<sub>2.5</sub> material particulado respirable (menor a 2.5µm)
- Pb Plomo

## 3. Equipos, Materiales y Reactivos

### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Potenciómetro	calibrado	1



**3.2. Materiales**

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cucharilla de combustión	--	1
2	Tubo de ensayo mediano	--	2
3	Gradilla	--	1
4	Pizetas	--	1
5	Vasos de precipitado	100 ml	3
6	Mechero de alcohol	--	1
7	Matraz con tapón	100 ml	1
8	Pinza para tubo	--	1
9	Pipeta y propipeta	--	1

**3.2. Reactivos**

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	Azufre en polvo	--	50 g
2	Bicarbonato de sodio	--	50 g
3	Acido acético glacial	--	200 ml
4	Cobre (piezas)	--	50 g
5	Acido nítrico (q.p.)	--	100 ml
6	Papel tornasol azul	--	1 paquete

**4. Indicaciones/instrucciones:**

Respetar las normas del laboratorio.  
Usar de manera responsable los equipos

**5. Procedimientos:**
**Síntesis del Dióxido de Azufre**

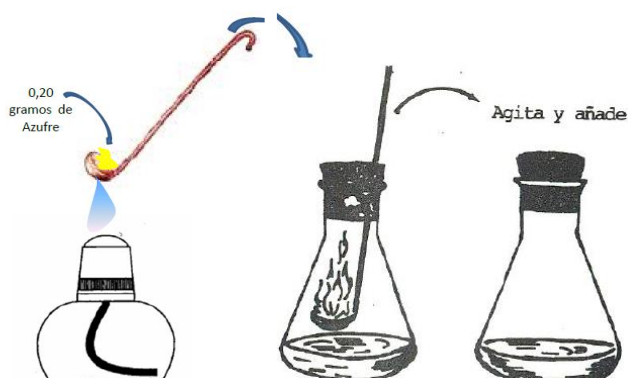
Coloca en un vaso de precipitado 50 ml de agua destilada y mide el pH. Vierte el agua destilada en un matraz con tapón.

En una cucharilla de combustión coloca 0.20 g de azufre y caliéntalo con ayuda del mechero.

Cuando el azufre arda, ingresa la cucharilla en el matraz sin sumergirla en el agua y sella el matraz con el tapón.

Luego de un minuto retira la cucharilla, sella el matraz y agítalo. Sumerge la cucharilla en agua.

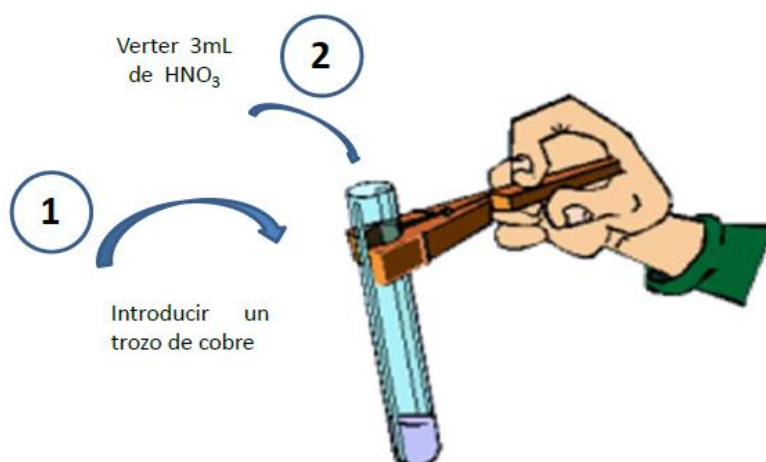
Luego de que el gas se disuelva en el agua, vierte el contenido del matraz a un vaso de precipitado y mide el pH.


**Síntesis del Dióxido de Nitrógeno**

La síntesis del  $\text{NO}_2$  la realizaremos en la campana extractora.

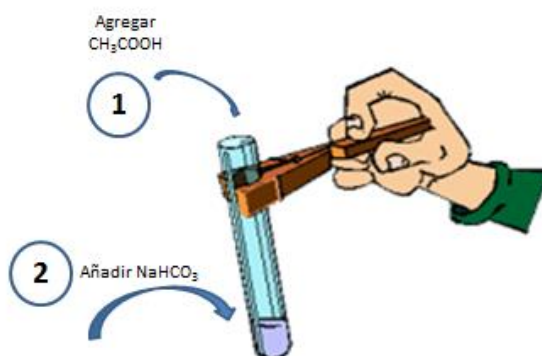
En un tubo de ensayo vierte 3 ml de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). Coge el tubo con un gancho y agrega un trozo de cobre. Observa las burbujas de color pardo rojizo (gas  $\text{NO}_2$ ).

Mantén en la parte superior del tubo de ensayo, una tira de papel tornasol azul.



**Síntesis del Dióxido de Carbono**

En un tubo de ensayo vierte 3 ml de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) y añade media cucharadita de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ). Observa que se forma una espuma de color blanco.



**6. Resultados**

**Síntesis del Dióxido de Azufre**

- ¿Cuál es el pH del agua destilada?: \_\_\_\_\_
  - ¿Qué gas se formó en el matraz? \_\_\_\_\_
  - ¿Cuál es el pH del agua del matraz luego de agitarlo? \_\_\_\_\_
  - ¿Cuál es la causa de la disminución del pH del agua? \_\_\_\_\_
  - ¿Qué efecto global de los contaminantes se está recreando? \_\_\_\_\_
- Desarrolla la ecuación de formación de la lluvia ácida:

\_\_\_\_\_

**Síntesis del Dióxido de Nitrógeno**

- ¿A qué color vira el papel tornasol y que significa? \_\_\_\_\_
  - ¿Qué se gas se ha formado? \_\_\_\_\_
  - El gas mencionado, ¿de qué efecto global de los contaminantes es precursor? \_\_\_\_\_
- Desarrolla la ecuación de síntesis del  $\text{NO}_2$ :

\_\_\_\_\_



**Síntesis del Dióxido de Carbono**

¿Qué gas se ha formado? \_\_\_\_\_

Menciona las características del gas: \_\_\_\_\_

Desarrolla la ecuación de síntesis del CO: \_\_\_\_\_

**7. Conclusiones**

7.1.....

7.2.....

7.3.....

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- Vesilind P., A.; Morgan, S.M.. y Heine, L.G. (2010). Introduction to environmental engineering-SI Version. Cengage Learning.
- Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). Introducción a la ingeniería medioambiental. Pearson Prentice Hall.



# Guía de práctica N° 10

## Uso del sonómetro

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../2017

Duración: Indica. Tiempo

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Manipula el sonómetro y compara los resultados con los niveles del ECA para ruido.

### 2. Fundamento Teórico

#### 2.1 El ruido

Desde un punto de vista físico, el ruido es un sonido complejo, formado por la combinación de varias frecuencias. El ruido es un sonido molesto, que produce una sensación de incomodidad y que se sufre habitualmente en el lugar de residencia o en el trabajo. La exposición prolongada a fuentes de ruido puede provocar fatiga, daños auditivos irreversibles, alteraciones del sueño, estrés, disminución del rendimiento en el trabajo, o en algún otro lugar donde se desarrollen actividades.

El ruido debe considerarse como un contaminante ambiental con efectos nocivos importantes sobre la salud de la población y su calidad de vida. Su difícil control hace que este se presente en prácticamente todos los ámbitos de la vida cotidiana y por tanto, esté expuesto a sus efectos. Las alteraciones psicológicas, la distorsión del sueño, la pérdida de audición y el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias son los principales riesgos en adultos. En los niños las alteraciones del sueño, los procesos respiratorios y la dificultad para el aprendizaje y el lenguaje son los principales problemas.

#### 2.2 Presión sonora

Para poder entender el concepto de presión sonora es importante entender primero qué es la presión atmosférica. La presión atmosférica es la presión del aire ambiental en ausencia de sonido, esta presión en el SI (Sistema Internacional) se mide en pascuales (1 Pascal es igual a una fuerza de 1 Newton actuando sobre una superficie de 1 metro cuadrado y se abrevia 1 Pa). Partiendo de lo anterior se define a la presión sonora como la diferencia entre una presión instantánea debido al sonido y la presión atmosférica y se mide en Pa. Sin embargo, la presión sonora por lo general se expresa en valores mucho menores que la presión atmosférica. Por ejemplo, los sonidos más intensos que pueden soportarse sin experimentar un dolor auditivo agudo corresponden a uno 20 Pa, mientras que los apenas audibles están cerca de 20 uPa. Otra diferencia importante es que la presión atmosférica cambia lentamente, mientras que la presión sonora lo hace muy rápido, alternando, alternando entre valores positivos (presión instantánea mayor que la atmosférica) y negativos (presión instantánea menor que la atmosférica).

#### 2.3 Nivel de presión sonora (NPS)

El hecho de que la relación entre la presión sonora del sonido más intenso (cuando la sensación de sonido pasa a ser de dolor auditivo) y la del sonido más débil sea de alrededor de 1 000 000 ha llevado a adoptar una escala comprimida denominada escala logarítmica. Llamado Pref (presión de referencia) a la presión de un tono apenas audible (es decir 20 uPa) y P a la presión sonora, el nivel de presión sonora NPS se puede obtener con la siguiente expresión:

$$NPS=20\log \frac{P}{Pref}$$



Donde log significa el logaritmo decimal (en base 10). La unidad utilizada para expresar el nivel de presión sonora es el decible, abreviado dB. El nivel de presión sonora de los sonidos audibles varía entre 0 dB y 120 dB. Los sonidos de más de 120 dB pueden causar daños auditivos inmediatos e irreversibles, además de ser bastante dolorosos para la mayoría de las personas.

## 2.4 Sonómetro

Un sonómetro se puede definir como un dispositivo diseñado para medir el nivel de presión sonora, el cual está constituido por tres secciones principales: micrófono, amplificador e indicador del nivel de potencia.

El sonómetro mide exclusivamente niveles de presión sonora. Su unidad de procesamiento permite realizar medidas globales, o bien por bandas de frecuencias, con diferentes respuestas temporales (respuestas "Fast", "Slow", "Impulse" o "Peak"). Por otro lado, con el fin de reducir al máximo las posibles diferencias entre las mediciones efectuadas con sonómetros de distintas marcas y modelos, existen unas normas internacionales a las que deben ceñirse los fabricantes de tales instrumentos.

Su funcionamiento es el siguiente: Primero, la señal que es entregada por el micrófono y acondicionada por el preamplificador pasa por una serie de circuitos amplificadores para acomodar el rango de lectura con los niveles a medir y posteriormente pasa a la red de ponderación. Estas redes de ponderación se introducen para que el sonómetro tenga una respuesta en frecuencia similar a la del oído humano. Las curvas de ponderación dan cuenta de la distinta sensibilidad del oído humano para cada frecuencia, y se corresponden con las curvas de igual nivel de sonoridad o curvas isofónicas.

$L_{eq}$  = Nivel de presión sonora continuo equivalente.

$L_{AeqT}$  = Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A del intervalo de tiempo T ( $L_{AeqT}$ ), Es el parámetro que debe ser aplicado para comparación con la norma ambiental (ECA ruido).

$L_{max}$  = Nivel de presión sonora máxima. Es el máximo NPS registrado durante un periodo de medición dado.

$L_{min}$  = Nivel de presión sonora mínimo. Es el mínimo NPS registrado durante un periodo de medición dado.

## 2.5 Estándares de Calidad Ambiental para ruido

Zonas de Aplicación	Valores Expresados en $L_{eqT}$	
	Horario diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50 dB	40 dB
Zona Residencial	60 dB	50 dB
Zona Comercial	70 dB	60 dB
Zona Industrial	80 dB	70 dB

## 3. Equipos, Materiales y Reactivos

### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Sonómetro	--	1

### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	--	--	--

### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	--	--	--



**4. Indicaciones/instrucciones:**

Respetar las normas del laboratorio.  
Usar con responsabilidad los equipos

**5. Procedimientos:**

Identifique 4 zonas en la universidad y completa la información sobre la ubicación de los puntos de monitoreo.

Realice mediciones de 5 minutos por cada punto de monitoreo.

Complete la información correspondiente a la hoja de campo.

Compare los resultados con el ECA para ruido.

**6. Resultados**

**Ubicación de los puntos de monitoreo**

Ubicación del lugar de monitoreo:

Distrito:

Provincia:

**Puntos de monitoreo:**

N° de punto	Ubicación	Coordenadas UTM	Zonificación según ECA

**Hoja de campo**

N° de punto	Lmin	Lmax	LAeqT	Hora	Descripción de la fuente y del entorno ambiental

**Comparación de la medición con los ECA para ruido**

N° de punto	LAeqT	ECA	Comentario



--	--	--	--

**7. Conclusiones**

- 7.1.....
- 7.2.....
- 7.3.....

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- Protocolo de monitoreo del ruido ambiental [en línea. [Consulta: 23 de febrero de 2017]]. Disponible en web: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/RM-N%C2%BA-227-2013-MINAM.pdf>
- Hernández Juárez, J. R. (2009). *Diseño de un sonómetro* (Doctoral dissertation).



# Guía de práctica N° 11

## Efectos globales de los contaminantes

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../2017 Duración: Indica. Tiempo

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Organiza las causas y efectos de los problemas globales de los contaminantes atmosféricos.

### 2. Fundamento Teórico

#### 2.1 Lluvia acida

La lluvia ácida es una forma de contaminación ácida, que hace referencia a la caída (deposición) de ácidos presentes en la atmósfera a través de la lluvia, niebla y nieve (también conocida como deposición húmeda).

Los principales precursores de los ácidos, son los óxidos de azufre (SOx) y los óxidos de nitrógeno (NOx), que son emitidos por las termoeléctricas, los motores de combustión interna de coches y aviones y algunas otras industrias, como producto de la combustión de combustibles que contienen pequeños porcentajes de azufre (S) y nitrógeno (N), como el carbón, gas natural, gas oil, petróleo, etc.

Los ácidos, principalmente ácido sulfúrico y ácido nítrico, se disuelven en las gotas de agua que forman las nubes y en las propias gotas de agua de lluvia, depositándose en el suelo. Ambos ácidos se originan en la atmósfera al reaccionar el trióxido de azufre (SO3) y el dióxido de nitrógeno (NO2) con agua, oxígeno y otras sustancias químicas presentes. En presencia de luz solar aumenta la velocidad de la mayoría de estas reacciones.

Existe también otra forma de contaminación ácida conocida como deposición seca, y hace referencia a gases y partículas ácidos que son arrastrados por el viento, chocando contra edificios, coches, casas y árboles. Otra vía de arrastre son las lluvias fuertes. En este caso las sustancias ácidas se incorporan a la lluvia ácida, lo que contribuye a aumentar su acidez.

Aproximadamente la mitad de las sustancias ácidas en la atmósfera caen al suelo por procesos de deposición seca.

¿Cómo se mide la lluvia ácida?

La lluvia ácida se mide según la escala de "pH", potencial hidrógeno. Cuanto más bajo sea el pH de una sustancia, es más ácida. El agua pura tiene un pH de 7.0 y normalmente la lluvia tiene un pH entre 5 y 6, es decir, es ligeramente ácida, por llevar ácido carbónico que se forma cuando el dióxido de carbono del aire se disuelve en el agua que cae. En cambio, en zonas con la atmósfera contaminada por estas sustancias acidificantes, la lluvia tiene valores de pH de hasta 4 ó 3 y, en algunas zonas en que la niebla es ácida, el pH puede llegar a ser de 2 ó 3, es decir similar al del zumo del limón o al del vinagre.

¿Cuáles son los efectos de la lluvia ácida?

Los efectos ocasionados por el agua ácida dependerán de diversos factores, como el grado de acidez del agua, la composición química del suelo y su capacidad de "amortiguación" (buffering), así como de las características de los organismos vivos afectados.

La deposición ácida contribuye a la reducción del pH en ecosistemas terrestres y acuáticos y permite la movilización de metales tóxicos, especialmente del aluminio. Esto ocasiona una variedad de efectos, como son daños a bosques y suelos, peces y otros seres vivos, materiales de construcción y a la salud humana. Asimismo, la lluvia ácida actúa reduciendo la visibilidad.





En los bosques, la lluvia ácida produce daños al descomponer los nutrientes del suelo, dificultando el crecimiento natural de los árboles. El daño se puede extender a los pastos de las praderas, perjudicando al ganado, y a los lagos, pudiendo ocasionar la muerte de gran cantidad de peces.

o Los efectos de la lluvia ácida en el suelo pueden verse incrementados en bosques de zonas de alta montaña, donde la niebla contribuye a aportar cantidades importantes de los contaminantes ácidos.

o La lluvia ácida contribuye a la degradación de los materiales de construcción y artísticos (mal de piedra) y la corrosión metálica. Los monumentos y edificios son sensibles a la acción de la lluvia ácida. Muchas ruinas han desaparecido o están por de hacerlo, a causa de este factor.

o El daño que produce a las personas es principalmente indirecto, mediante el consumo de peces y agua potable contaminados por la lluvia ácida.

¿Cómo se puede reducir la lluvia ácida?

Para reducir la lluvia ácida es necesario disminuir la emisión de los compuestos químicos que dan origen a los ácidos, es decir, de los precursores de los ácidos, los cuales son principalmente el bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y los óxidos de nitrógeno (monóxido de nitrógeno, NO, y bióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>).

En la actualidad se puede disminuir la formación de SO<sub>2</sub> eliminando el azufre de los combustibles fósiles o atrapando los SO<sub>x</sub> antes que se emitan a la atmósfera, mediante reacciones químicas que los transforman en especies químicas menos reactivas. La utilización de convertidores catalíticos disminuye la formación de NO y NO<sub>2</sub>, puesto que reducen dichos óxidos a N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>.

## 2.2 La capa de ozono

La capa de ozono es un cinturón de gas ozono natural que se sitúa entre 15 y 30 kilómetros sobre la Tierra como si fuera un escudo contra la dañina radiación ultravioleta B emitida por el sol.

El ozono es una molécula altamente reactiva que contiene tres átomos de oxígeno. Está constantemente en formación y se rompe en la atmósfera superior, a 10 - 50 kilómetros sobre la Tierra, en la zona llamada estratosfera.

En la actualidad, hay una preocupación extendida de que la capa de ozono se esté deteriorando debido a la liberación de la contaminación que contienen los productos químicos cloro y bromo. Dicho deterioro permite que grandes cantidades de rayos B ultravioleta alcancen la Tierra lo que puede provocar cáncer de piel y cataratas en humanos y dañar a los animales.

Un exceso de radiación B ultravioleta que llegue a la Tierra también inhibe el ciclo del fitoplancton, organismos unicelulares como las algas que componen el último eslabón de la cadena alimenticia. Los biólogos temen que estas reducciones del fitoplancton provoquen una menor población de otros animales. Los investigadores también han documentado cambios en las tasas reproductivas de peces jóvenes, gambas y cangrejos así como de ranas y salamandras que se exponen a un exceso de ultravioleta B.

Los clorofluorocarbonos (CFC), sustancias químicas que se encuentran principalmente en los aerosoles en spray muy utilizados por las naciones industrializadas durante la mayor parte de los últimos 50 años, son los principales culpables del deterioro de la capa de ozono. Cuando los CFC alcanzan la parte superior de la atmósfera, se exponen a los rayos ultravioleta lo que causa que se descompongan en sustancias que incluyen cloro. El cloro hace reacción con los átomos de oxígeno en el ozono y destroza la molécula de ozono.

Un átomo de cloro puede destruir más de cien mil moléculas de ozono según la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de EE.UU.

La capa de ozono sobre la Antártida ha sufrido un impacto considerable desde mediados de los años 80. Las bajas temperaturas de esta zona aceleran la conversión de los CFC en cloro. En la primavera y el verano del sur, cuando brilla el sol durante largos periodos del día, el cloro reacciona con los rayos ultravioleta destruyendo el ozono masivamente, hasta el 65%. Esto es lo que algunas personas denominan erróneamente "agujero de ozono". En otras zonas, la capa de ozono se ha deteriorado un 20%.

Aproximadamente el 90 % de los CFC actualmente en la atmósfera fueron emitidos por países industrializados en el Hemisferio Norte incluyendo los Estados Unidos y Europa. Estos países prohibieron los CFC en 1996 y la cantidad de cloro en la atmósfera está decreciendo. No obstante, los científicos calculan que se tardarán otros 50 años en devolver los niveles de cloro a su cifra natural.



### 2.3 Calentamiento global

El Cambio Climático es un cambio significativo y duradero de los patrones locales o globales del clima, las causas pueden ser naturales, como por ejemplo, variaciones en la energía que se recibe del Sol, erupciones volcánicas, circulación oceánica, procesos biológicos y otros, o puede ser causada por influencia antrópica (por las actividades humanas), como por ejemplo, a través de la emisión de CO<sub>2</sub> y otros gases que atrapan calor, o alteración del uso de grandes extensiones de suelos que causan, finalmente, un calentamiento global.

El Calentamiento Global es un aumento de la temperatura de la atmósfera terrestre que se ha estado observando desde finales del siglo XIX. Se ha observado un aumento de aproximadamente 0.8 °C desde que se realizan mediciones confiables, dos tercios de este aumento desde 1980. Hay una certeza del 90% (actualizada a 95% en el 2013) de que la causa del calentamiento es el aumento de gases de efecto invernadero que resultan de las actividades humanas como la quema de combustibles fósiles (carbón, gasolina, gas natural y petróleo) y la deforestación.

El Efecto Invernadero es un fenómeno natural en el cuál la radiación de calor de la superficie de un planeta, en este caso la Tierra, es absorbida por los gases de la atmósfera y es reemitida en todas direcciones, lo que resulta en un aumento de la temperatura superficial. Los gases más eficientes en absorber el calor se llaman gases de efecto invernadero o gases de invernadero, entre ellos está el CO<sub>2</sub> que es el que la humanidad en su consumo de recursos ha aumentado a niveles nunca vistos previamente y está causando el calentamiento global.

#### Causas del Cambio Climático

La energía recibida por la Tierra desde el Sol, debe estar en balance con la radiación emitida desde la superficie terrestre, o sea, debe haber un equilibrio energético. Cualquier factor que genere un cambio sostenido entre la cantidad de energía que entra al sistema (en este caso la Tierra y su atmósfera) y la energía que salen del sistema, puede generar un cambio climático.

Como son factores que no son partícipes directos del sistema climático, se les conoce como "forzante climático", lo que implica que es un factor que obliga o empuja al clima a un nuevo estado.

Las causas se dividen en dos categorías generales:

Causas naturales: Incluyen actividad volcánica o cambios en la energía recibida desde el Sol, entre otros.

Causas antrópicas (generadas por actividades humanas): Incluye la quema de combustibles fósiles, tala de bosques, entre otros.

y también están las causas climáticas internas, como son variaciones en las corrientes marinas o la circulación atmosférica que pueden influir por periodos más cortos.

La actividad humana desde la Revolución Industrial ha influido principalmente sobre la emisión de CO<sub>2</sub> y otros gases de invernadero que han ayudado a amplificar el efecto invernadero natural.

Varios componentes atmosféricos, tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono, tienen frecuencias moleculares vibratorias en el rango espectral de la radiación emitida desde la superficie terrestre, en términos coloquiales: absorben bien el calor emitido por la Tierra.

Estos gases de efecto invernadero absorben y reemiten la radiación en onda larga, devolviéndola a la superficie terrestre, causando el aumento de temperatura, fenómeno denominado Efecto Invernadero.

Uno de los resultados del Efecto Invernadero, es mantener una concentración de vapor de agua en la baja troposfera mucho más alta que la que sería posible en las bajas temperaturas que existirían sin este fenómeno.

Una de las muchas amenazas a los sistemas que sustentan la vida, resulta directamente del aumento en la utilización de los recursos terrestres. En particular, la quema de combustibles fósiles, la tala y quema de bosques, liberan dióxido de carbono. Este gas al acumularse con otros, atrapa la radiación solar cerca de la superficie terrestre, causando una absorción mayor del calor y, por lo tanto, un calentamiento global.

El calentamiento global inicia una serie de alteraciones en el balance terrestre, entre ellas, el derretimiento acelerado de las capas de hielo, glaciares y nieves en las altas cumbres de todo el mundo. El agua liberada se acumula finalmente en el mar y podría en los próximos 45 años, aumentar el nivel del mar lo suficiente como para inundar ciudades costeras en zonas bajas y deltas de ríos. También alteraría drásticamente la producción agrícola internacional y los sistemas de intercambio.

#### Los Gases de Efecto Invernadero

La vida en la Tierra depende de la energía que recibe del Sol, cerca de la mitad de la luz que llega a la atmósfera terrestre pasa a través del aire y las nubes para llegar a la superficie donde se absorbe y luego



es irradiado nuevamente en forma de calor (ondas infrarrojas). De este calor el 90% es absorbido por los gases de efecto invernadero y devuelta hacia la superficie que la ayuda a calentar hasta una temperatura promedio de 15 grados Celsius perfecto para la vida, es conocido como el Efecto Invernadero.

Los gases de efecto invernadero principales son:

El vapor de agua, el más abundante y funciona como un gas que actúa en retroalimentación con el clima, a mayor temperatura de la atmósfera, más vapor, más nubes y más precipitaciones.

Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), un componente menor, pero muy importante de la atmósfera. Se libera en procesos naturales como la respiración y en erupciones volcánicas y a través de actividades humanas como la deforestación, cambio en el uso de suelos y la quema de combustibles fósiles. Desde el inicio de la Revolución Industrial (aproximadamente 1760) la concentración de CO<sub>2</sub> ha aumentado en un 43% (para el 2013).

Metano, un gas hidrocarburo que tiene origen natural y resultado de actividades humanas, que incluyen la descomposición de rellenos sanitarios, la agricultura (en especial el cultivo de arroz), la digestión de rumiantes y el manejo de desechos de ganado y animales de producción. Es un gas más activo que el dióxido de carbono, aunque menos abundante.

Óxido nitroso, gas invernadero muy poderoso que se produce principalmente a través del uso de fertilizantes comerciales y orgánicos, la quema de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico y la quema de biomasa.

Los Clorofluorocarbonos (CFCs), son compuestos sintéticos de origen industrial que fueron utilizados en varias aplicaciones, ahora ampliamente regulados en su producción y liberación a la atmósfera para evitar la destrucción de la capa de ozono

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	--	--	1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	--	--	--

#### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	--	--	--

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Respetar las normas del laboratorio.

### 5. Procedimientos:

- a) Todos los grupos deben realizar una lluvia de ideas (preguntas) sobre el Cambio Climático, La Capa de Ozono y la Lluvia ácida.
  - b) Se asigna a los grupos de trabajo un tema: Cambio Climático, La Capa de Ozono y la Lluvia ácida.
  - c) Cada grupo investiga el tema asignado con la finalidad de dar respuesta a las preguntas que surgieron en la lluvia de ideas.
  - d) Los integrantes del grupo exponen lo investigado, utilizan todos los recursos que consideren convenientes para presentar su investigación.
- Los pasos a y b se realizan en la sesión anterior.



**6. Resultados**

.....  
.....  
.....  
  
.....  
.....  
.....  
  
.....  
.....  
.....

**7. Conclusiones**

7.1.....  
7.2.....  
7.3.....

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

.....  
.....  
.....

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- Vesilind P., A.; Morgan, S.M. y Heine, L.G. (2010). Introduction to environmental engineering-SI Version. Cengage Learning.
- Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). Introducción a la ingeniería medioambiental. Pearson Prentice Hall.



# Guía de práctica N° 12

## Medición de parámetros de la calidad de suelo

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../2017

Duración: Indica. Tiempo

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Determina los principales parámetros de calidad del suelo.

### 2. Fundamento Teórico

#### 2.1 Muestreo de suelos

El muestreo es la actividad por la que se toman muestras representativas que permiten caracterizar el suelo en estudio, en tanto que la muestra puede ser definida como una parte representativa que presenta las mismas características o propiedades del material que se está estudiando y las muestras que serán enviadas al laboratorio, constituyen las muestras elegidas para ser analizadas de acuerdo a los objetivos establecidos. La técnica del muestreo a aplicar depende, entre otros, del objetivo del estudio, de las condiciones edáficas, meteorológicas, geológicas e hidrogeológicas en el sitio, la profundidad y accesibilidad de la contaminación en estudio y de los requerimientos analíticos acerca de la cantidad y calidad de las muestras.

Los equipos, las herramientas y los instrumentos a usarse en el muestreo estarán en función de:

- La profundidad máxima a la que se va a tomar la muestra.
- El tipo de textura del suelo.
- El tipo de contaminante (volátil, semivolátil, no volátil) que se presume en el sitio.
- La accesibilidad al punto de muestreo.
- El tamaño de muestra necesaria para los análisis requeridos, con base en la(s) característica(s) o propiedad(es) de interés del contaminante y del sitio, así como las especificaciones de los métodos analíticos.
- Los instrumentos para la colecta de muestras en campo, deben ser fáciles de limpiar, resistentes al desgaste y no deberán contener sustancias químicas que puedan contaminar o alterar las muestras.
- En el caso de contaminantes orgánicos, los instrumentos de muestreo y los envases o contenedores para la conservación de la muestra no deberán contener sustancias químicas que puedan producir interferencias al momento de realizar las pruebas analíticas.
- Cuando se trata de suelos contaminados con metales, se recomienda utensilios de plástico, teflón o acero inoxidable para el muestreo. Los más comunes son: palas rectas y curvas, picos, barrenas y barretas, nucleadores, espátulas, navajas y martillo de geólogo, considerar lápices, marcadores y etiquetas, así como, cinta métrica o flexómetro, planos o fotografías aéreas de la zona con la ubicación tentativa de los puntos de muestreo.
- Durante las actividades de muestreo, es importante incluir como material de apoyo, cartas topográficas, edafológicas, climáticas y geológicas, un plano cartográfico del sitio y mapas de carreteras, con toponimia actualizada. Además, es recomendable incluir una libreta para registrar las acciones de campo, una cámara fotográfica y la cadena de custodia para las muestras.



## 2.2 pH del Suelo

En el caso de los suelos el pH se mide con el potenciómetro en la suspensión sobrenadante de una mezcla de relación suelo: agua 1:2. El pH es uno de las mediciones más comunes e importantes en los análisis químicos rutinarios del suelo, ya que controla reacciones químicas y biológicas en el suelo.

La acidez en el suelo, no tiene el mismo significado que el de una solución. En el suelo hay que distinguir dos tipos de pH: el real y el potencial. En la práctica la acidez real no puede medirse introduciendo directamente los electrodos de un potenciómetro en el suelo, por lo que es preciso agregar una cantidad determinada de agua a una porción de tierra.

RANGO DE PH	CLASIFICACION
<4.60	Extremadamente ácido
4.60 – 5.19	Muy fuertemente ácido
5.20 – 5.59	Fuertemente ácido
5.60 – 6.19	Medianamente ácido
6.20 – 6.59	Ligeramente ácido
6.60 – 6.79	Muy ligeramente ácido
6.80 – 7.19	Neutro
7.20 – 7.39	Muy ligeramente alcalino
7.40 – 7.779	Ligeramente alcalino
7.80 – 8.39	Medianamente alcalino
8.40 – 8.79	Fuertemente alcalino
>9.40	Extremadamente alcalino

## Conductividad

CE dS/m a 25°C	Efectos	Efecto de la salinidad en los cultivos
Menor a 1.0	Efectos despreciables de la salinidad	Despreciable
1.1 – 2.0	Muy ligeramente salino	
2.1 – 4.0	Moderadamente salino	Limita el rendimiento de los cultivos muy sensibles
4.1 – 8.0	Suelo salino	Limita el rendimiento de muchos cultivos
8.1 – 16.0	Fuertemente salino	Solo para cultivos tolerantes
Mayor a 16.0	Muy fuertemente salino	Muy pocos cultivos lo resisten

Donde: dS es decisiemens

## 3. Equipos, Materiales y Reactivos

### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Potenciómetro	calibrado	1
2	Conductímetro	calibrado	1
3	Balanza digital	--	1

### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Vasos de precipitado	150 ml	3
2	Varillas de vidrio	--	3
3	Probetas graduadas	50 ml	3
4	Pizetas	--	1
5	Tamiz para textura de suelo	2 ml	1
6	Cucharilla	--	1
7	Luna de reloj	--	1
8	Placa petri	--	3
9	gotero	--	1



### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	Soluciones buffer	pH 4, 7 y 10	3
2	Solución de Cloruro de Potasio 0.01M	--	500 ml
3	Agua oxigenada	--	50 ml

#### 4. Indicaciones/instrucciones:

Respetar las normas del laboratorio.  
Usar con responsabilidad los equipos

#### 5. Procedimientos:

##### 5.1 Muestra de Suelo

###### a. Toma de muestra

###### Profundidad del muestreo

Depende del tipo de suelo, pero por lo general siempre se recomienda desechar los primeros 5 cm de suelo superficial. Para la mayoría de los cultivos basta con tomar muestras de los primeros 20-40 cm del suelo. En el caso de otro tipo de suelos (ribera de río) y pastizales la profundidad de muestreo recomendada es de 5 a 10 cm.

###### Procedimiento del muestreo.

Para la toma de muestras empleamos una pala. Para ello realizamos un hoyo en forma de V, cortamos una porción de 1,5 cm de la pared del hoyo y retiramos la mayor parte de la muestra con la hoja de la pala.

Cada muestra de suelo debe incluir tierra de toda la profundidad de muestreo.

###### Cantidad de muestra e identificación

Se toma aproximadamente de 1 kg de muestra, se almacenan en bolsas de polietileno y se coloca una etiqueta que contenga la siguiente información: Número de grupo, nombre de los integrantes, procedencia de la muestra (lugar de recogida), fecha de toma de muestra, profundidad de colecta. Cerrar perfectamente la bolsa de polietileno que contiene la muestra con una liga.

###### Cuidado en el traslado de la muestra

Durante el traslado es necesario evitar el efecto de factores tales como la humedad exterior, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, luz y calor y otros materiales que puedan cambiar la naturaleza de la muestra. Evitar manejar la muestra con materiales que puedan contaminarla como por ejemplo recipientes que se oxiden, cintas adhesivas, etc.

###### b. Secado

El secado se realiza al ambiente, se deberá extender la muestra de suelo sobre una superficie que no contamine (charolas de vidrio, plástico, aluminio o papel).

Extendemos la muestra en bandejas logrando una profundidad de 2.5 cm. y desmenuzamos los agregados con la mano para facilitar su posterior secado y tamizado.

Retirar de la muestra, las rocas y el material orgánico visible.

Al colocar la muestra a secar en la superficie elegida, desmenuzamos los agregados con la mano para facilitar su secado y posterior tamizado.

Dejamos extendidas las muestras hasta que la humedad se equilibre con la del ambiente removiendo de vez en cuando. Se deben dejar a la sombra a una temperatura no mayor a 35 °C y un humedad relativa entre 30 y 70 %.

###### c. Tamizado

El suelo se hace pasar por un tamiz de 2 mm de luz, de manera que quedan en este los elementos gruesos y recogemos en la bandeja lo que llamamos tierra fina. Una vez tamizado se separa 1.5 Kg de suelos para realizar las y químicas necesarias en el laboratorio.

###### d. Homogeneizado

En las bolsas de plástico (pueden ser las mismas donde estaban originalmente las muestras), se hacen girar en todas direcciones.

**Los pasos a y b se realizan con 2 días de anticipación a la práctica. Completar la ficha de muestreo de suelo.**

**5.2 pH y conductividad del Suelo**

- a. Pesado de suelo 10grs., por cada vaso de precipitado.  
b. Preparación de diluciones 1:1, 1:2, y 1:5.

Para la dilución 1:1 poner 10 gramos de suelo en un vaso de precipitado de 100 ml y agregar 10 ml de KCl 0.01 M, agitar cada 10 minutos durante media hora y después se toma la lectura en el potenciómetro y conductímetro.

Para la disolución 1:2 proceder de la manera anterior solo que a los 10 gramos de suelo agregar a 20 ml de KCl 0.01 M.

Para la disolución 1:5 Proceder de la manera anteriormente describir solo que a los 10 gramos de suelo agregar 50 ml de KCl 0.01 M.

El CO<sub>2</sub> atmosférico afecta las lecturas de pH por lo tanto estas deben hacerse lo mas pronto posible de haber obtenido las diluciones de suelo.

- c. Calibrado del potenciómetro con las soluciones buffer pH 4.0, 7.0, 10.0.  
d. Después de calibrado, colocar el electrodo del potenciómetro / conductímetro en la solución 1:1  
e. Esperar por tres minutos a que de una lectura estable, anotar.  
f. Retirar el electrodo y lavar con agua destilada, secar con papel absorbente.  
g. Repetir los pasos c, d, e y f para las soluciones 1:2, y 1:5.  
h. Determinar el pH y conductividad del suelo de acuerdo a las lecturas obtenidas.

**5.3 Materia orgánica**

En las placas petri, colocar 15 gramos de suelo (intercambiar con los demás estudiantes las muestras de suelo para tener 3 diferentes). Agregar 10 gotas de agua oxigenada y observar presencia de burbujeo.

**6. Resultados****Ficha de muestreo de suelos**

Datos generales	
Nombre del sitio en estudio:	
Uso principal:	
Dirección:	
Datos del punto de muestreo	
Coordenadas UTM: X:	Y:
Profundidad final (en metros bajo la superficie):	
Descripción de la superficie:	
Instrumentos utilizados:	
Datos de la muestra	
Fecha y hora:	
Color:	Olor:
Cantidad (kg):	

**pH y conductividad del Suelo**

Dilución	Lectura de pH	Lectura de conductividad
1:1		
1:2		
1:5		
Promedio:		
Tipo de suelo:		

**Presencia de materia orgánica**

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3





.....  
.....  
.....

**7. Conclusiones**

7.1.....

7.2.....

7.3.....

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- Vesilind P., A.; Morgan, S.M.. y Heine, L.G. (2010). Introduction to environmental engineering-SI Version. Cengage Learning.
- Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). Introducción a la ingeniería medioambiental. Pearson Prentice Hall.



# Guía de práctica N° 13

## Composición de los residuos sólidos

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../2017 Duración: Indica. Tiempo

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Determinar la composición de los residuos sólidos.

### 2. Fundamento Teórico

#### 2.1 Estudio de caracterización

Es una herramienta que nos permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos en este caso municipales, constituidos por residuos domiciliarios y no domiciliarios, como son: la cantidad de residuos, densidad, composición y humedad, en un determinado ámbito geográfico. Esta información permite la planificación técnica y operativa del manejo de los residuos sólidos y también la planificación administrativa y financiera, ya que sabiendo cuánto de residuos sólidos se genera en cada una de las actividades que se producen en el distrito, se puede calcular la tasa de cobros de arbitrios. Como tal representa un insumo fundamental para elaborar una serie de instrumentos de gestión ambiental de residuos sólidos así como proyectos de inversión pública referidos a gestión de residuos sólidos y otros que permitan tomar decisiones en la gestión integral de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo.

El estudio dará como resultados la generación de residuos sólidos por cada habitante al día o generación per cápita (GPC), dato que permite tener una visión rápida de la cantidad de residuos sólidos que se genera en un municipio ya que está en función a la cantidad de habitantes; la densidad, dato importante utilizado en el dimensionamiento de los diversos sistemas de almacenaje, transporte y disposición final; la composición por tipo de residuos, que permitirá recomendar diversos tipos de intervención como el reciclaje para el material inorgánico y el compostaje para la materia orgánica; y el contenido de humedad, que permitirá aprobar o descartar ciertas tecnologías a aplicar para la disposición final como es el caso de la incineración.

La etapa de recolección de los residuos sólidos domiciliarios se realiza durante 8 días, los residuos recolectado el día 1 no se consideran para los cálculos.

Ficha de registro de pesos de residuos sólidos – domiciliario

DOMICILIARIOS										
Código de vivienda	N° de Habitantes	Peso (Kg)								Generación per cápita Kg/ persona/ día
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	
EA/ V-01										
EA/ V-02										
...										
EB/ V-01										
...										



Los principales parámetros a determinar en el estudio de caracterización tanto para los domiciliarios y los no domiciliarios son:

**Generación:** Este parámetro es importante para conocer la generación total de residuos sólidos, de esta manera se puede dimensionar el equipamiento para su recolección, transporte e infraestructura.

**Composición:** Permite conocer qué componentes tienen los residuos, esto permite tener un criterio técnico para establecer programas de recuperación y/o reciclaje de residuos.

**Densidad:** Se usa para dimensionar el equipamiento de almacenamiento público de residuos (contenedores, papeleras, etc.)

## 2.2 Composición de los residuos sólidos.

La composición de los residuos sólidos permite conocer qué componentes tienen los residuos, esto permite tener un criterio técnico para establecer programas de recuperación y/o reciclaje de residuos.

Los residuos sólidos recolectados desde el 2do día en el estudio de caracterización, deben ser segregados y pesado.

Tipos de Residuos Sólidos	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
1. Materia Orgánica <sup>1</sup>	10.660	12.290	16.250	12.865	18.700	10.540	9.495
2. Madera, Follaje <sup>2</sup>	1.560	0.850	0.150	0.945	0.520	0.680	1.950
3. Papel <sup>3</sup>	0.345	0.590	0.645	1.075	1.350	0.820	1.000
4. Cartón	0.630	0.520	0.745	0.655	0.795	0.538	0.720
5. Vidrio	0.630	0.550	4.140	1.380	0.675	4.700	0.470
6. Plástico PET <sup>4</sup>	0.435	0.520	0.315	1.010	0.375	1.230	0.815
7. Plástico Duro <sup>5</sup>	1.200	3.470	0.745	2.335	0.315	0.965	0.075
8. Bolsas	1.530	2.430	1.755	2.880	0.930	1.385	1.585
9. Tecnopor y similares <sup>6</sup>	0.300	0.160	0.075	0.080	0.030	1.050	0.155
10. Metal <sup>7</sup>	2.430	0.860	0.950	0.660	1.405	1.205	0.665
11. Telas, textiles	0.165	3.030	1.605	0.705	0.485	0.255	0.155
12. Caucho, cuero, jebe	0.120	0.000	0.108	0.765	0.050	0.038	1.425
13. Pilas	0.045	0.000	0.000	0.015	0.000	0.010	0.145
14. Restos de medicinas, focos <sup>7</sup>	0.045	0.240	0.030	0.000	0.405	0.110	0.040
15. Residuos sanitarios <sup>8</sup>	2.835	3.270	2.500	1.400	0.585	1.335	5.915
16. Residuos Inertes <sup>9</sup>	5.325	2.870	9.180	6.915	4.585	7.000	5.155
17. Otros (especificar) <sup>10</sup>							
CD's	0.120	0.090	0.030	0.025	0.000	0.000	0.085
porcelana	0.185	0.205	0.000	0.000	0.140	0.000	0.155
Tetrapack	0.095	0.285	0.085	0.055	0.105	0.015	0.160
<b>Total</b>	<b>28.655</b>	<b>32.230</b>	<b>39.308</b>	<b>33.765</b>	<b>31.450</b>	<b>31.876</b>	<b>30.165</b>

- (1) Considera restos de alimentos, cáscaras de frutas y vegetales, excrementos de animales menores, huesos y similares.
- (2) Considera ramas, tallos, raíces, hojas y cualquier otra parte de las plantas producto del clima y las podas.
- (3) Considera papel blanco tipo bond, papel periódico otros.
- (4) Considera botellas de bebidas, gaseosas.
- (5) Considera frascos, bateas, otros recipientes.
- (6) Si es representativo considerarlo en este rubro, de lo contrario incorporarlo en otros.
- (7) Considera restos de medicina, focos, fluorescentes, envases de pintura, plaguicidas y similares.
- (8) Considera papel higiénico, pañales y toallas higiénicas.
- (9) Considera, tierra, piedras y similares.
- (10) El rubro "otros" debe ser el más pequeño posible, procurando identificar sus componentes.



### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza		1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Bolsas de polietileno		4

#### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	--	--	--

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Respetar las normas del laboratorio.  
Usar con responsabilidad los equipos.

### 5. Procedimientos:

#### 5.1 Recolección de residuos

- Un integrante por grupo debe traer de su vivienda los residuos sólidos generados en un solo día. Si va traer los residuos del día martes, debe asegurar que todos los residuos en la noche del día lunes sean eliminados. De esa manera aseguramos tener residuos que solo se han generado el día martes, los cuales traerá al laboratorio.

#### 5.2 Determinación de la composición de los residuos sólidos

- Acondicionar la mesa de trabajo colocando las bolsas de plástico para proteger la mesa.
- Separar los residuos según el cuadro presentado en el ítem 2.2 Composición de residuos sólidos.
- Pesar cada tipo de residuo y anotar los resultados.
- Determinar la generación per cápita (GPC) de la vivienda de donde proviene el residuo.

**GPC = cantidad de residuos generados (kg) / N° de habitantes que generaron esos residuos en un día (hab)**

- Recoger los residuos y disponerlos adecuadamente.

#### 5.3 Analiza

- Qué tipo de residuo se encontró en mayor cantidad?
- Discuta y proponga con su equipo qué estrategias propondrían para atender este tipo de residuos?

### 6. Resultados

#### Generación de residuos domiciliarios

Tipo de residuos	Residuos generados	
	kg	%
Materia orgánica		
Madera, follaje		
Papel		
Cartón		
Vidrio		
Plástico PET		
Plástico duro		
Bolsas		
Tecnopor y similares		
Metal		



Telas, textiles		
Caucho, cuero, jebe		
Pilas		
Restos de medicinas, focos		
Residuos sanitarios		
Residuos inertes		
Otros (especificar)		
-		
-		
-		
<b>Total</b>		

**GPC =**

.....  
.....  
.....  
.....

**7. Conclusiones**

7.1.....  
7.2.....  
7.3.....

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales [en línea. [Consulta: 28 de febrero de 2017]]. Disponible en web: <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>

# Guía de práctica N° 14

## Identificación y evaluación de aspectos ambientales

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../2017

Duración: Indica. Tiempo

**Instrucciones:** Leer con anticipación la presente guía de práctica antes de iniciar su ejecución.

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Identifica y estima impactos ambientales en casos de estudio específicos.

### 2. Fundamento Teórico

Todas las organizaciones, como consecuencia de su actividad, repercuten sobre el medio ambiente, generando, en mayor o menor medida, un impacto ambiental. Hoy en día la sociedad demanda a las organizaciones que se impliquen en el cuidado del medio ambiente y en respuesta a estas exigencias las organizaciones han visto en los Sistemas de Gestión Ambiental una oportunidad para mejorar su comportamiento ambiental. La implantación de un sistema de gestión ambiental permite a la organización identificar aquellos aspectos ambientales derivados de su actividad que puedan tener un impacto sobre el medio ambiente y, en consecuencia, establecer las acciones pertinentes para actuar sobre ellos y minimizar su impacto.

#### Definiciones.

Aspecto Ambiental: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el ambiente.

Impacto Ambiental: Cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales.

Se puede decir que, los aspectos ambientales, son aquellas partes resultantes de una actividad, producto o servicio, que pueden repercutir sobre las condiciones naturales del medio ambiente, dando lugar a alteraciones o modificaciones específicas (impacto ambiental). Es decir, existe por lo tanto una relación:



#### Identificación de Aspectos Ambientales e impactos asociados.

Aspecto Ambiental: se identificará los aspectos ambientales asociados a las entradas y salidas de los procesos y/o actividades analizadas, teniendo en cuenta:

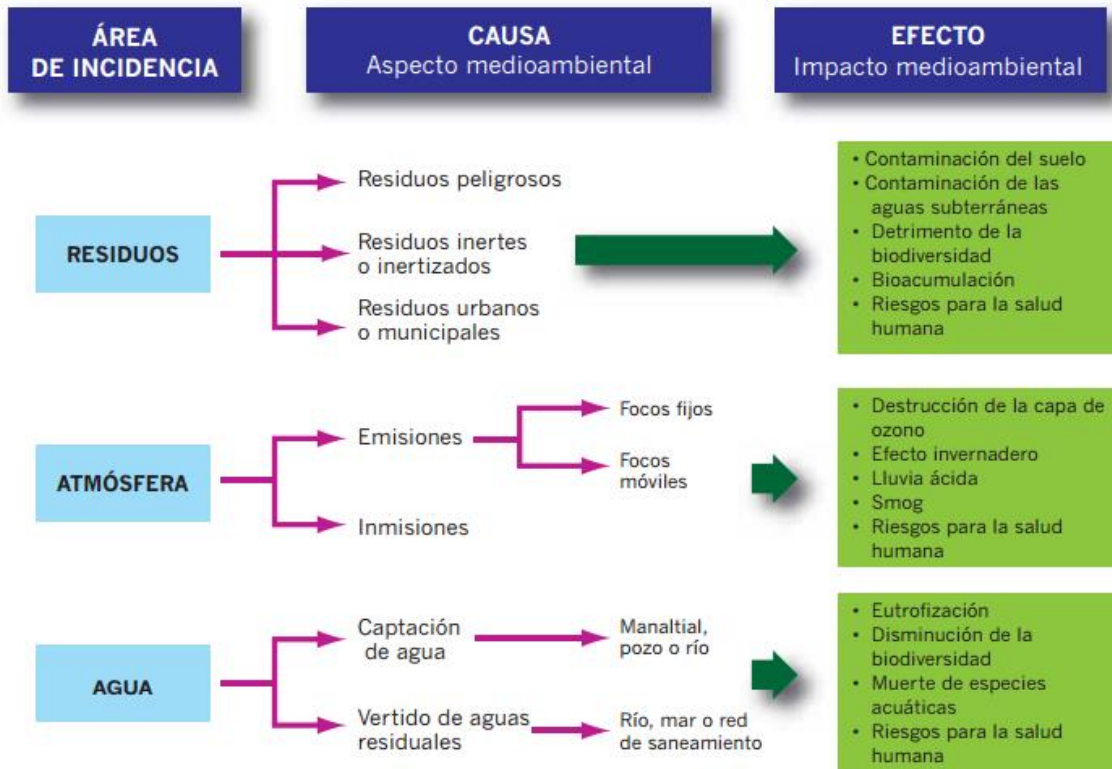
- El consumo de recursos naturales, materias primas, insumos.
- Los componentes ambientales como generación de emisiones, efluentes, residuos sólidos, entre otros.
- Los incidentes o accidentes ambientales ocurridos.
- Los aspectos ambientales identificados en el EIA aprobado por la autoridad competente.

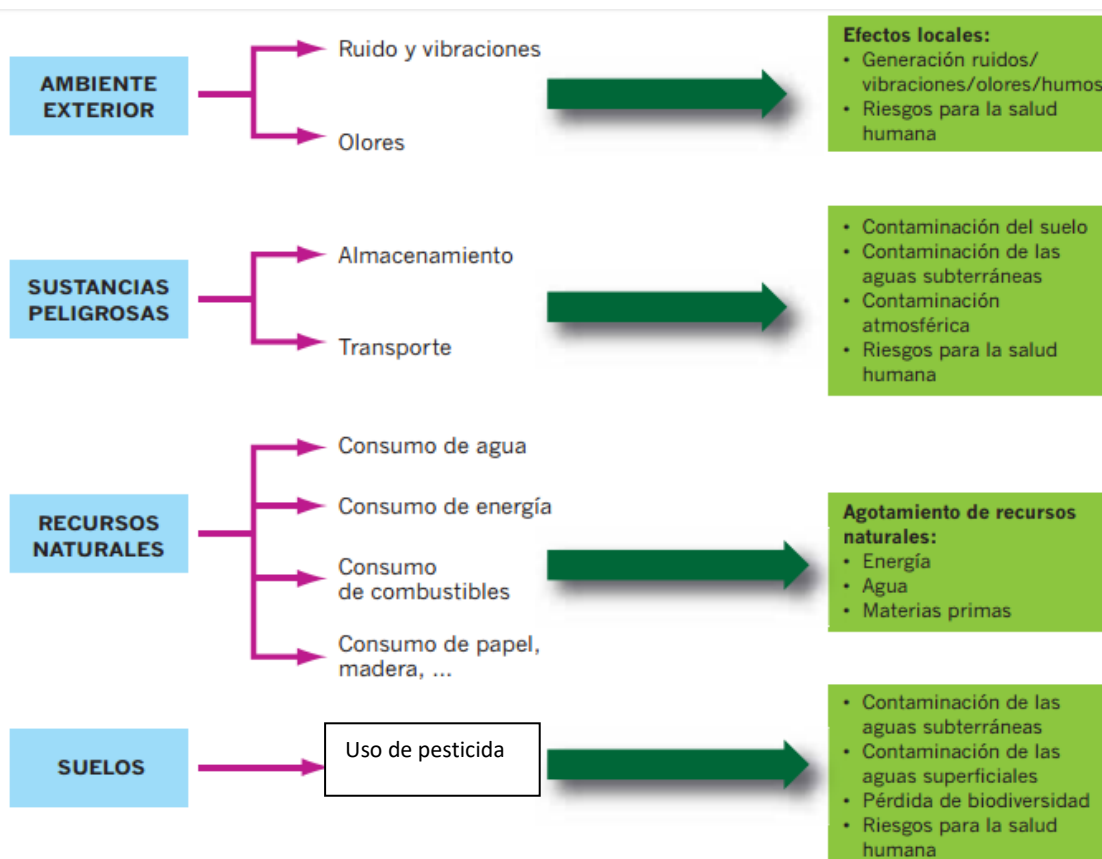
Impacto Ambiental: se identificará los impactos asociados a los aspectos ambientales, teniendo en



cuenta:

- La relación de causa-efecto que existe entre el aspecto e impacto, respectivamente.
- Los efectos del consumo de los recursos naturales y materias primas.
- Los efectos por la alteración de la calidad de los componentes ambientales.





### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	--	--	--

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	--	--	--

#### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	--	--	--

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Respetar las normas del laboratorio.

### 5. Procedimientos:

#### 5.1 Caso de estudio.

Analiza el siguiente diagnóstico ambiental de una empresa industrial. Esta empresa antes de iniciar sus operaciones elaboró su Estudio de Impacto Ambiental, pero ahora está en etapa de actualización. Como elementos de entradas para identificar los aspectos e impactos ambientales tienes el diagnóstico ambiental de la empresa.





### Diagnóstico ambiental

#### Situación Inicial

Un centro productivo de tamaño medio ha realizado un estudio de todas las componentes medioambientales que le afectan en razón de su actividad tecnológica y la legislación que le es aplicable.

Para todas ellas realiza las correspondientes analíticas medioambientales de las que extrae información sobre su comportamiento medioambiental. La información que se muestra a continuación corresponde al ejercicio anual inmediatamente anterior al momento presente y por tanto cabe esperar que los datos empleados presenten la situación medioambiental más próxima a la realidad existente en este momento, lo que conviene a la fiabilidad de la metodología de evaluación de aspectos que se va a desarrollar.

Puesto que el centro es relativamente pequeño en extensión, prácticamente al revisar proceso por proceso todas las áreas de actividad no ha quedado nada olvidado (nótese que esta situación no es la habitual en grandes centros de producción, donde es fácil no reparar en las componentes medioambientales de algunas zonas de uso infrecuente o esporádico). Como resultado, a continuación se refleja la información que se ha logrado reunir, útil para la elaboración de la metodología de evaluación de aspectos medioambientales.

#### Emisiones

Se dispone de 3 focos de emisiones (F1, F2 y F3), siendo uno de ellos de tipo industrial (emisión de NO y CO de un proceso de eliminación de sustancias químicas diversas en piezas mecánicas por secado), otro de ellos es de combustión de gas natural y el tercero es de combustión de gasóleo C para la calefacción de la nave y las oficinas anexas.

Se dispone de los siguientes datos resultantes de las analíticas efectuadas por un Organismo de Control Autorizado (OCA), como media de los datos disponibles. El valor límite para el NOx es el establecido legalmente para focos industriales, incluido el foco de gas natural (GN), mientras que en los demás focos actúa como valor de referencia. Los valores límite para CO (F3) y SO2 son los establecidos para combustión de gasóleos. El otro valor límite de CO corresponde a actividades de tipo industrial (F1 y F2).

**NOTA: El índice Bch se refiere a la escala Bacharach de caracterización de la opacidad de los humos, que se basa en un conjunto de placas gradualmente oscurecidas desde el blanco, que corresponde al cero, al negro, que corresponde al nueve.**

	Foco 1 (Industrial)	Foco 2 (GN)	Foco 3 (Gasóleo C)	Límite
NO <sub>x</sub>	250 ppm	25 ppm	200 ppm	300 ppm
CO	100 ppm	34 ppm	1.000 ppm	500 ppm (F1, F2) 1.445 ppm (F3)
SO <sub>2</sub>	--	--	1.600 ppm	1.700 ppm
Partículas	--	--	Bch 2	Bch 2

#### Vertidos

Se dispone de un punto de vertido industrial al río próximo, para el que los parámetros analíticos que deben ser controlados en virtud de la correspondiente autorización de vertido, así como sus límites, son los indicados. Los resultados que se obtienen como media anual de los valores de los muestreos diarios que se realizan son los siguientes.



	Valor medio anual	Límite
DQO	145 mg/l	170 mg/l
SS	220 mg/l	255 mg/l
CF	70 mg/l	300 mg/l
pH	7.3	Entre 5.5 y 9.5

NOTA: Se puede observar que para vertidos de poca entidad no se suelen imponer limitaciones de temperatura y de caudal (cosa que sí ocurre con mayor frecuencia en grandes vertidos). Esto puede deberse a que se considere que el río no va a sufrir alteraciones importantes por fluctuaciones no muy grandes de estos parámetros.

Las aguas sanitarias se canalizan a una fosa séptica por medio de la que se realiza una depuración biológica por infiltración en el subsuelo y cuya gestión autorizada por la Confederación Hidrográfica se resume en un saneamiento periódico a cargo del servicio municipal correspondiente.

NOTA: La presencia de fosas sépticas es habitual en centros de producción aislados y que, en consecuencia, no disponen de infraestructura sanitaria municipal para canalizar y sanear las aguas en la depuradora municipal.

### Residuos

La declaración anual de residuos refleja los siguientes resultados:

Aceites y grasas 700 kg

Tintas 100 kg

Disolventes 250 kg

Sólidos impregnados de aceite 50 kg

Baterías 10 kg

Fluorescentes 5 kg

Pilas botón 0,5 kg

Envases que han contenido residuo peligroso 3 contenedores de 500 kg

Las facturas del servicio de recogida de basuras revelan que la cantidad gestionada el año pasado ha sido:

RSU.....3.000 kg

Escombros (Inertes).....200 kg

Ruido

En realidad no hay apenas ruido generado hacia el exterior y la existencia del mismo es claramente debida a un foco de una planta vecina y a la carretera colindante. Esta situación no obstante, no es causa para descartar la existencia de ruido emitido al exterior, que existe en el momento en que se dispone de equipos o maquinaria propia generadora de ruido. Esta situación suele ser más palpable sobre todo con motivo de la actividad nocturna, donde otros focos generadores de ruido habitualmente desaparecen.

Por otro lado, los mayores problemas en cuestión de ruido suelen encontrarse en centros pequeños, que en su día se construyeron en las afueras de municipios que con el tiempo han crecido, dejando al centro fabril rodeado de viviendas, muy sensibles a los problemas acústicos y con normativas municipales de regulación bastante exigentes.

El informe sobre el nivel de ruido hacia el exterior en el perímetro de la planta, realizado por una empresa especializada en este tipo de mediciones indica que, aunque se supera el valor diurno establecido en la legislación en uno de los puntos del perímetro muestreados, ello es debido al efecto conjunto de la carretera colindante y un foco emisor de una planta vecina. El resto de los puntos arrojan unos valores



comprendidos entre 50 y 55 dBA (media de 53 dBA) de día y entre 48 y 50 dBA (media 49 dBA) de noche. Los límites de la ordenanza municipal son 70 dBA en periodo diurno y 50 dBA en periodo nocturno.

**Consumos**

Se consume energía eléctrica, gas natural, gasóleo de calefacción y agua de pozo. Es también frecuente en zonas aisladas que no se disponga de servicio de agua de red, por lo que el agua necesaria para la actividad debe extraerse directamente del terreno mediante pozos.

El balance anual de consumos, extraído de la contabilidad realizada de las facturas recibidas es el siguiente:

	Consumos	Limite
Electricidad	2.000.000 kW	
Agua de pozo	6.000 m <sup>3</sup>	7.000 m <sup>3</sup> (autORIZACIÓN DE CAPTACIÓN)
Gasóleo	400 Tn	
GN	2 MTh	

*NOTA: El consumo de recursos es en general también inferior al de un gran centro productivo.*

**Actividades pasadas**

Existe un depósito enterrado para almacenamiento del gasóleo de calefacción. En la actualidad los depósitos de combustible ya no se diseñan enterrados por lo general, por lo que el depósito existente debe ser antiguo.

El depósito cumple con las prescripciones normativas de control. No ha habido derrames y la última prueba de estanqueidad ha resultado satisfactoria. Además se practican catas en las proximidades del depósito enterrado para detectar posibles afecciones pasadas en el terreno.

Sin embargo, se detectan numerosas manchas de aceite en la zona de talleres mecánicos, claramente producidas por las actividades que se realizan habitualmente y desde que el taller comenzó su actividad. Se contabilizan:

- 3 manchas de unos 3 m<sup>2</sup>
- 7 manchas de unos 7 cm de profundidad
- 15 manchas de menos de 0,5 m<sup>2</sup>

**Incidentes/Accidentes**

Los escenarios de riesgo contemplados son los habituales en una planta de tamaño medio:

- Incendio
- Explosión
- Fugas de gas
- Derrames ocasionales

El plan de emergencia medioambiental contempla como escenarios los dos primeros, mientras que todos los demás son considerados como incidentes medioambientales.

En el periodo anual estudiado se han producido las siguientes situaciones:

- Incendios 0
- Explosiones 0
- Derrames de aceite 10
- Fugas 5
- Conatos de incendio 1

Además se han producido situaciones no conformes reflejadas en los partes de No Conformidad cuando en ocasiones se ha superado el valor límite del correspondiente parámetro. No obstante, han sido situaciones puntuales corregidas rápidamente y sin trascendencia en el conjunto de la información.

5.2 Evaluación de impactos ambientales

Para la evaluación de los impactos ambientales se deben considerar los siguientes criterios:



Criterio	Nivel de daño	Daño	Puntaje
Severidad	Alto	Afectación grave o irreversible al medio ambiente	5
	Medio	Afectación moderada con recuperación a un mediano plazo	3
	Bajo	Afectación mínima	1
Frecuencia	Rutinario	Diaria	5
	Muy frecuente	Semanal	4
	Frecuente	Mensual	3
	Periódico	Trimestral	2
	Eventual	Anual	1
Afectación a partes interesadas	Alto	Es percibido y ha generado daños a la salud y ambiente de las partes interesadas, ha generado conflictos legales.	5
	Medio	Es percibido y puede generar quejas.	3
	Bajo	No es percibido por la parte interesada.	1
Control	No controlado	Con cuenta con un mecanismo de prevención.	5
	Controlado	Cuenta con un mecanismo de prevención y control de los aspectos ambientales.	1

Un impacto ambiental es significativo (S) si la suma de los criterios es mayor o igual a 10.

Anotar los resultados en la tabla: identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales.

## 6. Resultados





**7. Conclusiones**

7.1.....

7.2.....

7.3.....

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- Vesilind P., A.; Morgan, S.M. y Heine, L.G. (2010). Introduction to environmental engineering-SI Version. Cengage Learning.
- Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). Introducción a la ingeniería medioambiental. Pearson Prentice Hall.