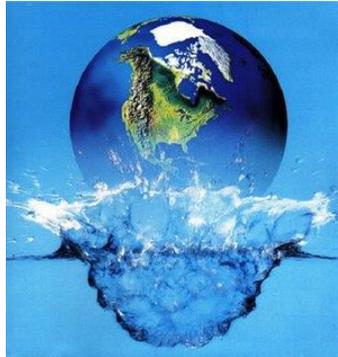


MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

**IMPACTO DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESPERDICIOS SÓLIDOS:
CALIDAD DEL AGUA**

**UNIDAD 5: DE TU CASA AL VERTEDERO Y
DEL VERTEDERO A TU CUERPO**

Nivel secundario



Autores: Betzaida Ortiz, Adaíl Alicea Martínez, José De Jesús Rosa

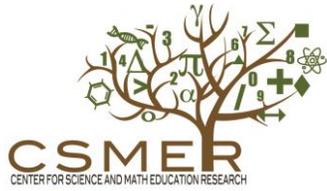
Revisores: Marta Fortis, Edwin Morera, Jorge Ortiz

Evaluadores: Milagros Bravo, Pascua Padró

Modificado: Yamily Colón, Tomás Díaz, Myrna Hernández,

María L. Ortiz, Minnette Rodríguez, Amabel Soto

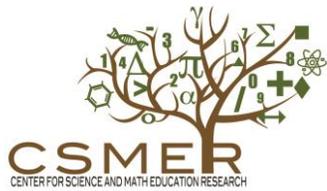
FEBRERO 2015



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
GUÍA DEL MAESTRO	
Objetivos específicos de aprendizaje	5
Estándares, expectativas y especificidades por grado	5
Trasfondo	9
Glosario	18
Proceso educativo	
Inicio	
Actividad #1: El ciclo hidrológico (Actividad de exploración)	19
Desarrollo	
Actividad #2: Distribución del agua en el planeta Tierra	20
Actividad #3: Los procesos de infiltración y escorrentías	26
Actividad #4: Modelo para visualizar el proceso de percolación de lixiviados	31
Cierre	
Actividad de Cierre	35
BIBLIOGRAFÍA	36
GUÍA DEL ESTUDIANTE	37
APÉNDICE	
Pre/pos prueba	48
Anejo A	54



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

INTRODUCCIÓN

En esta unidad se presenta al participante¹ una actividad para cada una de las partes del proceso educativo: inicio, desarrollo y cierre, con el fin de entender el impacto de la disposición final de desperdicios sólidos en la calidad del agua. Los temas que se abordan en esta unidad forman parte del currículo de ciencias con la integración de la matemática. Se utiliza el contexto del agua como eje principal alrededor del cual se trabajan los conceptos.

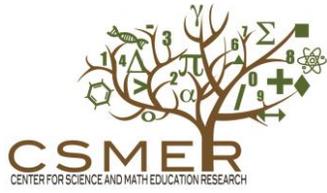
Se presentan actividades que sirven para desarrollar un modelo del ciclo hidrológico dando énfasis a algunos de los procesos de este ciclo que ocurren en un sistema de relleno sanitario (vertedero). Esto les servirá para desarrollar un modelo para visualizar el proceso de percolación de líquidos producidos por los desperdicios sólidos. En el caso de la integración de las matemáticas, se interpretarán gráficas circulares dado el ángulo del sector circular en relación a la cantidad de agua disponible para consumo en el planeta. Se calculará la cantidad de agua que consume una persona en galones y litros, y se comparará con la cantidad sugerida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para consumo humano por persona por día. Además, se analizará el significado de la pendiente en una ecuación de regresión lineal relacionando los conceptos de masa, volumen y densidad.

Profundizando en temas de pertinencia académica y de importancia socio-ambiental se pretende que los maestros, y luego sus estudiantes, logren el entendimiento de estos temas estudiados y reconozcan la importancia que tiene la ciencia en la sociedad. Se espera que al final de la unidad, el participante sea capaz de transferir lo aprendido al salón de clases e integrar las matemáticas y las ciencias de manera eficaz.

Para el mejor entendimiento de la unidad se hace uso de los tres principios de aprendizaje: conocimiento previo, profundidad y meta-cognición, los cuales servirán de apoyo al maestro a la hora de desarrollar el tema dentro del salón de clases.

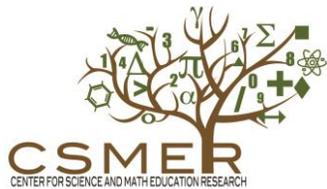
Trabajando con este contexto aprenderemos de procesos científicos que son pertinentes y podremos desarrollar proyectos de investigación.

¹ Se utilizará el masculino para referirnos a los/as maestros/as, los/as estudiantes, los/as participantes y el/la capacitador/a.



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

GUÍA DEL MAESTRO



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

MATERIA: Ciencias y Matemáticas

NIVEL/GRADO: Nivel secundario / Grados: 7mo a 12mo

MACRO CONCEPTOS DE CIENCIA Y MATEMÁTICAS: Conservación de la materia (Ciencias), pendiente de una ecuación lineal (Matemáticas)

CONCEPTO PRINCIPAL: contaminación del agua

CONCEPTOS SECUNDARIOS: ciclo hidrológico, infiltración, escorrentías, lixiviados, ángulo del sector circular, ecuación regresión lineal, volumen, masa, densidad

CONTENIDO PREVIO: desperdicios sólidos, sistemas de relleno sanitario (vertederos)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE APRENDIZAJE:

A través de la unidad, los participantes:

- Desarrollarán un modelo del ciclo hidrológico dando énfasis a algunos de los procesos de este ciclo que ocurren en un sistema de relleno sanitario (vertedero).
- Desarrollarán un modelo para visualizar el proceso de percolación de líquidos producidos por los desperdicios sólidos.
- Interpretarán gráficas circulares dado el ángulo del sector circular en relación a la cantidad de agua disponible para consumo en el Planeta.
- Calcularán la cantidad de agua que consume una persona en galones y litros, y se comparará con la cantidad sugerida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para consumo humano por persona por día.
- Analizarán el significado de la pendiente en una ecuación de regresión lineal relacionando los conceptos de masa, volumen y densidad.

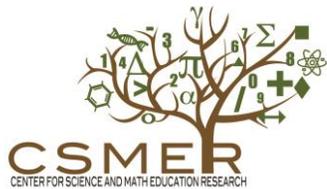
ESTÁNDARES Y EXPECTATIVAS DE GRADO

CIENCIAS

Nivel: 7-9

Curso: Ciencias Terrestres

Estándar	Interacciones y energía
Área de dominio	Procesos geológicos de la Tierra
Expectativa	El rol del agua en los procesos de la superficie de la Tierra: El agua circula continuamente entre la tierra, el océano y la atmósfera a través de los procesos de transpiración, evaporación, condensación y cristalización, y la precipitación, así como a través de los flujos hacia abajo en la tierra.



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

Indicadores	
EI.T.CT2.IE.2	Desarrolla un modelo para describir la circulación de agua a través de los sistemas de la Tierra
Estándar	Conservación y cambio
Área de dominio	El impacto humano en los recursos naturales
Expectativa	
El impacto humano en los sistemas de la Tierra: Las actividades humanas han alterado significativamente la biosfera, llegando a dañar o destruir hábitats naturales y causando la extinción de otras especies, en algunos casos. Los cambios en los ecosistemas terrestres pueden tener impactos diferentes (positivos y negativos) para distintos seres vivos. Típicamente, a medida que las poblaciones humanas y el consumo per cápita de los recursos naturales aumentan, también aumentan los impactos negativos sobre la Tierra, a menos que las actividades y tecnologías involucradas se diseñen de otra manera.	
Indicadores	
EI.T.CT3.CC.1	Aplica principios científicos para diseñar un método de monitoreo para minimizar algún impacto humano sobre el ambiente. <i>Ejemplos de procesos de diseño pueden incluir examinar los impactos humanos sobre el ambiente, evaluar las soluciones posibles, y diseñar y evaluar soluciones que pueden ayudar a reducir el impacto.</i>

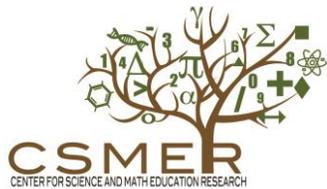
Nivel: 10-12

Curso: Química

Estándar	Estructura y niveles de organización de la materia
Área de dominio	Estructura y propiedades de la materia
Expectativa	
Tipos de interacciones: Las fuerzas de atracción y repulsión entre cargas eléctricas a escala atómica explican la estructura, las propiedades y las transformaciones de la materia, así como las fuerzas de contacto entre los objetos.	
Indicadores	
ES.Q.CF1.EM.12	Discrimina entre las propiedades físicas extensivas e intensivas de la materia y analiza ejemplos variados de situaciones en donde la propiedad del material es fundamental para diversos usos. <i>Ejemplos incluyen la densidad, ductilidad, conductividad, etc.</i>

Curso: Ciencias Ambientales

Estándar	Estructura y niveles de organización de la materia
Área de dominio	Sistemas de la Tierra
Expectativa	
El papel del agua en los procesos de la superficie terrestre: La abundancia del agua líquida en la superficie terrestre y su combinación única de las propiedades físicas y químicas son centrales para la dinámica del planeta.	
Indicadores	
ES.A.CT2.EM.2	Explica la importancia del agua para los organismos y la necesidad de proteger este recurso.



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

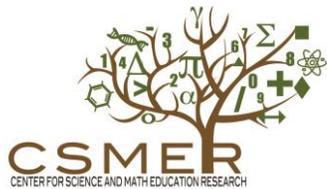
Estándar	Conservación y cambio
Área de dominio	Sustentabilidad humana
Expectativa A.CT3	
<p>Impactos humanos en los sistemas de la Tierra: La sustentabilidad de las sociedades humanas y la biodiversidad que los apoya requiere de un manejo responsable de los recursos naturales. Los científicos e ingenieros pueden aportar una gran contribución al desarrollar tecnologías que producen menos contaminación, menos desperdicios, y que reduzcan la degradación del ecosistema.</p>	
Indicadores	
ES.A.CT3.CC.8	Plantea soluciones considerando el desarrollo científico y económico de Puerto Rico, en relación al bienestar del ambiente natural. <i>Ejemplos pudieran incluir contaminación causada por los desechos sólidos, desechos biomédicos, contaminación del aire y del agua, y conservación de los recursos no renovables.</i>
ES.A.CT3.CC.9	Propone alternativas que ayudan preservar nuestros ecosistemas para las generaciones futuras, asegurando que incluyen el desarrollo económico y la sustentabilidad.

Estándar	Diseño para ingeniería
Área de dominio	Diseño para ingeniería
Expectativa A.IT1	
<p>Desarrollar posibles soluciones: Cuando se evalúan soluciones, es importante considerar un conjunto de aspectos, como la seguridad, confiabilidad y estética, y también los impactos sociales, culturales, económicos y ambientales. Tanto los modelos físicos como las computadoras se pueden usar de varias maneras para ayudar en el proceso de diseño de la ingeniería. Las computadoras resultan útiles para muchos propósitos, como hacer simulaciones para probar distintas soluciones posibles para un problema, para determinar cuál de éstas es más eficiente o económica o para hacer una presentación persuasiva a un cliente acerca de cómo un diseño puede satisfacer sus necesidades.</p>	
Indicadores	
ES.A.IT1.IT.3	Propone formas efectivas para concienciar y promover posibles soluciones a problemas ambientales tales como contaminación de aire, suelo agua, manejo de desperdicios, protección de especies y recursos, al igual que el desarrollo sostenible.

MATEMÁTICAS

Nivel: Séptimo grado

Estándar	Álgebra
Descripción	El estudiante es capaz de realizar y representar operaciones numéricas que incluyen relaciones de cantidad, funciones, análisis de cambios al emplear números, variables y signos para resolver problemas.
Expectativa	
6.0 Interpreta la razón de cambio en situaciones matemáticas y de la vida diaria, y reconoce la razón de cambio constante asociada a relaciones lineales.	



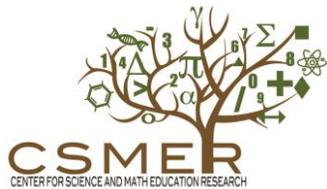
MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

Indicador	
7.A.6.1	Demuestra que la razón de cambio en casos lineales es constante y describe gráficamente la relación proporcional implícita en esta razón de cambio y se representa en la inclinación de la línea.
7.A.6.2	Interpreta, describe y usa la razón de cambio para modelar situaciones matemáticas y del mundo real. Interpreta el significado de la razón de cambio asociada con incrementos y reducciones en contextos de la vida diaria que involucran tasas, razones y porcentajes.
7.A.6.3	Interpreta y determina la pendiente (razón de cambio constante) y el intercepto (término constante) de un modelo lineal en el contexto de los datos. (algebraicamente, gráficamente, en tablas numéricas o por descripción verbal.
7.A.6.4	Establece conexiones y traduce entre representaciones equivalentes de relaciones lineales, que incluyen gráficas, tablas, y expresiones verbales para resolver problemas. Establece conexiones entre las soluciones únicas de ecuaciones lineales dadas y las representaciones gráficas, tablas y símbolos que la representan.

Estándar	Medición
Descripción	El estudiante es capaz de aplicar correctamente sistemas, herramientas y técnicas de medición al establecer conexiones entre conceptos espaciales y numéricos.
Expectativa	
11.0 Convierte e investiga las relaciones entre unidades de medidas.	
Indicador	
7.M.11.1	Resuelve problemas que involucran razón, velocidad promedio, distancia, tiempo o variación directa.

Nivel: Octavo grado

Estándar	Algebra
Descripción	El estudiante es capaz de realizar y representar operaciones numéricas que incluyen relaciones de cantidad, funciones, análisis de cambios al emplear números, variables y signos para resolver problemas.
Expectativa	
2.0 Identifica funciones al basarse en el comportamiento de su gráfica y su razón de cambio, y describe funciones al usar la notación y terminología apropiada.	
Indicador	
8.A.2.3	Determina si una relación es lineal o no lineal basándose en si tiene o no razón de cambio constante, su descripción verbal, su tabla de valores, su representación gráfica o su forma simbólica. Interpreta que la ecuación $y = mx + b$ define una función lineal cuya gráfica es una recta; produce ejemplos de funciones que no son lineales (ejemplo: La función $A = s^2$, que determina el área de un cuadrado como función de sus lados, no es una función lineal porque la gráfica tiene los puntos (1, 1), (2, 4) y (3,9) que no están en línea recta).



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

Nivel: Escuela Superior

Estándar	Funciones
Descripción	El estudiante es capaz de entender, interpretar, analizar y construir modelos de diversas funciones y sus representaciones. Esto incluye las descripciones verbales, tablas, ecuaciones y gráficas para hacer predicciones y analizar las relaciones al solucionar problemas matemáticos complejos de la vida diaria.
Expectativa	
23.0 Interpreta funciones que resultan en aplicaciones según el contexto.	
Indicador	
ES.F.23.1	Interpreta las características básicas de las gráficas y las tablas de una función que representa dos cantidades en términos de esas cantidades, y bosqueja gráficas que muestren las características a partir de una descripción verbal de la relación. Entre las características se incluyen: interceptos, intervalos donde la función es creciente, decreciente, positiva o negativa, máximos y mínimos relativos, simetrías, comportamiento en los extremos, y periodicidad.
ES.F.23.2	Calcula e interpreta la tasa de cambio promedio de una función (presentada simbólicamente o en una tabla) en un intervalo específico. Estima la tasa de cambio a partir de una gráfica.
ES.F.23.3	Modela y resuelve problemas al usar variación directa, inversa y combinada.

TRASFONDO

Los seres humanos han visto el recurso del agua como algo que la naturaleza nos provee, sin costo. Sin embargo, el agua potable, entiéndase como el agua disponible para el consumo humano, está escaseando cada vez más. Hablamos de escasez como ausencia en la cantidad de agua que no será apta para el consumo humano debido a la contaminación del recurso. El agua está expuesta a diversos factores que la hacen perjudicial para el consumo humano. Por ejemplo, el agua que existe para consumo humano constituye el 0.4% del agua disponible del planeta Tierra. Si el agua está expuesta a contaminantes (desperdicios sólidos, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, entre otros) deja de estar disponible para el consumo. Las plantas de tratamiento que existen en el País tratan las aguas para potabilizarla y hacerla disponible para el consumo humano.

Existen muchas formas en que el agua contaminada, sin ser tratada, puede llegar a nuestros hogares. Por ejemplo, en eventos de lluvia es común observar el desbordamiento de los alcantarillados sanitarios a través de los registros de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) (ver Lámina # 1) muchas veces debido a la presencia de obstrucciones provocadas por desechos que no debieron ser lanzados a los alcantarillados. Esto lleva aguas negras de los alcantarillados a las aceras y otros cuerpos de agua aledaños.

Algunos de estos cuerpos de agua receptores son las fuentes de abasto de las plantas de tratamiento de agua potable. Otra forma es cuando emisiones gaseosas de sustancias químicas provenientes de fábricas, centrales eléctricas y vehículos, se disuelven en el agua de lluvia formando la lluvia ácida.

Lámina # 1:
Registro de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados



A medida que aumenta la población, el uso del agua también aumentará trayendo en adición el problema de la insuficiencia en los abastos del recurso. Cerca de un tercio del agua que utilizamos cada día va directamente al inodoro. El uso indiscriminado del agua va acompañado de una disposición indiscriminada de basura. Los desechos de alimentos muchas veces van al agua, mediante los usos de trituradores de alimentos, y en algunos casos, de forma directa como es el ejemplo de los aceites. Esto puede traer como resultado el que los alcantarillados se bloqueen, lo que traería en algún momento que la basura pudiera volver a tu casa o contaminar ríos y quebradas aledaños.

El 55% de los bloqueos son causados por los clientes, situación que podría disminuir si las personas dispusieran mejor de la basura en sus casas y lugares de trabajo. Una forma de disponer de las grasas y aceites es permitir que se sequen colocándolas en papel y luego disponiéndolas a la basura. En muchos hogares las grasas van directamente a cuerpos de agua aledaños, promoviendo su degradación. En primer lugar las grasas, aceites y otros productos de esta índole no deben llegar al agua. Debemos lograr una disposición efectiva de los posibles contaminantes del agua. De esta forma evitaríamos que las aguas contaminadas regresen a nuestro hogar y nos afecten la salud.

Ley de Conservación de la Materia

La Ley de la Conservación de la Materia se le atribuye a Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), un químico francés que propuso la ley en 1789. Fue uno de los pocos químicos de su tiempo que valoró plenamente la importancia de que la masa de los productos de una reacción química debe ser igual a la masa de los reactantes, lo que coincide con los siguientes enunciados de la ley, “en cualquier cambio de estado, la masa total se conserva” o “la materia ni se crea ni se destruye en cualquier reacción química” (Tamir & Ruiz, 2005).

Residuos sólidos urbanos (RSU)

Composición de los RSU

Los residuos producidos por los habitantes urbanos comprenden basura, muebles y electrodomésticos viejos, embalajes y desperdicios de la actividad comercial, restos del cuidado de los jardines, la limpieza de las calles, etc. El grupo más voluminoso es el de las basuras domésticas. La basura suele estar compuesta por:

- materia orgánica.- son los restos de plantas procedentes de la limpieza de jardines o de la preparación de los alimentos junto a la comida que sobra.
- papel y cartón.- periódicos, revistas, publicidad, cajas y embalajes, etc.
- plásticos.- botellas, bolsas, embalajes, platos, vasos y cubiertos desechables, etc.
- vidrio.- botellas, frascos diversos, vajilla rota, etc.
- metales.- latas, botes, etc.
- otros

En las zonas más desarrolladas la cantidad de papel y cartón es más alta, constituyendo alrededor de un tercio de la basura, seguida por la materia orgánica. En cambio, si el país está menos desarrollado la cantidad de materia orgánica es mayor -hasta las tres cuartas partes en los países en vías de desarrollo- y mucho menor la de papeles, plásticos, vidrio y metales.

Para un buen diseño de recogido y tratamiento de la basura es necesario tener en cuenta, las variaciones según los días y las épocas del año. En los lugares turísticos las temporadas altas suponen un aumento muy importante en los residuos producidos. También épocas especiales como fiestas y ferias, acontecimientos deportivos importantes, etc., producen altas cantidades de basura. En verano la proporción de materia orgánica suele ser mayor, mientras que en invierno aumenta la proporción de cenizas.

Recogido y tratamiento de los RSU

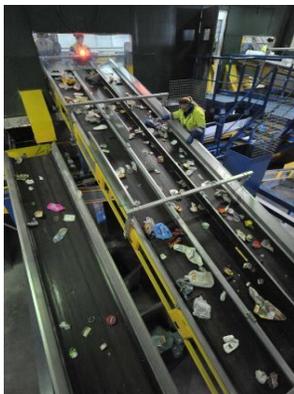
Gestionar adecuadamente los RSU es uno de los mayores problemas de muchos municipios en la actualidad. El manejo moderno de los RSU incluye varias fases:

MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

- Recogida selectiva-** La utilización de contenedores que recogen separadamente el papel y el vidrio está cada vez más extendida y también se están poniendo otros contenedores para plásticos, metal, baterías, etc. En las comunidades más avanzadas en la gestión de los RSU en cada domicilio se disponen de los distintos residuos en diferentes bolsas de acuerdo al tipo de desperdicio. Estas comunidades dependen de este trabajo previo del ciudadano separando los diferentes tipos de basura. En esta fase hay que cuidar que no se produzcan roturas de las bolsas y contenedores, colocación indebida, derrame de basuras por las calles, etc. También se están diseñando camiones para la recogida y contenedores con sistemas que facilitan la comodidad y la higiene en este trabajo.



- Recogida general-** La bolsa general de basura, en aquellos sitios en donde no hay recogida selectiva, o la que contiene lo que no se ha puesto en los contenedores específicos, se deposita en contenedores o en puntos especiales de las calles y desde allí es transportada a los vertederos o a las plantas de selección y tratamiento.



- Plantas de selección-** En los vertederos más avanzados, antes de tirar la basura general, pasa por una zona de selección en la que, en parte manualmente y en parte con máquinas se le retiran latas (con sistemas magnéticos), cosas voluminosas, etc.

MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)



- **Reciclaje y recuperación de materiales-** Lo ideal sería recuperar y reutilizar la mayor parte de los RSU. Con el papel, telas, cartón se hace nueva pasta de papel, lo que evita talar nuevos árboles. Con el vidrio se puede fabricar nuevas botellas y envases sin necesidad de extraer más materias primas y, sobre todo, con mucho menor gasto de energía. Los plásticos se separan, porque algunos se pueden usar para fabricar nueva materia prima y otros para construir objetos diversos.



- **Compostaje-** La materia orgánica fermentada forma la composta que se puede usar para abonar suelos, alimentar ganado, construir carreteras, obtener combustibles, etc. Para que se pueda utilizar sin problemas es fundamental que la materia orgánica no llegue contaminada con sustancias tóxicas. Por ejemplo, es muy frecuente que tenga exceso de metales tóxicos que hacen inútil la composta para usos biológicos al ser muy difícil y cara su eliminación.

- **Vertido-** El procedimiento más usual, de disponer de las basuras –aunque no el mejor, suele ser depositarlas en vertederos. Aunque se usen buenos sistemas de reciclaje o la incineración, al final siempre quedan restos que deben ser llevados a vertederos. Es esencial que los vertederos estén bien construidos y utilizados para minimizar su impacto negativo al medioambiente. Uno de los mayores riesgos es que contaminen las aguas subterráneas y para evitarlo se debe impermeabilizar bien el suelo del vertedero y evitar que las aguas de lluvias y otras salgan del vertedero sin tratamiento, arrastrando contaminantes al exterior. Otro riesgo está en los malos olores y la concentración de gases explosivos producidos al fermentar las basuras. Para evitar esto se colocan dispositivos de recogida de gases que luego se queman para producir energía. También hay que cuidar el cubrir adecuadamente el vertedero, especialmente cuando termina su utilización para disminuir los impactos visuales.



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)



- **Incineración-** Quemar la basura tiene varias ventajas, pero también algún inconveniente. Entre las ventajas está el que se reduce mucho el volumen de vertidos (quedan las cenizas) y el que se obtienen cantidades apreciables de energía. Entre las desventajas está el que se producen gases contaminantes, algunos potencialmente peligrosos para la salud humana, como las dioxinas. Existen incineradoras de avanzada tecnología que, sí funcionan bien, reducen

mucho los aspectos negativos, pero su construcción y operación suele ser costosa y para que sean rentables deben tratar grandes cantidades de basura.

CONCEPCIONES ERRÓNEAS

A continuación se exponen algunas de las ideas erróneas relativas al ciclo hidrológico:

1. Evaporación y precipitación: el agua se evapora únicamente de los mares y océanos cuando hace calor. Sin embargo, no consideran el papel desempeñado por el Sol dentro del ciclo (Cardak, 2009).
2. Muchos alumnos no entienden la diferencia entre aire y vapor de agua y suelen pensar que las nubes están formadas únicamente por vapor de agua (Bar y Travis, 1991, Bar y Galili, 1994).
3. Porosidad y permeabilidad: Las aguas subterráneas se almacenan en grandes lagos subterráneos (Agelidou *et al.*, 2001).
4. Flujo de las aguas subterráneas: se trata o bien de aguas estáticas que “capturadas” en las rocas no se mueven, o bien de aguas dinámicas que forman ríos subterráneos (Agelidou *et al.*, 2001). En muchos casos ni siquiera son consideradas como parte del ciclo del agua (Fernández-Ferrer *et al.*, 2008).
5. Aguas superficiales y escorrentía superficial. No se han detectado grandes errores, aunque sería importante incidir más sobre la acción modeladora del agua en el paisaje.
6. Factor antropogénico: la mayoría de los alumnos no consideran la afección que el ser humano causa en las aguas superficiales y subterráneas. (Ben-zvi-Assarf y Orion, 2005).

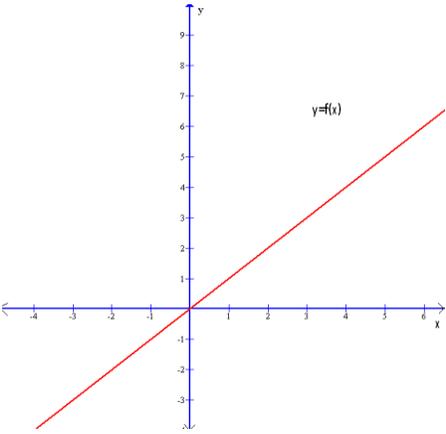
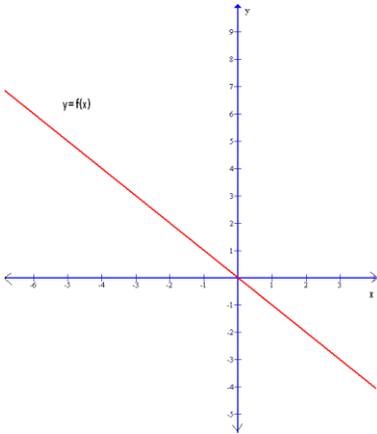
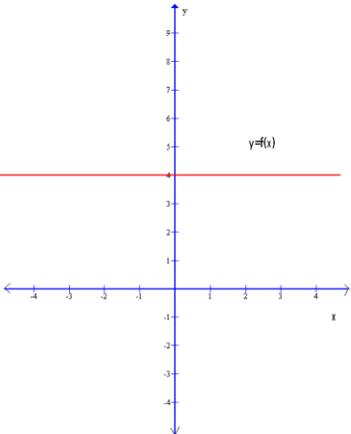
TRASFONDO DE MATEMÁTICAS

Función Lineal

Una función lineal, llamada también función de proporcionalidad directa es simplemente cualquier función que relacione dos magnitudes directamente proporcionales (x, y). Su ecuación tiene la forma $y = mx + a$ ó $f(x) = mx + a$. La gráfica de estas funciones son llamadas rectas. El factor m es la constante de proporcionalidad y recibe el nombre de pendiente de la función. Esta indica la inclinación de la recta que la representa gráficamente con respecto al eje horizontal. La pendiente de una recta en un sistema de representación rectangular se define como el cambio en el eje vertical dividido por el respectivo cambio en el eje horizontal:

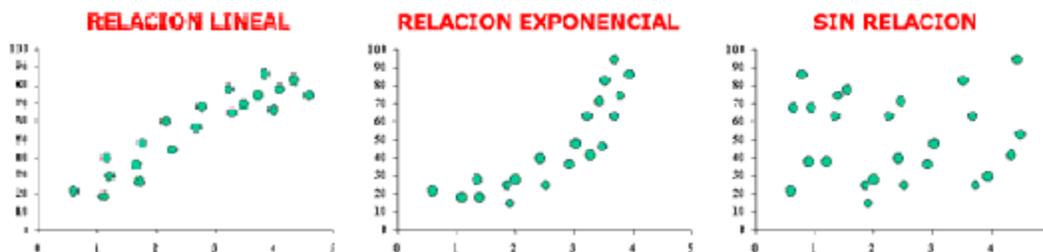
$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

Gráficas de funciones lineales

Función lineal creciente $m > 0$	Función lineal decreciente $m < 0$	Función constante $m = 0$
		

El coeficiente de correlación lineal

El coeficiente de correlación lineal mide el grado de intensidad de esta posible relación entre las variables. Este coeficiente se aplica cuando la relación que puede existir entre las variables es lineal (es decir, si representáramos en un gráfico los pares de valores de las dos variables la nube de puntos se aproximaría a una recta).



No obstante, puede que exista una relación que no sea lineal, sino exponencial, parabólica, etc. En estos casos, el coeficiente de correlación lineal mediría mal la intensidad de la relación las variables, por lo que convendría utilizar otro tipo de coeficiente más apropiado.

Medición de ángulos

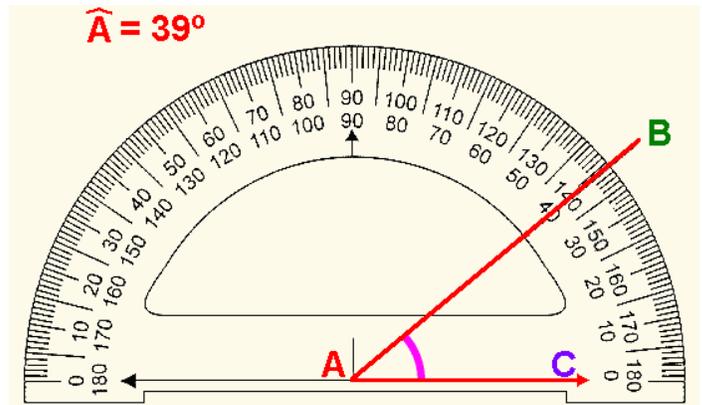
La forma más sencilla de medir ángulos es trazar una circunferencia alrededor de un centro (vértice) y comparar la longitud del arco comprendido entre los dos lados del ángulo con la longitud de la circunferencia que, como sabemos, es $2\pi r$, siendo r la longitud del radio.

Se considera como unidad de medida el radián, que es la amplitud de un ángulo cuyo arco es igual a la longitud del radio de la circunferencia alrededor de un centro (vértice) del ángulo que contiene a dicho arco. Con esta unidad de medida la circunferencia completa tiene 2π *radianes*, el ángulo llano π *radianes*, el ángulo recto $\frac{\pi}{2}$ *radianes*,... etc. Otra unidad de medida es el grado sexagesimal, que es la amplitud de un ángulo cuyo arco es $2\pi r/360$. Es decir, se divide a la circunferencia de centro el vértice del ángulo en 360 partes, que se denominan grados, y un ángulo que mida un grado tiene como arco una de estas divisiones. En el sistema sexagesimal, heredado de los babilónicos, cada grado se divide en 60 minutos y cada minuto en 60 segundos.

MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

El instrumento que se utiliza para medir un ángulo en grados se llama transportador. Se coloca el transportador sobre el ángulo de manera que el vértice coincida con el centro de la circunferencia que constituye el borde del transportador, A, y que uno de los lados del ángulo esté en el radio AC. El ángulo de la figura mide 39 grados.

Cuando el ángulo sea mayor que uno llano (cóncavo) se mide el exceso del llano y se suma a 180° o se mide el ángulo convexo correspondiente y se resta a 360° dicha medida.



Ángulos en una circunferencia

Según la posición de un ángulo respecto de una circunferencia los ángulos se pueden clasificar en:

Central: El vértice del ángulo es el centro de la circunferencia.

Inscrito: El vértice del ángulo está en la circunferencia y los lados contienen a sendas cuerdas.

Semiinscrita: El vértice del ángulo está en la circunferencia, uno de los lados contiene a una cuerda y el otro está en la tangente a la circunferencia en dicho punto.

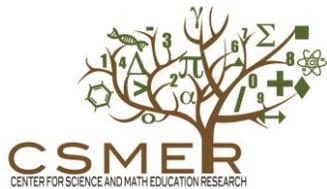
Exterior: El vértice del ángulo está en el exterior de la circunferencia.

Interior: El vértice del ángulo está en el interior de la circunferencia, es decir, es un punto del círculo.

CONCEPCIONES ERRÓNEAS

Concepciones erróneas de los conceptos matemáticos:

1. Pendiente: los estudiantes generalmente confunden el concepto de la pendiente (rapidez de variación) con **puntos** más altos o puntos más bajos de la gráfica. (Clement, 1985)
2. Interpretación de variables (letras): los estudiantes no comprenden que las letras representan números y que el número representado puede tener un único valor (como en $x + 2 = 5$) o infinitos valores (como en $x + y = x + y$). (Del Río, 1990)



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

GLOSARIO

Aguas superficiales: son aquellas que circulan sobre la superficie del suelo. Estas se producen por la escorrentía generada a partir de la precipitación o por el afloramiento de aguas subterráneas. Pueden presentarse en forma correntosa, como en el caso de corrientes, ríos y arroyos, o quietas si se trata de lagos, reservorios, embalses, lagunas, humedales, estuarios, océanos y mares.

Antropogénico: se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana.

Escorrentías: es un término geológico de la hidrología, que hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida.

Infiltrar: introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido.

Lixiviado: es el líquido filtrado a través de los residuos sólidos u otros medios y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.

Percolar: un líquido que se mueve a través de un medio poroso.

pH: El pH (potencial de hidrógeno) es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio [H_3O^+] presentes en determinadas sustancias. La sigla significa "potencial de hidrógeno" (pondus Hydrogenii o potentia Hydrogenii; del latín *pondus*, n. = peso; *potentia*, f. = potencia; *hydrogenium*, n. = hidrógeno). Este término fue acuñado por el químico danés Sørensen, quien lo definió como el logaritmo negativo en base 10 de la actividad de los iones hidrógeno.

Turbidez: El agua puede ser turbia cuando recibe una determinada cantidad de partículas que permanecen algún tiempo en suspensión. Esto puede ocurrir como consecuencia de la lluvia que arrastra partículas de tierra hacia el río o como resultado de actividades del hombre tales como, minería (extracción de arena) y desagüe de residuos industriales. La turbidez de un río o depósito de agua puede ser confirmada recogiendo muestras de agua en un vidrio transparente que, después de permanecer en reposo por algunos minutos, podrá presentar una determinada cantidad de material depositado en el fondo sólidos sedimentables.

PRE-PRUEBA

Se entregará a cada participante una pre-prueba y se le dará un máximo de 15 minutos para contestarla de manera individual.



PROCESO EDUCATIVO

INICIO (ACTIVIDAD DE EXPLORACIÓN)

ACTIVIDAD #1: EL CICLO HIDROLÓGICO

Objetivo:

- 1) Diagramar el movimiento del agua a través de la naturaleza.



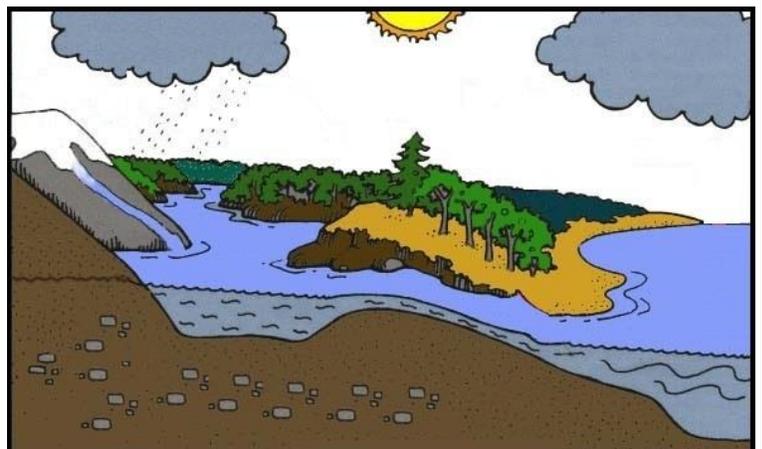
El capacitador procederá con la discusión de las siguientes preguntas de inquirir:

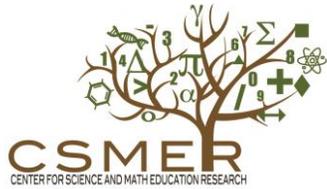
- ¿De dónde viene el agua?
- ¿Llegará el día en que el agua en nuestro planeta Tierra se termine?
- ¿Por qué piensas esto?

Se puede aplicar la técnica de Assessment “*One Minute Paper*” para acaparar las respuestas de todos los participantes. Luego de hecha la pregunta se le dará a los participantes un minuto para que contesten la misma en una pizarrita. Levantarán la misma y el capacitador leerá las respuestas rápidamente. Vea las respuestas y deténgase en las que más se alejen de lo que espera. Este inicio se utilizará para que los participantes ofrezcan conocimiento acerca del ciclo del agua. Este es el momento para estar pendiente de las concepciones erróneas que traen los participantes y comenzar a aclararlas.

Instrucciones:

- 1) Utilizando el diagrama presentado a continuación, los participantes integrarán al mismo un esquema del movimiento del agua a través de la naturaleza. Debe ser realizado de forma individual (Hoja de Trabajo #1).





MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

- 2) En discusión socializada, comentar acerca de los procesos identificados en el diagrama.
- 3) El capacitador presentará el Video #1 titulado “El ciclo del agua” el cual sólo tiene música instrumental asociada a él, es simplemente una animación del ciclo hidrológico sin presentar escritas las partes del mismo.
<http://www.youtube.com/watch?v=3Cl6jCDWWYI>
 - El video se puede detener e ir explicando los procesos según aparecen.
- 4) El capacitador retoma las preguntas del inicio:
 - ¿De dónde viene el agua?
 - ¿Llegará el día en que el agua en nuestro planeta Tierra se termine?

DESARROLLO

ACTIVIDAD #2: DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL PLANETA TIERRA

Objetivo:

1. Determinar la cantidad de agua disponible para consumo interpretando una gráfica circular dado el ángulo del sector circular.
2. Calcular la cantidad de agua que usa cada persona para consumo humano.

Materiales:

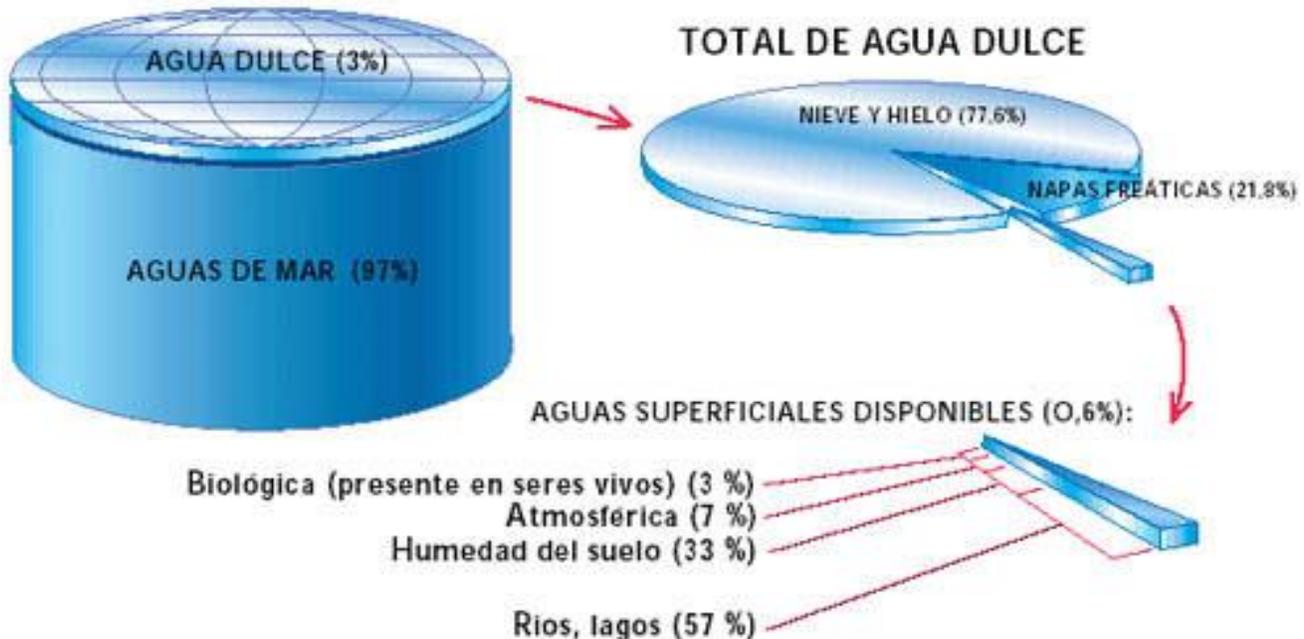
- Hojas de trabajo
- Calculadora

Procedimiento:

- 1) El capacitador pide a los participantes que estimen la cantidad de agua en galones y litros que utilizan semanalmente para su consumo. (Hoja de trabajo # 2A)
- 2) Los participantes contestan las preguntas de la hoja de trabajo # 2A.
- 3) Se discuten las preguntas oralmente haciendo referencia al dato provisto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de la cantidad de agua adecuada sugerida para consumo humano por persona por día.
- 4) Los participantes realizan la hoja de trabajo # 2B.
- 5) En discusión socializada, se discuten las gráficas de la hoja de trabajo # 2B.
 - a. Se interpretan las gráficas dado el ángulo del sector circular de las mismas.
 - b. Se determina dónde está la mayor parte del agua en el Planeta y su relación con la cantidad de agua disponible para consumo.
 - c. Se discute qué son aguas superficiales (*agua que transcurre sobre la superficie terrestre*) y su relación con la distribución del agua para consumo.

El capacitador presentará el siguiente diagrama:

TOTAL DE AGUA EN EL PLANETA



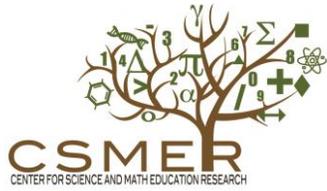
(http://jum.jumapam.gob.mx/wpcontent/uploads/2011/10/lamina_agua_planeta.jpg&imgrefurl=http://jumapam.gob.mx/cultura-del-agua/distribucion-de-agua-en-el-planeta)

¿Cómo comparan sus respuestas con los datos presentados?

En esta etapa de preguntas se puede aprovechar para trabajar el concepto de la Conservación de la Materia para integrar los conceptos al tema medular. Se espera que los participantes indiquen que al igual que la materia ni se crea ni se destruye, solo se transforma, así mismo el agua como materia, se transforma sólo en su aspecto físico, pero sigue siendo agua.

Finalizada la discusión, el capacitador pregunta:

- ¿Qué procesos del ciclo hidrológico podrían verse influenciados por la presencia de desperdicios sólidos?
Permita que los participantes contesten. Se espera que los participantes indiquen que todos los procesos podrían verse influenciados.

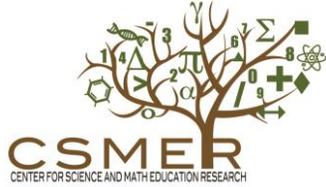


MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

El capacitador guiará las siguientes preguntas:

De los procesos que componen el ciclo hidrológico,

- ¿Cuáles están relacionados al transporte de los desperdicios sólidos en el agua?
La escorrentía es el transporte de mayor importancia, sin embargo en los demás procesos del ciclo el transporte ocurre de forma lenta pero a través de todo el ciclo hidrológico.
- ¿Cómo se relacionan estos procesos?
La misma gota que comenzó en alguno de los procesos pasará a través de todo el ciclo. No hay un comienzo, ni un final sino como la palabra lo indica, es un ciclo.



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

Actividad #2: Distribución del Agua en el Planeta Tierra

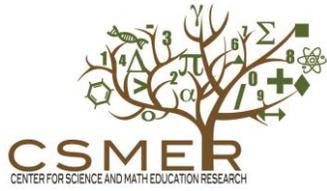
Hoja de trabajo # 2A

¿Cuánta agua utilizas?

Escribe la cantidad de veces que diariamente realizas cada una de las actividades. Por ejemplo, si te lavas las manos 5 veces, todos los días, colocar un cinco debajo de cada día. En el caso de la ducha poner en cuántos minutos se gastan en la ducha cada día. Recuerde que debe incluir si se toma más de una ducha diaria. Luego, suma las veces que realizas cada actividad para obtener la puntuación total de la semana. Para cada actividad, multiplica el número total de veces por el número de galones y poner este número en la columna total de uso semanal. Finalmente, suma todos los galones para obtener el total de agua utilizada en una semana para todas las actividades.

Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Número de veces	Cantidad de agua usada (en galones)	Total de agua utilizada en la semana (en galones)
Lavarse las manos									0.5	
Bañarse									6 por minuto	
Cepillarse los dientes (pluma abierta)									2	
Cepillarse los dientes (pluma cerrada)									0.25	
Descargar el "toilet"									5	
Tomar un vaso de agua									0.25	
Fregar los trastes									10	
Limpiar la casa									3	
Lavar una tanda de ropa									30	

Total de agua en galones utilizada en una semana para todas las actividades _____



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

Responde a las siguientes preguntas:

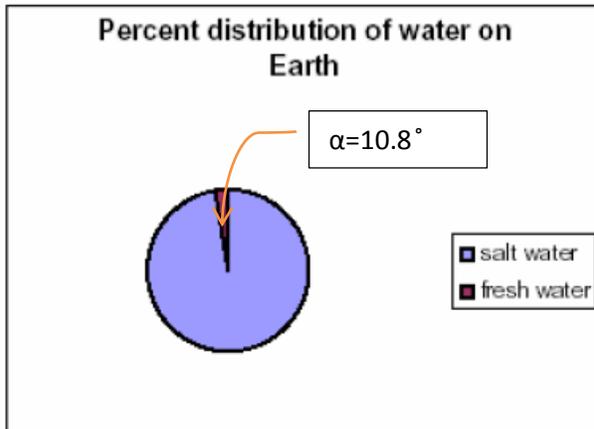
1. ¿Cuántos galones de agua usas en una semana? _____
2. Calcula el promedio de galones usados en un día. ¿A cuántos litros equivale esa cantidad? _____ = _____
3. ¿En cuál de las actividades que realizas utilizas la mayor cantidad de agua?
4. ¿Qué haría para reducir el consumo de agua?

Actividad #2: Distribución del Agua en el Planeta Tierra

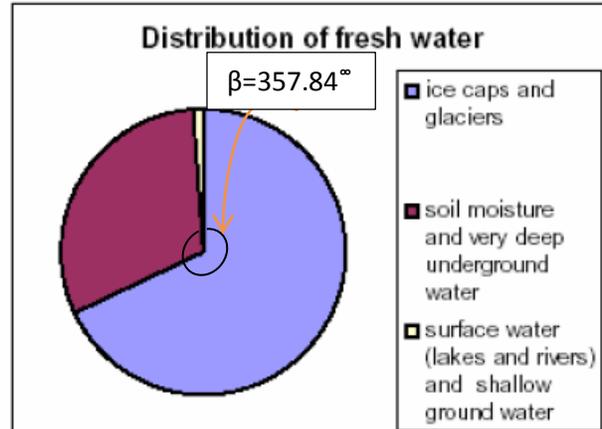
Hoja de trabajo # 2B

El agua en la Tierra

Graph 1



Graph 2



Utilizando la gráfica 1:

1. Calcula el porcentaje de agua fresca (dulce) en la Tierra, si la medida del ángulo $\alpha = 10.8^\circ$. (3%)
2. Explica en tus propias palabras lo que se puede interpretar acerca del agua salada y el agua dulce.
3. ¿Dónde está la mayor cantidad de agua? Aproxima el porcentaje en que se encuentra (*en los océanos*) (97%)

Utilizando la gráfica 2:

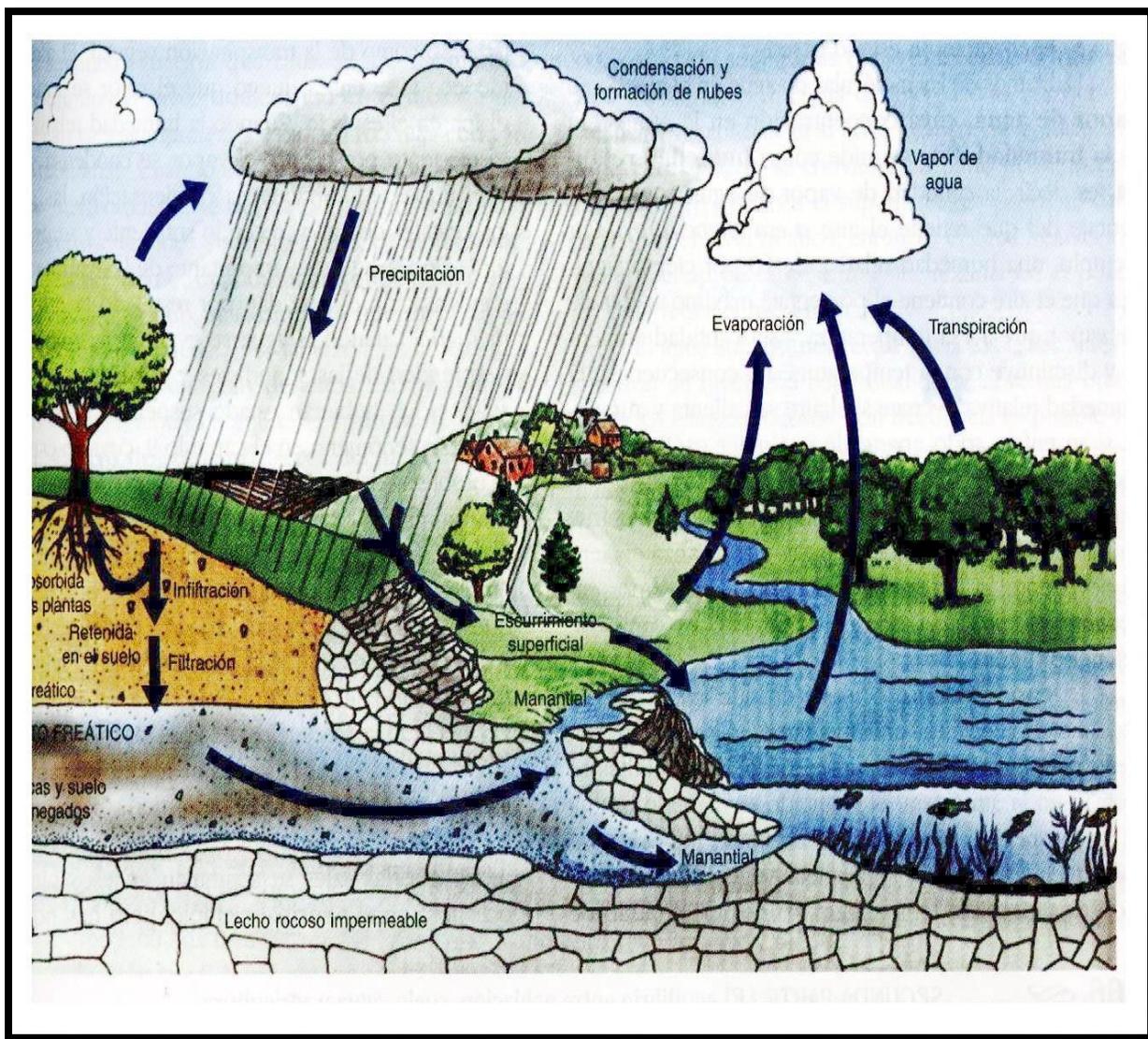
1. ¿Dónde está la menor cantidad de agua? (*aguas superficiales*)
2. Calcula el porcentaje que representa esa cantidad de agua. (0.6%)
3. ¿Qué son las aguas superficiales? (*agua que transcurre sobre la superficie terrestre*)

ACTIVIDAD # 3: LOS PROCESOS DE INFILTRACIÓN Y ESCORRENTÍAS

Objetivo

1) Distinguir entre los procesos de percolación e infiltración.

Los participantes simularán los procesos de infiltración y escorrentías para relacionarlos al transporte de desechos sólidos. Desarrollarán y examinarán el siguiente modelo en donde se presenta del ciclo hidrológico a partir de los dos procesos de enfoque.



Ciclo Hidrológico

Materiales por grupo:

- 1 caja plástica transparente de acrílico
- 1 paquete de plastilina
- 1 pedazo de tela de tul 57" de largo
- 4 algodones
- 1 metro de papel celofán transparente
- 2 tazas de arena
- 1 galón de agua
- 1 paquete con 4 colores vegetales (amarillo, verde, rojo y azul)
- 1 vaso de análisis ("beaker") de 600mL
- 1 balanza digital
- 1 espátula
- 2 palillos de dientes
- 1 lámina de árbol
- 1 lámina del sol



Procedimiento:

1. El capacitador entregará a cada participante una hoja de papel en la cual diseñarán un modelo del ciclo hidrológico con los materiales que se les presentarán.
2. En grupo y en un papelote, dibujarán el modelo que más se ajuste a sus diseños y que en consenso sea el mejor que represente su modelo.
3. El capacitador pasará por las mesas observando y dando sugerencias si los grupos tienen duda en el diseño.
4. Se utilizará una caja transparente en donde se echará 250mL de agua en la parte inferior, representando las aguas subterráneas.
5. En el agua se echarán pequeñas bolas de papel de celofán representando la estructura del subsuelo, que sean suficientes para ayudar a mantener la arena en la parte intermedia y que no se mezcle con el agua.
6. Se utilizará un pedazo de tela de tul de 57" de largo doblado del ancho del envase que permitirá el flujo de agua a través de la arena y por las bolitas de papel celofán.
7. Luego, como capa intermedia, se echará 2 tazas de arena, representando el suelo.



Lámina # 2: Se observan las diferentes capas

8. En la capa superior se colocará plastilina, representando una capa casi impermeable de la superficie de la Tierra.

Lámina # 3: Realización de orificios y canales



9. A la plastilina se le harán pequeños orificios y canales con el palillo de dientes por donde se infiltrarán las aguas y además se demarcará una topografía de cuenca para representar un río o quebrada.
10. Luego que el modelo esté desarrollado se pedirá a cada grupo que realice una predicción de lo que ocurrirá en el modelo cuando se vierta una solución de agua con color vegetal.
11. Se procede y se observará el proceso de infiltración y de escorrentías.
12. Cada grupo contestará las siguientes preguntas:
 - ¿Qué procesos del ciclo hidrológico se observaron a través de la actividad?
 - ¿Qué le ocurre al agua en el ciclo hidrológico?
 - ¿Cómo el agua recoge y transporta los desperdicios sólidos a través del ciclo?
13. Los participantes presentarán los modelos desarrollados discutiendo los dos procesos del ciclo hidrológico y cómo éstos se relacionan al transporte de desperdicios sólidos.

MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

El capacitador comienza la discusión para presentar un diagrama del ciclo hidrológico en el cual se integre el impacto de los desperdicios sólidos (puede utilizar una flecha o símbolo para presentar el impacto). Con este modelo (Figura #2) se pretende que los participantes puedan observar cómo las aguas que se descargan en los hogares fluyen a través de escorrentías por la superficie de la tierra y culminan en los cuerpos de agua y cómo las aguas infiltran a las zonas subterráneas contaminándolas.

Se les preguntará a los participantes:

- ¿Qué pasaría si en este proceso intervienen los desperdicios sólidos? ¿Cómo esto varía en el campo y en la ciudad?

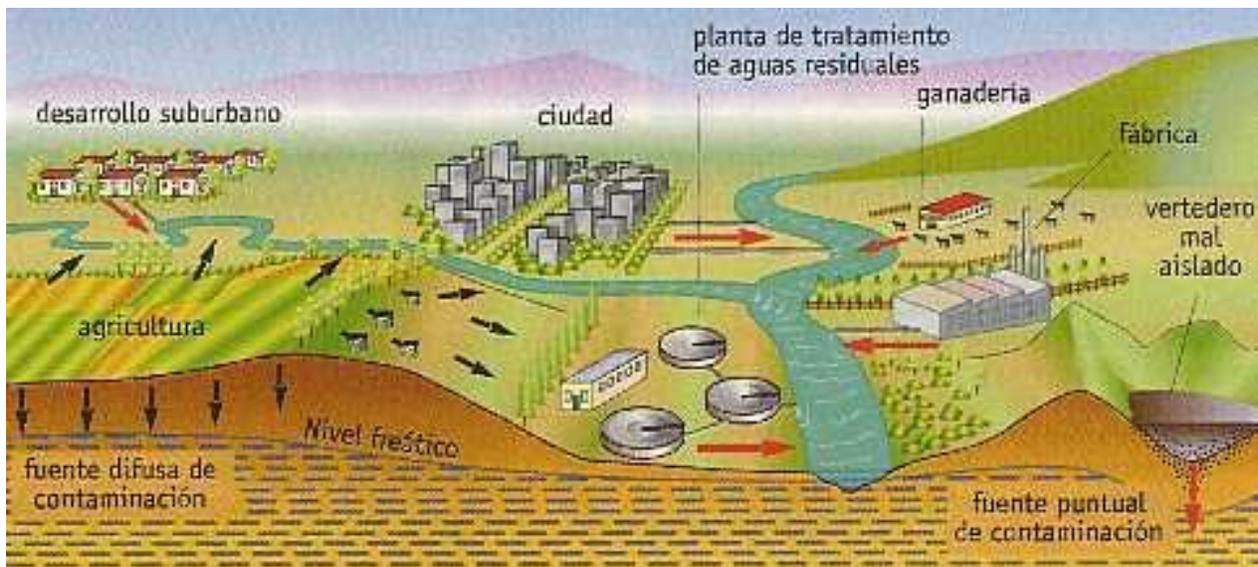


Figura #2 <https://www.google.com/search?q=contaminacion+del+agua+subterranea>

Es importante, por medio del desarrollo del modelo, que los participantes reflexionen mediante una discusión socializada acerca de las preguntas realizadas en la introducción:

- ¿Cuáles de los procesos de ciclo hidrológico están relacionados al transporte de los desperdicios sólidos en el agua?
- ¿Cómo se relacionan estos procesos?
- ¿Qué sucede con el agua una vez que entra en el ciclo?
- Cuando el agua cambia de estado, ¿qué sucede?
- ¿Se conserva el agua en el ciclo?

ACTIVIDAD # 4: MODELO PARA VISUALIZAR EL PROCESO DE PERCOLACIÓN DE LIXIVIADOS

Hoja de trabajo #4

Objetivos:

- 1) Desarrollar un modelo donde se pueda visualizar el proceso de percolación de los lixiviados, método por el cual los contaminantes pueden llegar a cuerpos de agua en zonas subterráneas.
- 2) Encontrar la relación entre masa, volumen y densidad.
- 3) Determinar la ecuación de regresión lineal.
- 4) Analizar el significado de la pendiente de la ecuación en la situación.

Con este modelo se pretende que los participantes puedan observar el proceso por el cual los líquidos pasan por la arena o tierra y se depositan en el vaso ejemplificando la percolación de lixiviados a otros lugares, como por ejemplo, los cuerpos de agua subterráneos.

Descripción de la actividad

¿Qué se entiende por lixiviado? (Para conocimiento inicial del capacitador)

Lixiviado según el Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales-CONICET es el líquido filtrado a través de los residuos sólidos u otros medios y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.

El capacitador realiza a los participantes las siguientes preguntas de inquirir:

- ¿Qué se puede formar en el fondo de un zafacón o una bolsa de basura cuando se rompen, se descomponen o se mezclan algunos desperdicios sólidos?

Se espera que los participantes contesten que se forman líquidos. Una vez contestada la pregunta anterior, se les pregunta

- ¿Qué características pueden tener esos líquidos?
- ¿Qué podría contener esos líquidos?
- ¿En qué otro lugar se puede observar la presencia de esos líquidos?
- ¿Qué procesos ocurrieron?

Se desarrollará una discusión socializada con los participantes acerca de la generación de desperdicios sólidos. Los lixiviados se producen como resultado de la descomposición y la presencia de distintos componentes de los desperdicios sólidos. Las figuras a continuación son ejemplos de dónde comúnmente se pueden observar estos líquidos. Una vez los lixiviados están presentes, estos pueden transportarse a los cuerpos de agua y contaminarlos.

Nota: El capacitador puede tener las láminas 1, 2 y 3 en una presentación en Power Point o en transparencias.



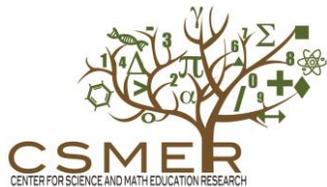
Lámina # 1: Lixiviados presentes en un vertedero.



Láminas # 2 y #3: Camión de basura depositando los desperdicios sólidos en el vertedero.

Materiales por grupo:

- 1) 250 cm³ muestra de suelo (arena, tosca o tierra roja)
- 2) Balanza de platillo
- 3) 1 Vaso de precipitado (500 mL)
- 4) Botella plástica
- 5) Liguilla
- 6) *Cotton cloth*



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

Procedimiento:

Parte A

1. En grupos cooperativos, medir la masa del vaso de precipitado vacío. Anotar en la tabla de datos # 1.
2. Echar el terreno asignado en el vaso de precipitado (500 mL) hasta la marca de 50 mL.
3. Medir la masa del volumen obtenido. Anotar en la tabla de datos # 1.
4. Repetir los pasos 2 y 3 para los siguientes volúmenes: 100 mL, 150 mL, 200 mL y 250 mL. Se utilizará el mismo vaso de precipitado que se utilizó en el paso #1 y #2. Anotar los resultados en la tabla de datos #1.
5. Calcular la densidad utilizando la fórmula para cada uno de los datos. Anotar en la tabla de datos # 1.
6. Entrar los datos del volumen como variable independiente y los datos de la masa como variable dependiente en la calculadora. Construir una gráfica. (ver anejo de pasos a seguir).
7. Encontrar en la calculadora la ecuación de regresión lineal de los datos. Anotarlo en la hoja de trabajo.
8. Determinar el significado de la pendiente en la ecuación encontrada.
9. Comparar resultados entre los grupos cooperativos.

Tablas de datos:

Tabla #1: Masa en gramos de la muestra de tierra en diferentes volúmenes y densidad

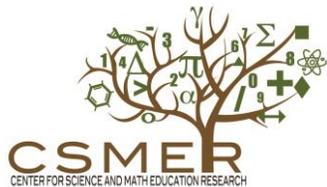
Masa (g)	Volumen (mL)	Densidad (g/mL)
	50	
	100	
	150	
	200	
	250	

Tipo de tierra: _____

Masa (g) vaso de precipitado vacío:

Ecuación de regresión lineal: _____

Significado de la pendiente de la ecuación: _____



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

Parte B

1. Colocar 250 g de la tierra medida en una botella plástica diseñada para visualizar el proceso de percolación de lixiviados.
2. Añadir 250 mL de agua. Esperar 5 minutos hasta que el agua se percole.
3. Anotar el volumen recolectado en el vaso de precipitado (este es el volumen final que representa el lixiviado). Anotar este volumen en la tabla de datos #2.
4. Describir el volumen recolectado (lixiviado).

Tabla #2: Volumen de agua

Volumen inicial (mL)	Volumen final (mL)
250 mL	

Tipo de tierra: _____

Descripción del volumen final (lixiviado):

Es importante que por medio del modelo los participantes desarrollen una discusión socializada en grupo general acerca de las preguntas realizadas al inicio del desarrollo de la actividad:

- ¿Qué se puede formar de la descomposición y mezcla de algunos desperdicios sólidos? (líquidos)
- ¿Qué podría contener esos líquidos?
- ¿En dónde comúnmente se puede observar la presencia de esos líquidos?

Al finalizar la actividad se provee un espacio para que los participantes presenten los modelos desarrollados mostrando el proceso de percolación de lixiviados. Como parte de la presentación se realiza un proceso de discusión y reflexión grupal acerca de los conceptos de lixiviados y percolación.

CIERRE

- 1) En discusión socializada, ver el video “**Cuida el agua: estás a tiempo**” recuperado de:
<http://www.youtube.com/watch?v=Jj-W5piaU5M>.
- 2) Luego de ver el video, los participantes reflexionan y responden la siguiente pregunta:
 - Utilizando el ciclo hidrológico y lo aprendido en la capacitación, explica qué ocurriría de llegar desperdicios sólidos a nuestros cuerpos de agua.

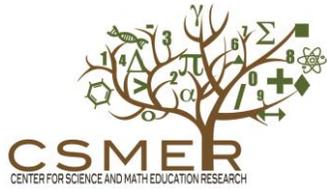
POS PRUEBA

Los participantes contestarán la pos prueba en un máximo de 15 minutos. Luego se discutirá.



HOJA DE REACCION EVALUATIVA

El capacitador le entregará la hoja de reacción a cada participante la cual completará y le devolverán.



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

BIBLIOGRAFÍA

Lev S. Kuchment, (2004). "The Hydrological Cycle and Human Impact in It", in *Water Resources Management*, [Eds. Arjen Y. Hoekstra, and Hubert H.G. Savenije], in *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford ,UK, [<http://www.eolss.net>]

Real Academia Española. Definiciones. Recuperado el 7 de junio de 2012 de, www.rae.es/rae.html

United States Geological Survey. "The Water Cycle - Water Science for Schools". Recuperado el 18 de junio de 2012, de <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>

"What Goes Around Comes Around: Water Cycle. Lessons and Activities Investigating Human Activities Impacting the Water Cycle". Recuperado el 18 de junio de 2012, de <http://msteacher.org/epubs/science/science13/actInvestigating.aspx>

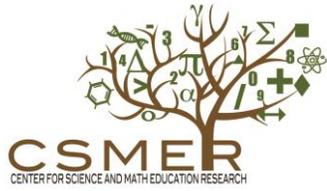
Páginas electrónicas

www.stwater.co.uk/fatrap

www.vernier.com

Ciclo del Agua: <http://www.youtube.com/watch?v=3Cl6jCDWWYI>

La gotita viajera: <http://www.youtube.com/watch?v=gB3pz32Da5k>



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

GUÍA DEL ESTUDIANTE

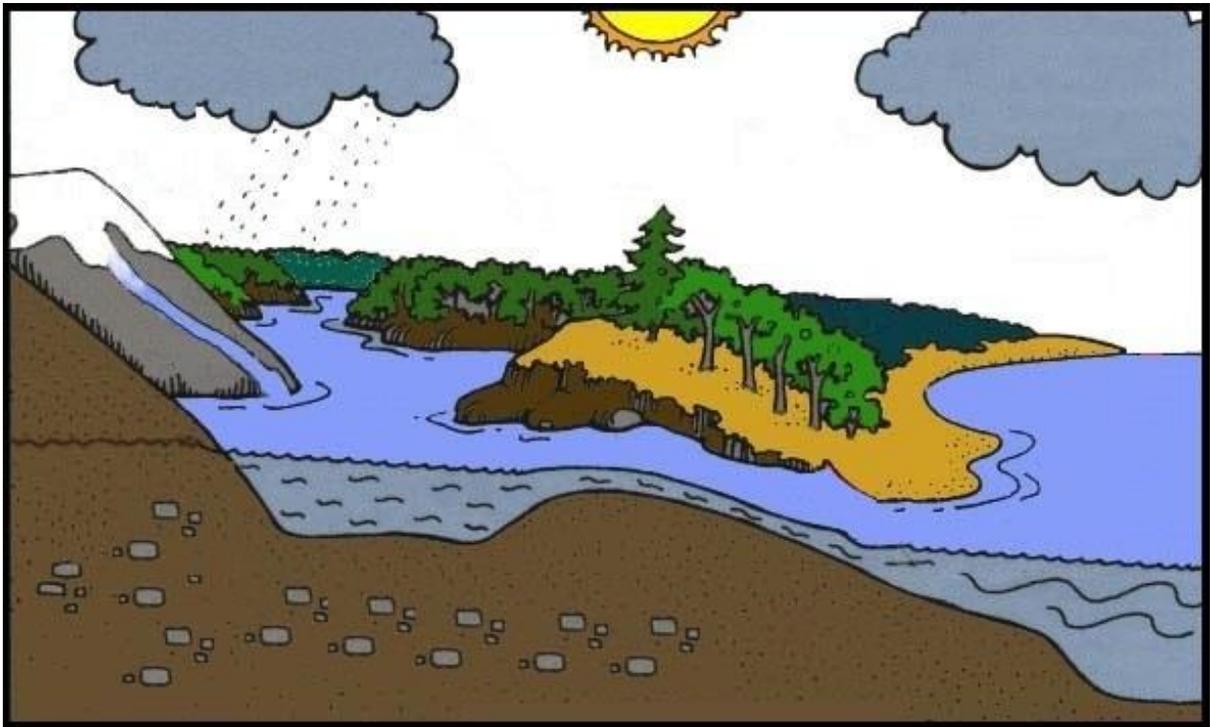
Actividad #1: El ciclo hidrológico

Hoja de trabajo #1

Objetivo: Diagramar el movimiento del agua a través de la naturaleza.

Instrucciones:

1. Utilizando el siguiente diagrama, integre al mismo un esquema del movimiento del agua a través de la naturaleza. Debe ser realizado de forma individual.





MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

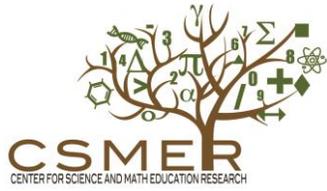
ACTIVIDAD #2: DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL PLANETA TIERRA Hoja de trabajo # 2A

¿Cuánta agua utilizas?

Escribe la cantidad de veces que diariamente realizas cada una de las actividades. Por ejemplo, si te lavas las manos 5 veces, todos los días, colocar un cinco debajo de cada día. En el caso de la ducha poner en cuántos minutos se gastan en la ducha cada día. Recuerde que debe incluir si se toma más de una ducha diaria. Luego, suma las veces que realizas cada actividad para obtener la puntuación total de la semana. Para cada actividad, multiplica el número total de veces por el número de galones y poner este número en la columna total de uso semanal. Finalmente, suma todos los galones para obtener el total de agua utilizada en una semana para todas las actividades.

Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Número de veces	Cantidad de agua usada (en galones)	Total de agua utilizada en la semana (en galones)
Lavarse las manos									0.5	
Bañarse									6 por minuto	
Cepillarse los dientes (pluma abierta)									2	
Cepillarse los dientes (pluma cerrada)									0.25	
Descargar el "toilet"									5	
Tomar un vaso de agua									0.25	
Fregar los trastes									10	
Limpiar la casa									3	
Lavar una tanda de ropa									30	

Total de agua en galones utilizada en una semana para todas las actividades _____



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

Responde a las siguientes preguntas:

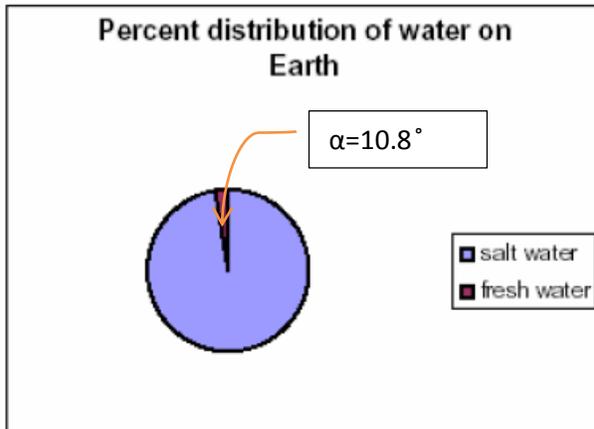
1. ¿Cuántos galones de agua usas en una semana? _____
2. Calcula el promedio de galones usados en un día. ¿A cuántos litros equivale esa cantidad? _____ = _____
3. ¿En cuál de las actividades que realizas utilizas la mayor cantidad de agua?
4. ¿Qué haría para reducir el consumo de agua?

ACTIVIDAD #2: DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL PLANETA

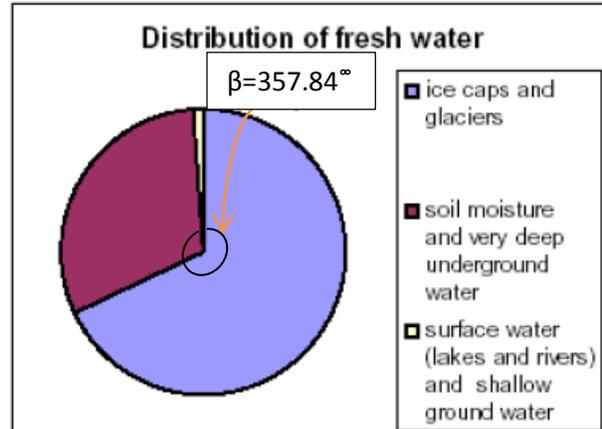
Hoja de trabajo # 2B

El agua en la Tierra

Graph 1



Graph 2



Utilizando la gráfica #1:

1. Calcula el porcentaje de agua fresca (dulce) en la Tierra, si la medida del ángulo $\alpha = 10.8^\circ$. _____
2. Explica en tus propias palabras lo que se puede interpretar acerca del agua salada y el agua dulce.

3. ¿Dónde está la mayor cantidad de agua? Aproxima el porcentaje en que se encuentra.

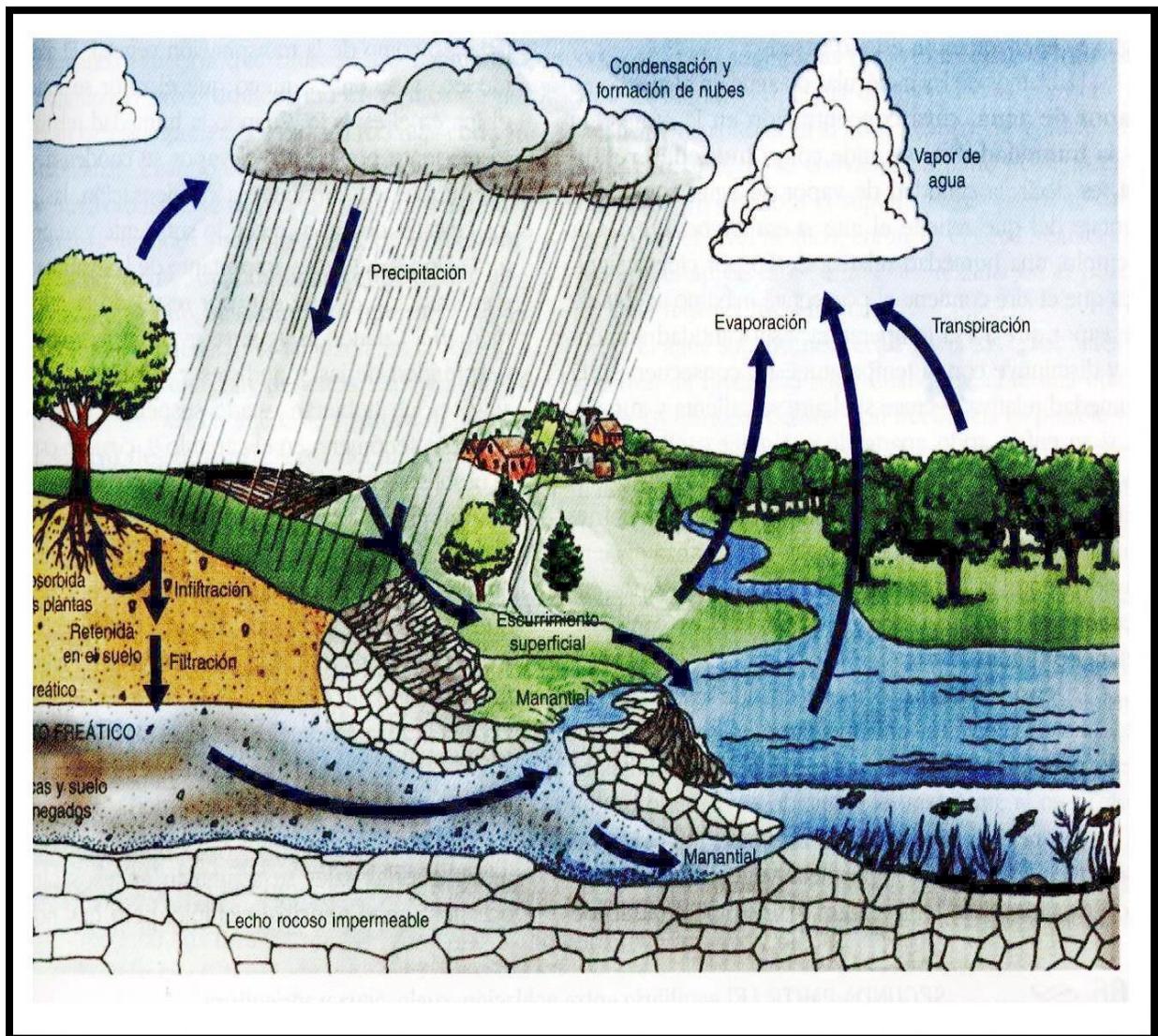
Utilizando la gráfica #2:

1. ¿Dónde está la menor cantidad de agua? _____
2. Calcula el porcentaje que representa esa cantidad de agua? _____
3. ¿Qué son las aguas superficiales? _____

ACTIVIDAD # 3: LOS PROCESOS DE INFILTRACIÓN Y ESCORRENTÍAS

Hoja de trabajo # 3

Los participantes simularán los procesos de infiltración y escorrentías para relacionarlos al transporte de desperdicios sólidos. Desarrollarán y examinarán el siguiente modelo en donde se presenta del ciclo hidrológico a partir de los dos procesos de enfoque.



Ciclo Hidrológico

Materiales por grupo:

- 1 caja plástica transparente de acrílico
- 1 paquete de plastilina
- 1 pedazo de tela de tul 57" de largo
- 4 algodones
- 1 metro de papel celofán transparente
- 2 tazas de arena
- 1 galón de agua
- 1 paquete con 4 colores vegetales (amarillo, verde, rojo y azul)
- 1 vaso de análisis ("beaker") de 600mL
- 1 balanza digital
- 1 espátula
- 2 palillos de dientes
- 1 lámina de árbol
- 1 lámina del sol



Procedimiento:

1. El capacitador entregará a cada participante una hoja de papel en la cual diseñarán un modelo del ciclo hidrológico con los materiales que se les presentarán.
2. En grupo y en un papelote, dibujarán el modelo que más se ajuste a sus diseños y que en consenso sea el mejor que represente su modelo.
3. El capacitador pasará por las mesas observando y dando sugerencias si los grupos tienen duda en el diseño.
4. Se utilizará una caja transparente en donde se echará 250mL de agua en la parte inferior, representando las aguas subterráneas.
5. En el agua se echarán pequeñas bolas de papel de celofán representando la estructura del subsuelo, que sean suficientes para ayudar a mantener la arena en la parte intermedia y que no se mezcle con el agua.
6. Se utilizará un pedazo de tela de tul de 57" de largo doblado del ancho del envase que permitirá el flujo de agua a través de la arena y por las bolitas de papel celofán.
7. Luego, como capa intermedia, se echará 2 tazas de arena, representando el suelo.

Lámina # 2: Se observan las diferentes capas



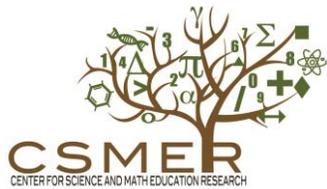
MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

8. En la capa superior se colocará plastilina, representando una capa casi impermeable de la superficie de la Tierra.

Lámina # 3: Realización de orificios y canales



9. A la plastilina se le harán pequeños orificios y canales con el palillo de dientes por donde se infiltrarán las aguas y además se demarcará una topografía de cuenca para representar un río o quebrada.
10. Luego que el modelo esté desarrollado se pedirá a cada grupo que realice una predicción de lo que ocurrirá en el modelo cuando se vierta una solución de agua con color vegetal.
11. Se procede y se observará el proceso de infiltración y de escorrentías.
12. Cada grupo contestará las siguientes preguntas:
 - ¿Qué procesos del ciclo hidrológico se observaron a través de la actividad?
 - ¿Qué le ocurre al agua en el ciclo hidrológico?
 - ¿Cómo el agua recoge y transporta los desperdicios sólidos a través del ciclo?



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

ACTIVIDAD # 4: MODELO PARA VISUALIZAR EL PROCESO DE PERCOLACIÓN DE LIXIVIADOS

Hoja de trabajo #4

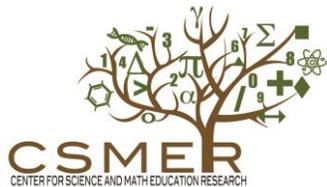
Materiales por grupo:

- 1) 250 cm³ muestra de suelo (arena, tosca o tierra roja)
- 2) Balanza de platillo
- 3) 1 Vaso de precipitado (500 mL)
- 4) Botella plástica
- 5) Liguilla
- 6) *Cotton cloth*

Procedimiento:

Parte A

1. En grupos cooperativos, medir la masa del vaso de precipitado vacío. Anotar en la tabla de datos # 1.
2. Echar el terreno asignado en el vaso de precipitado (500 mL) hasta la marca de 50 mL.
3. Medir la masa del volumen obtenido. Anotar en la tabla de datos # 1.
4. Repetir los pasos 2 y 3 para los siguientes volúmenes: 100 mL, 150 mL, 200 mL y 250 mL. Se utilizará el mismo vaso de precipitado que se utilizó en el paso #1 y #2. Anotar los resultados en la tabla de datos #1.
5. Calcular la densidad utilizando la fórmula para cada uno de los datos. Anotar en la tabla de datos # 1
6. Entrar los datos del volumen como variable independiente y los datos de la masa como variable dependiente en la calculadora. Construir una gráfica. (ver anejo de pasos a seguir)
7. Encontrar en la calculadora la ecuación de regresión lineal de los datos. Anotarlo en la hoja de trabajo.
8. Determinar el significado de la pendiente en la ecuación encontrada.
9. Comparar resultados entre los grupos cooperativos.



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

Tablas de datos:

Tabla #1: Masa en gramos de la muestra de tierra en diferentes volúmenes y densidad

Masa (g)	Volumen (mL)	Densidad (g/mL)
	50	
	100	
	150	
	200	
	250	

Tipo de tierra: _____

Masa (g) vaso de precipitado vacío: _____

Ecuación de regresión lineal (ver Anejo A): _____

Significado de la pendiente de la ecuación: _____

Parte B

- Colocar 250 g de la tierra medida en una botella plástica diseñada para visualizar el proceso de percolación de lixiviados (ver ilustración #1).
- Añadir 250 mL de agua. Esperar 5 minutos hasta que el agua se percole.
- Anotar el volumen recolectado en el vaso de precipitado (este es el volumen final que representa el lixiviado). Anotar este volumen en la tabla de datos #2.
- Describir el volumen recolectado (lixiviado).

Tabla #2: Volumen de agua

Volumen inicial (mL)	Volumen final (mL)
250 mL	

Tipo de tierra: _____

Descripción del volumen final (lixiviado): _____

UNIDAD 5: CALIDAD DEL AGUA; *IMPACTO DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESPERDICIOS SÓLIDOS*

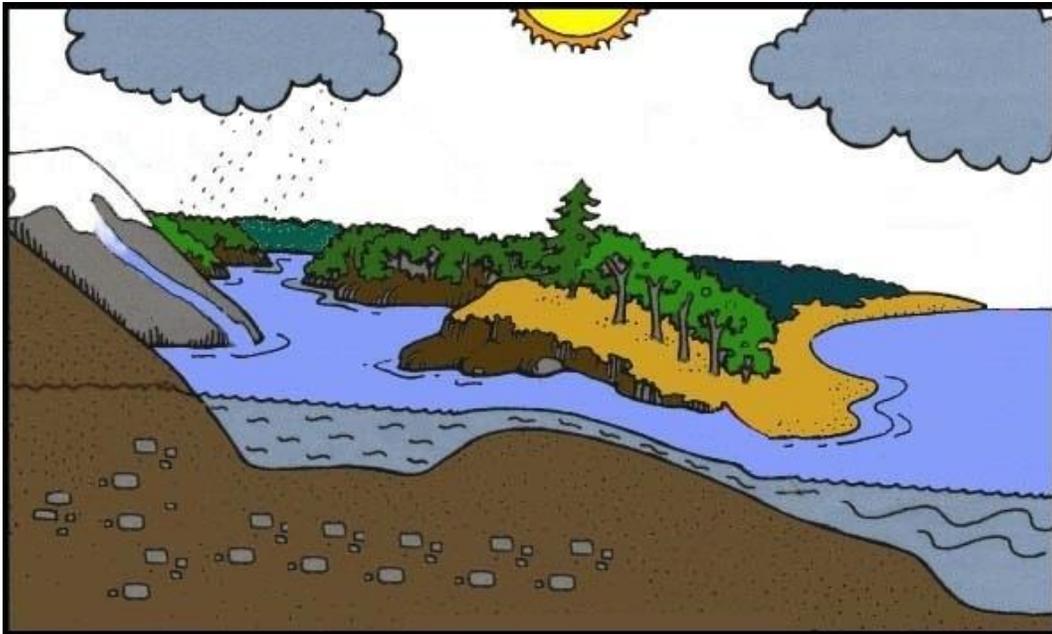
_____ PRE /PRUEBA

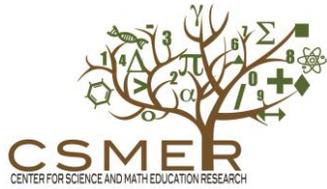
_____ POS/PRUEBA

Seudónimo	
Maestro de:	_____ Ciencias _____ Matemáticas
Fecha:	
Capacitador	

Instrucciones: Los participantes contestarán individualmente la prueba en un máximo de 15 minutos.

1. ¿Qué ciclo representa el siguiente diagrama _____.
Completa el diagrama identificando los procesos involucrados en el mismo.





MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

2. ¿Cómo se relaciona el agua con los desperdicios sólidos según el diagrama antes completado?

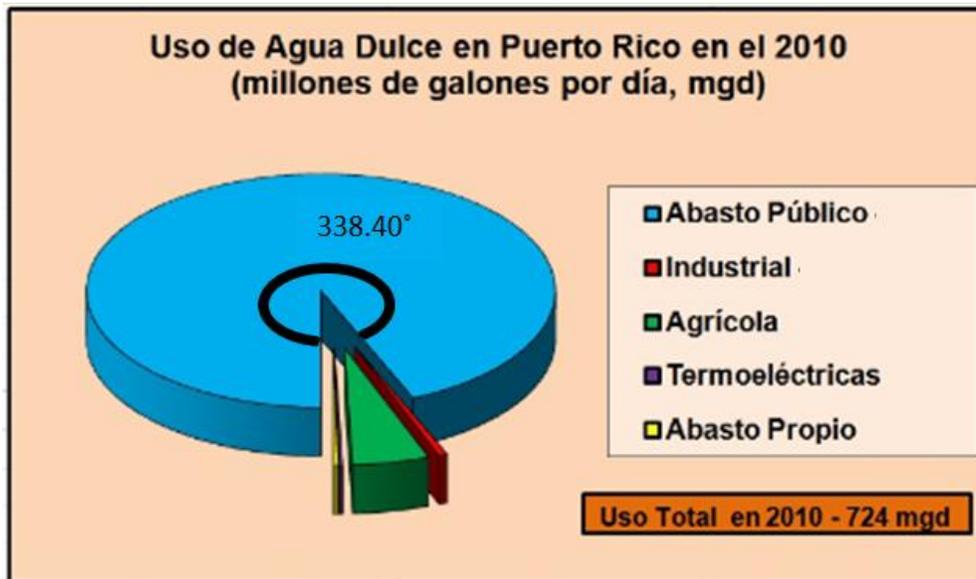
3. ¿Infiltración y percolación son sinónimos? Explica.

4. ¿En qué porcentaje piensas que esta el agua en los océanos en comparación con el resto del planeta?

- a. 97% en los océanos, 3% en el resto del planeta y de ese 3% sólo el 0.6% son aguas superficiales.
- b. 94% en los océanos, 6% en el resto del planeta y de ese 6% sólo el 2% son aguas superficiales.
- c. 75% en los océanos, 25% en el resto del planeta y de ese 25% sólo el 5% son aguas superficiales.
- d. Es un dato que no se puede determinar por los distintos estados que pasa el agua en su ciclo.

MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

5. Calcula el porcentaje de uso de abasto público, si la medida del ángulo del sector circular es 338.40° .



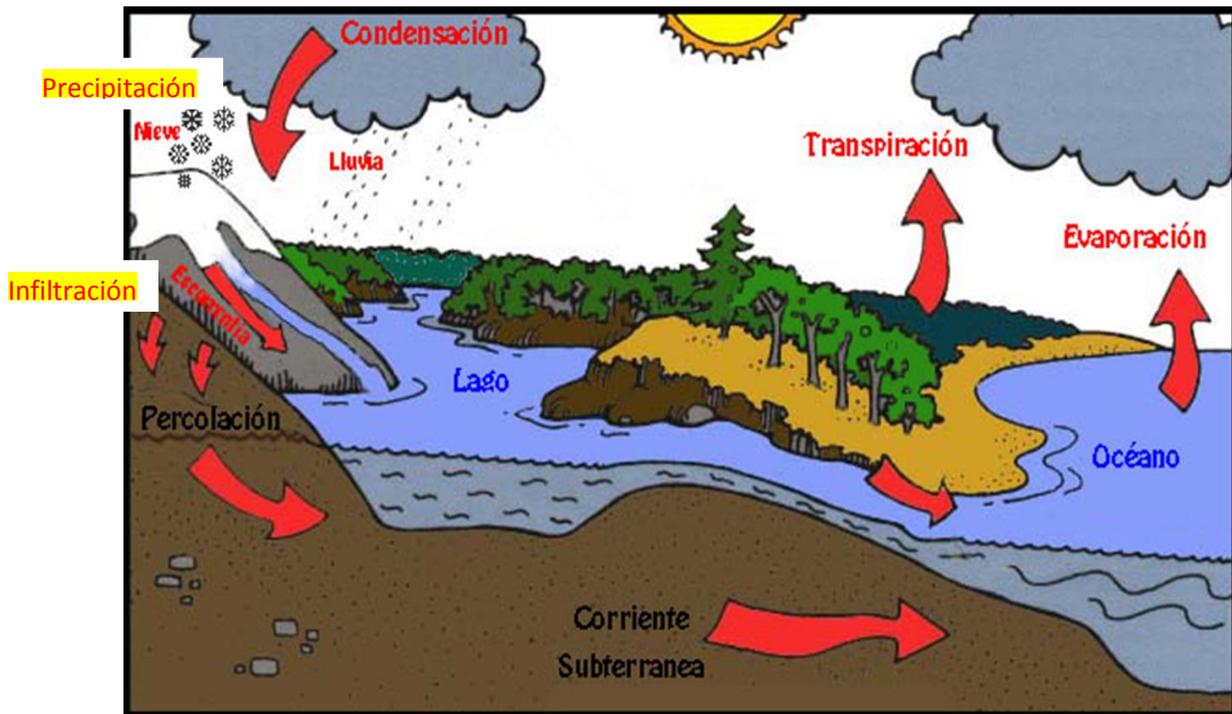
6. La constante de proporcionalidad en la relación entre masa y volumen corresponde, en una ecuación de regresión lineal a _____.
- coeficiente de correlación
 - pendiente
 - densidad
 - todas las anteriores
7. El modelo que mejor representa la relación entre masa y volumen es el _____.
- lineal
 - cuadrático
 - exponencial
 - polinomial

CLAVE / PRE/POS PRUEBA

Instrucciones: Los participantes contestarán individualmente la prueba en un máximo de 15 minutos.

1. ¿Qué ciclo representa el siguiente diagrama EL CICLO HIDROLOGICO.

Completa el diagrama identificando los procesos involucrados en el mismo.



2. ¿Cómo se relaciona el agua con los desperdicios sólidos según el diagrama antes completado?

El participante puede mencionar los siguientes datos (entre otros):

- a. En eventos de lluvia es común observar el desbordamiento de los alcantarillados sanitarios muchas veces debido a la presencia de obstrucciones de desperdicios sólidos. Esto lleva aguas negras (escorrentías) de los alcantarillados a cuerpos de agua aledaños.
- b. Otra forma es el diseño y construcción inadecuada de vertederos o rellenos sanitarios, causando que los lixiviados se infiltren y lleguen a las capas freáticas o aguas subterráneas. Además, estos lixiviados pueden llegar a los cuerpos de agua por medio de las escorrentías.

3. ¿Infiltración y percolación son sinónimos? Explica.

No. El proceso de infiltración implica introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido mientras que el proceso de percolación implica como un líquido se mueve a través de un medio poroso.

4. ¿En qué porcentaje piensas que está el agua en los océanos en comparación con el resto del planeta?

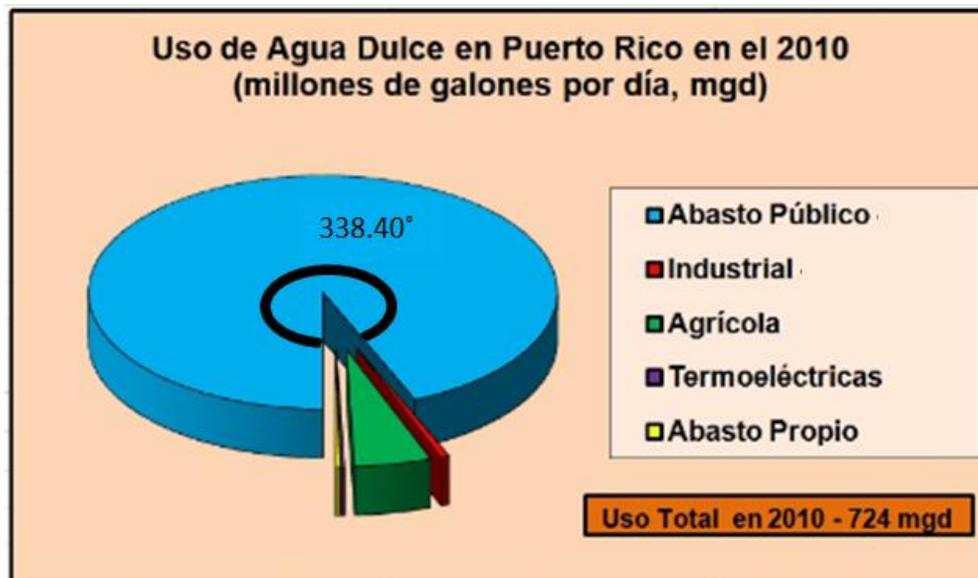
a. 97% en los océanos, 3% en el resto del planeta y de ese 3% sólo el 0.6% son aguas superficiales.

b. 75% en los océanos, 25% en el resto del planeta y de ese 25% sólo el 5% son aguas superficiales.

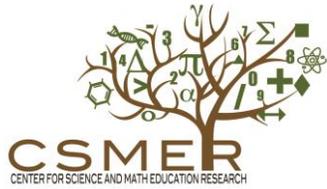
c. 50% en los océanos, 25% en el resto del planeta y de ese 15% sólo el 10% son aguas superficiales.

d. Es un dato que no se puede determinar por los distintos estados que pasa el agua en su ciclo.

5. Observa la siguiente gráfica circular y calcula el porcentaje de uso de abasto público, si la medida del ángulo del sector circular es 338.40° .



RESPUESTA: $(338.40/360) = 94\%$



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

6. La constante de proporcionalidad en la relación entre masa y volumen corresponde, en una ecuación de regresión lineal a _____.
- a. coeficiente de correlación
 - b. pendiente
 - c. densidad
 - d. todas las anteriores**
4. El modelo que mejor representa la relación entre masa y volumen es el _____.
- a. lineal**
 - b. cuadrático
 - c. exponencial
 - d. polinomial

ANEJO A

Actividad #4: Modelo para visualizar el proceso de percolación de lixiviados

MODELOS MATEMÁTICOS: ENCONTRANDO UN MODELO MATEMÁTICO PARA ENCONTRAR LA RELACIÓN ENTRE MASA, VOLUMEN Y DENSIDAD

Instrucciones para entrar datos al editor de listas:

Ejemplo:

Tabla de datos:

Tabla #1: Masa en gramos de la muestra de arena de río en diferentes volúmenes y densidad

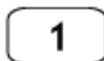
Masa (g)	Volumen (mL)	Densidad (g/mL)
134	100	
280	200	
408	300	
573	400	
710	500	

Etapa 1: Los datos serán guardados en las listas L1 y L2

1. Entre al menú estadístico (STAT) oprimiendo

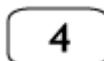
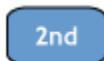


2. Entre al editor oprimiendo



3. Borre los datos de las listas L1 y L2, si es necesario.

Oprima las teclas



para borrar todas las listas.

4. Entre los datos de la variable independiente (volumen) en la Lista 1 (L1) uno en cada celda.

Oprime



cada vez que entre un dato.

MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)



LIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1										
2										

5. Oprime para  entrar los datos correspondientes en la Lista 2.

6. Entre los datos de la variable dependiente (masa) en la Lista 2 (L2) uno en cada celda. Oprime  cada vez que entre un dato.



LIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1										
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Etapa 2: Traza una gráfica de dispersión con estos datos

1. Para trazar la gráfica de los datos entre al menú STAT PLOT oprimiendo las teclas  

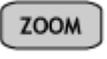
1

2. Entre al PLOT 1 oprimiendo



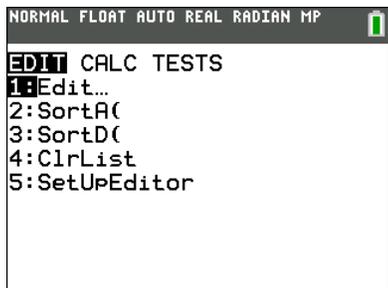
1	Plot1	ON
2	Plot2	OFF
3	Plot3	OFF
4	Plot4	OFF
5	Plot5	OFF



3. Active el PLOT 1, si es necesario, llevando el cursor a ON y oprimiendo 
4. Escoja la gráfica de puntos oprimiendo el cursor “sur”   y
5. Oprima el cursor “sur” y escoja de las ventanas la L1.
6. Oprima el cursor “sur” y escoja de las ventanas la L2.
7. Oprima el cursor “sur” y escoge la marca.
8. Oprima  para asegurarse que en el editor, las ecuaciones están desactivadas o no hay ecuaciones escritas.
9. Luego oprima   para trazar una gráfica de dispersión.
10. ¿Piensa usted que un modelo lineal es apropiado para estos datos?
Respuesta: Sí, el modelo lineal es apropiado para relacionar las dos variables bajo estudio.

Etapa 3: Graficar una función que modele estos datos

1. Entre al menú estadístico (STAT) oprimiendo

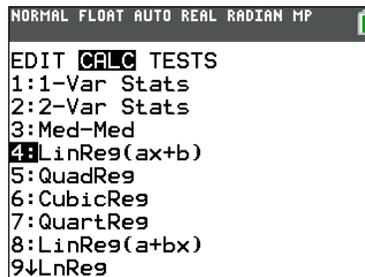


MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

2. Oprima



para entrar al menú CALC.



3. Oprima



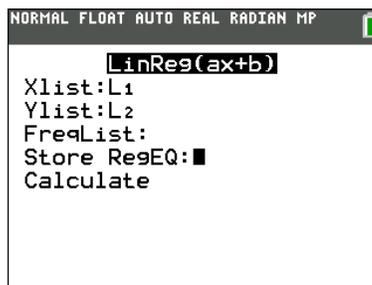
para escoger la regresión

lineal.

4. Oprime el
Store RegEQ:



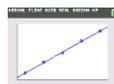
cursor “sur” hasta colocar el cursor en



5. Oprime



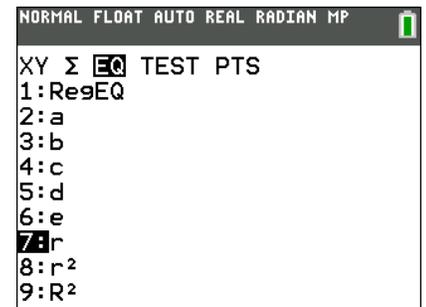
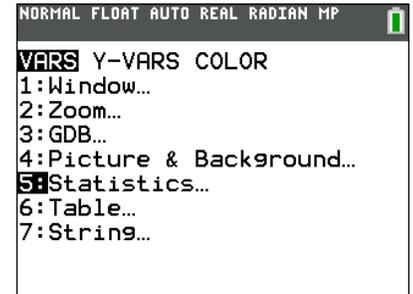
con el propósito de guardar la ecuación de regresión en el editor de gráficas, específicamente en Y_1 , y trazar la gráfica de la regresión lineal.



MAXIMIZING YIELD THROUGH INTEGRATION (MYTI-I³)

Etapa 4: Calcule el coeficiente de correlación de estos datos

1. Oprima 
2. Luego oprima  para acceder al menú estadístico.
3. Oprima dos veces  para acceder al menú EQ.
4. Oprima   para calcular el coeficiente de correlación.
5. El coeficiente de correlación es: 0.9994222035.
6. ¿Qué significa ese número?



Como ese número está muy cerca de 1, se concluye que las variables están fuertemente correlacionadas, es decir, la gráfica de dispersión sigue muy de cerca a la recta de regresión

