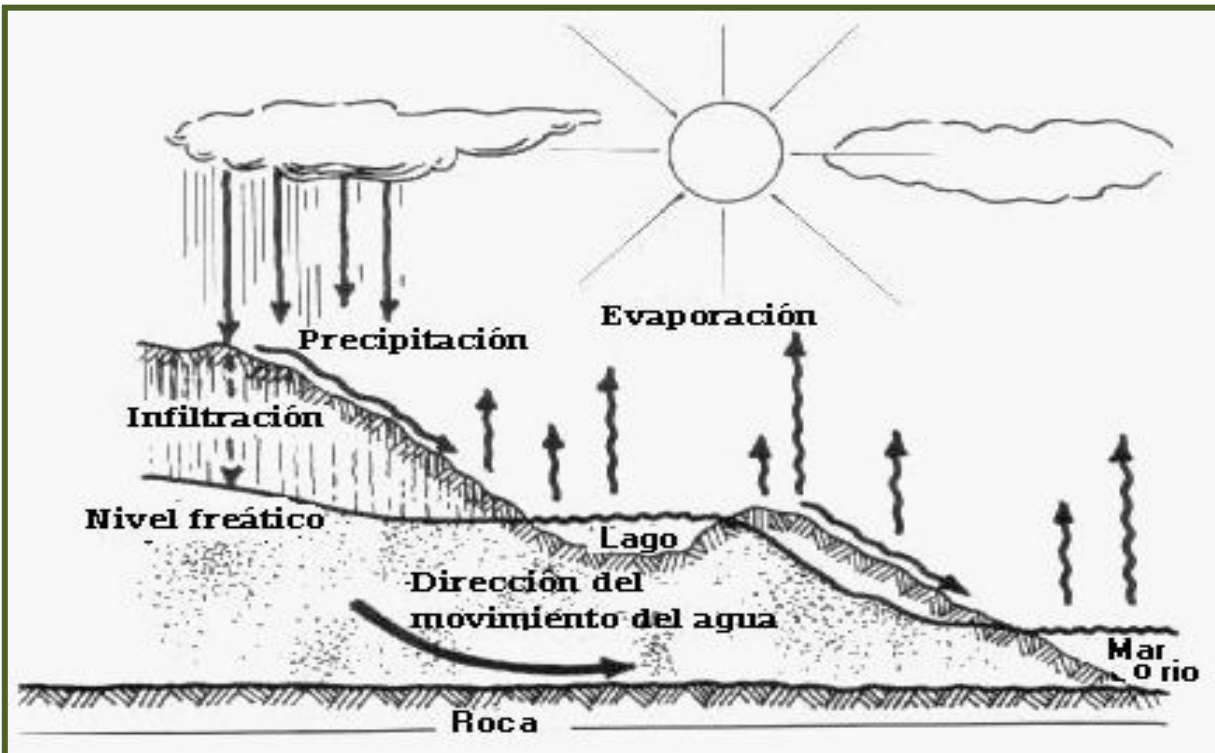


Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez
Colegio de Ciencias Agrícolas
Servicio de Extensión Agrícola

Manual para instructores

MANEJO Y CONTROL DE LAS AGUAS DE ESCORRENTÍA PARA MANTENER LA CALIDAD DEL AGUA



Carmen González Toro
Especialista en Ambiente
Servicio de Extensión Agrícola

William Lozada Rivera
Estudiante Graduado
Programa de Extensión Agrícola

TABLA DE CONTENIDO

<u>Tema</u>	<u>Página</u>
Prefacio	3
Introducción	4
Conceptos y Definiciones	5
El ciclo del agua / Ciclo hidrológico	8
Fuentes de contaminación del agua	9
Importancia de la cuenca hidrográfica	10
La escorrentía	11
Problemas causados por las aguas de escorrentía	12
Efectos de la contaminación	16
Prácticas para el control de la escorrentía	17
Recomendaciones para prevenir la contaminación por la escorrentía	18
Residencial	18
Áreas comerciales	20
Construcción	21
Agricultura	21
Facilidades para el mantenimiento de vehículos de motor	22
Vertederos	22
Buenas prácticas de manejo (“BMP’s”)	23
Reglamentación	24
Leyes y reglamentos	27
Apéndice	
Hoja de cotejo	28

PREFACIO

Después de un aguacero vemos el agua correr sobre el terreno, pavimento y sobre las aceras; pero, probablemente desconocemos la magnitud de sus efectos sobre los cuerpos de agua. Cuando llueve el suelo se satura, el exceso de agua no penetra en la tierra y corre libremente sobre la superficie, arrastrando todo lo que encuentra a su paso. Los desperdicios o basura, que en ocasiones disponemos inadecuadamente, se convierten en foco de contaminación. Cuando estos desperdicios son arrastrados y transportados por las aguas de escorrentía a los cuerpos de agua, desaparecen de nuestra vista; entonces, podemos pensar -“si no lo vemos, no nos hace daño”.

Por lo general, cuando nos falta el agua en nuestros hogares o cuando llega con turbidez, nos aprestamos a presentar reclamos a las agencias pertinentes. Sin embargo, mostramos poco interés en conocer como se afecta el sistema de agua potable y que podemos hacer para prevenir su contaminación.

Muchos elementos esenciales para la vida como el nitrógeno y el fósforo están contenidos en los abonos, detergentes y otros productos de limpieza para el hogar. Estos elementos, cuando son utilizados en exceso o de forma inadecuada, contaminan los cuerpos de agua y pueden causar efectos adversos a los seres humanos.

Este manual ha sido preparado para proveer información sobre las aguas de escorrentía, cuáles son sus efectos y qué podemos hacer para prevenir y evitar la contaminación de los cuerpos de agua y mejorar su calidad. Además, contiene información práctica para las áreas de manejo y control de las aguas de escorrentía en actividades que representan riesgos de contaminación. Su propósito es ayudar a entender el fenómeno de la escorrentía y estimular la adopción de prácticas recomendadas para lograr minimizar sus efectos sobre los cuerpos de agua.

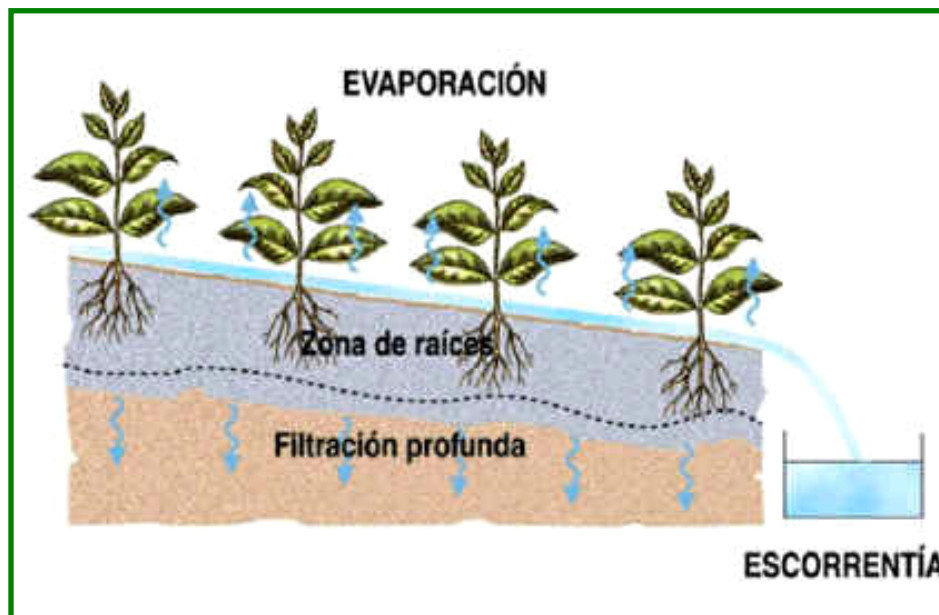
El mismo fue desarrollado como parte del material educativo para ofrecer capacitación al personal de mantenimiento del Recinto Universitario de Mayagüez y para aquellas personas interesadas en la conservación de nuestros recursos naturales. Para asistir en la parte educativa, se han desarrollado presentaciones en PowerPoint, ilustraciones y se utilizará un video donde se muestran buenas prácticas de manejo.

Es importante que todos contribuyamos a mantener la calidad del agua. Prevenir que los contaminantes entren al agua es más económico que limpiar o tratar las aguas contaminadas para hacerlas potables.

ESTA PUBLICACIÓN ENFATIZARÁ EL MANEJO Y CONTROL DE LAS AGUAS DE ESCORRENTÍA EN ZONAS URBANAS O DESARROLLADAS.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, en Puerto Rico ha habido un aumento sustancial en el número de proyectos de viviendas y de personas que viven en zonas urbanas o desarrolladas. Este ambiente urbano se caracteriza por edificios y áreas pavimentadas. Esta superficie de terreno cubierta en concreto u otro compuesto sólido y compacto no permiten que el agua de la lluvia se infiltre al terreno. Por lo tanto, estas áreas desarrolladas o urbanizadas dependen de los sistemas de drenajes para disponer de las grandes cantidades de agua de escorrentía que se generan después de un aguacero y que llegan a los cuerpos de agua cercanos. Este fenómeno también ocurre en las zonas rurales donde ubican las fincas para la producción agrícola y donde también se deben tomar medidas para el manejo de éstas aguas.



Las aguas de escorrentía arrastran consigo contaminantes tales como: aceites, polvo, excrementos de animales, productos químicos y residuos de abonos que se utilizan en los patios. Estos van directamente a las quebradas, ríos y lagos, donde afectan seriamente la calidad del agua. Para proteger la calidad del agua superficial y subterránea (acuíferos), es necesario adoptar prácticas para minimizar el acarreo de éstos contaminantes por las aguas de escorrentía.

El agua limpia o no contaminada es un recurso sumamente valioso tanto para el consumo humano como para la finca. La adopción de buenas prácticas de manejo de las aguas de escorrentía es una manera de asegurar que los abastos de agua se mantengan limpios y de buena calidad.

CONCEPTOS Y DEFINICIONES

Agua superficial

Agua de los lagos, quebradas, ríos y otros cuerpos de agua.

Buenas prácticas de manejo (“Best Management Practices” - BMP’s)

Es el término utilizado para describir las diferentes formas o maneras de mantener los contaminantes fuera del agua de escorrentía y de reducir el volumen de la escorrentía.

Estas incluyen prácticas para el control de la contaminación que pueden ser llevadas a cabo o instaladas para prevenir o reducir la contaminación del agua causada por la actividad humana.

Compactación de suelos

Partículas de suelos presionadas en una masa más densa que tiene menos capacidad de permitir que el agua se infiltre y por lo tanto, aumenta el volumen o la cantidad de las aguas de escorrentía.

Cuenca hidrográfica

Área de tierra que capta o donde drena el agua de lluvia y sus tributarios; la línea divisoria entre las cuencas hidrográficas está físicamente definida por las montañas, lomas u otras elevaciones geográficas.

Demanda biológica de oxígeno (DBO)

Es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua necesario para descomponer la materia orgánica (plantas muertas, hojas, recortes de grama, aguas negras o incluso desechos de comida), mediante la acción de microorganismos presentes en el agua tales como las bacterias que son responsables de descomponer los desechos orgánicos. Cuando esto sucede, mucho del oxígeno disuelto disponible lo consumen las bacterias aeróbicas, robándoles el oxígeno a otros organismos acuáticos que lo necesitan para vivir. Es el parámetro de contaminación orgánica más ampliamente utilizado.

Descargas ilícitas

Descargas ilegales o inapropiadas de material en los drenajes o cuerpos de agua. Ejemplos; tirar desechos (basura), derrames, conexiones a conductos de aguas (como aguas usadas), facilidades industriales que descargan directamente sin permisos, entre otros.

Drenaje pluvial

Sistema mediante el cual se recoge el agua de escorrentía y la dirige hacia un cuerpo de agua.

Erosión

Proceso mediante el cual partículas del suelo se mueven de un sitio a otro por medio de la acción del agua, viento u otro efecto. Es un proceso natural hasta que el hombre interviene utilizando equipo mecánico para el movimiento de terreno en áreas para la construcción y acelerando el mismo. Una vez la erosión ocurre tiene como consecuencia final la sedimentación.

Escorrentía

Agua de lluvia que fluye o se mueve sobre una superficie (tierra, estructuras, concreto, pavimento, techos).

Eutrofización

Proceso por el cual el aumento de nutrientes causa un sobre-crecimiento de algas que al morir, se depositan en el fondo de los cuerpos de agua y consecuentemente se descomponen, crea mal olor y una disminución de oxígeno disuelto en el agua.

Fuentes de contaminación dispersas

Introducción de contaminantes en los cuerpos de agua superficiales o a un acuífero que usualmente ocurre a través de una ruta no directa, asociada con un evento de lluvia. Estas ocurren menos frecuentemente y por períodos cortos de tiempo que las descargas directas. Son difíciles de identificar, controlar y son mayormente aisladas de otras fuentes de contaminación.

Fuentes de contaminación directa o precisa

Contaminantes que se descargan en aguas superficiales desde un punto identificado, incluyendo: tuberías, diques, canales, desagües, aguas usadas, túneles y contenedores de varios tipos.

La contaminación de fuentes directas se regula mediante permisos estatales y federales (Junta de Calidad Ambiental, Agencia de Protección Ambiental-EPA, Departamento de Salud).

Infiltración de agua de escorrentía

Porción de agua de lluvia o escorrentía que penetra en la tierra.

Nutrientes o nutrimentos

Sustancias requeridas por los organismos para su crecimiento y sobrevivencia, tales como: nitrógeno y fósforo.

Sedimentos

Material insoluble suspendido en el agua o depositado en el fondo y que consiste mayormente de partículas provenientes de rocas, suelo y materia orgánica; un contaminante significativo de las aguas de escorrentía a las cuales se pueden adherir otros contaminantes.

Sedimentación

El depósito de sedimentos en el fondo de los cuerpos de agua.

Superficies impermeables

Superficies que no permiten que el agua se filtre o penetre a través del suelo.

Turbidez

Apariencia fangosa del agua. Indica la cantidad de sólidos suspendidos en el agua.

Zonas de Amortiguamiento

Áreas de vegetación permanente que bordean un cuerpo de agua o sistema para el recogido de las aguas de escorrentía, protegiendo el suelo de la erosión, reduciendo la escorrentía y atrapando sedimentos y otros contaminantes.

EL CICLO DEL AGUA / CICLO HIDROLÓGICO

Para entender el problema de la contaminación por las aguas de escorrentía es necesario entender el ciclo del agua, también conocido como el ciclo hidrológico. El ciclo del agua es el movimiento constante del agua de las nubes a la tierra y viceversa. Los componentes principales de este ciclo son:

- la lluvia,
- la infiltración a través del suelo,
- la evapotranspiración (evaporación y transpiración - proceso por el cual las plantas liberan el agua que han absorbido a la atmósfera),
- las represas de agua (lagos), y
- los acuíferos.

Cuando la lluvia cae sobre el terreno, el agua puede tomar diferentes rutas como se muestra en la siguiente ilustración.



La urbanización o desarrollo urbano y la deforestación pueden dramáticamente alterar el ciclo del agua, aumentando el volumen de las aguas de escorrentía y reduciendo la infiltración, en ocasiones hasta cero. Esto puede alterar las características físicas y químicas del cuerpo de agua receptor.

FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Las fuentes de contaminación del agua se clasifican como:

- fuentes directas (precisas)
- fuentes dispersas

Las fuentes directas o precisas son aquellas descargas que se observan salir de un tubo, cañería o cuneta y que son fácilmente identificables. La fuente directa implica que el origen de la contaminación proviene de un lugar claramente identificado, mayormente de la industria.

La contaminación por fuentes dispersas es aquella que proviene de áreas extensas y no de un solo lugar en particular. Algunos ejemplos son: la agricultura, la construcción y la escorrentía urbana.

Una de las fuentes dispersas más comunes es la escorrentía. La escorrentía ocurre cuando el suelo recibe más lluvia o riego de la que puede retener. Esta puede ocurrir en áreas de sobre pastoreo (en las fincas), que no están cubiertas con yerba y donde las altas concentraciones de animales de la finca disminuyen la infiltración y aumentan la probabilidad de que ocurra la escorrentía.

En los terrenos con sobrepastoreo, la pezuña del animal rompe la estructura del suelo y promueve su endurecimiento. También el uso de equipo pesado (tractores y otros utilizados en la construcción) comprime el suelo mojado y lo convierten en una masa o más bien en un bloque impermeable (compacto). Bajo estas circunstancias, las raíces no pueden penetrar y el agua, al no poder infiltrarse, corre libremente por la superficie. Otras fuentes dispersas de contaminación provienen de la erosión y de los sistemas sépticos en mal funcionamiento.



La contaminación que ocurre en las aguas superficiales es tanto de fuentes identificables o directas, como de fuentes dispersas. En muchas ocasiones, la pobre calidad de las aguas subterráneas ocurre cuando la escorrentía lleva nutrientes disueltos y plaguicidas que se filtran por el suelo y llegan a las aguas subterráneas o acuíferos.

Categorías de los principales contaminantes en el agua de escorrentía

Categoría	Ejemplos
Metales	Zinc, cadmio, cobre, cromo, arsénico, plomo
Químicos orgánicos	Plaguicidas, aceites, gasolina, grasa
Patógenos	Virus, bacterias, protozoarios
Nutrientes o nutrientes	Nitrógeno, fósforo
Demanda biológica de oxígeno (DBO)	Recortes de grama, hojas secas, hidrocarburos, desperdicios animales y humanos
Sedimento	Arena, tierra, arcilla, agregados
Sales	Cloruro de sodio, cloruro de calcio

Recurso: *The Cause of Urban Stormwater Pollution*
(<http://www.nrdc.org/water/pollution/storm/stinx.asp>)

Otras fuentes de contaminación

Concreto / pintura

Combustibles

Aceites / grasas

Basura / escombros

IMPORTANCIA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Todas las actividades que se realizan para el uso de la tierra dentro de una cuenca hidrográfica afectan la calidad del agua de los cuerpos de agua, que finalmente desembocan en el mar. Tanto las fuentes dispersas como directas de contaminación en una cuenca hidrográfica, contribuyen con nutrientes, bacterias y contaminantes químicos (González, 2007). El manejo de las cuencas hidrográficas cubre todas las actividades dirigidas a identificar las fuentes y a minimizar la contaminación que llega a los cuerpos de agua, procedente de una cuenca hidrográfica.

Las cuencas hidrográficas albergan una gran variedad de plantas y animales, y brindan muchas oportunidades de esparcimiento al aire libre. Al proteger la salud de nuestras cuencas hidrográficas, podemos preservar y mejorar la calidad de vida de sus residentes.



Una cuenca hidrográfica cubre un área específica de la superficie de la tierra en la que el agua fluye hacia un mismo punto. Comprende una superficie donde se capta o recoge el agua de lluvia. Estas alimentan el agua de los ríos, charcas, quebradas y otros cuerpos de agua cercanos.

Importancia de proteger las cuencas hidrográficas:

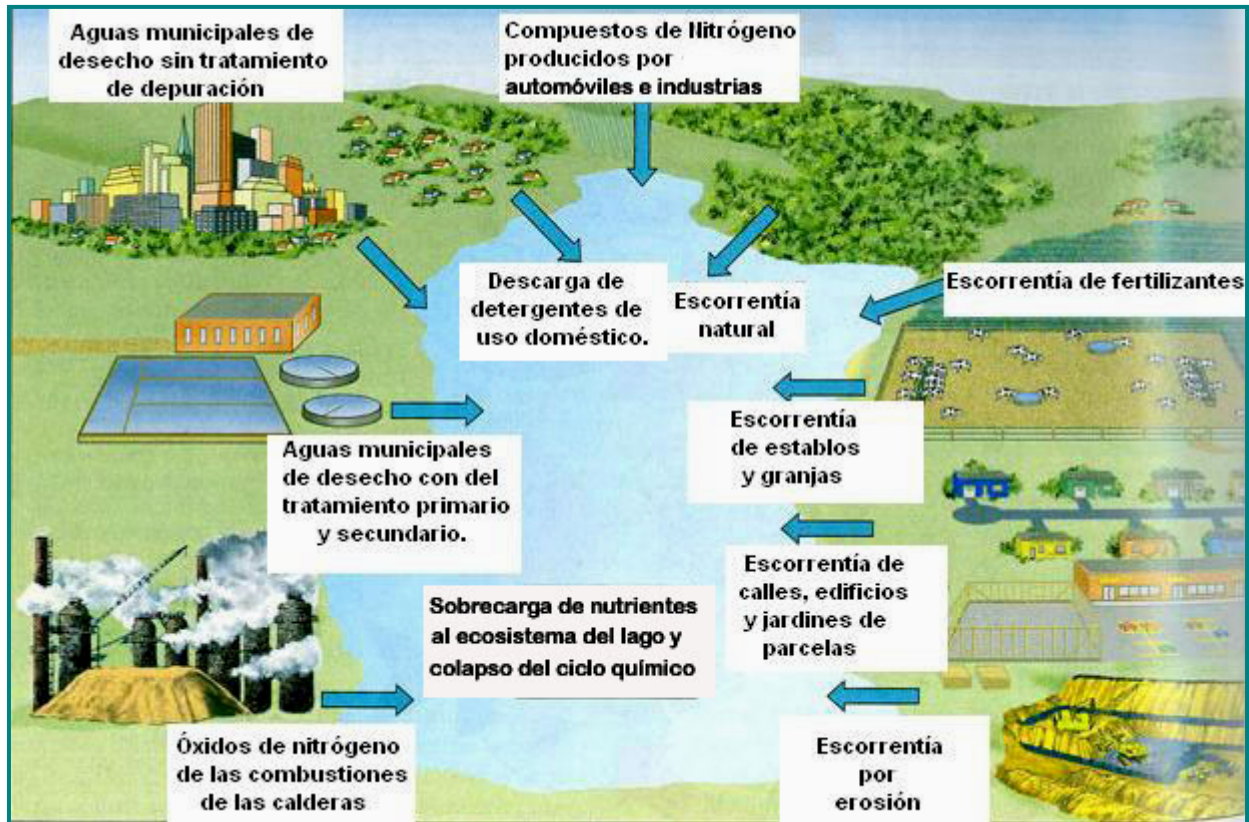
- ✚ Las cuencas recogen el agua que necesitamos para el consumo humano. El agua es esencial para todas las formas de vida.
- ✚ El agua que utilizamos, normalmente proviene de lagos que están localizados en las cuencas hidrográficas. Los lagos en Puerto Rico son cuerpos de agua represados por el hombre en aquellas áreas donde existen ríos y quebradas.
- ✚ Las cuencas hidrográficas mantienen el equilibrio entre los organismos y el ambiente y proveen de recursos necesarios para que se lleve a cabo el ciclo de agua.

Manejar adecuadamente el agua y los recursos naturales es una forma eficiente de mantener un ambiente saludable. Los científicos y líderes reconocen que la mejor forma de proteger este recurso natural vital (el agua) es conocerlo y manejarlo en base a su cuenca hidrográfica. Todo lo que se hace en una cuenca hidrográfica afecta los procesos de la vida humana.

LA ESCORRENTÍA

Las aguas de escorrentía son las aguas que caen y corren sobre los techos de los edificios, en calles, aceras y en cualquier otra superficie durante un evento de lluvia. Estas aguas en lugar de percolar (infiltrarse) en el suelo, corren sobre las superficies y llegan a los drenajes pluviales. Estos drenajes descargan en los cuerpos de agua sin ningún tratamiento.

Las aguas de escorrentía arrastran todo lo que esté a su paso incluyendo la basura y otros contaminantes que son descartados inadecuadamente. Las aguas contaminadas con excremento, residuos de plaguicidas, detergentes, sedimentos, aceites y otras sustancias peligrosas, pueden llegar a los cuerpos de agua que finalmente desembocan en el mar.



Procedencia de las aguas de escorrentía a los cuerpos de aguas superficiales

El agua de escorrentía ocurre cuando el agua de lluvia cubre el terreno y corre libremente sobre la superficie. Superficies impermeables como las aceras, carreteras, calles y otras estructuras evitan que el agua se infiltre por el terreno.

PROBLEMAS CAUSADOS POR EL AGUA DE ESCORRENTÍA

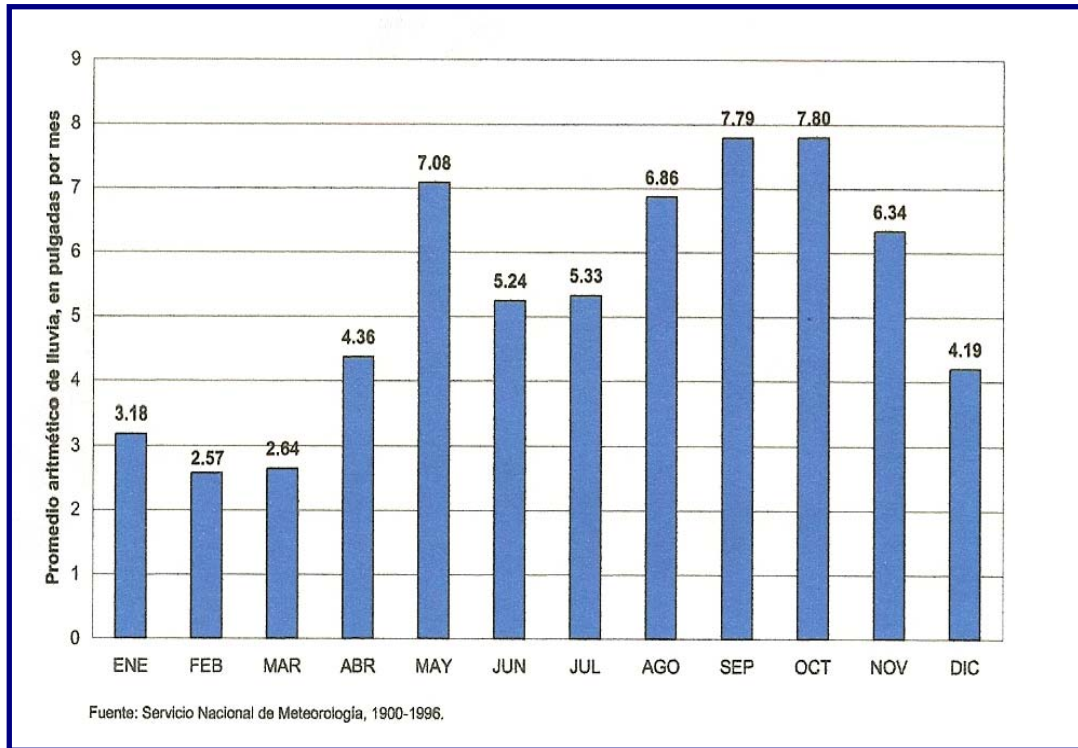
El agua al correr por la superficie del terreno arrastra consigo partículas de suelo, pero también carga todo tipo de sustancia que encuentra en su paso. Todo lo que gana acceso al agua de escorrentía se descarga sin ser procesado o tratado sobre los cuerpos de agua que usamos para nadar, para la pesca, y que nos proveen el agua potable que ingerimos y usamos.

La magnitud de los efectos de las aguas de escorrentía varía dependiendo de:

- ✚ patrones de lluvia,
- ✚ tipo de suelo y
- ✚ otros factores como cobertura del suelo.

Patrones de lluvia

Existen variaciones en los patrones de lluvia donde en unos meses del año llueve más que en otros. En la época de lluvia, la cantidad de agua que cae al suelo (tierra) es mayor de la que se infiltra, lo que ocasiona un aumento en la cantidad de agua que forma la escorrentía. Esto ocasiona que el suelo se satura y en áreas inclinadas (de mayor pendiente), propicia derrumbes en el terreno.



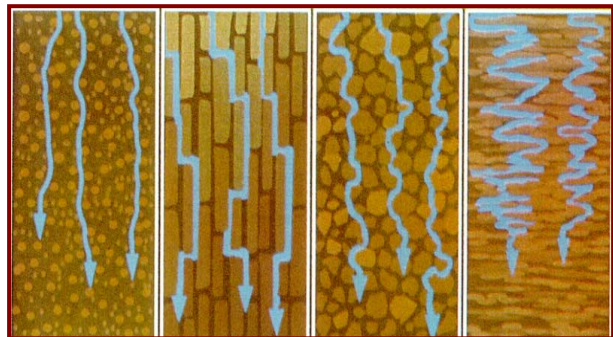
Distribución de lluvia promedio mensual en Puerto Rico

Tipos de suelo

El suelo no es una materia compacta, sino todo lo contrario, está llena de huecos o cavidades por donde se mueve el agua. Además, contiene una mezcla de cuatro componentes:

- minerales - arcilla, arena, limo
- aire
- agua
- materia orgánica

La cantidad de cada componente varía de un suelo a otro, lo que hace que no todos los suelos sean iguales.



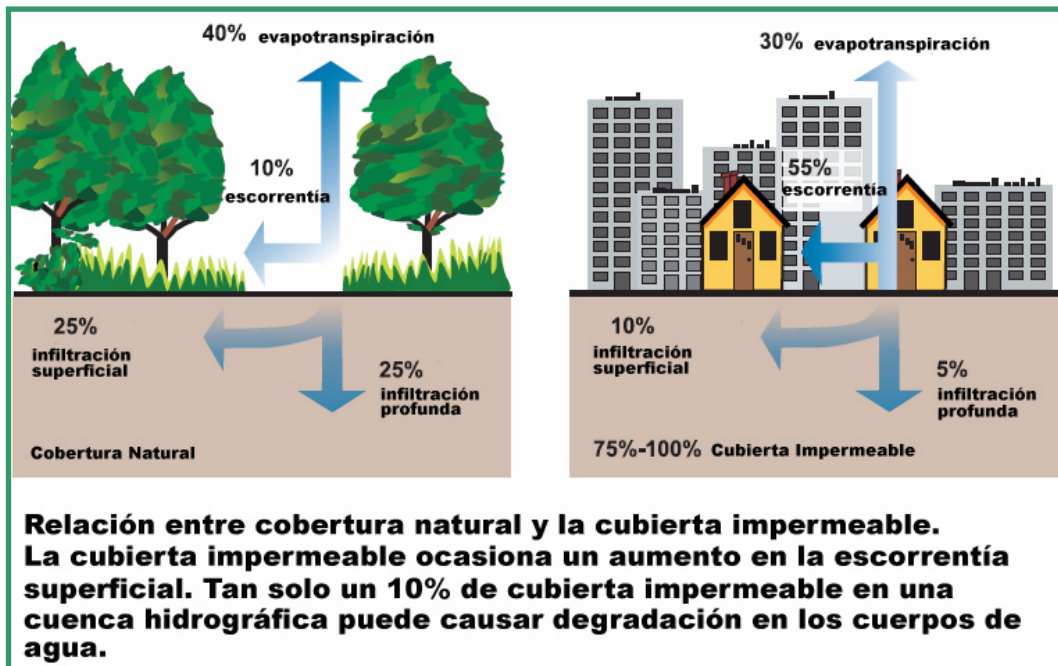
Si el suelo es muy arcilloso se dificulta su manejo y presenta problemas de desagüe en terrenos planos y derrumbes en áreas inclinadas. Si es arenoso retiene poca humedad y el agua se filtra rápidamente. La materia orgánica contiene residuos de plantas, materia animal y microorganismos. Esta aumenta la capacidad del suelo para retener la humedad, mejora la aireación y regula la temperatura.

Cobertura del suelo

La vegetación provee protección al suelo y sus raíces llevan a cabo una acción fijadora de las partículas del suelo, evitando así la erosión. Durante un aguacero, cada gota de agua golpea como una bala (velocidad de caída 30'/segundo) al suelo descubierto, sin cubierta vegetal. Las raíces ayudan en la infiltración del agua en el terreno. La vegetación en áreas con pendiente reducen la velocidad de la escorrentía.

Áreas que no han sido desarrolladas permanecen con una cubierta natural de bosques, humedales o pastos donde gran parte del agua, quizás un 50%, se infiltra a través del suelo.

Mucha de esta agua puede permanecer cerca de la superficie del suelo que a menudo nutre los lagos y otros cuerpos de agua. Otra porción del agua se infiltra y desciende hasta niveles más profundos recargando los acuíferos que son usados para agua potable. Como se muestra en la siguiente ilustración (abajo a la izquierda), un 40% del agua regresa a la atmósfera a través de la evapotranspiración y sólo una pequeña fracción (10%) típicamente se mantiene en la superficie del terreno sin desarrollar para formar parte de la escorrentía que llega hasta los cuerpos de agua (Protecting Water Quality from Urban Runoff, 2003).



El grado de contaminación causado por el agua de escorrentía depende de dos condiciones principales:

- ✚ aumento en volumen
- ✚ velocidad del agua

En la medida en que corre el agua sobre la superficie, la concentración de contaminantes en el agua aumenta. Ambas condiciones están directamente relacionados al desarrollo urbano y áreas urbanizadas. Juntos, ambas condiciones causan cambios en la hidrología y en la calidad del agua que resulta en diferentes problemas, que incluyen: la pérdida de hábitáculos (lugar con condiciones apropiadas para que viva una especie animal o vegetal), aumento en inundaciones, disminución en la diversidad de vida acuática y aumento en la erosión y sedimentación; así como, su efecto sobre nuestra salud, economía y bienestar social.

Impacto del aumento en superficies impermeables

Impactos					
Aumento en impermeabilidad resulta en:	Inundaciones	Pérdida de hábitáculos	Erosión	Amplitud de los canales	Alteración de los cauces
Aumento en volumen	•	•	•	•	•
Aumento en el flujo	•	•	•	•	•
Aumento en la duración del flujo	•	•	•	•	•
Aumento en la temperatura de la corriente		•			
Disminución del flujo base		•			
Cambio en la carga de sedimento	•	•	•	•	•

Recurso: *Urbanization of Streams: Studies of Hydrologic Impacts*, EPA 841-R-97-009, 1997

¿SABÍAS QUE EL AGUA QUE CORRE POR LAS SUPERFICIES IMPERMEABLES
 COMO EL PAVIMENTO Y LOS TECHOS EN UN BLOQUE O CUADRA EN LA CIUDAD
 PUEDEN GENERAR MÁS DE CINCO (5) VECES LA CANTIDAD DE LAS AGUAS DE ESCORRENTÍA
 QUE EN UN ÁREA DEL MISMO TAMAÑO SEMBRADA DE ÁRBOLES?

EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN

El agua de escorrentía contaminada puede tener efectos adversos sobre las plantas, peces, animales y sobre las personas debido a que:

- ✚ El sedimento puede oscurecer el agua (crea turbidez) y hace más difícil o imposible que las plantas acuáticas puedan crecer por la falta de luz solar; por lo tanto, el sedimento puede destruir los hábitats acuáticos.
- ✚ El exceso de nutrientes puede causar crecimiento desmedido de algas. Cuando las algas mueren se depositan en el fondo de los cuerpos de agua y se descomponen. En el proceso de descomposición se remueve el oxígeno del agua lo que causa mal olor. Los peces y otros organismos acuáticos no pueden sobrevivir en aguas con bajo nivel de oxígeno disuelto.
- ✚ Las bacterias y otros patógenos pueden ser arrastrados hasta áreas designadas para la recreación (nadar o pescar) y causar problemas de salud. Esta situación, a menudo, ocasiona el cierre de las playas.
- ✚ La basura como: plásticos, anillas de plástico de los empaques de latas de refrescos, botellas y colillas de cigarrillos, pueden ser arrastradas hasta los cuerpos de agua y sofocar o incapacitar la vida acuática, afectando a diferentes especies de peces, tortugas, delfines, pájaros; entre otros.
- ✚ Los desperdicios peligrosos del hogar como: insecticidas, plaguicidas, pintura, solventes, aceites de motor usados y otros fluidos de vehículos de motor pueden envenenar la vida acuática. Los animales y las personas se pueden enfermar o morir al comer peces contaminados o ingerir agua contaminada.
- ✚ Las aguas contaminadas de escorrentía a menudo afectan las fuentes de agua potable. Esto, a su vez, puede afectar la salud humana y aumentar los costos de tratamiento de aguas crudas para hacer el agua potable.

La escorrentía mal manejada puede:

- ✓ Causar inundaciones
- ✓ Aumentar la temperatura en los cuerpos de agua afectando la vida acuática
- ✓ Alterar los cauces de los cuerpos de agua
- ✓ Contaminar las fuentes de agua potable y hacer que sea más costoso el tratarlas

Aumento en la carga de la contaminación

El urbanizar aumenta la variedad y cantidad de contaminantes arrastrados en las corrientes de las quebradas, ríos y lagos. Los contaminantes incluyen:

- sedimento
- aceites, grasas y químicos tóxicos de los motores de vehículos
- plaguicidas y nutrimentos para la grama y los jardines
- virus, bacterias y nutrimentos de los excrementos de animales y de sistemas sépticos que fallan o del alcantarillado
- metales pesados
- contaminación térmica de superficies impermeables como carreteras y techos

Estos contaminantes pueden causar daño a los peces y a las poblaciones de vida silvestre, como también las fuentes de agua para pájaros; causar la muerte de la vegetación nativa y hace que las áreas recreativas no sean seguras.

Las aguas de escorrentía se calientan al pasar por las calles, carreteras, techos y áreas de estacionamiento que están expuestos al sol y que generan altas temperaturas. Esto resulta en daño a la salud y a la reproducción de la vida acuática.

La pérdida de infiltración por urbanizar también puede causar cambios en la recarga (disminución) en el agua subterránea.



PRÁCTICAS PARA EL CONTROL DE LA ESCORRENTÍA

Las prácticas que se utilizan para el control de las aguas de escorrentía son similares a las usadas para el control de erosión. Algunos ejemplos de estas son:

- cobertura vegetal
- canales de desagüe protegidos
- puntos de descarga con filtros de piedra
- barreras vegetativas
- charcas de sedimentación
- conservación de áreas naturales y permeables
- empedrado

RECOMENDACIONES PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN POR ESCORRENTÍAS

Residencial

Las actividades diarias del hogar también pueden tener su impacto sobre la calidad de las aguas de escorrentía. Una gran parte de la población no está conciente de que sus acciones pueden afectar el ambiente.

Recicle o disponga apropiadamente de los productos que contienen sustancias químicas, tales como: insecticidas, plaguicidas, pintura, solventes y aceite usado de motor y otros fluidos (líquidos) de automóviles. No los disponga o vierta (eche) por el drenaje, ni en el suelo.

Patios

Recomendaciones:

- El exceso de abono o plaguicida aplicado a la grama o a las plantas del jardín puede ser lavado con el agua de la lluvia.
- No riegue en exceso la grama.
- Aplique la cantidad necesaria recomendada de abonos o plaguicidas y utilice prácticas seguras para el control de plagas. Todas las formas vivientes contienen nitrógeno y fósforo, pero estos nutrimentos pueden afectar la calidad del agua cuando no son manejados adecuadamente. No piense –**que mientras más cantidad de sustancias químicas, mejor lucirá el patio**”. Esto, además de ocasionar un aumento en la contaminación del agua puede causar problemas de toxicidad en las plantas y acidez en el suelo y hasta le puede quemar sus plantas.
- Prepare composta con los desperdicios de jardín (ramas, hojas secas, recortes de grama).
- Cubra la arena u otro material que esté utilizando en proyectos de paisajismo en su jardín para que no se disperse o se pierda.
- Compre detergentes para limpieza de la casa y limpiadores con bajo contenido de fósforo que en la etiqueta indique que son biodegradables.



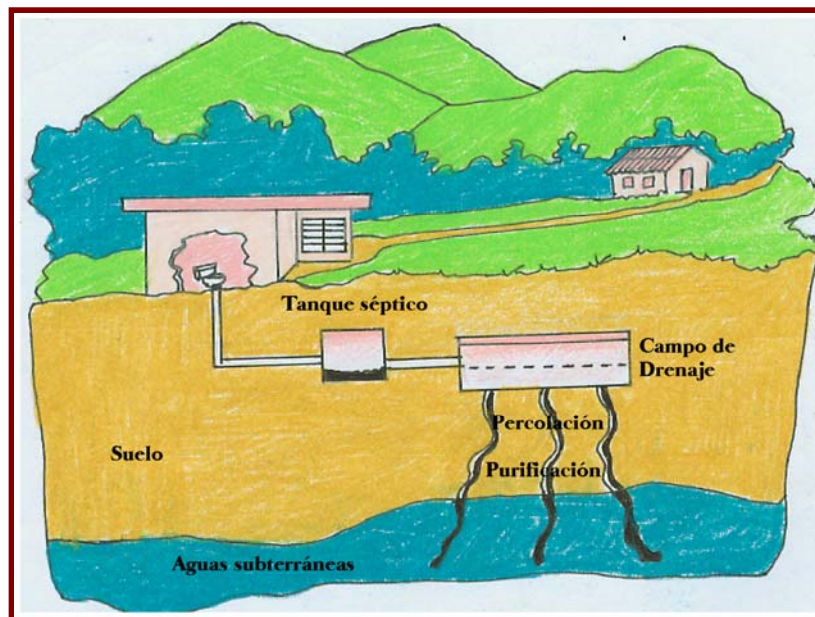
✚ Mantenimiento de su automóvil

El lavar y engrasar partes de su carro en la casa puede causar que los detergentes y otros contaminantes (grasa o aceites) caigan en los desagües. Echar fluidos o líquidos de automóviles en los desagües tiene el mismo resultado que disponer de estos líquidos directamente en los cuerpos de agua.



Recomendaciones:

- Utilice un lavado para carros comercial que trata o recicla el agua de lavado, lave su carro sobre la grama para que el agua se infiltre por el suelo.
- Repare las filtraciones y licores (goteros), disponga de líquidos usados y de las baterías en áreas designadas para su reciclaje.



✚ Sistemas sépticos

Los sistemas sépticos con filtraciones o sin mantenimiento liberan nutrientes y patógenos (bacterias y virus) que pueden ser arrastrados por la escorrentía y ser descargados en los cuerpos de aguas cercanos. Los patógenos pueden causar problemas de salud pública y ambiental.

Recomendaciones:

- Deben ser inspeccionados y vaciados apropiadamente cada tres (3) años.
- No se deben utilizar los inodoros para disponer de la basura como si fueran zafacones.
- No disponga de materiales en el lavamanos o inodoro, tales como:
 - grasa u otro material no biodegradable
 - solventes de pintura, plaguicidas, grandes cantidades de desinfectantes
 - solventes químicos para limpiar la tubería

Áreas comerciales

El polvo, aceite y basura que se acumulan en las áreas de estacionamiento y del pavimento pueden ser llevados o arrastrados hacia los desagües y eventualmente entrar a los cuerpos de agua.



Área de estacionamiento

Recomendaciones:

- ✚ Barra el polvo y saque la basura de las aceras, carreteras y áreas de estacionamiento, especialmente alrededor de los drenajes y desagües.
- ✚ Cubra las áreas de almacenaje de grasa y de basura (tangones) y manténgalos limpios para evitar filtraciones.
- ✚ Informe de cualquier derrame de sustancias o productos químicos a las agencias encargadas del manejo de los desperdicios peligrosos para hacer la limpieza de derrames y evitar daños al ambiente: Junta de Calidad Ambiental, Agencia de Protección Ambiental y la Oficina de Salud, Seguridad Ocupacional y Ambiental del RUM.

Construcción

La falta de medidas de control de erosión y de mantenimiento en las construcciones (i.e., dejar el terreno al descubierto) pueden causar cantidades excesivas de sedimentos que son arrastrados por las aguas de escorrentía. Los vehículos de construcción pueden filtrar gasolina, aceites y otros líquidos peligrosos que pueden mezclarse con el agua de escorrentía y ser depositados en los cuerpos de agua.



Recomendaciones:

- ✚ Dirija las aguas de escorrentía fuera del área de construcción.
- ✚ Instale verjas de tordo, áreas de remoción de fango de los vehículos, cubierta vegetativa y otras medidas para el control de erosión y sedimentos.

Agricultura

La falta de vegetación en los bancos de los ríos, orillas de caminos o carreteras que proteja el talud puede causar erosión o derrumbes. El sobrepastoreo y uso de equipo pesado puede también contribuir a la sedimentación de los cuerpos de agua. El exceso de abono y plaguicidas puede causar la eutrofización de los cuerpos de agua, y como resultado la muerte de los animales acuáticos. El ganado que tiene acceso a tomar agua de los ríos o quebradas puede contaminar el agua con bacterias haciéndola no segura para el consumo humano.



Recomendaciones:

- ✚ Mantenga el ganado fuera de los cuerpos de agua y provéale agua en bebederos.
- ✚ Almacene y aplique el estiércol lejos de los cuerpos de agua y de acuerdo con el plan de manejo de nutrientes y de desperdicios fecales de animales de empresas pecuarias, aprobado por la Junta de Calidad Ambiental.

- ✚ Siembre las orillas de los ríos y quebradas para controlar la erosión (zona de amortiguamiento).
- ✚ Mueva periódicamente el ganado de lugar donde pastan para evitar la erosión y la compactación del suelo.
- ✚ Riegue fertilizantes y plaguicidas de acuerdo a las instrucciones en la etiqueta. Esto contribuye a ahorrar dinero y minimizar la contaminación.

Facilidades para el mantenimiento de vehículos de motor

Los vehículos en espera por ser reparados pueden filtrar gasolina, aceites y otros líquidos peligrosos que pueden ser recogidos por la escorrentía y llegar a los desagües.

Recomendaciones:

- ✚ Limpie los derrames inmediatamente y disponga apropiadamente del material como desperdicios.
- ✚ Provea una cubierta sobre el tanque de gasolina y diseñe facilidades o instalaciones para contener los derrames (i.e., diques).
- ✚ Mantenga en buenas condiciones la flota de vehículos para prevenir descargas de aceite, gasolina u otros hacia los cuerpos de agua.
- ✚ Instale y mantenga separadores o trampas de agua y aceite.

Vertederos

Dado que la cubierta utilizada en los vertederos es tierra que no está estabilizada con vegetación u otra cubierta de retención mientras están en operación, el suelo está expuesto a la erosión. Un manejo o mantenimiento inadecuado de desperdicios peligrosos puede ocasionar que contaminantes tóxicos lleguen o se mantengan en la superficie, dando paso a que sean lavados y arrastrados por las aguas de escorrentía hacia los cuerpos de agua cercanos.

Los vertederos municipales reciben los desperdicios domésticos e industriales. Todos ellos deben cumplir con la reglamentación federal 40 CFR Parte 258 (Subtítulo D de RCRA). La agencia federal que los regula es la Agencia para la Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés).

BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO (“BMP’S”)

Las buenas prácticas de manejo (Stormwater Pollution Prevention, 2002) en general, incluyen controles de ingeniería, procedimientos operacionales y prácticas para reducir la escorrentía, los derrames y filtraciones, cieno, la disposición de desperdicios y el drenaje de materiales crudos (i.e., arena, cemento).

Se recomienda adoptar prácticas para proteger el agua de lluvia para que no se contamine al formarse la escorrentía y evitar que los desperdicios lleguen a integrarse en los cuerpos de agua. Una de las medidas más efectivas para prevenir la contaminación es conocida como las “*buenas prácticas de manejo*”.

Estas buenas prácticas de manejo se dividen en dos categorías:

1. **Estructurales** - construcciones que constituyen instalaciones permanentes, tales como: diques o estructuras secundarias de contenedores, tanques grandes, cobertizos o techos para proteger los materiales en almacenaje, trampas, galerías para la infiltración de las aguas de escorrentía de los techos, filtros mecánicos para el drenaje, zanjas y barreras de piedra.
2. **De operación** - prácticas de trabajo diario para proteger las aguas de escorrentía, las cuales están comprendidas en ocho (8) categorías:
 - a. **Mantenimiento de las áreas de trabajo**
 - ✓ mantener el área de trabajo limpia y organizada
 - ✓ barrer y recoger al completar la tarea
 - ✓ limpiar rápidamente cualquier liqueo (gotereo) o derrame
 - ✓ mantener cerrado los envases que no se están usando
 - ✓ rotular todos los envases para indicar su contenido
 - ✓ utilizar una bandeja para recoger las filtraciones hasta que sean reparados completamente
 - b. **Manejo y almacenaje de materiales**
 - ✓ mantener cubiertos los materiales industriales
 - ✓ utilizar lugares para carga y descarga que faciliten el manejo de los envases y evitar que se caigan y se rompan
 - ✓ tener por escrito y en un lugar accesible los procedimientos para el manejo y almacenaje adecuado de materiales
 - ✓ mantener bien identificados los materiales en la etiqueta
 - c. **Respuesta a derrames**
 - ✓ periódicamente, revisar el procedimiento o protocolo establecido

- ✓ lavado de material derramado en carreteras, alcantarillados o desagües, está **PROHIBIDO** por leyes estatales y federales
 - ✓ limpie los derrames en seco rápidamente y luego barra el área
 - ✓ conozca el procedimiento de manejo para los diferentes tipos de materiales, dónde y cómo desecharlos
 - ✓ conozca los números de teléfonos a llamar en caso de emergencias
- d. **Reparación y mantenimiento de equipo**
- ✓ no deje equipo gotereando en el exterior
 - ✓ coloque un paño o cubierta sobre la superficie cuando hace trabajo de reparación o mantenimiento de equipo
- e. **Fabricación o manufactura en el exterior**
- ✓ conozca los residuos de operación
 - ✓ limpie su área de trabajo cuando termine la tarea
- f. **Mantenimiento preventivo**
- ✓ inspeccione regularmente el funcionamiento del equipo (filtraciones, corrosión, desgastes)
 - ✓ realice el reemplazo de piezas según recomendaciones del fabricante y de acuerdo a cada sección de trabajo
- g. **Manejo de desperdicios o residuos**
- ✓ deséchelos correctamente o recicle
 - ✓ usar rociadores de agua para evitar el polvo fugitivo
- h. **Protección de polvo y residuos particulados**
- ✓ barrer y limpiar regularmente

Prácticas recomendadas para el control efectivo de la erosión y sedimentación (CES) en áreas en construcción

1. **Protección primaria – control de erosión**
- ✓ minimizar las áreas perturbadas
 - ✓ llevar a cabo las actividades de construcción en fases o etapas para limitar el periodo de exposición
 - ✓ controlar el flujo pluvial en y a través del proyecto (mientras más área impermeable, mayor aumento de flujo)
 - ✓ estabilizar suelos rápidamente (proveer cobertura)
 - ✓ proteger pendientes para prevenir la formaciones de canales

2. Controles de sedimentación

- ✓ proteger entrada al drenaje pluvial y remover los sedimentos para que no ganen acceso
- ✓ establecer controles en el perímetro (alrededor del área de trabajo)
- ✓ retener sedimentos en proyecto y controlar prácticas para desagüe (sacos de infiltración, pacas de heno)
- ✓ establecer salidas del proyecto de construcción que sean estables (evitar el acarreo de lodo)
- ✓ inspeccionar y mantener controles

3. Otras recomendaciones generales:

- ✓ obtener o preparar un diagrama o plano de la ubicación de los desagües pluviales
- ✓ mantener información al día de la limpieza y el mantenimiento de los desagües pluviales y alcantarillados
- ✓ obtener un mapa topográfico donde se muestre la localización de tuberías grandes y desagües (desembocadura)
- ✓ mantener información al día sobre la localización de salideros (revisar expedientes, mapas de drenaje) y luego llevar a cabo un reconocimiento del área para verificar la localización y condición en que se encuentran

Manejo de la escorrentía en la finca

Un buen manejo de la escorrentía permite controlar el exceso del agua de lluvia. Varias prácticas (González, 2006) pueden ser establecidas para evitar que la escorrentía arrastre los contaminantes hacia los cuerpos de agua.

Algunas de éstas prácticas son:

- zanjas de ladera
- barreras vegetativas
- desagües protegidos con vegetación
- franjas de amortiguamiento o fajas de vegetación

LEYES Y REGLAMENTOS

La salud de los seres humanos, la vida silvestre y los ecosistemas dependen de los suministros adecuados de aguas limpias libre de contaminantes. Sin embargo, a medida que la población crece y se expande hacia zonas antes no urbanizadas se hace más difícil asegurar la calidad del agua. Las consecuencias de este crecimiento (aumento en las aguas de escorrentía, aguas residuales, infraestructura inadecuada, desmonte de tierra y otros) plantean problemas de contaminación de agua y como consecuencia, ponen en riesgo la calidad del agua. Para ello se ha desarrollado legislación tanto en los foros estatales como federales para crear reglamentación para atender el deterioro de la calidad del agua que supone un grave problema ambiental, económico y social.

1. *Ley de aguas limpias - Clean Water Act 1987* (CWA, por sus siglas en inglés)

Establece la estructura básica para la reglamentación de las descargas de contaminantes en las aguas y regula las normas para la calidad de las aguas superficiales. La Agencia para la Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) ha desarrollado programas para el control de la contaminación; tales como: el establecimiento de normas para las aguas usadas industriales y para los contaminantes de aguas superficiales.

2. *Ley de agua potable segura - Safe Drinking Water Act*, (SDWA por sus siglas en inglés)

Según enmendada en el 1996, establece que los estados debían completar una evaluación de las fuentes de agua. Esto incluye un análisis de las fuentes de agua existentes y las amenazas potenciales a la calidad del agua potable.

3. *Sistema nacional de eliminación de descargas de contaminantes - National Pollutant Discharge Elimination System* (NPDES, por sus siglas en inglés)

Programa de permisos para el control de descargas. Las industrias, los municipios y otras facilidades deben obtener un permiso para las descargas que van directamente a los cuerpos de aguas superficiales.

4. **Reglamento para el Control de Erosión y Prevención de la Sedimentación** (Plan CES) de la Junta de Calidad Ambiental

Para el control de la erosión causada por la actividad humana y para prevenir la sedimentación y contaminación de los cuerpos de agua en Puerto Rico, causados por el movimiento de corteza terrestre para trabajos de construcción.

Revisado por:

Dr. Rafael Dávila López, Ingeniero Agrícola – Civil,
Departamento de Ingeniería Agrícola y Biosistemas

Ing. Sergio Bosques, Ingeniero Ambiental, EPA Caribbean Area

Agro. Edwin Mas, Especialista en Material Vegetativo, USDA-NRCS

Sr. Roberto Torres Martínez, Director Oficina Salud Seguridad Ocupacional y Ambiental,
Universidad de Puerto Rico - Mayagüez

REFERENCIAS

1. Contaminación por descargas de fuentes dispersas: Una gran amenaza a nuestro ambiente, Datos Marinos #41, UPRM-Sea Grant.
2. González, C. (2007) ¿Conoces la cuenca hidrográfica donde vives?, Carta Circular, Servicio de Extensión Agrícola, Universidad de Puerto Rico.
3. González, C. (2006) Protegiendo el agua en la finca, Servicio de Extensión Agrícola, Universidad de Puerto Rico.
4. González, C. (1998). El peligro de un sistema séptico en mal funcionamiento, Servicio de Extensión Agrícola, Universidad de Puerto Rico.
5. Protecting Water Quality from Urban Runoff, (2003) EPA 841-F-03-003.
6. Storm Warnings: Storm Water Pollution Prevention, (2004), EXCAL Visual, Boulder Co., - Video
7. Storm Water Pollution Prevention, (2004), Trainer's Guide, EXCAL Visual.
8. Storm Water Pollution Prevention, (2002), Best Management Practices Guide Book, EXCAL Visual.
9. Stormwater Pollution Solutions, (2003), EPA - 833-B-03-002.
10. The Cause of Urban Stormwater Pollution, Chapter 2, The Natural Resource Defense Council (<http://www.nrdc.org/water/pollution/storm/stoinx.asp>)
11. www.epa.gov/npdes/stormwater
12. www.ncstormwater.org/pages/stormwater_faqspage.html (2006)

Apéndice

**Hoja de cotejo - Buenas Prácticas de Manejo (BMP's) de operación
para prevenir y evitar la contaminación por las aguas de escorrentía**

Fecha: _____

	Práctica de manejo	Se lleva a cabo	Requiere mantenimiento	Acción correctiva necesaria u observaciones
Mantenimiento áreas de trabajo				
1	Envases rotulados	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
2	Envases cerrados cuando no estan en uso	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
3	Uso de bandejas para recoger filtraciones	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
4	Se dispone adecuadamente de desperdicios sólidos como envases plásticos, bolsas o residuos de comida	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
5	Se colocan rótulos con información sobre prevención	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
Manejo y almacenaje de materiales				
1	Se mantienen organizadas y rotulados los envases en el área del almacén	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
Respuesta a derrames				
1	Se sigue protocolo establecido	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
2	Se hace limpieza derrames en seco	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
3	Se mantiene en lugar accesible procedimiento por escrito con números de teléfono para casos de emergencias	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
Preparación y mantenimiento de equipo				
1	No se deja equipo liqueando (gotereando)	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
2	Se provee alguna cubierta sobre el área de trabajo	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
Fabricación o manufactura en el exterior				
1	Conocimiento sobre los residuos de operación	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
2	Manejo adecuado los residuos	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	

Mantenimiento preventivo

1	Inspección regular del funcionamiento equipo (filtraciones, corrosión, desgastes)	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
2	Reemplazo de piezas según fabricante y de acuerdo a sección de trabajo	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	

Manejo de desperdicios o residuos

1	Desechados correctamente o reciclados	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
---	---------------------------------------	--	--	--

Protección de polvo y particulado

1	Barrer y limpiar regularmente	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
---	-------------------------------	--	--	--

Control de erosión y sedimentación

1	Se mantienen prácticas para el control de erosión y sedimentación	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
2	Se revisan regularmente las entradas de los drenajes pluviales que estén libres de hojarascas, tierra o basura	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
3	Se utilizan barreras vegetativas u otro medio para proteger los cuerpos de agua de la contaminación y evitar derrumbes de los taludes	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
4	Otras medidas o prácticas utilizadas _____	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
5	En caso de agricultura; licencia de aplicación y manejo de plaguicidas	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	

Preparado por:
Carmen González Toro
Especialista en Ambiente
Nov. 2008

Adaptado de:
EPA SWPPP Inspection Report,
Version 1.1, Sept. 17, 2007.
Para proyectos de construcción



Abril 2009©Derechos Reservados

Publicado para la promoción del trabajo cooperativo de Extensión según lo dispuesto por las leyes del Congreso del 8 de mayo y del 30 de junio de 1914, en cooperación con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Extensión Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.