

## RESUMEN

Desde la antigüedad, el ser humano ha interactuado con el medioambiente, logrando afectar la naturaleza; es por eso que durante décadas se ha iniciado una labor de recuperación y mantenimiento del medio en donde vivimos. Utilizando varias herramientas en la preservación ambiental, el ingeniero civil se ha convertido en una persona competente en lo referente al cuidado y mejoramiento de los recursos naturales, tales como: la reforestación y cuidado de la flora, el resguardo de especies endémicas y/o en vía de extinción, el saneamiento y tratamiento de las aguas, el reciclaje de toda clase de desechos, la prevención del coleccionismo incontrolado (la alteración de un ecosistema debido a hurtos generados por el hombre). Se espera que así se alcancen espacios libres de polución y niveles de contaminación sostenibles en el planeta.

**Palabras Claves:** Medio ambiente, ingeniería civil, saneamiento, estructuras, atmósfera, hidrosfera, litosfera, seres vivos, agua, impacto ambiental contaminación.

# Ingeniería civil y medio ambiente

Por:

**JULIETH VIVIANA BASTIDAS DUARTE**

Estudiante de Ingeniería Civil,  
Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja  
julieth.bastidas@ustatunja.edu.co

**DIEGO FERNANDO CALDAS DUEÑAS**

Estudiante de Ingeniería Civil,  
Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja  
diego.caldas@ustatunja.edu.co

## 1. INTRODUCCIÓN

La gestión medioambiental no es una idea nueva; sin embargo, recientemente el ser humano ha comenzado a tomar mayor interés en lo que a medio ambiente se refiere. Los medios de comunicación también dedican parte de su espacio al aire, a los fenómenos meteorológicos propios de cada época del año ocasionados por la contaminación, como por ejemplo el descongelamiento de los polos a causa del calentamiento global de la atmósfera, ciclones, nevadas, huracanes o riadas, etc. Lo anterior es una manera clara de ver cómo la naturaleza ha empezado a mostrar las consecuencias del daño ocasionado por el hombre durante siglos.

En la actualidad se ha observado la problemática ambiental de una manera más próxima, de modo que cada persona va tomando conciencia del deterioro ambiental.

Comúnmente el ingeniero civil identifica las causas de contaminación, para dar soluciones a esta problemática con herramientas asociadas a la ingeniería, como el manejo del recurso hídrico, la eco-construcción, entre otras.

Es de vital importancia promover la preocupación por el medio ambiente, evitando consecuencias nefastas que afectan al hombre de una manera directa.

## 2. MEDIO AMBIENTE

El impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente tiene sus principios desde el origen del hombre, iniciando con la caza, que causó la extinción de algunas especies y continuando con la



agricultura, que provocó la deforestación para conseguir nuevos espacios cultivables.

Los antiguos griegos vislumbraron los problemas que podrían acarrear la deforestación, la erosión de la tierra, la caza excesiva de especies, etc. Platón escribió: "Lo que ahora queda, comparado con lo que existió entonces es como el esqueleto de un hombre enfermo, toda la tierra gorda y suave tras ser devastada, y solo quedando el desnudo esqueleto de la tierra...Hay algunas montañas que ahora no tienen nada más que comida para las abejas, pero ellas tuvieron árboles no hace mucho tiempo..." [1]

Durante la edad media, el tema ambiental no era muy mencionado, ya que los niveles de contaminación de esta época no eran tan altos como los actuales. Más adelante, en el siglo XIX, con el surgimiento de la revolución industrial, la intranquilidad por el cambio medio-ambiental se hacía mayor; pese a esto, los seres humanos continuaban intoxicando la tierra.

La primera sociedad ecológica fue fundada en Gran Bretaña en 1913. Ya en el siglo XX, junto con el permanente desarrollo industrial y tecnológico, la conciencia ambiental va creciendo dando inicio a grupos interesados en desintoxicar el ambiente, tales como: Earth Action, centro internacional de enlace ambiental (ELCI), amigos de la tierra (AT), programa de las naciones unidas para el medio ambiente (PNUMA), movimiento mundial por los bosques tropicales, entre otros [2].

Actualmente, en Colombia existen decenas de organizaciones protectoras del medio ambiente como: Fundación Herencia verde, Fundación Tierra nueva, Fundación natura Colombia, entre otras [3].

### 3. PAPEL DEL INGENIERO CIVIL

La ingeniería civil ha asumido un papel importante en lo que a cuidado ambiental se refiere, entre los aspectos más relevantes tenemos:

- **Dióxido de Carbono y Acidificación:** debido a la combustión de grandes cantidades de petróleo, carbón y gas natural, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha incrementado considerablemente en un 30% durante los últimos 3 siglos aproximadamente [4], las plantas absorben CO<sub>2</sub> pero, a medida que se talan los bosques la temperatura de la tierra va aumentando, este crecimiento ha provocado el fenómeno conocido como efecto invernadero.

Algunas técnicas para contrarrestar este problema:

▫ Dentro de la gestión ambiental que están desarrollando los ingenieros civiles tenemos la bioconstrucción; es un término utilizado recientemente para señalar aquellas construcciones que buscan la armonía entre la naturaleza y la edificación. La empresa Biohaus Goerri, S.L., es la primera en diseñar materiales de bioconstrucción, entre estos existe una nueva fibra de madera denominada GUTEX, [5] la cual ofrece numerosos beneficios. El Gutex está constituido por fragmentos de madera producto de la siembra de árboles en la selva, por lo cual no genera residuos; además no necesita de ningún tipo de pegamento; estas y



Fig. 1. Contaminación del aire

Fuente Fotográfica:  
<http://castillasocialista.org/WordPress/wp-content/uploads/2007/09/stack.jpg>

otras cualidades del Gutex hacen de éste un excelente material de bioconstrucción.

▫ Otra nueva alternativa es la construcción de eco-ciudades, una iniciativa que fue tomada por China y los Emiratos Árabes. Al respecto, el periódico El Espectador cita lo siguiente: "...Con el

apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza y una inversión de 22 millones de dólares, Ciudad Masdar abrirá sus puertas en 2013 como hogar sostenible para 50 mil personas, en donde el transporte urbano funcionará con hidrógeno y se adecuarán huertas orgánicas en los techos de las viviendas. Nadie

jamás ha construido una ciudad de cero carbones, ni una que produzca cero basura, ni una que genere toda su electricidad a partir de energía renovable, y Masdar logrará los tres. El mismo ejemplo está siguiendo China, que inaugurará en dos años Dongtan, la primera eco-ciudad del planeta, ubicada cerca de Shanghai, en la que no podrán circular automóviles y cuya energía se producirá de fuentes solar, eólica y del metano de los residuos sólidos. Se espera que durante los primeros años vivan cerca de ocho mil personas y que para el año 2050 esta cifra ascienda al medio millón de habitantes...". [6]

Además de estas soluciones se debe promover el uso del transporte masivo, reduciendo de esta manera la emisión de dióxido de carbono y otros gases que resultan perjudiciales, tanto para el medio ambiente, como para la salud.

Así, entre los materiales aptos para la construcción se recomiendan los morteros de cal, las pinturas naturales y los yesos naturales. Dentro de la función como protector ambiental, para el manejo de la contaminación, el ingeniero civil se proyecta como una persona competente, capaz de tomar y hacer tomar conciencia ambiental a la sociedad a la cual pertenece.

- **Demanda de agua y otras sustancias tóxicas:** la mayor parte de la contaminación a nivel mundial está concentrada en el agua. Muchas empresas arrojan sus desechos en los cauces de ríos y cuencas,

ocasionando un creciente deterioro en el equilibrio ambiental.

El transporte inadecuado de petróleo por medio de los buques-cisterna ha causado innumerables accidentes en la flora y fauna acuática, y no menos importante son los habitantes comunes que vierten sus basuras en las aguas.

Fuentes puntuales descargan contaminantes en sitios específicos por medio de alcantarillas y tuberías como fábricas, minas, plantas de tratamiento de aguas negras, etc.



Fuente Fotográfica:  
<http://diariodeigt.files.wordpress.com/2009/04/027.jpg>

Fig. 2. Contaminación del agua

#### 4. ¿CÓMO RECUPERAR ESTAS AGUAS?

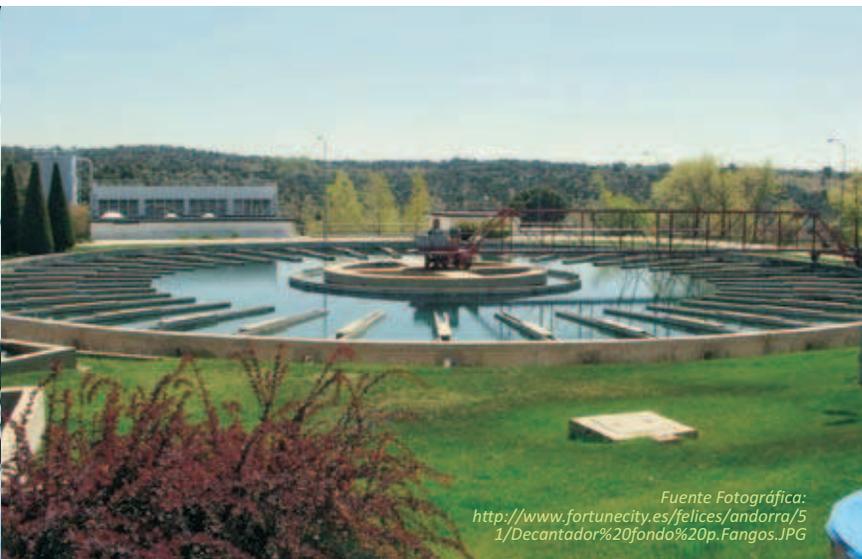
En distintas partes del planeta se han venido desarrollando diversos métodos para la recuperación de aguas residuales. Unos de estos métodos son:

- **Tratamiento Preliminar:** el tratamiento preliminar sirve para eliminar y separar los residuos sólidos más grandes y aquellos que flotan sobre la superficie del agua. Para realizar un tratamiento preliminar se utilizan generalmente los siguientes materiales: desarenadores, tanques de pre-aeración, rejillas de barras, desmenuzadores como molinos, cortadoras o trituradoras [7].
- **Tratamiento Primario:** el propósito fundamental de este tratamiento,

consiste en disminuir la velocidad de las aguas negras para que de esa forma se puedan sedimentar los residuos sólidos. Por consiguiente a los dispositivos encargados de la sedimentación del agua los conocemos con el nombre de tanques de sedimentación.

Mediante este tratamiento se dividen la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas negras mediante el proceso físico de asentamiento [7].

- **Tratamiento Secundario:** este tratamiento se realiza cuando las aguas negras ya han pasado por el tratamiento primario, con el fin de purificar más las aguas, debido a



Fuente Fotográfica:  
<http://www.fortunecity.es/felices/andorra/51/Decantador%20fondo%20p.Fangos.JPG>

Fig. 3. Separación de residuos sólidos por medio del decantador.

que estas aún contienen sólidos orgánicos en suspensión. El tratamiento secundario depende principalmente de los organismos aerobios; el nombre aerobios proviene del griego aer, 'aire'; bios, 'vida'; es un organismo que sólo puede desarrollarse en presencia de oxígeno atmosférico. El uso de estos organismos es con el fin de lograr una descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos. [7]

- **Cloración:** Este tratamiento se puede emplear para diversos propósitos, en todas las etapas de tratamiento de aguas negras y aun antes del tratamiento preliminar. El cloro se aplica con el fin de desinfectar o destruir organismos

patógenos, previniendo el olor y protegiendo las estructuras de la planta [7].

- **Tratamiento de lodos:** el lodo en las aguas negras son una mezcla de sólidos sedimentarios y de aguas negras. El tratamiento de lodos tiene dos objetivos: uno, disminuir el volumen de lodo por eliminación de agua, y el otro, transformar los sólidos orgánicos susceptibles a la putrefacción en sólidos inorgánicos más estables. Los lodos activados pueden variar desde un 1 a un 10%. Es conveniente tratar los lodos más concentrados para economizar el espacio de almacenamiento en el digestor, para que disminuyan los requerimientos de Calor y Energía, para economizar capacidad en las bombas, etc. [8].

Los lodos y las aguas negras están constituidos por sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, junto con el agua que es separada de ellos. En algunos casos, sin someter los lodos a tratamiento, se pueden acondicionar para disponer de ellos sin originar condiciones e inconvenientes. Este tratamiento consiste en eliminar parcial o totalmente el agua que contienen los lodos para disminuir su volumen, logrando así que se descompongan todos los sólidos orgánicos al transformarse en sólidos minerales o sólidos orgánicos relativamente estables.

El lodo activado es un proceso de tratamiento por el cual el agua residual y los microorganismos son mezclados y aireados en un tanque llamado reactor. En el proceso de lodos activados los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica en el agua residual, de manera que ésta les sirve de base alimenticia. Es importante indicar que la mezcla o agitación se efectúa por medios mecánicos superficiales o sopladores sumergidos, los cuales tiene doble función: producir mezcla completa y agregar oxígeno al medio para que el proceso se desarrolle.

Dentro de los principales elementos de gestión de aguas residuales y la relación con los ingenieros se tiene el diseño de grandes alcantarillas, y conductos para el transporte adecuado de aguas residuales [7].

En el texto de Metcalf & Eddy (Ingeniería de aguas residuales), se mencionan únicamente tres tratamientos para las aguas residuales: tratamiento primario, secundario y terciario o avanzado. Cada uno de estos tratamientos coincide con lo contemplado en el manual de tratamiento de aguas negras.

La gestión del ingeniero civil está plasmada en la siguiente tabla:

ELEMENTO	TAREA DEL INGENIERO
Origen de las aguas residuales	Estimación de los caudales residuales, evaluación de las técnicas para su reducción y determinación de las características del agua residual.
Control en origen	Proyecto de plantas para el tratamiento parcial de las aguas antes de su vertido a la red de alcantarillado.
Sistemas de recogida	Proyecto de redes de alcantarillado para la evaluación del agua residual generada en los diferentes orígenes.
Transporte y bombeo	Proyecto de grandes alcantarillas, estaciones de bombeo y conductos de impulsión para el transporte de las aguas residuales a las plantas de tratamiento y demás instalaciones para su procesamiento.
Tratamiento agua residual y fango	Selección, análisis y diseño de operaciones y procesos de tratamiento para conseguir unos objetivos específicos de tratamiento relacionados con la eliminación de los contaminantes del agua residual.
Evacuación reutilización	Proyecto de instalaciones utilizadas para la evacuación y reutilización del efluente tratado en medio acuático y terrestre, así como la evacuación y reutilización de los fangos.
Sistemas de pequeño tamaño	Proyecto de instalaciones utilizadas de recogida, tratamiento, evacuación y reutilización de las aguas residuales de residencias individuales y pequeñas comunidades.

Tabla 1. Principales elementos de la gestión de aguas residuales y su relación con el ingeniero

## 5. PÉRDIDAS DE TIERRAS VÍRGENES Y EROSIÓN DEL SUELO.

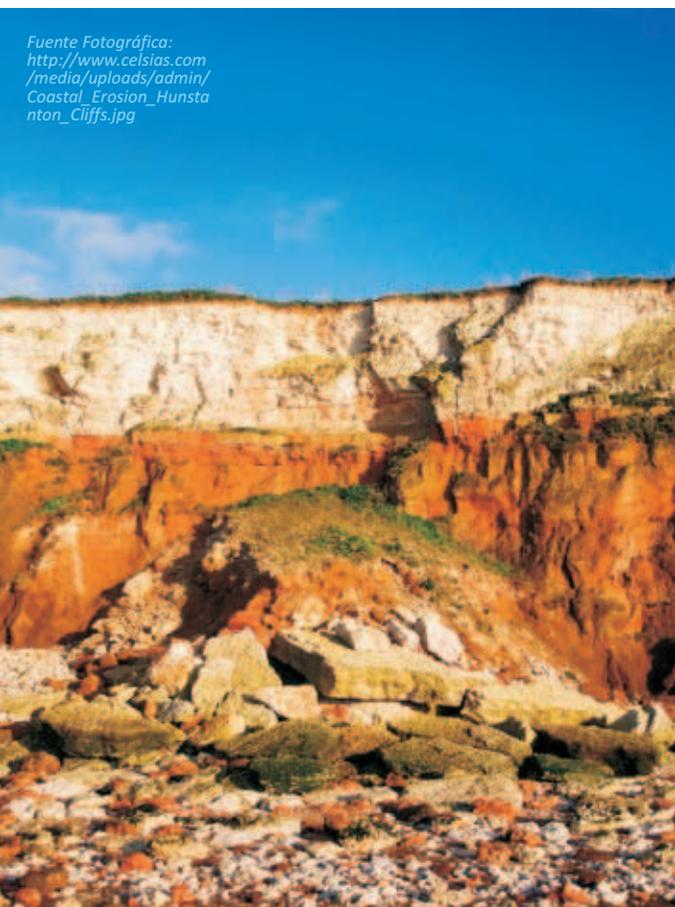
El ser humano ha intensificado sus labores agrícolas y ganaderas en los últimos períodos, devastando la capa superficial del suelo y dando origen al fenómeno conocido como erosión o desertificación.

Así como el hombre ha evolucionado en el ámbito científico y tecnológico, y ha buscado una mejor calidad de vida; debe tomar una mayor conciencia ambiental, para obtener un desarrollo sostenible en el mundo.

El ingeniero civil está en la obligación de cuidar el medio ambiente como los bosques, ríos, yacimientos de agua, etc. Por ejemplo: en la construcción de una estructura vial se debe tener en cuenta la reforestación de terrenos y darle prioridad a especies animales y vegetales endémicas.

Dentro de la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), está contemplada:

- La restauración de la vegetación. Una vez finalizada la etapa de extracción de materiales, el contratista debe proceder a la conformación y recuperación paisajística de cada frente de explotación, y al levantamiento topográfico de la condición final. En este aspecto y cuando se trabaje con frentes únicos de explotación es posible realizar voladuras controladas en puntos estratégicos para conformar frentes de menor pendiente al pie de los mismos y pequeñas irregularidades en sus partes altas, que mejoran la textura y apariencia natural. Las discontinuidades producidas por las voladuras tienden a formar pequeñas salientes o repisas, que permiten la acumulación y sostenimiento del material los finos facilitando la recuperación o siembra de vegetación [9].
- Separación de materiales: la función de las instalaciones para la recuperación de materiales está basada en separarlos para la obtención de materiales útiles, tales como: papel, plásticos, vidrios y metales; estos se pueden recuperar para generar nuevos productos [10].



Fuente Fotográfica:  
[http://www.celsias.com/media/uploads/admin/Coastal\\_Erosion\\_Hunstanton\\_Cliffs.jpg](http://www.celsias.com/media/uploads/admin/Coastal_Erosion_Hunstanton_Cliffs.jpg)

Fig.4: erosión del suelo

Algunas alternativas de procesamiento para la separación de material son: reducción de tamaño, separación por tamaño, separación por densidad, separación por campo eléctrico y magnético, compactación, etc.

## 6. CONCLUSIONES

Las normas de construcción se han modificado, pensando en detener un calentamiento global en creciente desarrollo. Disminuyendo así el uso de algunos ácidos que años atrás se utilizaban en las mezclas de concreto, asfalto, mortero, etc.

La labor de los ingenieros civiles no se limita simplemente a recuperar los espacios contaminados; sino también están en el deber de crear una conciencia ambiental y una cultura de prevención.

Actualmente existen gran variedad de organizaciones al cuidado y preservación del medio ambiente, tanto en Colombia como en el resto del mundo. ■



Fuente Fotográfica:  
<http://www.lowesforpros.com/las-cinco-principales-tendencias-en-construccion-ecologica>

## 7. REFERENCIAS

- [1] Citado por AVELLANEDA, ALFONSO (2000), Gestión Ambiental Y Plan De Desarrollo. Bogotá.
- [2]<http://www.exploringabroad.com/es/organizaciones-ambientales.htm>.
- [3]<http://ambiental.atarraya.org/Orgs-ambientalistas-co.html>
- [4] SCHNEIDER, DAVID. Barcelona. Artículo "la subida de los mares", Mayo 1997.
- [5] [www.biohaus.es/pdf/GUTEX](http://www.biohaus.es/pdf/GUTEX)
- [6] EL ESPECTADOR 3-dic.-2008
- [7] HILLEBOE HERMAN (1997), Manual de Tratamiento de Aguas Negras. Editorial Noriega Editores. México.
- [8] METCALF Y EDDY, INC. (1995), Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1. Editorial Mc Graw Hill. España.
- [9] GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA. Cap. 4. programa 4. Control de erosión, estabilidad de taludes y laderas.
- [10] TCHOBANOGLOUS. George (1994), Gestión integral de residuos sólidos. Volumen II Editorial Mc Graw Hill. España.