



# Efectos ambientales en la fase de construcción

<b>Apellidos, nombre</b>	Romero Gil, Inmaculada (inrogi@dihma.upv.es)
<b>Departamento</b>	Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente (DIHMA)
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos Universitat Politècnica de València

## 1 Resumen de las ideas clave

En este artículo vamos a presentar los efectos ambientales más comunes que suelen producirse en la **fase de construcción** de una obra. Tras diferenciar la fase de construcción y de funcionamiento de una obra o actividad, veremos cuáles son las **acciones** comunes en fase de construcción de multitud de obras. Tras ello podremos determinar los principales **contaminantes** y sus posteriores **efectos ambientales**.

## 2 Objetivos

A partir del estudio de este documento, serás capaz de:

- Diferenciar las acciones de una obra en fase de construcción
- Determinar los efectos ambientales más comunes en dicha fase

## 3 Introducción

En un Estudio de Impacto Ambiental el apartado de Efectos Ambientales es el de mayor importancia, pues es realmente el núcleo del documento [1].

De hecho, debemos identificar, cuantificar y valorar los efectos significativos que preveamos que las actividades proyectadas van a generar sobre los aspectos ambientales para cada alternativa examinada. Evidentemente, la identificación de los impactos ambientales se basará en el estudio de las interacciones entre las acciones derivadas del proyecto y las características de los factores ambientales del ecosistema.

De manera resumida podríamos decir que debemos estudiar las **afecciones** que cada una de las acciones del proyecto descritas en el apartado de “Descripción del Proyecto” podrían generar sobre cada uno de los componentes ambientales que se han descrito previamente en el apartado de “Inventario Ambiental. Evidentemente esto debe realizarse **para cada fase del proyecto y para cada alternativa del proyecto**.

## 4 Desarrollo



Supón que quieres construir una carretera. ¿Qué efectos ambientales vas a generar? ¿Serías capaz de enumerarlos? Posiblemente sí. Si tienes claro las acciones de la obra y cómo es el ecosistema, sí que serías capaz ¿verdad?

Supón que lo que quieres es construir una industria. ¿Serían los mismos efectos que los de la carretera? Seguro que piensas que no, porque no tiene nada que ver una industria con una carretera ¿verdad? Efectivamente, son dos obras que funcionan de manera totalmente distinta y sus efectos serán totalmente diferentes. Pero fíjate que hemos dicho “funcionan de manera totalmente distinta”... y así es.

Debido a la multitud de tipos de obras o proyectos distintos y a la multitud de ecosistemas diferentes es difícil dar unas pautas claras de afección ambiental para cualquier tipo de acción. En general, debe tenerse en cuenta las acciones generales que suelen darse en toda obra, proyecto o actividad (movimiento de tierras, por ejemplo) y las acciones particulares

que existen en función del tipo de obra (industria, presa, canalización, puerto, vertedero, etc.). Evidentemente a la hora de identificar los efectos de una industria habrá que tener en cuenta el proceso de producción y sus posibles contaminantes generados, y cómo afectan éstos a los ecosistemas cercanos (acuáticos, terrestres y/o aéreos). En una presa habrá que tener en cuenta las afecciones que se generan por el funcionamiento de ésta, afecciones que serán diferentes dependiendo del tipo de funcionamiento (para producción de energía, para abastecimiento, para laminación, etc.). Algo similar podría apuntarse para cada tipo de obra.

Además, para poder describir los efectos de cualquier alteración antrópica hay que tener siempre presente la relación entre los diferentes compartimentos del ecosistema, las cadenas tróficas. Cualquier organismo de un ecosistema necesita de otros para su supervivencia, y por tanto cualquier alteración en un escalón de la pirámide trófica dará lugar a efectos secundarios sobre el resto de poblaciones del ecosistema. Por ejemplo, algunas especies de peces necesitan la vegetación de ribera como hábitat, refugio y zona de puesta de huevos, por lo que cualquier alteración sobre la vegetación afectará a su vez a las poblaciones piscícolas.



Volviendo al ejemplo del principio, queda claro que la carretera y la industria que pretendes construir tienen efectos totalmente distintos porque funcionan de manera distinta.

Pero ¿se construyen de manera totalmente diferente? Seguro que encuentras aspectos comunes en ambos tipos de obra a la hora de construirlos...

De hecho así es, las fases de construcción de muchas obras son bastante similares desde el punto de vista de las acciones que generan.

Así, en los siguientes apartados describiremos los efectos más comunes y generales de las fases de construcción de las distintas actividades.

#### 4.1 Fase de construcción frente a fase de funcionamiento



Supón que durante la fase de construcción de una carretera, o de cualquier otro proyecto (depuradora, urbanización, industria) en la zona en donde vas a ubicar la obra o instalación a realizar tienes que eliminar la vegetación, el suelo, y parte de los materiales subyacentes, para ubicar posteriormente la obra o instalación en ella.

¿Serían perturbaciones de la fase de construcción todas aquellas que derivan del hecho de arrancar la vegetación, extraer el suelo y los materiales subyacentes y la construcción de la instalación en sí? Es decir, ¿los residuos generados en el arranque de vegetación, el ruido, las emisiones y vertidos, etc., son acciones de la fase de construcción? Evidentemente sí.

Pero ¿el resultado de todo ello, es decir, que hemos eliminado la vegetación (y con ella el resto de la comunidad biológica), el suelo, los materiales subyacentes, y los hemos sustituido por la obra o instalación, son acciones de la fase de construcción? No, no deberían serlo. Veamos por qué.

Indudablemente todo el proceso, por ejemplo eliminar la vegetación, se ha llevado a cabo durante la fase de construcción. Pero la eliminación y pérdida del ecosistema y los materiales subyacentes en la zona donde se va a ubicar las instalaciones del proyecto no finaliza con la fase de construcción, de hecho sólo comprende parte de ella. Esta situación permanecerá durante toda la fase de funcionamiento, con lo que nos encontraríamos que una misma perturbación (eliminación de vegetación) y sus efectos (pérdida de ecosistema) deberían ser identificados, descritos y valorados dos veces: es decir habría un solapamiento indeseable.

Así, lo primero que hay que tener en cuenta con respecto a las perturbaciones de la fase de construcción, es el criterio a utilizar para **separar la fase de construcción y la de funcionamiento**. Este criterio debe ser claro y nítido, evitando las confusiones y ambigüedades. Además debe evitarse que se produzcan solapamientos entre las perturbaciones de ambas fases.

Debemos tener en cuenta que normalmente la fase de construcción es la que ocupa el lapso temporal más corto y, por tanto, si no diferenciamos las perturbaciones de las distintas fases, a la hora de interpretar los impactos estaríamos mezclando perturbaciones (o acciones del proyecto que pueden causar impacto) con una temporalidad muy marcada, con otras cuya existencia y, por tanto, sus efectos tienen lugar a lo largo de un período de tiempo muy prolongado. Así, en el apartado de descripción del proyecto de cualquier Estudio de Impacto Ambiental, las perturbaciones de la fase de construcción deben estar claramente diferenciadas de las de las otras fases (funcionamiento y abandono si ésta existiera).

Uno de los criterios que puede utilizarse es considerar perturbaciones (o acciones) de la fase de construcción a todas aquellas que derivan del proceso de construir pero no del resultado de éste.

## 4.2 Principales acciones en fase de construcción

Una vez aclarado el criterio a utilizar para diferenciar la fase de construcción de las restantes, pasemos a describir las principales acciones que normalmente se generan durante la fase de construcción sea cual sea el tipo de obra que haya que llevar a cabo.



Supón que tienes que construir una carretera, una industria o cualquier actividad ¿Qué tienes que hacer para poder empezar a construir? Generalmente en primer lugar seguro que tienes que “quitar” algo del ecosistema, ¿no? Normalmente tendrás que hacer algún desbroce (arrancando la vegetación que pueda haber en la zona) y realizar algún movimiento de tierras.

¿Y cómo lo harás? Pues seguro que tendrás que usar maquinaria pesada.

¿Y qué harás luego con el material que has “quitado”, con la vegetación arrancada y con las tierras extraídas? ¿Las vas a dejar en la misma zona de obras o las vas a llevar a algún vertedero?

Pues bien, generalmente las **acciones más comunes** a multitud de obras son:

- Arranque de la vegetación. Este proceso generará unos residuos de tipo vegetal, un nivel de ruido reducido y cierta cantidad de polvo o partículas en suspensión cuando se arranquen las raíces.

- Movimiento de tierras: Implicará la generación de polvo y el depósito de tierras sueltas que momentáneamente (hasta el instante de su ubicación definitiva) se depositarán en la parcela, y que por vía eólica, o, a través de la lluvia puede dar lugar al transporte de sólidos fuera de la zona de actuación.
- Generación de residuos. Se incluirían sólidos inertes como sobrantes de los materiales extraídos y restos no utilizables de los materiales de construcción. Además, en función de los materiales necesarios para llevar a cabo la obra se puede generar otros tipos de residuos que pueden variar enormemente, restos de materiales asfálticos, PVC,...
- Uso de maquinaria pesada y tráfico de vehículos en general. La fase de construcción precisa normalmente un importante parque de maquinaria, así como vehículos para el transporte de los materiales y el personal, que darán lugar a emisiones atmosféricas (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, e hidrocarburos), ruidos y vibraciones, posibles restos de maquinaria, escapes de hidrocarburos, aceites,... y pisoteo de la fauna, flora y suelo. Es previsible el desgaste de la maquinaria empleada en la fase de construcción, lo que podría originar pequeños aportes de metales pesados al medio (Cd, Cu, Fe, Ni y Cr).
- Escapes de hidrocarburos, aceites, etc. Aunque éste es un hecho que puede producirse, no cabe introducirlo en el Estudio de Impacto Ambiental, pues la empresa constructora deberá tomar las medidas oportunas para evitar posibles escapes.
- Otras actuaciones. Junto a todo lo anterior que, normalmente, es general a todo tipo de obras, hay que considerar todas aquellas actuaciones, obras, instalaciones provisionales que puedan tener que realizarse como consecuencia de esta fase de construcción: caminos, casetas, etc. También es importante tener en cuenta los préstamos de materiales, canteras, etc. que hay que utilizar en gran parte de las obras de ingeniería civil. Es importante aclarar desde el principio si este tipo de actuaciones entran o no en el estudio de impacto a realizar, y si se va a utilizar o no canteras abiertas o se precisa abrir nuevas, con lo que habría que llevar a cabo el estudio de impacto ambiental para cada una de las canteras de nueva apertura, incluyendo en él el proyecto de restauración que la ley exige.

Todas estas acciones generarán efectos en los ecosistemas receptores, efectos que dependerán tanto del tipo de ecosistema (acuático, terrestre...) como del contaminante vertido o emitido (sólidos, aceites, materia orgánica...).

### 4.3 Efectos ambientales de diversos contaminantes



Ya hemos definido las acciones generales de la fase de construcción.

Ahora piensa... ¿qué contaminantes has generado realizando las acciones anteriores?

¿Has extraído vegetación? ¿Has generado polvo? ¿Has producido ruido?  
¿Has generado gases? ¿Has producido, generado o emitido algo más?

¿Y todos ellos producirán algún efecto ambiental? Sí, evidentemente sí.  
Vamos a verlo.



En este apartado vamos a abordar de manera resumida los **principales efectos que suelen generar los vertidos de diversos contaminantes en la fase de construcción**. Hay que tener presente que estos efectos serían válidos para cualquier obra o actividad que generara dichos contaminantes, sin importar la fuente contaminante, sea por ejemplo la fase de construcción de una carretera, una industria que vierta sus aguas residuales, la suelta de agua de presas y embalses, el vertido de un emisario submarino,...

Los contaminantes más comunes suelen ser partículas sólidas (inertes y/o con contaminantes asociados), nutrientes, materia orgánica, sustancias prioritarias (metales, compuestos orgánicos),... Pero no olvides las emisiones sonoras (ruidos) y los contaminantes atmosféricos, que en la fase de construcción son bastante comunes.

Los contaminantes atmosféricos más comunes que pueden producirse en la fase de construcción de cualquier actividad son: partículas sólidas, compuestos de azufre, compuestos de nitrógeno y monóxido de carbono. No hay que olvidar que estos contaminantes emitidos en la fase de construcción, que serían denominados "contaminantes primarios o directos" ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ) pueden transformarse en la atmósfera por reacciones químicas generando los "contaminantes secundarios" ( $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{XSO}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{XNO}_3$ ).

En general puede decirse que los contaminantes atmosféricos generan sobre la diversidad biológica diversos efectos que dependerán de la sustancia concreta. De manera general las formas de vida inferiores normalmente se ven más afectadas que las superiores. Aunque los efectos en los organismos más grandes puedan ser más llamativos, los que pueden observarse en las formas inferiores de vida son mucho más generales, tanto en lo que se refiere al número de especies afectadas como a la sensibilidad de cada una de ellas. Especialmente afectados se ven los líquenes, las briofitas, los hongos, y los invertebrados de cuerpo blando.

En tierra firme, las plantas se ven más afectadas que los animales, pero en agua dulce sucede lo contrario. Por su misma naturaleza las plantas son menos capaces de adaptarse a los cambios repentinos en los niveles de contaminación y del clima que los animales, que frecuentemente pueden emigrar o cambiar su fuente de alimento. Por otra parte, en los ecosistemas de agua dulce el declive es mayor entre las especies animales que entre las de plantas.

Vamos a ver los contaminantes más comunes y sus efectos ambientales.

#### 4.3.1 Ruido

Desde luego el ruido que puede llegar a generarse en la fase de construcción de cualquier actividad puede provocar efectos fisiológicos y psicológicos, causando molestias a la fauna y a la población que exista en las cercanías de la obra.

El **efecto fisiológico** más conocido que puede producirse como consecuencia de altos niveles sonoros es la sordera. Pero no es el único. Podemos también encontrarnos con alteraciones de las funciones circulatorias, cardíacas (taquicardia), respiratorias, endocrinas, digestivas,...

El **efecto psicológico** más conocido es la sensación de molestia, desagrado y pérdida de concentración. Pero a niveles sonoros elevados pueden provocarse trastornos en la salud mental, como cefaleas, inestabilidad emocional, agresividad, ansiedad,...



### 4.3.2 Partículas sólidas

Su efecto dependerá fundamentalmente del tipo de partícula (si es inerte o no), de la cantidad ya presente en el ecosistema, de la cantidad vertida y de la duración del vertido. Tras verterse en un ecosistema, estas partículas serán en primer lugar transportadas eólica o hídricamente y posteriormente acabarán siendo depositadas en el ecosistema [2,3].

La **vegetación** tanto terrestre como acuática se verá afectada por la deposición de las partículas en los suelos terrestres o en los fondos acuáticos, respectivamente, al cambiar la composición y granulometría del sustrato. Otra forma de afección sobre la vegetación se produce cuando las partículas son depositadas sobre las partes fotosintéticas de la planta disminuyendo por tanto su crecimiento (y provocando en algunas ocasiones incluso la muerte) al hacerlo las tasas fotosintéticas [2].

La **fauna** y el **ser humano** se verán afectados por la simple existencia de partículas en suspensión tanto en la atmósfera como en el agua al verse alterados los procesos respiratorios. Además las variaciones que se producen en el hábitat (por ejemplo por la deposición de partículas en los fondos o suelos o por la muerte y alteraciones de la vegetación) darán lugar a afecciones en la alimentación, en la reproducción (puesta de huevos, por ejemplo), en la disminución de zonas de refugio,... En casos particulares puede llegarse incluso a quedar enterradas comunidades enteras de organismos.

Si las partículas sólidas vertidas no son inertes y llevan **contaminantes asociados** (por ejemplo metales adsorbidos), a los efectos anteriores habría que sumarle los provenientes de los efectos del aumento de concentración del contaminante en cuestión (metales por ejemplo).

### 4.3.3 Materia orgánica y nutrientes

Cuando se realiza un vertido de compuestos orgánicos a cualquier ecosistema acuático, estos rápidamente comienzan a degradarse [2,3]. Esta degradación se producirá en una primera fase por medio de bacterias aerobias que consumen el **oxígeno** disponible en el ecosistema transformando los compuestos orgánicos en nutrientes (nitrógeno y fósforo). Así esta degradación aerobia provocará una disminución del oxígeno y un aumento de nutrientes. Estas alteraciones fisicoquímicas darán lugar a que tanto la **vegetación** como la **fauna** se vean alteradas de manera drástica. La disminución de oxígeno provocará alteraciones en todos aquellos organismos que necesiten el oxígeno para vivir (peces, por ejemplo). La existencia de mayores concentraciones de nutrientes (nitrógeno y fósforo) dará lugar a un crecimiento de las poblaciones que los necesitan como alimento (algas, por ejemplo) [3].

En algunas ocasiones, si la cantidad de materia orgánica vertida es elevada o si hay poco oxígeno en el ecosistema receptor, las bacterias aerobias pueden llegar a consumir por completo el oxígeno disponible. En este caso, si aún existe materia orgánica que degradar, ésta será degradada por bacterias anaerobias generando **compuestos tóxicos** como metano ( $\text{CH}_4$ ) y ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Así, en estas condiciones anaerobias los efectos sobre el ecosistema serán debidos a la no existencia de oxígeno (anoxia) y a la existencia de compuestos tóxicos, provocando la muerte de muchas poblaciones [2,3].



#### 4.3.4 Sustancias prioritarias (metales y compuestos orgánicos)

Los efectos de estos vertidos dependen fundamentalmente de la sustancia vertida, y muchos de ellos son **perturbadores hormonales** (disruptores endocrinos) y tóxicos. Algunos de ellos además se acumulan en la cadena trófica (**biomagnificación**) y a lo largo de la vida de un organismo (**bioconcentración y bioacumulación**) [3]

#### 4.3.5 Compuestos de azufre

El azufre se emite fundamentalmente como  $\text{SO}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$ . El  $\text{SO}_2$  es un gas incoloro que puede olerse a concentraciones de 0.3-1 ppm. El  $\text{H}_2\text{S}$  huele a huevos podridos, y pueden detectarse por su olor a concentraciones inferiores a 1 ppb. En la atmósfera el  $\text{H}_2\text{S}$  tiene un tiempo de residencia inferior a 1 día, ya que rápidamente se oxida a  $\text{SO}_2$ .

El  $\text{SO}_2$  atmosférico se transforma finalmente en aniones sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). La tasa de oxidación del  $\text{SO}_2$  va de <1% al 5% por hora durante el día, y el proceso está influido por la intensidad de la radiación solar, la humedad y la presencia de óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, oxidantes fuertes y partículas que contengan metales catalizadores. Debido a su tiempo de residencia moderadamente largo (alrededor de 4 días) la mayor parte del  $\text{SO}_2$  es transportado a grandes distancias del punto de emisión antes de que se oxide o se deposite en la superficie terrestre [4].

Los compuestos de azufre son ampliamente conocidos como formadores de **lluvia ácida** [3, 4], pero además pueden generar otros efectos ambientales como una **disminución de la visibilidad**, pues las partículas en suspensión en la atmósfera reducen el rango visual al dispersar y absorber la luz. Además los óxidos de azufre aceleran la **corrosión** de metales al formar primero ácido sulfúrico ya sea en la atmósfera o en la superficie del metal. Los ácidos sulfuroso y sulfúrico son capaces de atacar una amplia variedad de materiales de construcción incluyendo caliza, mármol, pizarras de techo, etc.

La fitotoxicidad del  $\text{SO}_2$  para la **vegetación** es bien conocida. Provoca lesiones celulares en las hojas apareciendo un color blancuzco y por ejemplo las agujas de los pinos afectadas se vuelven pardas y quebradizas.

La **fauna** y el **ser humano** es generalmente más tolerante a la exposición al  $\text{SO}_2$  que las plantas. Sin embargo, la exposición a concentraciones >1 ppm pueden causar disfunciones respiratorias (broncoconstricción) en individuos sensibles, especialmente en la gente con una historia clínica de asma u otras enfermedades respiratorias.

#### 4.3.6 Óxidos de nitrógeno

En la atmósfera existe el óxido nítrico (NO), el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). El NO y el  $\text{NO}_2$  juntos reciben la denominación abreviada de  $\text{NO}_x$ . En la atmósfera el NO se oxida con relativa rapidez a  $\text{NO}_2$  mediante reacciones fotoquímicas. El  $\text{NO}_2$  es oxidado al final a nitrato fotoquímica y catalíticamente, un anión que contribuye substancialmente a la **lluvia ácida** [4]. El dióxido de nitrógeno absorbe la luz visible y a una concentración por encima de 0.25 ppm causará una **reducción apreciable de la visibilidad** [3, 4]. Los  $\text{NO}_x$  no causan daños directos a los materiales pero el  $\text{NO}_2$  puede reaccionar con la humedad de la atmósfera para formar ácido nítrico que puede causar **corrosión** en las superficies metálicas.



Los  $\text{NO}_x$  son capaces de causar daños a la **vegetación**. Sin embargo, las concentraciones que se requiere para que causen estos efectos son considerablemente más elevadas que las que normalmente se dan en el campo, excepto en medios raros, excepcionalmente contaminados y cerca de puntos de emisión. Los umbrales para daños agudos en las plantas para el  $\text{NO}_2$  son de 20 ppm para una hora de exposición y de 2 ppm para 48 horas. Lo más importante de los  $\text{NO}_x$  con respecto a los daños que pueden producir en las plantas está asociado con su papel en la síntesis fotoquímica secundaria del ozono.

Las concentraciones ambientales de  $\text{NO}_x$  rara vez son lo bastante grandes para afectar a la **fauna** y al **ser humano**. Las normas para exposiciones ocupacionales a largo plazo son de 25 ppm para el  $\text{NO}$  y de 5 ppm para el  $\text{NO}_2$ , mientras que las de exposición a corto plazo son de 35 y 5 ppm respectivamente.

#### 4.3.7 Monóxido de carbono

Es un gas incoloro e inodoro y tiene una vida media de 2 a 4 meses. Por lo general el  $\text{CO}$  se oxida a  $\text{CO}_2$  en la atmósfera a pesar de que la tasa de conversión es muy lenta [3, 4]. En general no produce efectos dañinos de ninguna clase en la **vegetación** a concentraciones por debajo de 100 ppm, durante cortas exposiciones (1 - 3 semanas). No parece tener efectos perjudiciales sobre los materiales, pero para la **fauna** y el **ser humano** es un veneno que priva a los tejidos del cuerpo del oxígeno necesario. Esto ocurre cuando se expone a concentraciones superiores a 750 ppm.

## 5 Cierre

Con este objeto de aprendizaje hemos determinado los efectos ambientales más comunes que suelen producirse en la fase de construcción de una obra.



En primer lugar hemos **diferenciado la fase de construcción y de funcionamiento** de una obra o actividad. Recuerda utilizar un criterio claro y nítido, evitando las confusiones y ambigüedades. Así evitarás que se produzcan solapamientos entre las perturbaciones de ambas fases. Uno de los criterios que puede utilizarse es considerar perturbaciones (o acciones) de la fase de construcción a todas aquellas que derivan del proceso de construir pero no del resultado de éste.

Una vez definida claramente la fase de construcción de una actividad, hemos definido las **acciones comunes** en fase de construcción de multitud de obras.

Las más comunes son arranque de vegetación, movimiento de tierras, generación de residuos, uso de maquinaria pesada y vehículos, y otras como construcción temporal de caminos, casetas, etc.

Estas acciones conllevan siempre una emisión o vertido de diferentes **contaminantes**, partículas sólidas (inertes y/o con contaminantes asociados), nutrientes, materia orgánica, sustancias prioritarias (metales, compuestos orgánicos), emisiones sonoras (ruidos) y contaminantes atmosféricos. Y todos ellos provocan diferentes **efectos ambientales** en los ecosistemas.



## 6 Bibliografía

- [1] Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. BOE núm. 296, de 11 de diciembre de 2013. Referencia: BOE-A-2013-12913.
- [2] Meybeck, M. & Helmer, R., 1996. Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition.
- [3] Freedman, B., 1995. Environmental ecology: The ecological effects of pollution, disturbance, and other stresses. 2nd ed. Academic Press, cop, San Diego.
- [4] Wark, K. & Warner, C.F., 1996. Contaminación del aire: origen y control. Ed. Limusa, Méjico.