

## FUENTES DE CONTAMINACION

### CI61Q/CI71M Principios de Remediación y Restauración

Profesores C. Espinoza y M.P. Mena

Semestre Primavera 2006

El sitio de origen de los contaminantes se denomina **fuentes**, esta puede ser POTENCIAL o ACTIVA dependiendo si esta o no generando lixiviados. La sola presencia de elementos o sustancias contaminantes en una fuente no implica que estos estén migrando hacia el acuífero. Una fuente inactiva, como un relleno sanitario, es potencial, ya que pueden darse las condiciones para que posteriormente si pueda generar lixiviados.

Las fuentes también se catalogan por su geometría. Estas pueden ser LINEALES, PUNTUALES o DIFUSAS. Se definen fuentes difusas a aquellas que en una vasta zona aportan solutos en diferentes puntos de su interior. El mejor ejemplo son los terrenos agrícolas. El carácter puntual dependerá de la escala de trabajo. Un basurero de algunas docenas de hectáreas, es una fuente puntual cuando se considera a una escala de 1:50.000, pero será una fuente difusa cuando se utiliza un mapa de referencia de una escala mucho menor como 1:5.000.

Se diferencian las fuentes por su temporalidad. Si constantemente producen solutos se les denomina CONTINUAS. Si la producción esta supeditada a la presencia de excesos de humedad que favorezcan infiltraciones serán INTERMITENTES (un gran basurero urbano en una zona semi-árida, solo genera lixiviados cuando se percola agua de precipitación durante los periodos de lluvia). Cuando ocurre una contingencia (accidentes químicos, derrames) que produce percolaciones, se produce una entrada única al sistema acuífero, entonces se dice que la fuente es un PULSO.

Dado que existen procesos ANTROPOGENICOS y NATURALES las fuentes también se clasifican por su origen de la misma manera. El origen es importante dadas las implicaciones que tiene en los mecanismos de transporte y de ser el caso, en los programas de remediación.

**Tabla 1**  
**Clasificación de Fuentes**

Actividad	ACTIVA o POTENCIAL
Origen	NATURAL o ANTROPOGENICO
Geometría	LINEAL, PUNTUAL o DIFUSA
Temporalidad	CONSTANTE, INTERMITENTE, PULSO

La alteración de la calidad no se da únicamente con elementos o sustancias que pudieran afectar la salud humana. Los flujos subterráneos pueden incorporar excesos de elementos no normados o que pueden rebasar valores de referencia sin que su consumo provoque afectaciones adversas a la salud. Pero cuando se hace referencia a contaminantes por lo general se trata de sustancias cuya **toxicidad**, puede poner en riesgo la salud de quien consume ese tipo de agua por periodos continuos y prolongados.

La cantidad de contaminante, **carga**, es un aspecto fundamental en la caracterización de las fuentes. Esta no solo depende de la cantidad de material que contiene el elemento sino de la concentración del mismo. Un gran volumen con una muy baja concentración puede equivaler a poco volumen con muy alta concentración. La relevancia de la carga se incrementa cuando se hace referencia a la toxicidad del contaminante y a sus valores normativos. Mientras que en la

mayoría de los metales la norma nacional e internacional para agua de consumo humano es del orden de 0.05 mg/L para algunos compuestos orgánicos ésta baja dos ordenes de magnitud, 0.0007 mg/L como el caso del dieldrín. En este caso, 1 Kg de dieldrin podría contaminar cerca de 1.5 Millones de m<sup>3</sup> de agua.

La movilidad de los contaminantes depende de varios factores, uno de los más importantes es su **solubilidad**. Ha medida que la solubilidad se incrementa es más probable que pueda migrar hacia sistemas acuíferos. Si existe agua en la fuente, el **soluto** se incorporará a ésta y se podrá desplazar desde la fuente. Si no hay humedad suficiente en la fuente, los contaminantes no se solubilizan y por lo tanto no podrán moverse. De allí que puedan ser más “riesgosas” fuentes con material líquido que sólido.

En el caso de los metales pesados, el grado de disolución se cuantifica por su producto de solubilidad, Kps, el cual presenta valores bajos para cuando los elementos se encuentran en forma de compuestos inorgánicos. Las condiciones REDOX y el pH son los principales factores que controlan el grado de disolución de estos elementos en el agua subterránea.

Habría que considerar que existen sustancias insolubles en agua pero solubles en otro tipo de líquidos, como es el caso de un buen número de agroquímicos. Estos, si bien son de muy baja solubilidad en agua, son solubilizables en hidrocarburos. La presencia conjunta de este tipo de compuestos puede incorporar pesticidas, herbicidas u otro tipo de agroquímico al agua subterránea. Los compuestos orgánicos más solubles son aquellos que presentan pesos moleculares bajos, como la acetona.

Las condiciones físico químicas prevalecientes en la fuente también influyen en la movilidad de los contaminantes. Cambios importantes en las mismas, por ejemplo en las condiciones Redox, los cuales solo se dan en casos muy particulares, pueden alterar el *status* de la fuente y movilizar elementos o sustancias “riesgosas”.

Las alteraciones naturales a la calidad del agua dependen fuertemente de las condiciones geológicas de la zona y de las interacciones agua-roca. Los sistemas acuíferos que reúnen condiciones para presentar contenidos sobre las normatividades internacionales para agua potable son: acuíferos de gran extensión y profundidad; sistemas hidrotermales; acuíferos que presenten condiciones reductoras; acuíferos con aguas fósiles: sistemas en cuya composición existan niveles evaporíticos; acuíferos volcánicos; formaciones calizas con intrusivos mineralizados; sistemas con formaciones sedimentarias lacustres recientes; acuíferos costeros.

Las alteraciones naturales de la calidad del agua subterránea se originan por la circulación del agua por rocas con elementos lixiviables. Caso particular lo constituyen flujos regionales termales. Concentraciones de arsénico, flúor, fierro, plomo, boro, selenio, cromo, compuestos de azufre entre otros pueden ser de origen natural. En algunas zonas, flujos profundos pueden acarrear radón. En todos los casos se trata de fuentes difusas.