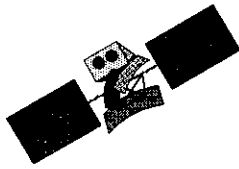


MONITOREOS AMBIENTALES

FACTORES AMBIENTALES



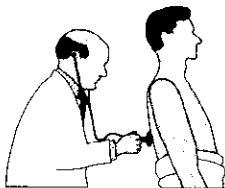
FÍSICO
QUÍMICOS



ECOLÓGICOS



SOCIO
ECONÓMICOS



SALUD PÚBLICA

MONITOREOS AMBIENTALES

Un tema de creciente importancia dentro de la EIAS es la conducción de monitoreos ambientales, tanto previos como posteriores a la ejecución del proyecto. El monitoreo ambiental se refiere al grupo de actividades que proporcionan información sobre los factores/componentes y atributos ambientales requeridos por los especialistas en este campo.

Debido a que se ha adquirido mayor conciencia de la importancia del monitoreo ambiental a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, se ha enfatizado la necesidad de la planeación e implementación de programas de monitoreo dentro de la EIAS. Hay que diferenciar los monitoreos que se realizan como parte normal de la gestión ambiental de la que debe programarse dentro de una EIAS.

Por otra parte se debe indicar que dentro de la literatura técnica especializada, es frecuente encontrar que se unen **monitoreo** y **auditoría** como actividades post-proyecto, sin diferenciar en forma clara las acciones específicas de cada uno de ellos, tal como lo haremos en éste y en el próximo capítulo.

1. DEFINICIONES

Existen varias definiciones que se han elaborado para indicar lo que se entiende por monitoreo ambiental. Una de las más ampliamente aceptadas corresponde a la reunión intergubernamental de 1971, preparatoria de la conferencia de Estocolmo de 1972. En esa reunión se definió el monitoreo como *un sistema continuo de observación, de mediciones y evaluaciones para propósitos definidos*. El hecho más importante a notar bajo esta definición, es que el monitoreo debe llevarse a cabo para *propósitos definidos*. Estos propósitos deben ser vistos dentro del contexto de la administración ambiental.

Existe con frecuencia cierta confusión en cuanto a la diferencia entre monitoreo y vigilancia. En ciertos casos, la vigilancia se toma como el monitoreo llevado a cabo para observar tendencias, más que como apoyo de objetivos administrativos específicos. Sin embargo, en estudios epidemiológicos, la vigilancia ambiental o de salud, tiene un significado mucho más específico.

Harvey (1981) llevó a cabo un análisis extenso de la terminología usada en relación a monitoreo. Ha demostrado que los términos monitoreo y vigilancia pueden significar cosas bastante distintas para diferentes usuarios. El uso más común aparenta ser

amplio, abarcando tanto el monitoreo descriptivo, orientado a problemas, como el monitoreo reglamentario.

Monitoreo es la medición repetitiva (Beanlands y Dunker, 1983) o menos exactamente, las observaciones cualitativas repetitivas. El término monitoreo de base o monitoreo pre-proyecto puede aplicarse a la medición de variables ambientales durante un período representativo de la fase pre-proyecto, antes de que aparezcan alteraciones, para determinar el rango normal de variación del sistema. El término monitoreo de efectos, se usa para describir la medición periódica de variables ambientales y determinar los cambios atribuibles a la construcción y operación de los proyectos; puede subdividirse en monitoreo operacional o monitoreo post-proyecto.

El monitoreo de cumplimiento o reglamentario y la vigilancia que se presentan durante las etapas operacional o de post-proyecto están dirigidos a asegurar que se observen los reglamentos y que se cumpla con las normas.

2. ASPECTOS BÁSICOS

En el adjunto 13.1 se presenta un resumen de lo que trataremos en esta sección.

Adjunto 13.1

GUÍA RESUMEN SOBRE MONITOREO AMBIENTAL

OBJETIVO	EXTENSIÓN	PERÍODO	CLASE	TIPO
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar condiciones actuales • Determinar tendencias • Entender fenómenos • Validar y/o calibrar modelos • Hacer predicciones de corto plazo • Hacer evaluaciones a largo plazo • Para control de emisiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Local • Regional • Nacional • Continental • Global 	<ul style="list-style-type: none"> • Previo a la construcción • Durante la construcción • Durante la operación y mantenimiento • Posterior a la vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación • Asociación • Trayectoria • Exposición 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de contaminación • Ambiente • Ecológico

2.1 Objetivos del monitoreo

La definición del objetivo o de los objetivos en la elaboración de un programa de monitoreo ambiental incide sensiblemente en la selección de parámetros a medir e instrumentos más convenientes.

En el cuadro 13.2 se presenta un ejemplo de cómo están vinculados estos elementos para el caso particular de monitoreo de la calidad del aire. Se puede apreciar además cómo varían los costos, tanto de capital como de funcionamiento, según sean los objetivos y por lo tanto, los instrumentos seleccionados, además de los periodos de muestreo recomendados.

Cuadro 13.2

**INSTRUMENTOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD
DEL AIRE EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS**

Tomado y adaptado de: OMS y OMM. *Diseño de programas de vigilancia del aire para zonas urbanas e industriales*. OPS, Publicación Científica N° 371, 1978.)

Contaminante	Objetivos	Instrumentos	Periodo de muestreo	Costos	
				Capital	Funcionamiento
Bióxido de azufre	Todos	Instrumentos automáticos	Continuo	Elevados	Moderados
	a,b,d,e,f,h,i	Burbujeadores automáticos	1-24 horas	Moderados	Moderados
	a,b,d,e,h,i	Tubos de absorción	30 minutos	Bajos	Moderados
	a,e,i	Bujías- peróxido de plomo	1 mes	Bajos	Bajos
Partículas en suspensión	a,b,d,e,f,h,i	Muestreo de humo	24 horas	Moderados	Bajos
	a,b,d,e,f,h,i	Muestreo de alto volumen	24 horas	Moderados	Moderados
	Todos	Instrumentos automáticos	Continuo, de 1 a 4 horas por sitio	Elevados	Elevados
Partículas depositadas	a,h,i	Medidores de precipitación de polvo	1 mes	Bajos	Bajos
Monóxido de carbono	Todos	Instrumentos automáticos	Continuo	Elevados	Elevados
Óxidos de nitrógeno	a,b,d,e,f,h,i	Burbujeadores mecánicos	1-24 horas	Moderados	Moderados
	Todos	Instrumentos automáticos	Continuo	Elevados	Elevados
Oxidantes como ozono	h,i	Burbujeadores automáticos	30 minutos	Moderados	Moderados
	Todos	Instrumentos automáticos	Continuo	Elevados	Elevados

- a - Análisis de tendencias
- b - Evaluar las estrategias de control
- c - Activar el control de episodios
- d - Evaluar el riesgo para la salud humana
- e - Evaluar el riesgo de daños ambientales

- f - Datos que sirvan para planificar el uso del suelo
- g - Validar modelos de dispersión
- h - Investigar quejas
- y - Evaluación inicial

En el cuadro 13.3 también para el caso de monitoreo de calidad del aire, se presenta la información meteorológica requerida según el objetivo del programa.

Cuadro 13.3

REQUISITOS METEOROLÓGICOS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS
 (Tomado y adaptado de: OMS y OMM. *Diseño de programas de vigilancia del aire para zonas urbanas e industriales*. OPS, Publicación Científica N° 371, 1978.)

OBJETOS DE LA VIGILANCIA	INSTRUMENTOS Y MEDICIONES
Evaluación inicial	Instrumentos de registro del viento.
Análisis de las tendencias, determinación del riesgo para la salud humana y daños ambientales	Instrumentos de registro del viento, termohigrografos, medidores de la precipitación
Evaluación de las estrategias de control	Instrumentos de registro del viento, termohigrográficos y medidores de la precipitación, son útiles las observaciones del perfil vertical de la temperatura a menudo a base de mediciones por radio-sonido de los servicios meteorológicos locales.
Validación de los modelos de dispersión	Observaciones de un grupo de estaciones meteorológicas de la zona; uno de los sitios debe ser una estación de torre para observaciones de la temperatura y del viento a diferentes alturas; de no ser posible, pueden calcularse las condiciones de estabilidad atmosférica utilizando parámetros que se midan a nivel de tierra: observaciones de la intensidad de las radiaciones, nubosidad y viento; se recomiendan las consultas con meteorólogos.
Intensificación del control de episodios	Como en el caso anterior, la colaboración con los servicios meteorológicos es indispensable; se requiere el acceso inmediato de las observaciones recientes de los parámetros del viento y la temperatura (estabilidad).
Investigación de las quejas	Instrumentos portátiles para registrar el viento, termómetros y dispositivos para medir la precipitación.
Datos en que basarse para el uso de la tierra	Las estaciones portátiles para registrar el viento son útiles cuando la topografía de la zona es complicada; también lo son las observaciones de la temperatura vertical.

Los principales objetivos que persigue un sistema de monitoreo ambiental, posterior a la implementación del proyecto, incluyen (Marcus, L.G., *A Methodology for Post-EIS Monitoring*. U.S. Geological Survey Circular 782, U.S. Geological Survey, Washington, D.C., 1979 y Economic Commission for Europe (ECE). *Post-Project Analysis in Environmental Impact Assessment*. ECE/ENVWA/11, United Nations, Geneva, Switzerland, 1990):

2.1.1 Revisar las predicciones realizadas

Proporcionar información para la documentación de los impactos que resultan de una acción propuesta. Con esta información es posible hacer una predicción más confiable de los impactos relacionados con otras acciones similares.

2.1.2 Modificar actividades por aparición de efectos no predichos

Advertir, a las agencias involucradas y/o al grupo tomador de decisiones, de impactos adversos no anticipados en el estudio de la EIAS o de cambios bruscos en las tendencias de los impactos previamente evaluados.

2.1.3 Revisar la efectividad de la gestión ambiental

Proporcionar un sistema de información inmediato, cuando un indicador de impactos, previamente seleccionado, se acerca a su nivel crítico.

2.1.4 Verificar cumplimiento de compromisos

Proporcionar información para determinar la localización, nivel y tiempo en que se presentan los impactos de un proyecto. Las medidas de control involucran una planificación inicial y la posible instrumentación de reglamentos y medidas, para asegurar su cumplimiento.

2.1.5 Determinar la efectividad de las medidas de mitigación

Proporcionar información que pueda usarse para evaluar la efectividad de las medidas de mitigación instrumentadas y para verificar los impactos predichos y por lo tanto, validar, modificar y/o ajustar las técnicas de predicción utilizadas.

2.1.6 Determinar las compensaciones por efectos del proyecto

Proporcionar información confiable sobre los problemas reales creados por la implementación del proyecto frente a situaciones ajenas al mismo, pero que pudieran aparecer.

2.2 Factores/componentes-atributos

El término de monitoreo de base o de pre-proyecto puede ser aplicado a la medición de variables ambientales durante un período representativo de la fase de pre-proyecto, antes de que ocurran los cambios, para determinar el rango normal de variaciones del sistema. El término de monitoreo de efectos es usado para describir la medición periódica de variables ambientales para determinar los cambios ocurridos y atribuibles a la construcción y operación del proyecto. El monitoreo del cumplimiento está dirigido a asegurar que las normas y regulaciones sean satisfechas.

Se deben fijar prioridades sobre los impactos significativos para los cuales hay información de base disponible y para los cuales los datos sobre efectos actuales se pueden obtener de una manera efectiva y a un costo razonable. Debido a que la relación causa-efecto es más común para los factores naturales que en los humanos, el monitoreo es más factible para los fenómenos biofísicos que para los cambios socio-económicos.

Los impactos controversiales pueden ser de interés y también los estudios pueden estar enfocados a impactos simplemente porque las técnicas de predicción son de interés.

2.3 Extensión geográfica

Los sistemas de monitoreo pueden cubrir extensiones geográficas diferentes, dependiendo de la naturaleza del problema en cuestión y de la jurisdicción correspondiente a la agencia de monitoreo.

Estas extensiones pueden ser locales, regionales, continentales o globales, para las cuales se dan algunos números.

- **Locales**
Se extienden entre 0 y 100 kilómetros, como la contaminación del aire en una ciudad.
- **Regionales**
Se extienden entre 100 y 1,000 kilómetros, como la contaminación de ríos.
- **Nacionales**
La extensión depende del tamaño del país.
- **Continetales**
Se extienden entre 1,000 y 10,000 kilómetros como la contaminación del mar.
- **Globales**
Se extienden más de 10,000 kilómetros como el calentamiento de la atmósfera por la acumulación de dióxido de carbono y otros gases.

Es importante señalar que gran diversidad de problemas de contaminación se presentan en varias escalas. Así por ejemplo, la emisión de bióxido de azufre a la atmósfera por el uso de combustibles fósiles, provoca un problema de

contaminación local y su dispersión, por efecto de los factores climatológicos, favorece la formación de lluvia ácida, convirtiéndose en un problema regional.

2.4 Períodos de monitoreo

Una característica del ambiente es su variabilidad en espacio y tiempo y esto con frecuencia dificulta separar, los diferentes procesos que pueden estar funcionando, cada uno con su propia escala de tiempo de variación. Probablemente el ejemplo menos comprendido y el más complejo sea el de la evaluación de los cambios climáticos, es decir identificar cambios versus variabilidad. Existe un número de ciclos en operación: estacional, anual, manchas solares, cambios en el campo magnético, etc. Otro ejemplo es el de la variabilidad, natural, temporal y espacial del ozono estratosférico; se estima que si existiera una disminución efectiva del 2% anual en el ozono, se necesitarían 10 años de observaciones antes de que tal hecho pudiera ser confirmado por mediciones con una confiabilidad del 95%.

Así, en muchos casos una mirada hacia atrás en el tiempo se hace esencial para evaluar la significancia de los niveles actuales de contaminación; sin embargo, se da generalmente el caso de que el monitoreo ambiental no se haya llevado a cabo. Es posible que en ocasiones, se utilicen métodos indirectos, por ejemplo análisis químicos de cortes anulares de árboles, de especímenes de museo, de perfiles de sedimento, etc. Por ejemplo, el análisis de perfiles de nieve en Groenlandia, ha revelado que los niveles de plomo se incrementan cinco veces desde 1850 y cien veces desde el año 800 A.C. (Murozumi et al., 1969).

El monitoreo histórico puede ser una herramienta especialmente útil en una EIAS, particularmente si no se cuenta con mediciones de monitoreo directas. Es también útil en la identificación de tendencias históricas a largo plazo en relación a las cuales puedan evaluarse cambios más recientes.

Tomando en cuenta algunos de los aspectos mencionados y las etapas de desarrollo de un proyecto, podemos diferenciar los siguientes periodos de monitoreo dentro de una EIAS.

- Previo a la construcción del proyecto.
- Durante la etapa de construcción y montaje de equipo.
- Mientras se opera y mantiene la obra.
- Posterior a la vida útil del proyecto.

Un ejemplo sobre periodos y frecuencia de muestreo según el objetivo del monitoreo, puede apreciarse en el cuadro 13.2 ya mencionado.

2.5 Clases de monitoreo

Se han estado poniendo en práctica varias clases de monitoreo ambiental y de salud, entre ellas se mencionan las siguientes:

- Monitoreo de identificación
- Monitoreo por asociación
- Monitoreo de trayectoria
- Monitoreo de exposición

2.5.1 Monitoreo de identificación

Muchas sustancias son emitidas al ambiente sin que sean detectadas; a su vez, algunas sustancias se transforman en el ambiente, sin que dicho cambio sea detectado. Con el aumento constante en el número y en la cantidad de sustancias químicas en el ambiente, el monitoreo para la identificación crece en importancia. Un enfoque que podría considerarse adecuado, es el muestreo periódico de la atmósfera, para un rango de sustancias tan amplio como sea posible, usando las mejores y más sensibles técnicas disponibles.

2.5.2 Monitoreo por asociación

En ciertos casos, la identificación de un contaminante específico en el ambiente induce a sospechar la presencia de otros. La asociación puede indicarse sobre la base de semejanzas químicas y/o afinidad geoquímica. En otros casos, en los cuales se encuentran productos de degradación conocida, debe sospecharse la presencia de la sustancia original.

2.5.3 Monitoreo de trayectoria

Hasta hace poco, las EIAS se enfocaban hacia los problemas localizados de contaminación importantes. En estos casos, la relación entre las emisiones y las exposiciones y efectos resultantes, se determinaba razonablemente usando una combinación de métodos y experiencias (incluyendo el monitoreo del ambiente y estudios epidemiológicos, entre otros). El establecimiento de relaciones fuente-exposición, sin embargo, se hace más difícil en casos donde el contaminante llega al blanco a través de numerosas y largas trayectorias ambientales (son estos problemas los que están causando una inquietud creciente en la actualidad).

Debido a que estas trayectorias pueden ser numerosas, largas y complejas, no es posible o práctico el monitorear los movimientos e intercambios entre todos los compartimientos por lo tanto, es necesario descubrir las trayectorias más importantes o críticas entre fuentes y receptores de interés. Este conocimiento se hace asequible sólo a través de la revisión de literatura técnica y monitoreo de investigación o descripción, dentro del marco de un modelo dado.

2.5.4 Monitoreo de exposición

Las rutas de la exposición humana a los contaminantes incluyen ingestión, inhalación y contacto de la piel. Resulta poco práctico medir directamente la exposición total, individual o de la población, al contaminante, excepto en los casos más críticos o cuando la exposición es simple. En ciertos casos, sin embargo, la exposición total puede inferirse a través del monitoreo biológico que será discutido más adelante. En cualquier caso, cada una de las rutas mencionadas requiere diferentes tipos de programas de medición, por lo tanto resulta conveniente el emprender tales estudios separadamente y posteriormente si se requiere, cotejar los resultados.

Dentro del monitoreo de la exposición se describen:

- Exposición a los alimentos
- Exposición al agua potable
- Exposición a la contaminación del aire
- Exposición de la piel
- Exposición de objetivos (órgano blanco)

2.5.4.1 Exposición a los alimentos

El monitoreo de la alimentación es la base para los estudios alimentarios. A través de estos estudios se pretende establecer dietas representativas para la población, con objeto de calcular la exposición total a ciertas sustancias tóxicas ingeridas a través de dichas dietas. También se efectúan estudios selectivos sobre alimentos individuales que puedan contener niveles particularmente altos de ciertos tóxicos (como por ejemplo, el metilmercurio en peces). En el caso de una EIAS, es importante el considerar la ingestión de productos alimenticios producidos cerca de un proyecto propuesto.

2.5.4.2 Exposición al agua potable

Por otro lado, existe diversidad de trabajos epidemiológicos relacionados con la incidencia de enfermedades cardíacas y con la dureza del agua potable. Esto puede ser un factor para tomar en consideración en una EIAS de un proyecto que pueda afectar la calidad del agua.

2.5.4.3 Exposición a los contaminantes del aire

Las mediciones para determinar la concentración de contaminantes en el aire son particularmente útiles si se correlacionan con estudios epidemiológicos sobre los efectos en la salud. Las relaciones concentración-efecto ambientales se infieren con frecuencia bajo condiciones controladas de laboratorio o en el lugar de trabajo, con el fin de que la concentración registrada sea equivalente o proporcional a la exposición real.

En una publicación reciente de la Organización Mundial de la Salud se muestra que en la mayoría de los casos, la relación entre concentraciones medidas y exposiciones reales es compleja y depende de diversos factores, como son el ambiente aledaño, el tiempo que se pasa bajo *techo/intemperie*, la actividad efectuada y el patrón de respiración (*Emissions, environmental transport, and dose-response models. Guidelines for case studies* WHO/PEP/88.13. WHO 1988).

2.5.4.4 Exposición de la piel

Por su parte, existe una inquietud creciente en relación al número de sustancias químicas en el ambiente, como plaguicidas, fertilizantes y fármacos, entre otros. Algunos de estos compuestos presentan riesgos adversos sobre la salud, especialmente después de exposiciones prolongadas. El patrón de exposición varía con el patrón de hábitos de vida del individuo.

2.5.4.5 Exposición de objetivos (órgano blanco)

Un enfoque valioso para determinar la exposición humana es el monitoreo biológico, el cual indica la exposición total en forma más directa que la medición de los niveles de contaminantes en el ambiente, ya sea aire, agua, alimentos, o suelo. En ocasiones resulta necesario tomar muestras del órgano en el cual el efecto detectable se presenta más precozmente (como por ejemplo, es más común utilizar indicadores más accesibles, como sangre, orina o cabello. Algunos

sistemas de monitoreo biológico reflejan la exposición reciente como por ejemplo el plomo en la sangre, mientras que otros reflejan exposición integrada como por ejemplo el plomo en los dientes.

Los datos ocupacionales por su parte, pueden ser valiosos al evaluar los riesgos que surgen de la exposición a los niveles más bajos de contaminación en la población general. Cualquier extrapolación debe ser llevada a cabo con cuidado, utilizando la guía de expertos. Por otro lado, los efectos de la contaminación en la biota pueden ocurrir a diferentes niveles, por lo que resulta necesario tener un sistema de vigilancia para la medición de los siguientes cambios:

- Fisiológicos y en el comportamiento de organismos individuales.
- En los parámetros de poblaciones.
- En la distribución y abundancia de especies.
- En la comunidad.

2.6 Tipos de monitoreo

Dentro de los tipos de monitoreo se incluyen los vinculados a las fuentes de contaminación del ambiente físico y del natural.

2.6.1 Monitoreo de fuentes de contaminación

Dentro de las fuentes de contaminación se describen las siguientes:

- Monitoreo de emisión
- Monitoreo de proceso

2.6.1.1 Monitoreo de emisión

Las fuentes de contaminación pueden clasificarse, para las emisiones al aire, como fuentes fijas, fuentes de área y fuentes móviles. Las fuentes fijas, como los giros industriales y las calderas, pueden monitorearse con relativa facilidad, normalmente a través de mediciones en las descargas individuales. Las fuentes de área son agrupamientos de pequeñas fuentes distribuidas sobre ciudades o tierras de cultivo, como las chimeneas domésticas o el uso de fertilizantes. Resulta impráctico monitorear cada fuente individual pequeña por lo que las emisiones se estiman a partir de inventarios de fuentes. Las fuentes móviles incluyen las emisiones de vehículos automotores y los posibles derrames o accidentes durante el transporte de sustancias tóxicas. El monitoreo de

cada una de las fuentes resulta imposible, por lo que se requieren métodos indirectos.

Para el caso de descargas al agua tenemos las fuentes puntuales y las dispersas. Las fuentes puntuales se pueden identificar a través de tuberías que recogen los efluentes líquidos de industrias y/o núcleos poblados mientras que las descargas dispersas están vinculadas a lavados de suelos por lluvia o riego artificial.

2.6.1.2 Monitoreo de proceso

En muchos casos puede ser más sencillo establecer especificaciones precisas para procesos limpios, más que para límites de emisión (monitoreo de proceso).

2.6.2 Monitoreo del ambiente

Muchos países han establecido normas u objetivos de calidad del ambiente, a través de limitar el nivel de los contaminantes en el aire, en el agua y en el suelo. El monitoreo de calidad ambiental, presenta algunos problemas asociados con el diseño de las redes de monitoreo. Es preferible monitorear en lugares donde el nivel de contaminantes es más alto. Sin embargo, los gradientes espaciales y la variación temporal son normalmente los máximos en estos lugares, haciendo difícil la obtención de medidas representativas. Dentro de los programas de monitoreo ambiental se destacan, además de los relacionados con el aire, agua y suelo, los de alimentos y ruido.

2.6.3 Monitoreo ecológico

Dentro del monitoreo ecológico se describen los materiales biológicos y los organismos bioacumuladores.

2.6.3.1 Materiales biológicos

Cuando se identifica un problema de contaminación, con frecuencia resulta útil obtener un cuadro sinóptico de su escala y naturaleza. Estas mediciones sinópticas pueden indicar donde se requiere un monitoreo más específico y preciso; estos estudios iniciales deben realizarse en poco tiempo y con bajos recursos económicos. Para tales casos, los materiales biológicos pueden ser de utilidad. Así, por ejemplo, se han usado ciertos musgos para estudiar los patrones regionales del depósito de metales provenientes de la atmósfera, proporcionando resultados

cuantitativos y reproducibles. Esta técnica no es cara y puede usarse en varios sitios a lo largo de una área extensa.

2.6.3.2 Organismos bioacumuladores

Las sustancias tóxicas normalmente se presentan en el ambiente en concentraciones tan pequeñas que una medición precisa requeriría de equipo analítico muy sofisticado. En estos casos resulta más conveniente e informativo el medir niveles en la biota, lo cual tiende a reflejar exposiciones integradas más que instantáneas (ciertos organismos acumulan sustancias químicas, presentándose casos de biomagnificación de 10^5). Existen varios ejemplos de vigilancia de efectos ecológicos que son útiles como un aviso precoz de los peligros asociados con el uso de productos químicos. Cabe destacar a manera de ejemplo:

- El aldrín, el dieldrín y el DDT han sido identificados como causantes de defectos reproductivos en aves.
- El problema del metilmercurio fue reconocido en Suecia por la observación de aves que estaban muriendo.
- El incremento de los niveles de bióxido de azufre ha sido detectado a través de la desaparición de líquenes (este organismo es un ejemplo de una especie indicadora de los efectos asociados con la presencia de contaminantes específicos).

3. PLANIFICACIÓN DEL MONITOREO

El monitoreo es una herramienta importante en el proceso de la EIAS y en cualquier programa de evaluación y control. Debe reconocerse que existe poca experiencia en la aplicación del monitoreo en las EIAS. Se cuenta con mayor experiencia en programas de monitoreo para contaminantes seleccionados a escala local o nacional, el cual se ha usado predominantemente como apoyo al control del cumplimiento de las reglamentaciones.

El monitoreo descriptivo, que apoya la identificación y estimación, de riesgos o impactos, se encuentra en una etapa relativamente temprana de su desarrollo y se requieren esfuerzos de importancia para asegurar el progreso en esta área. Los componentes incluidos en el monitoreo ambiental abarcan:

- La planeación de recolección de información ambiental que cumpla con los objetivos específicos y con las necesidades de información ambiental.
- El diseño de sistemas y estudios de monitoreo.

- La selección de sitios de muestreo.
- Recolección y manejo de muestras.
- Análisis de laboratorio.
- Almacenamiento y reporte de los datos.
- Asegurarse de la calidad de los datos.
- Análisis, interpretación y poner la información al alcance de aquellos que toman las decisiones.

Para planificar el monitoreo dentro de la EIAS se recomienda tomar en cuenta las siguientes situaciones y acciones:

- Recopilación de diversidad de datos provenientes del monitoreo ambiental, recolectados en forma rutinaria por parte de agencias gubernamentales y por el sector privado. Estos datos necesitan ser identificados, compilados e interpretados.
- Como los programas de monitoreo ambiental son costosos, debe hacerse el esfuerzo por utilizar programas de monitoreo existentes y modificarlos apropiadamente.
- Debido a la superposición de responsabilidades en muchas agencias gubernamentales, en cuanto a manejo y monitoreo ambientales, resulta necesario coordinar la planificación del monitoreo ambiental.
- Una necesidad básica en programas de monitoreo ambiental, es la interpretación científica de la información recolectada. Frecuentemente la información se compila pero nunca se interpreta en relación a la calidad del ambiente sujeto a monitoreo.
- Nunca se podrá recopilar la suficiente información para responder a todas las preguntas que puedan presentarse en un programa de monitoreo ambiental. Es necesario extender, por lo tanto, los datos del monitoreo por medio del juicio profesional.
- También debe definirse con anticipación quiénes serán los responsables en llevar a cabo el programa de monitoreo elaborado.

En el adjunto 13.4 se presentan los diferentes elementos de trabajo al elaborar un programa de monitoreo y las tareas a ser desarrolladas. Esta guía puede ser utilizada por los que tengan a su cargo la planificación del programa de monitoreo.

Adjunto 13.4

MONITOREO AMBIENTAL Y DE SALUD Elementos de trabajo y tareas necesarias.

(Traducido y adaptado con base en: Marcus, L.G., *A Methodology for Post-EIS Monitoring*. U.S. Geological Survey Circular 782, U.S. Geological Survey, Washington, D.C., 1979)

- 1. Definir los objetivos de monitoreo**
 - Definir los objetivos de monitoreo tomando en consideración los impactos potenciales mayores.
 - Eliminar la superposición en objetivos y esfuerzos de monitoreo.
- 2. Determinar los datos requeridos**
 - 2.1 Seleccionar los indicadores de impacto. Estos son los parámetros que deben ser monitoreados para evaluar la magnitud de los impactos. Varios parámetros pueden ser indicativos de un impacto particular. Cualquier indicador deberá ser seleccionado con base en su utilidad para el nivel de decisión, planeación, regulación e implementación.
 - 2.2 Determinar la frecuencia y el tiempo de la recolección de datos. La frecuencia de la recolección de datos deberá ser la mínima necesaria para el análisis de tendencia, observancia de regulaciones y correlación de causa y efecto. Para algunos parámetros el tiempo de recolección de datos puede ser más importante que el nivel de frecuencia. El tiempo de recolección de datos deberá relacionarse con el tiempo de actividades que causan los impactos.
 - 2.3 Determinar los sitios de recolección de datos. Estos deberán basarse en la ubicación de las actividades causantes de impactos, predicciones de las áreas más probables de ser afectadas y los sitios donde obtener un conocimiento global.
 - 2.4 Determinar el método de recolección de datos.
 - 2.5 Determinar el tipo de datos y forma de almacenaje. El formato de datos incluye cuadros estadísticos, gráficos, impresos compográficos. El criterio para la selección adecuada del formato incluye: acceso fácil y conveniente a los datos para todos los usuarios, claridad, interrelación entre los formatos y facilidad de actualización.
 - 2.6 Determinar el método de análisis de datos.
- 3. Determinar la disponibilidad de los datos**
 - Identificar qué datos son recolectados bajo programas existentes, incluyendo frecuencia, tiempo y sitios de la recolección de datos, exactitud y método de recolección.
- 4. Conducir la evaluación de factibilidad**
 - 4.1 Determinar el costo, personal y tiempo requerido para la obtención de datos.
 - 4.2 Determinar la capacidad de las agencias para proveer datos.
 - 4.3 Determinar si el sistema de monitoreo propuesto es factible.
- 5. Implantar el sistema de monitoreo**
 - 5.1 Revisar la adecuación de las entidades o instituciones existentes para la operación del sistema de monitoreo.
 - 5.2 Crear una estructura institucional o modificar las existentes según sea necesario.
 - 5.3 Definir las funciones y responsabilidades de las entidades o instituciones.
 - 5.4 Preparar un acuerdo escrito para formalizar las responsabilidades de las agencias y obtener su aprobación.
 - 5.5 Obtener los fondos necesarios.
- 6. Recolección de datos**

Recolectar los datos y suministrar los resultados.
- 7. Análisis de datos**
 - 7.1 Determinar la actividad y los niveles de impacto.
 - 7.2 Definir la ubicación de actividades e impactos.
 - 7.3 Determinar la duración de actividades e impactos
 - 7.4 Correlacionar la actividad y los datos de impacto.
- 8. Evaluación de impactos**
 - 8.1 Identificar las tendencias de los impactos e identificar la tasa de cambio. La tasa en la cual un impacto se incrementa, es importante debido a la necesidad de responder a las tendencias de impacto, en un tiempo determinado, antes de que los niveles de impacto críticos sean alcanzados.

- 8.2 Identificar a los impactos que hayan alcanzado los niveles críticos. Los niveles de impacto crítico que requieren notificación inmediata de los participantes, deberán fijarse para cada impacto que esté siendo monitoreado.
- 8.3 Identificar los impactos que tengan excedidos los límites legales.
- 8.4 Evaluar la efectividad de las medidas de mitigación.

9. Respuesta de las agencias responsables

- 9.1 Plan de respuesta a tendencias de impacto y reglamentarias
- 9.2 Dar repuesta a niveles críticos de impacto. Detener o modificar las actividades causantes de impacto.
- 9.3 Dar respuesta a la no-conformidad con reglamentaciones y normas a través de la aplicación del reglamento y enjuiciamiento. Desarrollo de reglamentaciones adicionales, normas y autoridad legal según sea necesario.
- 9.4 Dar respuesta a las evaluaciones de medidas de mitigación. Revisar, terminar o agregar medidas de mitigación según sea apropiado.

10. Elaboración de documentos

- Preparar un informe anual resumido.

En el cuadro 13.5 se presenta como ayuda memoria resumida, los puntos relevantes sobre el tema de monitoreo dentro de una EIAS.

Cuadro 13.5

**AYUDA MEMORIA RESUMIDA DE ELEMENTOS BÁSICOS
PARA: ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO
EN UNA EIAS, SEGÚN OBJETIVOS**

FACTORES/COMPONENTES Y ATRIBUTOS AMBIENTALES(*)	ELEMENTOS BÁSICOS			
	EXTENSIÓN	PERÍODO	CLASE	TIPO
FÍSICO- QUÍMICOS AGUA Agua subterránea Agua superficial AIRE SUELO				
ECOLÓGICOS ESPECIES Y POBLACIONES Terrestres - Flora - Fauna Acuáticas - Flora - Fauna				
SOCIO-ECONÓMICOS PERSONAL INTERPERSONAL INSTITUCIONAL				
SALUD PÚBLICA GRUPOS SUJETOS A RIESGO SERVICIOS DE ATENCIÓN INFRAESTRUCTURA SANITARIA				

(*) Los que requieran monitoreo.

REFERENCIAS/FUENTES DE INFORMACIÓN

OMS y OMM. *Diseño de programas de vigilancia del aire para zonas urbanas e industriales*. OPS, Publicación Científica N° 371, 1978.

Selected methods of measuring air pollutants. 1976. WHO Offset Publications N° 24.

Analysing and interpreting air monitoring data. 1980. WHO Offset Publications N° 51.

Sors, A.I., "Monitoring and environmental impact assessment". In: Clark, B.D., et al. editors. *Perspective on environmental impact assessment*. Dordrech, Holands D. Reidel Publishing Company; 1984.

Cheremisinoff, P.N. and Manganiello, B.T. *Environmental field sampling manual*. Pudvan Publishing Company. Norhtbrook, Ill; 1990.

Keith, L.H. *Environmental sampling and analysis: A practical guide*. Chelsea, Mich: Lewis Publishers; 1991.