

COMERCIO Y GESTIÓN AMBIENTAL EN EL CONTEXTO DE LOS ESQUEMAS DE INTEGRACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO.

Roberto P. ECHARTE
Mario L. SMITH

1.- INTRODUCCION

La energía, definida por la física como: *capacidad para realizar un «trabajo»*, ha sido utilizada desde la creación del mundo. El hombre primitivo utilizó su propia energía, no solo para desplazarse sino para mover los elementos de un lugar a otro. Es la denominada energía animal. No debemos olvidar como se construyeron en la antigüedad los monumentos faraónicos, templos funerarios, las pirámides, etc. Grandes masas de hombres trasladaron moles de granito a lo largo de grandes distancias y las ubicaron siguiendo criterios de la época que hoy continúan sorprendiendo.

Como fuentes primarias de energía, se han utilizado los recursos naturales tanto los renovables como los no-renovables.

Para la cocción de los alimentos, calentarse, etc., el hombre comenzó a utilizar (como fuente de energía primaria) la leña. Años más tarde utilizó el carbón, luego el petróleo y en este último tiempo la energía nuclear. Desde la crisis petrolera de 1973, nacieron las fuentes de energías alternativas. Se están explotando en este momento, en forma más o menos experimental, la eólica, biomasa, geotérmica, mareomotriz y la fotovoltaica (solar). Esta última es utilizada a nivel comercial en Medio Oriente y Europa.

En el medio ambiente se utiliza la energía solar en la fotosíntesis para la formación de la cadena alimentaria.

De más está decir que *no existe desarrollo sin energía*, pero debe utilizarse en forma racional y con el menor deterioro del ambiente. La contaminación *cero* es una utopía.

La industria, motor del desarrollo de un país, debe estar, desde el punto de vista tecnológico, de acuerdo a los tiempos. Es decir que las tecnologías llamadas *limpias* deben ser las que adopten las industrias para poder competir tanto en el mercado local como en los internacionales.

Los requerimientos de energía para satisfacer necesidades de crecimiento económico conducen a incorporar los condicionantes de preservación del ambiente

a los datos para definir alternativas, seleccionar propuestas y elegir soluciones.

La revisión y el análisis de la situación ambiental de los países más desarrollados nos permite decir que las relaciones entre *economía*, definida por algunos como administración del hábitat y *ecología*, definida a su vez como conocimiento del hábitat, no fueron lo equilibradas que deberían haber sido, y es por ello que se puede decir que el crecimiento económico alcanzado por los países centrales ha ido en desmedro del entorno ambiental. Hoy, al haber tomado conciencia de ello, es que desean acompañar el desarrollo económico de los países periféricos para que no produzcan daños irreversibles en los ecosistemas.

La actividad energética es básica para toda economía en desarrollo de un país o territorio. La protección del Medio Ambiente es de gran importancia no sólo para la generación presente sino para las venideras.

La habilitación de casi todas las industrias del país se realizaron con marcos jurídicos que tenían en cuenta la Higiene y Seguridad Industrial, pero no explicitaban la temática ambiental, aunque la incluyeran. Por ello, la sanción de toda nueva ley que tienda a la protección del ambiente tanto laboral (social) como natural deberá estar acompañada por un racional sentido común.

La generación de energía eléctrica mediante Centrales Térmicas Convencionales (C.T.C.) tiene un capítulo muy importante en lo que a posible contaminación ambiental se refiere.

La Ley 11.459/93 de la Provincia de Buenos Aires establece como obligatorio el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), que no lo preveía la Ley 7.229/63.

La *Ley de Residuos Peligrosos*, que es de aplicación en todo el país desde la modificación de la Constitución Nacional, involucra al sector eléctrico en general y a los Generadores en particular.

Las energías convencionales, cualquiera de ellas, tienen un costo ambiental al que habrá que dar respuestas adecuadas.

En el marco de los mercados ampliados como son los regionales, en nuestro caso el Mercosur, las decisiones deberán ser acordadas entre los países miembros, lo que suma largas negociaciones para lograr consensuarlas.

La gestión ambiental requiere de la aceptación de pautas, condiciones y marcos regulatorios que aseguren la satisfacción de los acuerdos a los que se haya arribado previamente. Por otra parte y, en razón de que los conocimientos de los temas ambientales siguen avanzando al mismo tiempo que se requieren decisiones en el campo de la energía, no debe descartarse la necesidad de periódicas revisiones de los acuerdos en función de la experiencia acumulada con la concreción de los emprendimientos proyectados.

La conciencia de la necesidad de crecer sin repetir la experiencia negativa de los países centrales, en cuanto al desarrollo paralelo de la economía y la contaminación, sugiere la necesidad de estudiar las alternativas más recomendables.

2.- SITUACION ACTUAL

Las fuentes tradicionales de generación de energía eléctrica en el mercado unificado son:

- Hidroelectricidad.
- Termoelectricidad convencional.
- Nucleoelectricidad.

a.- Hidroelectricidad

El recurso hídrico utilizado para la generación de energía eléctrica ha sido privilegiado en los países signatorios del Mercosur habida cuenta de:

- 1.- Existencias del recurso.
- 2.- El carácter renovable del recurso.
- 3.- El bajo costo de la energía generada, luego de concluida la obra, y sin considerar su amortización.
- 4.- La posibilidad de aprovechar recursos naturales compartibles entre los países interesados.

Los grandes aprovechamientos hidráulicos con propósitos energéticos implican, como es sabido, una intervención generalizada sobre los sistemas natural y económico-social, que derivan en cambios complejos de alcance espacial y temporal, cuya magnitud varía según las condiciones ambientales físicas y sociales que caracterizan al área donde estará desarrollado el proyecto.

Por tratarse de la alternativa energética que demanda mayor uso del espacio por unidad de potencia instalada, y al mismo tiempo, por ser la que ofrece mayores posibilidades de un uso integrado de los recursos involucrados, se constituye en un campo donde corresponde profundizar las relaciones entre energía, medio ambiente y desarrollo, a fin de potenciar sus beneficios dentro de un marco de políticas de desarrollo regional de menores costos ambientales.

El área superficial de los ríos o arroyos es pequeña en comparación con la de los océanos y tierra, pero está entre los ecosistemas naturales más intensamente usados por el hombre. Tal uso es múltiple, a diferencia de ecosistemas de uso exclusivo como es el caso de las tierras de cultivo, y por lo tanto, el aprovechamiento de los recursos y su problemática vinculada en forma de abastecimiento de agua, receptáculo de efluentes y desechos, producción pesquera, control de inundaciones, etc., deben ser considerados como conjunto y no como fenómenos separados.

La implantación de una obra hidráulica con aprovechamiento eléctrico supone una alteración inicial del medio ambiente, en particular si aquélla es de magnitud importante. Los cambios en el clima, las inundaciones, la modificación de la fauna y de la flora, y la eventual contaminación debida a los asentamientos productivos alrededor de los emprendimientos son algunos a destacar. El tema de la

relocalización de población existente en el emplazamiento de la obra es de vital importancia tanto social como humana.

En la Argentina, existe una normativa que se denomina Manual de Gestión Ambiental para Grandes Obras Hidráulicas con Aprovechamiento Energético, mencionado en la introducción de este trabajo.

Los recursos de la región (incluyendo su aprovechamiento por parte de la sociedad) deben ser considerados como un todo, siendo el desarrollo de las potencialidades del río sólo una parte de la construcción regional. La problemática incluye desde la tasación de la tierra a expropiar y necesaria relocalización de los pobladores en condición de mínimo costo social, hasta el uso adecuado de la tierra agrícola y ganadera, pasando por los problemas de localización de las nuevas actividades posibles a partir del uso de energía, la puesta en valor de recursos no explotados y la modificación en las condiciones de explotación de otros.

El manual propone, como objetivos de la gestión ambiental, un uso racional e integrado de los recursos naturales, una mejor calidad de vida en el área de influencia de las obras, minimizar los efectos negativos y maximizar los beneficios que dichas obras generan para con el medio natural y social, minimizar los costos globales mediante un mejoramiento del diseño y funcionalidad de la obra, y para que finalmente el cumplimiento de los mismos conlleve a la preservación de la obra y del medio en el marco de la planificación regional.

La resolución 718 de la Secretaria de Energía de la Nación, a su vez, no solo establece la obligatoriedad del cumplimiento del Manual sino que además dispone que los costos asociados a la gestión ambiental deberán formar parte de los costos totales de las obras, siendo responsabilidad de la SSEE (Dirección Nacional de Planificación) el seguimiento y control de los Proyectos presentados por las empresas energéticas en cada etapa de su gestión.

En octubre de 1990 se promulgó la Ley 23.879 que establece que el Poder Ejecutivo procederá a realizar la evaluación de las consecuencias ambientales que producen o podrán producir en territorio argentino cada una de las represas construidas, en construcción y/o planificadas, sean éstas nacionales, extranacionales o binacionales. Esta Ley estableció que, en un plazo de 270 días, el Poder Ejecutivo debía realizar lo indicado en el párrafo anterior, teniendo como base las normas fijadas en el Manual de Gestión Ambiental. Como complemento necesario del proceso de Gestión Ambiental, se desarrollaron metodologías de evaluación de costos operativos a ser erogados, para llevarlos a cabo adecuadamente. Esto permite predeterminar tanto los equipos profesionales como los tiempos necesarios para realizar lo mencionado anteriormente. A partir de los comentarios anteriores, se puede inferir que *el marco adecuado para la gestión ambiental de los proyectos estaría orientado*, en la medida en que la ley mencionada más arriba transforma el Manual en instrumento de cumplimiento obligatorio, aun para las obras que no responden al área de la actual Secretaría de Energía, y le da a ésta última para su

cumplimiento en la referida área.

b.- Termoelectricidad

Las fuentes de generación térmica convencional, es decir las que utilizan como energía primaria la de origen fósil, producen emisiones y descargas al medio ambiente, principalmente por medio de las chimeneas. Las emisiones contaminantes son producidas por las partículas que salen de las chimeneas, compuestos químicos tales como dióxido de carbono, óxidos de azufre y de nitrógeno. Las descargas están compuestas por efluentes líquidos que contienen compuestos químicos, restos de aceite lubricantes y aislantes, más la llamada contaminación térmica, que debe ser limitada y tratados los efluentes antes del vuelco en un espejo de agua.

La mayoría de los contaminantes mencionados pueden ser tratados de tal manera de disminuir sus efectos. Todo tratamiento o solución conlleva costos adicionales que deberían estar reflejados en una política energética. Existen en el mundo ejemplos de aplicación de tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica. Uno de ellos es la Central de Atzumi (Japón), que, implantada en una reserva natural, tiene como lindero una plantación de crisantemos. Desde ya que los costos de la instalación de dicha central superan ampliamente los costos de una central térmica convencional.

Debe recordarse, por lo menos en Argentina, que las normas ambientales para el sector datan de un tiempo reciente mientras que los equipamientos de las centrales existentes casi han superado en su mayoría la vida útil. Esto significa que el análisis de costos de instalación de las tecnologías limpias podrían superar los costos de repotenciación de los grupos, dando lugar a la posibilidad de instalar nuevos equipos.

Dada la importancia de su participación en el parque de generación, la Secretaría de Energía encaró con la colaboración de distintos expertos de las empresas del sector eléctrico, la confección de un Manual de Gestión Ambiental para las Centrales Térmicas Convencionales. En el mismo se diferencian dos situaciones: la primera corresponde a las plantas a construir, donde fija en cada etapa, partiendo de la de prefactibilidad, los estudios necesarios para determinar su impacto en el medio. A medida que avanzan las etapas del estudio, esta evaluación se debe ir profundizando. La segunda situación es para plantas actualmente en operación, donde se establece que dispongan de un año para hacer las mediciones necesarias de los efluentes líquidos y emisiones gaseosas.

Se llevó a cabo esta tarea en las empresas Agua y Energía y SEGBA S.A.. Este proceso terminó en octubre de 1991 que era la fecha fijada por la Resolución Nro. 149/90. Posteriormente, en base a los valores obtenidos, se determinó la necesidad de instalar equipos para el tratamiento de los gases de la combustión. La resolución de la SSEE había fijado un plazo de cinco años para cumplir lo indicado.

En el mismo manual se dan una serie de recomendaciones para las plantas

actualmente en explotación, sobre su operación para poder disminuir el impacto en el medio.

Puede llamar la atención que el manual no fije valores máximos de emisión de las centrales. Esto se debe, primero a que al no disponer actualmente de valores reales, mal se pueden fijar los máximos de ellos, y segundo, a que es necesaria una evaluación económica del tratamiento a realizar.

Sobre el posible impacto que el parque térmico del país tiene sobre el medio ambiente conviene decir que:

1.- Alto consumo de gas natural, que tiene una baja generación de óxidos de azufre. En el año 1979, un **73%**, expresado en T.e.p., fue gas natural, sobre el total de los combustibles utilizados para generación eléctrica.

2.-El uso del fuel-oil de procedencia nacional, que tiene un bajo tenor de azufre, del orden del **0.5%**. Esto hace que se pueda generar energía eléctrica con bajo contenido de dióxido de azufre.

3.-El uso del carbón para generación de energía eléctrica es bajo. Además, es conveniente señalar que el mismo de origen nacional, al igual que el fuel-oil, tienen un bajo tenor de azufre, del orden del **1%**.

Evaluaciones de emisiones contaminantes generadas por un monoblock del parque térmico, partiendo de la suposición de consumir totalmente fuel-oil o gas natural, han dado valores de emisiones compatibles con los fijados por la **EPA**, para unidades de este tipo (EPA es Environmental Protection Agency).

c.- Nucleoelectricidad

Para obtener una licencia, la autoridad regulatoria argentina requiere que se identifique una entidad responsable por la construcción y/u operación de cada instalación nuclear, y un responsable primario para su operación.

Dicha entidad es responsable por la seguridad radiológica y nuclear de la instalación, para lo cual debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades, en favor de la seguridad, cumpliendo como mínimo, con lo establecido en las normas, las licencias y demás requerimientos de la autoridad regulatoria.

De acuerdo con las normas, la entidad responsable debe designar en cada instalación nuclear en operación un responsable primario, quien tiene la incumbencia directa de la seguridad radiológica y nuclear de esa instalación (norma A.R.O.O.1). Los directores de la central nuclear Atucha I y Embalse son los respectivos responsables primarios de dichas instalaciones.

La entidad responsable debe prestarle a los mismos todo el apoyo que necesiten y debe realizar una supervisión adecuada para garantizar que las instalaciones se operen en correctas condiciones de seguridad radiológica y nuclear.

El cumplir con las normas y requerimientos de seguridad radiológica y nuclear no exime a la entidad responsable del cumplimiento de obligaciones y normas que le impongan otros organismos competentes relacionados con aspectos no radiológicos.

El responsable primario debe hacer todo lo que sea razonable y compatible con sus posibilidades en favor de la seguridad, cumpliendo como mínimo con las condiciones que establece la licencia de operación de la instalación, las normas aplicables y los requerimientos específicos que haga la autoridad regulatoria. Sin embargo, el sólo cumplimiento de tales condiciones, normas y requerimientos no lo exime de la responsabilidad por la seguridad radiológica y nuclear de la instalación.

Durante las décadas del '50 y del '60 se desarrolló en el país una intensa labor para la medición del «*fallout*» radiactivo, proveniente de las explosiones nucleares en la atmósfera, realizadas en el hemisferio Norte primero, y en el Sur después. Esas mediciones permitieron conocer los parámetros de transferencia hasta el hombre en las diferentes cadenas alimenticias, estableciendo modelos de exposición para los elementos radiactivos presentes en la atmósfera.

Ese conocimiento permitió establecer una política para la protección del público y del ambiente mucho antes de que se produzcan en el país cantidades apreciables de material radiactivo. Dichos criterios han seguido la evolución de los conocimientos, en materia de seguridad radiológica y, en particular, las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (en inglés, ICRP).

El responsable primario de la operación de una instalación nuclear tiene como misión el cumplimiento de los límites autorizados de descarga y otros requerimientos establecidos en la respectiva licencia, tal como implementar un programa de monitoreo ambiental en los alrededores de la instalación.

Los valores emitidos al ambiente y los resultados del monitoreo alrededor de la instalación son enviados periódicamente por el responsable primario a la autoridad regulatoria.

Esta, por su parte, realiza una evaluación de los efluentes descargados al ambiente, lleva a cabo auditorías sobre los métodos, técnicas y procedimientos de control, y efectúa mediciones ambientales, independientes de las realizadas por el operador, las cuales son analizadas en sus propios laboratorios.

Paralelamente la CNEA viene impulsando, desde hace varios años, la participación de las Provincias con instalaciones nucleares para que realicen controles ambientales, adicionales a los efectuados por la autoridad regulatoria, en materia de seguridad radiológica. Particularmente en las Provincias donde se encuentren operando centrales nucleares existen proyectos de Leyes en estado avanzado de desarrollo que contemplan su participación en el control ambiental.

En todos aquellos aspectos que no están directamente relacionados con la seguridad radiológica y nuclear, la entidad responsable de la instalación debe obtener con anterioridad a la operación, las respectivas licencias de otras autoridades competentes, no relacionadas con el funcionamiento de la instalación en cuestión.

d.- Transmisión

Desde el punto de vista de los temas a tener en cuenta se transcribe parte del trabajo *Efectos de los Campos electromagnéticos en las Líneas de Alta Tensión*, presentado en las Primeras Jornadas sobre Energía y Ambiente, Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina, 1988, y *Efectos Biogénicos de los Campos Electromagnéticos de las Líneas de Transmisión de Alta Tensión*, en el Primer Congreso Argentino y Latinoamericano de Oncología, Buenos Aires, 1989:

«Efectos de las radiaciones y campos electromagnéticos:

Sin lugar a dudas el desarrollo industrial y el avance de la tecnología hace que sea cada vez mayor la utilización de las propiedades físicas de los campos electromagnéticos. Ejemplo de ello son los sistemas de radiolocalización, radiocomunicación, radionavegación, telecomando, teleprotección, teleseñalización, telemedida, calefacción por alta frecuencia, para fines médicos, etc.

Radiación electromagnética (REM)

Debemos tener presente la diferencia que existe entre el tipo de radiación mencionada con la que procede de una fuente radioactiva, ya que en ésta última hay emisión de partículas ionizantes, con gran capacidad energética, que son realmente peligrosas, aunque también se libera energía en forma de emisión electromagnética.

Sobre la emisión de partículas ionizantes hay en circulación bastante bibliografía, pero hay poco material divulgado sobre la influencia de la radiación electromagnética (REM).

Lo que nos da el tipo de peligrosidad de una determinada zona de trabajo es la definida por la densidad de la potencia, medida en vatios por centímetro cuadrado, que representa la cantidad de energía transmitida por el campo electromagnético en un segundo, a través de un área de un centímetro cuadrado, normal a la dirección de propagación.

Esto es importante para que se tenga en cuenta que existe la contaminación electromagnética por las emisiones de radiofrecuencia y de cuyas consecuencias existen bastantes datos, como son los que significan las anormalidades cardíacas, cáncer, impotencia, cataratas, cambios en el comportamiento registrado en la población laboral que realiza sus tareas en los campos mencionados.

Campos electromagnéticos (EMF)

Al hacer mención sobre la posible influencia biogénica de los campos electromagnéticos de las líneas de transmisión de muy alta tensión, nos referimos a casi veinte trabajos epidemiológicos llevados a cabo hasta el presente en EE.UU.

En Denver, Colorado, EE.UU., se realizaron particularmente dos trabajos referentes a los efectos de los campos electromagnéticos de baja frecuencia, (ELF, hasta 1000 hz), cuyos resultados son muy conflictivos, sobre todo porque hacen

responsables a estos campos de la aparición de cáncer precoz en niños.

El primer trabajo publicado en 1979 por *Nancy WERTHEIMER* y *Ed LEEPER* (W-L) comparan el ambiente familiar de las víctimas de cáncer precoz con una asociación estadística de factores relativos al ambiente domiciliario con la ocurrencia de dicho cáncer, luego de identificar a las líneas de transmisión (subtransmisión) como las responsables de exposición a los campos magnéticos en el interior de los domicilios, por pasar frente a ellos. Cuando las corrientes que circulan por estas líneas son grandes o altas, el informe sugiere una correlación directa con el cáncer. Estas son hipótesis, pues no han sido comprobadas científicamente.

En 1986, en el trabajo dirigido por David Wachtel y Frank Barnes, de la Universidad de Colorado, se utilizó un sistema de cable codificado similar al que del trabajo anterior, pero también se usaron puntos testigos de medición del campo magnético en los domicilios analizados. En este estudio la codificación era ciega y los niños estudiados eran otros totalmente distintos a los estudiados por W-L.

Obtuvieron una modesta correlación entre niños con cáncer y la proximidad de sus domicilios a las líneas de tensión, cuya configuración era de valores altos de corriente. Sin embargo, la relación entre el cáncer y las mediciones de niveles de campo magnético en sus casas fue muy pobre.

Leonard Sagan, quien administra la investigación de los efectos de los campos magnéticos para el Electric Power Research Institute (EPRI), comenta lo novedoso de estos resultados y agrega que, si los campos magnéticos son los causantes del cáncer, no esperará una pronunciada relación con las actuales mediciones de dichos campos. Pero éste no es el caso. La fuerte relación es con los parámetros de la línea aérea de subtransmisión tendida frente a los domicilios. Se concibe que la configuración de la línea es un mayor predictor de la exposición a largo plazo que las mediciones puntuales del campo magnético, debido a que la ubicación de las líneas permanece durante años en la misma posición, mientras los niveles instantáneos de campo varían durante todo el día.

Otra posible explicación es que algunos otros factores asociados con las líneas, pero que no tengan nada que ver con los campos magnéticos, estén involucrados, o quizás potencien los efectos.

Un estudio realizado por miembros del The John Hopkins Hospital, Baltimore, durante cuarenta y ocho meses, a once hombres, que trabajaban en el mantenimiento con tensión de las líneas aéreas de transmisión de muy alta tensión (LATMAT), permitió desarrollar este trabajo.

Trabajos en líneas con tensión

En la era moderna la demanda cada vez mayor de energía eléctrica ha significado un incremento en el uso de las líneas aéreas de transmisión de muy alta tensión (LATMAT). Estas se han tornado muy comunes, y se pueden ver las torres

de las LATMAT de 500 kv., cruzando las rutas y campos.

Hay en servicio líneas de hasta 700 Kv., y se encuentran en estudio el efecto de los campos electromagnéticos asociados a las líneas de 1000 Kv. sobre una granja de tipo rural, en Surveto, Italia.

La continuidad del servicio, el costo social, etc., es de suma importancia en esta tensión y, en previsión, la American Electric Power Co. (A.E.P.Co.) ha propiciado estudios sobre prácticas seguras, intensidad de campo, corriente de circulación y ambiente de trabajo, para efectuar trabajos con tensión.

Dichos estudios describen las mediciones efectuadas en un campo de fuerzas y el resultado de los exámenes físicos de los trabajadores que realizan el mantenimiento de las LATMAT en servicio por los dos métodos. El a distancia, que utiliza las herramientas convencionales para trabajos con tensión y el de a potencial, llamado también «*barehand*», que es de la técnica de nunca sin protección.

Es usual que, para las tensiones de hasta 132 Kv., se utilice generalmente el trabajo a *distancia* y, hasta 300 Kv., el trabajo a *potencial*.

En las áreas aledañas a una LATMAT, zona definida como de influencia, existen fuertes campos eléctricos. Los trabajadores que las mantienen se encuentran sometidos a estos campos. Las corrientes a que se encuentran afectados éstos han sido medidas y estudiadas en el mencionado informe de estudio epidemiológico.

A un grupo de once trabajadores, como el mencionado al principio, de los cuales la mitad trabajó con el sistema a distancia, y el resto, con el sistema a potencial, se les efectuó una serie completa de exámenes físicos en el The John Hopkins Hospital durante un período de cuarenta y ocho meses.

Trabajo a potencial

La existencia de campos eléctricos alrededor de cuerpos cargados eléctricamente ha sido conocida hace más de doscientos años. En 1873, Clerk Maxwell publicó su tratado sobre campos eléctricos. Señaló que las líneas de fuerza que atraviesan el dieléctrico que separa dos cuerpos cargados tienen en sus extremos (principio y fin) cargas iguales, pero de signo contrario.

La intensidad (o fuerza) de un campo eléctrico dependerá del número (cantidad) de líneas de fuerza por unidad de área, y su intensidad o gradiente de tensión se mide en volts o kilovoltios por unidad de longitud.

La intensidad del campo eléctrico, al que se ve sometido un trabajador que efectúa reparaciones o mantenimiento en las LATMAT en servicio, puede ser mensurado con el medidor de gradiente de Miller o de intensidad de campo.

Este medidor está dimensionado de tal forma que, puesto en los ángulos correctos a un campo uniforme de corriente alterna de 50 Hz de 1 Kv./pulgada, registra una corriente de 1 microA (igual a una densidad de corriente de 0,035 microA/pulgada cuadrada).

También Maxwell demostró que una corriente pasa a través de las líneas

de fuerza como resultante del movimiento de ida y vuelta de las cargas en los átomos del dieléctrico. A esto lo denominó corriente de desplazamiento.

Cuando un operario está trabajando en la cruceta de una torre de Alta Tensión de hierro y puesta a tierra, líneas del campo eléctrico terminan en toda la superficie de su cuerpo e inducen una corriente que circula por todo el cuerpo y, a través de sus pies, a tierra. El valor puede ser medido aislando al operario de tierra y conectando, en serie, un amperímetro entre él y tierra.

Si el trabajador que está sometido a un campo eléctrico, está aislado de tierra, la corriente de desplazamiento que penetra por uno de los costados de su cuerpo, pasa a través de él y por las líneas de fuerza, y circula desde el otro costado a tierra.

Bajo estas condiciones, el trabajador debe asumir un potencial distinto de tierra y recibe pequeñas descargas perturbadoras cuando toque cualquier cuerpo u objeto que se encuentre puesto a tierra.

El hecho de que una corriente circule a través del cuerpo humano, cuando se encuentra en un campo de corriente alterna, fue demostrado claramente con el modelo de dipolo creado por Miller.

Para un trabajador de mantenimiento de LATMAT, estando aislado en una escalera colgante (al vuelo) de la cruceta de una torre de transmisión de hierro, se puede medir con el medidor de gradiente de Miller, la intensidad del campo eléctrico. Cuando más cerca esté del conductor eléctrico con tensión, tanto mayor será su gradiente.

Trabajo a distancia

En 1837, Michael Faraday mostró que un cuerpo puede ser protegido de un campo eléctrico, envolviendo al mismo con una pantalla conductora.

Las líneas de fuerza terminan en la pantalla metálica y el cuerpo dentro de ella está protegido. Por lo tanto, es posible ubicar a un trabajador en un campo eléctrico fuerte y por medio de la pantalla metálica o una jaula o una apropiada ropa conductora, prevenir de que no sea alcanzado por la corriente de desplazamiento.

En el método de distancia una campana o pantalla de Faraday es utilizada para proteger al operario, cuando trabaja en las líneas de Muy Alta Tensión en servicio. Una barquilla larga o dos pequeñas, están montadas en el extremo superior de una botavara plástica aislante (hidroelevador).

Cada barquilla está recubierta tanto en el frente como en ambos costados con una funda metálica que oficia de pantalla conectada linealmente. Cuando este metal es conectado a un conductor energizado, un hombre, parado en el fondo de la barquilla y eléctricamente conectado a él, está protegido de todo impacto de la línea hasta una altura por debajo de la cintura.»

e.- Distribución

Se transcribe a continuación parte del trabajo presentado en la reunión de la CIER en la ciudad de Paraná, en el año 1993, con el título *Impacto de los Sistemas de Distribución en el Medio Ambiente Social y Laboral*.

Influencias y efectos de los sistemas de distribución

En los Estados Unidos de Norteamérica están en discusión los posibles efectos biogénicos de los campos electromagnéticos, asociados a las líneas de transmisión de muy alta tensión.

Los posibles efectos negativos en el medio ambiente debido a la distribución de energía eléctrica, hasta el momento no han sido encarados en forma integral sino puntual.

Para analizar las posibles implicancias, desde el punto de vista del medio ambiente, que tienen la subtransmisión y la distribución de energía eléctrica, deberemos enumerar los componentes que integran las distintas zonas o circuitos. Ellos son entre otros:

- 1) Las líneas o cables subterráneos de subtransmisión.
- 2) Las subestaciones de rebaje y sus equipos.
- 3) Los alimentadores que salen de estas subestaciones de rebaje.
- 4) Los centros de transformación aéreos o subterráneos.
- 5) Los cables subterráneos o las líneas aéreas de baja tensión hasta la llegada a las viviendas de los clientes.

No se incluyen las cajas seccionadoras en acera o pared, pues serán analizados sus posibles efectos desde el punto de vista teórico al hacer el estudio de las radiaciones electromagnéticas.

Tampoco se tienen en cuenta los efectos producidos por las canalizaciones y los artefactos dentro de las viviendas.

Desde una subestación de A.T. arrancan líneas aéreas o cables subterráneos de subtransmisión de alta tensión, que unen las SSEE de A.T. con las subestaciones de rebaje con sus transformadores, equipos de maniobra y sus respectivas barras, que permiten las diferentes salidas en M.T..

Estos alimentadores, a su vez, vinculan las SSEE de rebaje con los centros de transformación.

Estos centros, a través de sus salidas, tanto líneas aéreas como cables subterráneos de baja tensión, unirán a los mismos con el destino final, es decir los clientes.

Primer componente

En el anteproyecto de tendido de las líneas de subtransmisión se deben tener en cuenta los efectos urbanísticos de estas líneas, efectos paisajísticos tanto

en las zonas rurales como suburbanas. El caso de desmontes, taludes u otros efectos del tipo climático está generalmente contemplado en la etapa de diseño y es conveniente tenerlo presente en la de prefactibilidad por las posibles interferencias, sobre todo en áreas de rápido crecimiento urbanístico, ya que han sorprendido edificaciones realizadas al poco tiempo del tendido de estas líneas, sin que existieran antecedentes en ese sentido.

Si se trata de cables armados subterráneos, salvo el tendido que tenga en la proximidad cables telefónicos o ductos, que deben tener instaladas sus protecciones tanto químicas como mecánicas y las respectivas tierras, no se han detectado hasta el presente otros efectos.

Segundo componente

El tema de las subestaciones de rebaje es, en sí mismo, un capítulo aparte. En la sala de operación, además de los problemas de resonancia acústica, existe la contaminación debido a los ruidos tanto permanentes como esporádicos. En las salas de equipos de maniobra, como en la playa de maniobra, existen los campos electromagnéticos estáticos debido a las tensiones de servicio, como la variación de los mismos por operación tanto manual como de protección de los interruptores que lo modifican, y se agrega la generación de ozono por el efecto de soplado del arco.

También se agregan los efectos de resonancia y variación de frecuencia instantánea en la apertura de los equipos indicados.

El funcionamiento de los equipos de maniobra requiere, a veces, del uso de compresores; éstos generan los ruidos esporádicos con intensidades más altas que los de carácter permanente, pero de menor duración.

Las posibles descargas atmosféricas deben ser contempladas tanto en los edificios como en las playas de maniobra. Si las acometidas son aéreas, es necesario controlar periódicamente los valores de las tierras, tanto en las instalaciones de las playas de maniobra como en las instalaciones vecinas.

Tercer componente

Las salidas desde las SSEE de los alimentadores a los centros de distribución pueden ser aéreas o subterráneas.

Cuarto componente

Centros de transformación aéreos o subterráneos.

Quinto componente

En este campo podemos discutir el uso de la energía en los edificios y

viviendas de los países en vías de desarrollo, su posible rentabilidad y la relación entre la energía y la economía, que en los últimos tiempos ha sufrido una serie de substanciales transformaciones.

Los edificios que utilizan nuevas técnicas, tales como el uso de grandes ventanales, tubos fluorescentes compactos y sistemas automatizados de control, y éstas combinadas con otras estrategias, podrían reducir substancialmente sus gastos energéticos.

Impacto de los sistemas de distribución

Impacto en el medio natural

El impacto natural, que pueden producir las instalaciones de distribución, está muy acotado. Una cuidadosa poda, adecuados desmontes o terraplenes, juiciosa ubicación y adaptación de las instalaciones al medio ambiente que las rodea, pueden hacer pasar por desapercibida su presencia, mimetizándose con el paisaje o pareciendo parte del mismo.

Está en el mérito de los proyectistas primero y en el personal de explotación después hacer que lo mencionado sea posible.

Impacto en el medio social

Las interferencias que se derivan de las instalaciones de distribución en general son controlables. La diafonía y los ruidos o zumbidos son de poca magnitud y posibles de aislar con un adecuado proyecto.

Impacto en el medio laboral

El personal de las empresas de servicio eléctrico, que habitualmente trabaja en las cercanías o sobre las instalaciones de distribución, no es afectado ni por el campo eléctrico ni por el campo magnético.

La frecuencia de 50 Hz. es muy baja para producir efectos de radiación; las corrientes permanentes o fluctuantes son de baja intensidad, por lo que el campo magnético es mínimo, y los campos en tensiones por debajo de 132 Kv. no afectan al cuerpo humano.

En el caso de tensiones iguales o superiores se puede utilizar ropa conductora si se justificare.

MARCO REGULATORIO

La conciencia creada sobre la necesidad de limitar, disminuir, mitigar y

eventualmente eliminar la contaminación ambiental producida por la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, conduce a la necesidad de elegir módulos adecuados y el cumplimiento de normas aplicables.

Los criterios apuntan a *medidas directas*, como impuestos a las emisiones gaseosas, normas sobre ellas y permisos de niveles de contaminación, o *indirectas*, como el control de las plantas de tratamiento, el impuesto a los combustibles cuyo tenor de impurezas superen los límites tope, o impuestos a la generación de electricidad, o al consumo eléctrico.

Las medidas directas apuntan al total de las emisiones y descargas que se producen en la Generación Térmica o Nuclear. Cuando la tecnología aplicada en las mediciones es sencilla, con bajo margen de error, y los parámetros a controlar son pocos, no debería desecharse esta posibilidad. Debe prestarse atención a los estándares de emisiones y descargas. La falta de experiencia induce, en gran medida, a tomar referencias de los países que ya han establecido los límites, teniendo instalaciones de distinta tecnología a las implantadas en nuestros países. En estos casos, debería procederse con gran prudencia, pues deberían tenerse en cuenta las características propias, tanto geográficas como ambientales, como el medio ambiente local, tanto social como laboral, la topografía del terreno, el clima, la densidad de población, la cercanía a las grandes aglomeraciones urbanas, tipo y calidad de los insumos, el consumo per cápita de electricidad, la estructura productiva, economía local, etc.

Las medidas indirectas se remiten a estimular el uso de insumos menos contaminantes, penalizando aquéllas cuyas impurezas sean más notorias, por ejemplo, privilegiando el gas y restringiendo el carbón. Otra posibilidad dentro de este campo lo constituye el impuesto al consumo eléctrico. Este vendría a funcionar para lograr menor demanda de energía y por lo tanto menor contaminación.

En países como los integrantes del Mercosur, la experiencia indicaría ser prudentes en la adopción de este tipo de impuesto. Si no se le asegura un destino específico, la común necesidad de recabar por esa vía lo que no se logra mediante impuestos no va a producir los estímulos deseados.

Probablemente, una combinación de medidas de ambos tipos podrían ensayarse. Las medidas que se elijan deberán ser de fácil aplicación, de rápida corrección de la contaminación, altamente disuasiva para el infractor y a cargo de un responsable independiente.

LABOR A ENCARAR

Los cuatro países signatarios en la actualidad del Mercosur tienen tradición y experiencia en el uso del recurso hídrico como poseedor de energía. La existencia de importantes ríos compartidos permitió tomar decisiones que concretaron algunos trabajos en común, en particular a partir de la crisis del petróleo de 1973.

El uso del recurso agua, y la existencia de créditos internacionales

disponibles, a tasa razonable, permitió la elaboración de inventarios, estudios y proyectos con intensa participación de la ingeniería internacional.

Algunos proyectos se concretaron, y sus obras están operando. Los marcos internacionales han cambiado, los países tienen dificultades originadas en el endeudamiento, y los fondos no son tan fáciles de obtener. Las expectativas creadas por estos emprendimientos, en la opinión pública, han demostrado tener una gran inercia, por lo cual esta alternativa quedará abierta.

Lo anterior conduce a sugerir el establecimiento de organización, pautas que en principio, los países miembros del Mercosur debieran acordar. Una de ellas podría ser la creación de un Ente Normatizador y Regulador, que pudiera unificar los acuerdos bilaterales suscritos en la oportunidad de la concreción de represas binacionales.

Sería particularmente útil el monitoreo de todas las fuentes de posible contaminación ambiental en el sector energético, recogiendo toda la información que permita evaluar el Impacto Ambiental, estudiar las consecuencias y posibles acciones mitigantes, elaborar recomendaciones, establecer normas regulatorias, como lo establecen los Manuales de Gestión Ambiental emitidos por la Secretaría de Energía de la Nación para su seguimiento en forma continua y permanente.

Para ello se requiere previamente acordar metodologías de evaluación, unificación de criterios de medición, emisión periódica de documentos técnicos, que son de gran utilidad no sólo para la explotación (operación y mantenimiento) de las Centrales Hidráulicas sino para la planificación, intercambio de experiencias y creación de una base de datos.

Esta tarea requiere de una gran dosis de espíritu de cooperación y voluntad de integración entre los países miembros del Mercosur. Del éxito de estas actitudes dependerá una adecuada gestión ambiental en el sector energético, lo que posibilitará el crecimiento del sector tanto en lo específico como en lo ambiental, acorde con el objetivo del Mercado Común Sudamericano.

En lo que a las Centrales Térmicas Convencionales se refiere, tanto Argentina como Brasil han editado Manuales de Gestión Ambiental que pueden ser utilizados como documentos base para ser aplicados durante la vida útil de este tipo de equipamiento.

Con relación al parque térmico convencional de los países miembros no existe la misma experiencia. En general, la diversidad de equipamiento, con distintos combustibles, circunstancias de emplazamiento, tipos de producción y niveles de generación, ha producido efectos sobre el medio ambiente, muy diferentes. Algo similar ocurre con relación a las líneas de transmisión.

No hay evaluación, en términos generales, que se haya registrado o comunicado y analizado.

Solamente las compañías petroleras estatales nucleadas en la Asociación de Asistencia Recíproca Petrolera Empresarial Latinoamericana (ARPEL) han elaborado un Código de Práctica Ambiental, pero orientado a evitar y a reducir los

efectos contaminantes sobre el ambiente, en lo que hace a su producción, no a su producto.

Esto significa la inexistencia de niveles de aceptación de los combustibles.

USO RACIONAL DE LA ENERGÍA

Un aspecto fundamental, que debiera encararse decididamente, es acordar, con la experiencia acumulada en los países miembros del Mercosur, programas que orienten al Uso Racional de la Energía. Es una forma económica, comprobada, de reducir la contaminación ambiental. Requiere la instrumentación de un programa de difusión y creación de una conciencia en todos los niveles educativos.

Una acción sostenida y sistemática permitirá modificar conceptos y criterios de diseño en distintos campos de la actividad humana, desde la industria hasta la vivienda, sin olvidar el transporte de carga y pasajeros y lo correspondiente a iluminación publicitaria en los lugares de trabajo y esparcimiento. Un tema ausente, que merece señalarse y que origina gastos innecesarios de energía, es la climatización de los edificios tanto públicos como privados.

ACCIONES EN MARCHA

El grupo responsable de los temas ambientales del Mercosur, conocido como el subgrupo de trabajo *Nro.9*, está integrado por especialistas representantes de los cuatro países miembros. Estos especialistas han realizado una serie de reuniones, avanzando en la definición de un programa de tareas, en particular a partir de la identificación de asimetrías.

En particular se ha propuesto un Proyecto de Cooperación Técnica cuyos términos de referencia son bajo el título de: «Armonización de Legislación Ambiental, propuesta de acción»; comprende la identificación y relevamiento, en los casos que no lo hubiese realizado alguno de los subgrupos de Trabajo del Grupo Mercado Común, de la legislación vigente en los Estados parte, que directa o indirectamente esté relacionada o afecte las materias objeto de tratamiento en el contexto del proceso de integración regional que supone el Mercosur.

Además, se desea efectuar el «Análisis de la legislación o de las normas identificadas, que supongan la generación de asimetrías y tengan efecto complementario o antagónico sobre diferentes componentes ambientales».

Otras prioridades son el desarrollo metodológico y la selección de indicadores, la aplicación de la metodología adoptada a asimetrías posibles y propuestas de armonización, anteproyectos de armonización y evaluación de los efectos a producirse en su implementación.

El Plan de Trabajo del subgrupo de trabajo *Nro.9*. es ambicioso, porque concluida la etapa de relevamiento y análisis de la legislación y la selección de criterios para la evaluación del grado de cumplimiento de dicha legislación, se pasará a encarar los aspectos que interesan del petróleo y el gas natural, luego la energía eléctrica incluyendo la nuclear, el carbón y otras energías que estén reglamentando desde la óptica del medio ambiente.

COMENTARIOS FINALES

Los países en vías de desarrollo se enfrentan con un dilema: para satisfacer las demandas crecientes de la población se precisa aumentar la producción de energía, y ello es oneroso y agresivo para el medio ambiente.

El progreso de los países no industrializados debe acelerarse para poder satisfacer las demandas individuales y colectivas de sus habitantes.

Los países industrializados llevaron su crecimiento en desmedro o degradación de su medio ambiente local e influyeron en la degradación de su entorno. Es por ello que hoy algunos desean exportar su tecnología contaminante a otros países, en general a los periféricos, que aún conservan un medio ambiente no degradado. Muchos se preguntan si puede mantenerse la actividad industrial sin agotar los recursos, sin generar residuos no reciclables y sin contaminar el ambiente.

Solo el desarrollo sostenible con tecnologías no contaminantes puede ser un canal para su solución.

Desde el punto de vista de la Ingeniería se podría decir que se debe crear un ecosistema industrial en el que se pueda lograr la producción en un sistema cerrado.

Se debe tener bien en cuenta que las nuevas técnicas e industrias que satisfagan las demandas crecientes de la población con el mayor rendimiento y menor costo pueden crear efectos marginales, no computados a priori, indeseables debido al desconocimiento de los expertos innovadores, o a su conocimiento limitado por falta de base de experimentación (estudios epidemiológicos).

La realización de estudios de impacto ambiental y epidemiológicos en la etapa de factibilidad de los proyectos puede y debe disminuir los efectos no deseados.

Es contradictorio pensar que puede darse un correcto funcionamiento de las organizaciones sin el desarrollo ético de las personas, hechas a imagen y semejanza del Creador.

El medio ambiente no es patrimonio de un país, sino de la humanidad ya que no hay «extramuros de la ciudad» para instalar actividades contaminantes.

BIBLIOGRAFÍA

-SMITH, Mario L. *-Argentina como Desafío Ambiental, Recursos Energéticos, Energías Primarias, Medio Ambiente*, Fundación Integración , Bs.As., 1991.

-*Efectos de los Campos electromagnéticos en las Lineas de Alta Tensión*, trabajo publicado en las Primeras Jornadas sobre Energía y Ambiente, Villa Carlos Paz, Córdoba, 1988.

-*Efectos Biogénicos de los Campos Electromagnéticos de las líneas de transmisión de Alta Tensión*, trabajo expuesto en el Primer Congreso Argentino y Latinoamericano de Oncología, Bs.As., 1989.

-*Impacto de los Sistemas de Distribución en el Medio Ambiente Social y Laboral*, trabajo presentado en la reunión de la CIER, Paraná, 1993.

-*Informe Subgrupo de Trabajo Nro. 9, Mercosur*, Bs.As., 1994.