

Investigación Estratégica



2

Área Medio Ambiente y Energía

Programa de Microenergías
Programa de Gestión de la Calidad del Aire
Programa de Recuperación de Suelos

Programa de Microenergías

FUNDAMENTOS

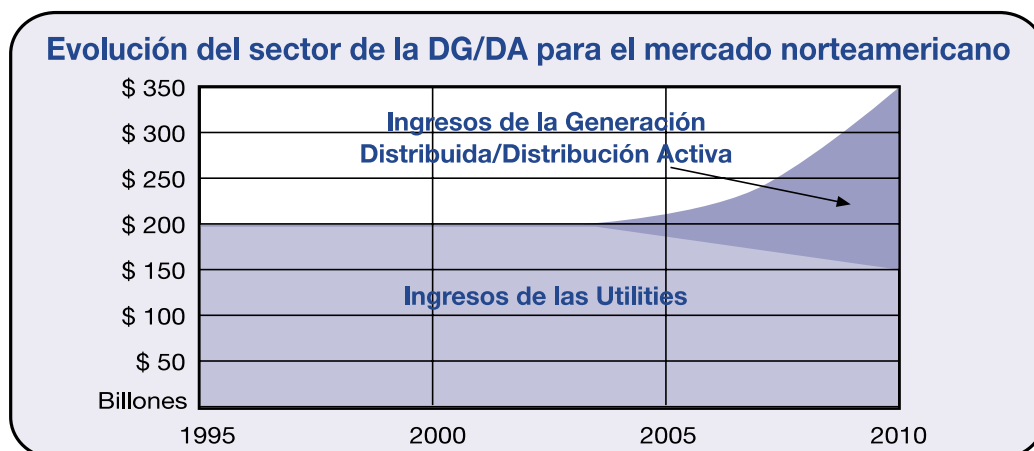
En los últimos años se observa una evolución del sector eléctrico caracterizada por la reestructuración y liberalización, el incremento de las necesidades energéticas y los avances tecnológicos (menor potencia más eficiente). Adicionalmente, desaparece la economía de escala en la que se basan los sistemas tradicionales de generación, transporte y distribución de la energía, y aumenta la influencia de las prioridades socioeconómicas y medioambientales.

Estos factores crean un fenómeno incipiente por el que la generación de la energía eléctrica pasa de concentrarse en un número moderado de grandes instalaciones a integrarse de forma extremadamente atomizada en la red de distribución.

A partir de ahora la energía eléctrica se producirá más próxima a los puntos de consumo, bien sean éstos un área industrial, un área comercial o simplemente una comunidad de vecinos. Con ello los hasta ahora consumidores no sólo contarán con estructuras más flexibles para satisfacer sus requerimientos energéticos sino que se les abre la posibilidad de una fuente de ingresos por la venta de energía. Este modelo tan poco tradicional de generación y distribución eléctrica está despertando un gran interés por su sugerente manera de aumentar la capacidad eléctrica en relación con su costo, por su flexibilidad, y porque se ajusta adecuadamente a las necesidades de una industria en reestructuración que ha de estar dirigida al mercado y que debe ofrecer soluciones orientadas a los clientes.

Este nuevo concepto de Distribución Activa (DA), también conocida como Generación Distribuida (DG), está emergiendo como un nuevo paradigma de generación y distribución de la energía eléctrica, y presenta todas las características de un proceso de ruptura tecnológica y de redes de valor.

Esta visión de la DG/DA está siendo percibida como la aparición de un nuevo sector cuyo impacto se compara en determinados países con el desarrollo de la telefonía móvil o la introducción del ordenador personal. Por ejemplo, estudios de consultorías como Arthur D. Little señalan la siguiente evolución del sector de la DG/DA para el mercado norteamericano:



En una visión a medio y largo plazo, hay que esperar que la energía eléctrica, o simplemente la energía, se comprará como otro producto acompañado de una serie de servicios complejos diversos, adquirida de una manera automática a los suministradores de un mercado abierto que la ofrezcan con la mejor relación calidad/precio. Este mercado estará formado por una red de generadores-consumidores que conectarán a una misma red de distribución sistemas basados en microturbinas, pilas de combustible estáticas o móviles (automóviles), paneles fotovoltaicos, etc. Las nuevas infraestructuras de distribución eléctrica han de permitir la conexión de multitud de sistemas de generación y la exigencia de multitud de condiciones de consumo, lo que también va a condicionar la definición de nuevos sistemas de transformación, de almacenamiento, de medida, de telegestión, de comercio electrónico, etc., bajo los conceptos del control activo de las redes de distribución fruto de las modernas tecnologías de la información y las comunicaciones.

Por lo tanto desde una perspectiva energética global, la DG/DA va a ser uno de los mecanismos adecuados con los que se va a contar para:

- Promover la competencia y la eficiencia económica.
- Proteger a los consumidores ante los cambios del coste de la energía.
- Mantener unos niveles de concesión viables para las "utilities" actuales.
- Proteger el medio ambiente y asegurar un modelo de crecimiento sostenible.
- Mantener la seguridad y fiabilidad de las redes de distribución.
- Proporcionar suministro eléctrico en zonas remotas.
- Generar miles de puestos de trabajo a lo largo de todo el mundo.

Como nuevo paradigma la DG/DA plantea toda una serie de problemas y oportunidades relacionadas con los servicios, los equipos y las infraestructuras. Se empieza a ubicar el negocio de la electricidad en el contexto de las infocomunicaciones y de una megainfraestructura inteléctrica y de transportes. Se comerciará con la energía como con la voz o los datos, a partir de una red de distribución con múltiples puntos de generación, dotados de unos niveles de inteligencia muy superiores a los actuales. Se abre así un futuro con posibilidades de negocio a gran escala basadas fundamentalmente en la **TECNOLOGÍA**.

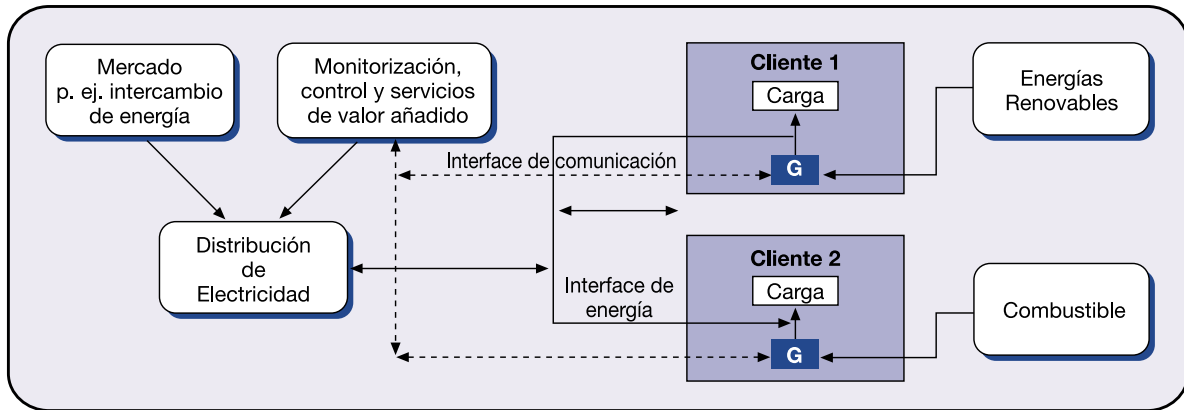
Estado del arte

Los elementos básicos para el desarrollo de la DG/DA se fundamentan en tres ejes:

- Las tecnologías de mini y microgeneración eléctrica de alta eficiencia, que de una manera genérica están ligadas a sistemas situados por debajo de los 30 MW.
- Redes de distribución y microdistribución eléctrica controladas electrónicamente.
- Un sistema de servicios que es capaz de asegurar la calidad del producto eléctrico facilitando un acceso libre al mercado tanto a consumidores como a productores.

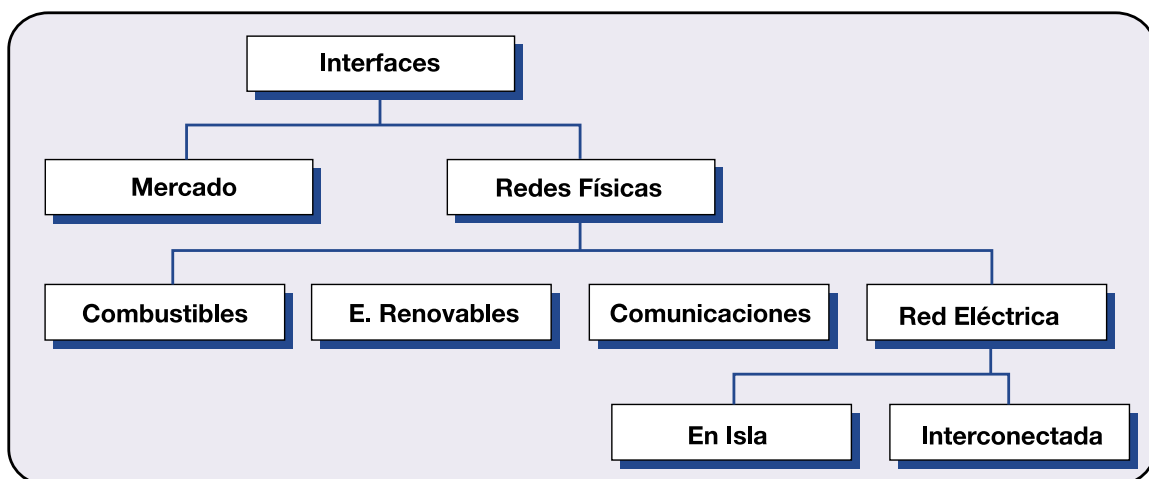
Gráficamente el concepto de la DG/DA puede visualizarse como un sistema de generación/consumo que interactúa con una red energética. Actualmente este tipo de interfaces suele ser física, pero también

tiene que ver con el propio mercado o con los servicios asociados al mismo, como se señala en la siguiente figura:



Las interfaces físicas son las redes de combustible (gas, gas-oil, etc.) y las energías renovables. Otra interfaz física son las comunicaciones que permiten el control, la monitorización y el suministro de servicios de valor añadido. Esta interfaz está relacionada con las cuestiones de seguridad, protocolos, impactos en el sistema, fiabilidad, protecciones, medida, etc. Las interfaces con el mercado tiene que ver con otros suministradores del mercado, por lo que incluye el reparto de cargas eléctricas (dispatching), tarifas, decisiones operacionales, etc.

Por tanto, todas las cuestiones que tienen que ver con las anteriores interfaces son objeto de la DG/DA. No obstante las cuestiones tecnológicas que afectan al sistema intereléctrico de abajo a arriba tienen que ver primero con las conexiones eléctricas para acabar con las cuestiones relacionadas con el mercado siguiendo un esquema como el siguiente:



La conexión eléctrica es el medio que define a los sistemas de DG/DA y dependiendo de cada aplicación estos pueden ir de los sistemas que funcionan aislados hasta los que funcionan en paralelo y sincronizados con la red eléctrica. Cada día la conexión a la red adquiere más importancia y los productos y servicios relacionados con esta función dan lugar a toda una batería de aplicaciones y tecnologías emergentes como las que se señalan a continuación:

Aplicación	Sistemas de DG/DA				HOY	EMERGENTE
	Aislado	Aislado Transferencia Automática	Conexión Red Flujo unidireccional	Conexión Red Flujo bidireccional		
Cargas críticas		↔			X	
Reducción de picos		↔	→		X	
Generación base	←		→		X	
Calor y electricidad	←			→	X	
Calidad Eléctrica PQ	←			→	X	X
Venta de electricidad				↔		X
Servicios auxiliares	←			→	X	
Apoyo a la distribución	←			→	X	
Microredes	←			→		X

Los sistemas para cargas críticas son aquellos que han sido desarrollados para clientes que no pueden tolerar interrupciones, como los hospitales, estaciones de bombeo de agua o industrias con procesos de producción críticos. Los sistemas de DG/DA para la reducción de picos de consumo se han desarrollado para evitar aquellos periodos horarios o estacionales en los que la energía de la red es más cara que la autogenerada. Los sistemas de generación base o alimentación son los que proporcionan energía eléctrica básica. Y los sistemas de cogeneración son aquellos que son capaces de producir calor y electricidad. Todos los sistemas anteriores han alcanzado un nivel de madurez tecnológica, que se verá acrecentada con nuevos sistemas de generación de electricidad, como las microturbinas o las pilas de C.

Ahora bien, la extensión de los conceptos de la calidad de energía, la compra-venta de electricidad al detalle, los servicios auxiliares, las tecnologías de apoyo a la distribución, como las TICs, o la gestión y control de las microrredes, son aplicaciones que van a requerir del desarrollo de tecnologías emergentes durante los próximos diez años.

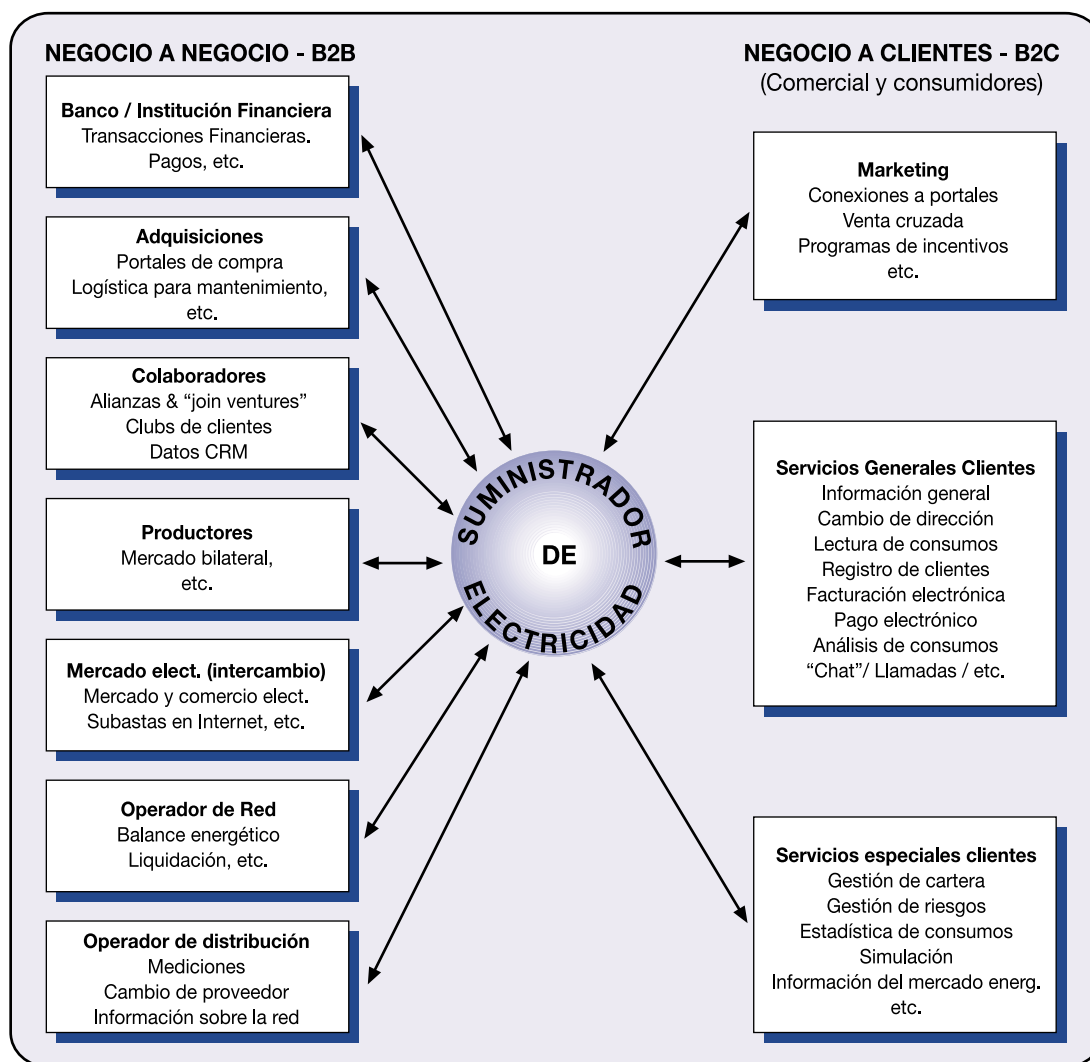
De todas maneras uno de los más importantes negocios que se tienen que abordar en los próximos años son las distintas interfaces de la DG/DA con el mercado eléctrico y las redes físicas que lo soportan: Combustibles (Gas, diesel, hidrógeno, etc.), Energías renovables (Energía solar, eólica, etc.), las comunicaciones (Internet, intranet), la red eléctrica (MT, BT).

Una de las conclusiones que ya podemos tener es que en el futuro, la práctica totalidad de los sistemas de DG/DA conectados a nuestras redes se apoyarán en energías renovables y en sistemas de cogeneración. Este hecho no es una casualidad ya que existen planes de fomento gubernamentales que hacen que estas tecnologías sean muy interesantes tanto para las "utilities" y "microutilities" que van a aparecer, como para los consumidores. Los planes de fomento de la DG/DA serán la consecuencia directa de la puesta en práctica de la política energética europea en el ámbito internacional, nacional y regional.

En el futuro los componentes, sistemas y servicios de la DG/DA van a tener un desarrollo espectacular, como ya se percibe en los países que han entrado hace años en los procesos de desregulación y liberalización. Sin embargo es difícil predecir cuáles de ellos van a prevalecer en el mercado, no obstante se pueden prever alguno de los siguientes escenarios:

Interfaces	Hoy	Posible Futuro (2005)
Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Soluciones personalizadas de interconexión • Los requerimientos tecnológicos cambian con la "utility" • Los niveles de complejidad cambian con la instalación en cuestión y con los contratos • Proceso controlado por la "utilities" 	<ul style="list-style-type: none"> • Soluciones de interconexión del tipo "Plug an Play" <ul style="list-style-type: none"> – Integrado con el componente o sistema de DG/DA – Cumpliendo todos los standards técnicos – Verificado y certificado por terceros • Estándares de tipo nacional e internacional • Contratos y procesos estandarizados que accionalizan la interconexión y haciéndola factible para todo tipo de clientes • Soluciones personalizadas de fiabilidad y calidad de la energía mediante equipos "Custom Power" autónomos o integrados en los sistemas de generación y/o consumo • Servicios de valor añadido eléctrico ligados a la generación, la distribución y las necesidades de los clientes
Combustible (Gas, hidrógeno, gas-oil, aceite, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes sistemas de generación (>1MW) situados aguas arriba en el sistema de distribución de gas natural 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeñas unidades de generación conectables a red, para el ámbito doméstico o el pequeño comercio, instaladas aguas abajo del sistema de distribución de gas natural • Aumento del caudal y de la red de distribución • Desarrollo de otras infraestructuras de combustible complementarias al gas natural
E. Renovables	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes sistemas de generación basados en energía eólica, minihidráulica y biomasa (>200KW) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeñas unidades de generación con energía solar, para el ámbito doméstico o residencial (1 a 20 Kw) • Grandes unidades de generación con energía solar para el aprovechamiento de terrenos improductivos (>100 KW) • Sistemas mixtos de energías renovables, y de energías renovables y convencionales (>1MWA)
Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorización remota 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de sistemas, estandars y protocolos para sistemas de comunicaciones para: <ul style="list-style-type: none"> – Reparto – Control • DG/DA ISO para control y unidades de reparto
Mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a través de un margen de tarifas limitado 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento y modificación de las tarifas disponibles para incluir: <ul style="list-style-type: none"> – Ventas a la red – Servicio auxiliares – Elección de servicio de apoyo • Acceso a los mercados a través de Internet: <ul style="list-style-type: none"> – Señales a precios en tiempo real – Tarifas de sólo distribución • Servicios de valor añadido: <ul style="list-style-type: none"> – Auditorías energéticas y de calidad – Mercado de Medida

Desde la perspectiva del mercado en el que van a estar inmersas las “utilities” y “microuilities”, se prevé que van a surgir toda una serie de potencialidades y de oportunidades en el ámbito de la DG/DA que complementarán a este negocio desde una visión absolutamente electrónica del mismo (e-business). El papel de las industrias eléctricas va a ir mucho más allá del puro desarrollo tecnológico, ya que se modificarán las pautas de relación del negocio eléctrico con respecto a otros negocios (Business-to-Business, B2B) y con respecto a los clientes (Business-to-Clients, B2C) desde una perspectiva global, ya que incluso en algunos casos la diferencia entre clientes y proveedores tenderá a desaparecer. Por tanto, el mercado eléctrico podrá tener unas potencialidades con relación al suministrador integral del producto eléctrico como las que siguen:



Horizontalidad del Programa DG/DA y concordancia con los planes energéticos de la CAPV

La política energética europea tiene como objetivos fundamentales los de contribuir al establecimiento de un crecimiento económico sostenible, la creación de empleo y la prosperidad de los ciudadanos europeos. Los ejes principales en torno de los cuales gira esta política son los siguientes:

- La reducción de las tasas de dependencia energética, para lo que se pretende fomentar la diversificación de las fuentes de energía, apoyando fuentes de energía “autóctonas”.

%	1985	1988	1990	1995	1996	1997
Austria	34,69	37,61	32,61	33,86	31,78	33,48
Belgium	30,73	27,80	24,34	19,63	19,68	21,75
Denmark	22,40	43,31	52,62	64,27	75,60	81,78
Finland	40,93	44,88	37,88	47,25	44,96	45,22
France	45,44	47,87	45,99	51,35	50,45	50,26
Germany	58,00	55,24	53,64	42,30	40,60	39,70
Greece	39,26	38,67	37,94	34,22	33,98	33,18
Ireland	39,93	34,43	30,62	31,69	29,59	23,59
Italy	17,96	19,88	16,19	18,42	18,38	21,24
Luxembourg	1,02	2,25	1,00	2,34	0,70	1,63
Netherlands	94,28	73,05	77,67	80,70	84,00	73,92
Portugal	24,84	23,54	13,17	11,69	18,65	15,38
Spain	39,42	38,24	35,57	28,47	29,50	28,12
Sweden	57,82	63,05	62,57	62,49	60,07	61,20
United Kingdom	115,38	109,59	96,56	116,29	114,39	116,02
EUROPEAN UNION	58,51	56,32	52,26	53,39	53,12	52,26

Grado de autosuficiencia de los países de la UE (Producción autóctona/Consumo bruto).

- **Apuesta por un modelo de desarrollo sostenible.** Para lograr este objetivo se pretende fomentar el consumo racional de la energía, la eficiencia energética y la reducción del impacto medioambiental producido por los procesos energéticos.
- **La innovación y el desarrollo tecnológico en el área energética.**

En sintonía con los programas europeos, a nivel nacional se ha apostado por la cogeneración y el fomento de las energías renovables a través de distintos planes. Además, en relación con la electricidad se ha aprobado la Ley del Sector eléctrico (LRSE 54/1997), que ha sentado las bases del "Plan de Fomento de las Energías Renovables en España", y que define dos regímenes distintos de generación eléctrica: a) **El régimen ordinario**, donde se engloban todas las centrales de gran tamaño, y b) **El régimen especial**, que engloba aquellas tecnologías de generación que utilizan fuentes de energías renovables, residuos y aquellas que consiguen un elevado aprovechamiento de la producción combinada de calor y electricidad. Es en este último régimen donde encajan perfectamente las actividades de la DG/DA.

Cada Comunidad Autónoma ha establecido sus propios planes de fomento de las energías renovables. En el caso de Euskadi, estos planes se incluyen en el plan general de política energética "Estrategia Energética de Euskadi (Plan 3E-2005)". Este plan incorpora un apartado dedicado a las fuentes de energía renovables.

Como consecuencia de los distintos planes serán cada día más las instalaciones en régimen especial, teniendo en cuenta que a partir del año 2003 se liberalizará completamente el sector eléctrico español desde el punto de vista de la generación y el consumo, tanto en MT como en BT.

Como ejemplo podemos decir que tan sólo entre Euskadi y Navarra (Fuente: Ministerio de Ciencia y Tecnología, Agosto 2000), son ya alrededor de 300 unidades las que están operando en el régimen especial o que se esperan que entren en funcionamiento en breve. La mayor parte de las mismas son

centrales minihidráulicas (144), cuya potencia varía entre los 5.5 MW y los 15 KW. Las instalaciones de cogeneración son también bastante numerosas (71), y su potencia en la mayoría de los casos varía entre los 0.5 MW y los 12 MW. Los parques eólicos alcanzan la cifra de 35, con una potencia comprendida entre los 5 y los 33 MW. Por último, existen 24 instalaciones fotovoltaicas de entre 4 y 22 KW.

Los planes de fomento del régimen especial, prevén que la cantidad de energía generada por estos productores se triplique en los próximos diez años (de los 24.648 GWh de 1999 hasta los 78.107 GWh del año 2010). Por lo tanto, todo indica que en los próximos años presenciaremos un aumento importante de unidades de generación basados esencialmente en energías renovables y procesos de alta eficiencia, cuyo efecto no sólo se verá en el ámbito regional, sino a nivel nacional e internacional, si nuestras empresas son capaces de engancharse a la dinámica tractora de la DG/DA.

Dentro de la actividad industrial del País Vasco la energía es uno de los sectores clave de su economía por su volumen y su importancia estratégica. El sector energético contribuye de forma importante al PIB vasco y es uno de los más importantes en términos de generación de empleo. Para este sector la DG/DA presenta una **oportunidad tecnológica y de mercado**, puesto que contamos con empresas que lideran el mercado eléctrico de bienes y servicios en el ámbito nacional. Complementariamente, contamos con tecnologías horizontales provenientes de otros sectores como la electrónica, las electrotecnologías, las telecomunicaciones o los servicios que van a ser nucleares para el desarrollo de este sector.

Por tanto la DG/DA cumple con uno de las implicaciones sociales previstas en las ideas clave del Cluster de la Energía como es la contribución al mantenimiento y creación de empleo en Euskadi, el suministro energético de mayor calidad y seguridad, respetuoso con el medio ambiente y económico, y el desarrollo de nuevas formas de generación de energía que facilitarán el acceso de energía en localizaciones aisladas alejadas de las redes de distribución.

Ahora bien, la desregulación y liberalización de mercados como el norteamericano y el europeo hacen que países como Canadá, USA, Gran Bretaña o Alemania estén en una posición aventajada para el suministro de servicios y productos de DG/DA, pero la todavía incipiente desregulación del mercado español y el buen posicionamiento en países de economía emergente, como Iberoamérica, sitúa a las industrias vascas en una posición de oportunidad innegable. La DG/DA está creando una nueva industria que puede **generar miles de puestos de trabajo** en todo el mundo. La exportación de la tecnología desarrollada en torno a la ella puede convertirse en una importante fuente de recursos para los países que la desarrollen.

Programas empresariales en la CAPV

Del interés de este nuevo sector están dando cuenta las empresas y grupos empresariales del País Vasco con negocios en el sector energético. La razón es sumamente clara, sus intereses son oportunidades que encajan con la cadena de valor que en el ámbito internacional va a tener el mercado de la DG/DA, que de manera esquemática se puede señalar a continuación.

	Fabricación de Equipos	Ingeniería e Instalación	Inversión / Financiación	Operación y Mantenimiento	Gestión Integral y Serv. Avanzados
Núcleo del Negocio	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo y fabricación de equipos y elementos de conexión/control 	<ul style="list-style-type: none"> Servicios de Ingeniería y Construcción asociados a la instalación 	<ul style="list-style-type: none"> Productos y servicios asociados a la inversión / financiación 	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar la correcta operación de los equipos 	<ul style="list-style-type: none"> Ofrecer la solución integral de la necesidad energética del cliente
Ventajas Competitivas	<ul style="list-style-type: none"> Investigación y Desarrollo Capacidad de pasar de I+D a fabricación Capacidad de fabricar, comercializar y servicio de post-venta 	<ul style="list-style-type: none"> Experiencia en los servicios de ingeniería Capacidad de Normalización Project management 	<ul style="list-style-type: none"> Inversión y gestión de activos de naturaleza distribuida Gestión financiera y de riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> Capacidad de ofrecer servicios de operación y mantenimiento competitivos 	<ul style="list-style-type: none"> Gestión comercial Integración de proveedores Conocimiento de la demanda y las necesidades del mercado
Cifra de Negocio (fuente Andersen Consulting)	<ul style="list-style-type: none"> 2004 - \$4.2 billion 2009 - \$5.7 billion 	<ul style="list-style-type: none"> 2004 - \$5.1 billion 2009 - \$6.8 billion 	<ul style="list-style-type: none"> 2004 - \$1.3 billion 2009 - \$3.5 billion 	<ul style="list-style-type: none"> 2004 - \$5.6 billion 2009 - \$14.8 billion 	<ul style="list-style-type: none"> 2004 - \$1.5 billion 2009 - \$4.4 billion

Tanto desde el punto de vista del negocio eléctrico como del de los productos y servicios que se demandan, el País Vasco cuenta con "utilities" e industrias auxiliares del sector eléctrico que se van a ver abocadas a ofrecer sus catálogos en unas condiciones de fuerte competencia, para lo que tendrán que hacer una gran apuesta estratégica, económica y tecnológica, para no verse apartados, y para abrir nuevos mercados tanto en el ámbito nacional como internacional

A distintos niveles, ya podemos dar cuenta de los intereses en este negocio por parte de corporaciones como IBERDROLA y MCC, que han firmado un acuerdo de colaboración en el ámbito de la Generación Distribuida/Distribución Activa. Naturgas, empresa proveedora de productos y servicios gasísticos. De los grupos empresariales: Fagor, Ormazábal, Artech, Ingelectric, Sener, Guascor y Jema que, siguiendo con su trayectoria empresarial, apuestan por distintas líneas tecnológicas y negocios de la DG/DA. Numerosas empresas de desarrollo de productos y sistemas, como Fagor Electrodomésticos, Cegasa, ZIV, Team-Artech, Saft, Zigor, Cidetec, etc. Ingenierías con importantes proyectos en el sector energético, y más concretamente en el sector eléctrico, como: Elecnor, Idom, Miesa, etc.

OBJETIVOS

El presente programa persigue los objetivos generales siguientes:

- Crear una infraestructura científico-tecnológica, industrial y de servicios para propiciar el desarrollo del nuevo sector de la Generación Distribuida/Distribución Activa en el País Vasco.
- Obtener nuevos productos, servicios y procesos de calidad con tecnologías emergentes de desarrollo propio, generando con ello un progreso económico-industrial.
- Propiciar la aparición de nuevas líneas de negocio de alcance internacional aprovechando el fuerte potencial de la Generación Distribuida/Distribución Activa como principal mecanismo de electrificación de países en desarrollo.
- Impulsar la utilización de las aplicaciones de la DG/DA en los sectores industrial, de servicios y residencial de la CAPV.

Por todo lo anterior, podemos afirmar que de la consecución de los objetivos anteriores se beneficiarán a medio y largo plazo las industrias energéticas, en general, y las de servicios en particular como se indica a continuación:

- Empresas dedicadas a la generación y distribución de energía en sus formas de energía eléctrica, gas y renovables.
- Empresas del sector auxiliar eléctrico.
- Empresas de servicios de valor añadido (p.ej. Auditorías, Ingenierías, E-comercializadoras, etc.).

Los consumidores industriales, comerciales y residenciales, que podrán comprar y vender el producto eléctrico en unas mejores condiciones de fiabilidad y calidad. Y por último, los agentes tecnológicos del País Vasco que podrán asentar una infraestructura estable en el ámbito de las electrotecnologías.

La perspectiva de la DG/DA es tan amplia que, para el periodo 2001-2004, nos vamos a centrar en los objetivos científicos-tecnológicos que nos permita encajar con los objetivos estratégicos a medio plazo de las empresas y grupos empresariales que nos han manifestado su interés por el programa estratégico de DG/DA. Por tanto las líneas tecnológicas que se pretende iniciar en este periodo son:

- Microgeneración para BT y uso doméstico con tecnología de pilas de combustible de óxido sólido, capaces de generar electricidad, calefacción y agua caliente sanitaria.
- Microgeneración para BT y uso doméstico mediante sistemas fotovoltaicos.
- Microgeneración con microturbinas a gas.
- Sistemas electrónicos de potencia para mejora de subestaciones y centros de transformación.
- Sistemas de acondicionamiento de red para asegurar la fiabilidad y calidad de la energía en el ámbito de los clientes.
- Sistemas de protección y medida para MT y BT.
- Servicios de valor añadido para la distribución de electricidad.
- Sistemas de reparto ("dispatching"), comercio electrónico y telefacturación de los consumos eléctricos (energéticos) para MT y BT.

Como complemento a la consecución de los objetivos anteriores se persigue demostrar y difundir las capacidades científico-tecnológicas adquiridas mediante la realización o participación en colaboración con las unidades de I+D empresariales en el desarrollo y puesta a punto de demostradores, que en sí van a ser los objetivos materiales del programa estratégico, entre los que podemos mencionar.

- Desarrollo de una planta de demostración de microsistemas de generación donde se muestren los equipos y servicios de instalaciones de generación paralelizables y conectadas a la red de media tensión, y la gestión y control operativo de estos sistemas en coordinación con sistemas de generación convencionales (gestión de plantas mixtas).
- Desarrollo de una unidad de demostración de sistemas y servicios de medida, de análisis y corrección de la calidad eléctrica en subestaciones, centros de transformación y clientes industriales.
- Desarrollo de una unidad móvil para análisis de la calidad eléctrica en MT y BT.
- Desarrollo de una unidad de telefacturación y comercio electrónico aplicable a los sectores industrial, comercial y residencial.
- Colaboración con los proveedores de sistemas de referencia, las utilities y microuilities, los organismos autonómicos y nacionales, para prescribir y aplicar normativas para implantar sistemas de DG/DA a nivel regional y nacional.
- Promover internacionalmente la actividad de las industrias del País Vasco en el ámbito de la DG/DA a través de la participación en eventos internacionales.

Con la consecución de los objetivos materiales se persigue un objetivo más ambicioso que es el difundir los productos y servicios de las empresas vascas que sean de aplicación a la distribución activa, tanto para media como para baja tensión.

ÁREAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS

Las áreas científico técnicas que pretendemos abordar en este programa a medio plazo tienen que ver con la **Generación de Energía**, con la **Distribución de Energía** y con las **Tecnologías Horizontales para Sistemas Energéticos e Industriales**, que más concretamente se pueden clasificar en los tres bloques siguientes:

- Microsistemas avanzados de generación de electricidad.
- Componentes, sistemas y servicios para la red de distribución activa de electricidad.
- Servicios orientados al mercado eléctrico.

Microsistemas avanzados de generación de electricidad

Si bien los sistemas de minigeneración de energía tienen una gran importancia en la DG/DA, como por ejemplo las plantas de cogeneración y los parques eólicos, los modernos microsistemas de generación de energía están adquiriendo mayor importancia porque con su menor rango de potencias y sus mejoras tecnológicas están haciendo que la aplicación de la DG/DA se extienda al sector industrial, al pequeño comercio y a los sectores residencial y doméstico. Algunas de las tecnologías en el ámbito de la microgeneración ya han sido aplicadas durante muchos años, especialmente las máquinas de combustión interna y las turbinas a gas. Otras, como las microturbinas, las pilas de combustible y los sistemas fotovoltaicos de bajo costo se pueden considerar unos recién llegados. Complementariamente, en algunos nichos de mercado ha tenido lugar la instalación de mini y microturbinas hidráulicas y, por ejemplo, para algunas aplicaciones todavía podría requerir alguna actividad de desarrollo en la CAPV en relación con la DG/DA. En la siguiente figura se puede ver el distinto estado de las nuevas tecnologías de microgeneración en el año 1999.

	Residencial	Comercial	Industrial	Conectado a Red	Remoto / En Isla	Rango de la Instalación tipo	1999 Costes Instalación (\$/kW)	Eficiencia (%)	Disponibilidad comercial
1 Aplicación básica									
2 Aplicación secundaria									
* Oportunidad									
Microturbinas a gas	2*	1	1	1	2	25-300 kW	750-900	28-33	Sí - Cond
Máquinas de combustión	1	1	1	1	1	5 kW - 20 MW	400-600	28-37	Sí
Células combustible HT ^a	*	1	1	1	2	100 kW - 1 MW	ND	45-55	2005
Células combustible LT ^a	1	1	2	1	1	2-250 kW	2000 - 3000	30-40	Sí
Pequeñas turbinas gas			1	1	2	500 kW - 20 MW	650	25-40	Sí
Sistemas fotovoltaicos	1	1		2*	1	1 kW - 20 kW	5000	15-20	Sí - Cond.

Del análisis de los datos anteriores podemos concluir que **la incorporación del sector residencial y doméstico a la DG/DA va a tener una importancia estratégica por su dimensión**. Ahora bien requiere que los productos de generación de electricidad conectados a red reúnan las condiciones tecnológicas, de seguridad y los precios para ser asumidas.

Precisamente desde la perspectiva de cubrir un nicho tecnológico que puede permitir la incorporación de nuevas industrias de la CAPV al mercado de la microgeneración, se propone desarrollar tres líneas tecnológicas que son:

- Microgeneración para BT y uso doméstico con tecnología de pilas de combustible de óxido sólido, capaces de generar electricidad, calefacción y agua caliente sanitaria.
- Microgeneración para BT y uso doméstico mediante sistemas fotovoltaicos.
- Microgeneración con microturbinas a gas.

Pilas de combustible de óxido metálico

De todas las tecnologías de pilas de combustible, las de óxido metálico son las que mejor se adaptan a la generación distribuida. Otras tecnologías, polímero y carbonatos fundidos, también pretenden competir por el mismo mercado. Sin embargo, tienen inconvenientes que las hacen menos atractivas para esta aplicación:

- La tecnología de polímero necesita un reformador externo para poder trabajar con gas natural.
- La de carbonatos fundidos todavía no ha demostrado una vida suficiente.

Al contrario, Westinghouse ha construido sistemas de óxido sólido que han demostrado eficiencias excelentes, de alrededor del 50%, y una vida de 70.000 horas. El problema clave a resolver es la reducción del coste a precios competitivos con las tecnologías de generación más baratas (turbinas de gas).

El desarrollo de esta tecnología aplicable al sector doméstico persigue dos objetivos clave:

- Adquisición y desarrollo de la tecnología de las pilas de combustible de óxido sólido. Con ello se pretende estar en la avanzadilla de esta tecnología.
- El desarrollo de un sistema de minigeneración de energía capaz de generar electricidad, calefacción y agua caliente sanitaria.

Con la realización de un proyecto en este entorno, en colaboración con el Lawrence Berkeley National Laboratory, se va a disponer de una tecnología que a medio o largo plazo va a ser muy importante y que está previsto consiga una parte importante del mercado de nueva generación eléctrica estimado en más de 17.000 millones de dólares anuales durante los próximos 20 años.

Las tecnológicas que se van a desarrollar tienen que ver con las cerámicas conductoras de iones, la catálisis, las aleaciones resistentes a altas temperaturas, la electroquímica, el control fluídico, el diseño térmico, y los sistemas electrónicos para control y conexión a la red de distribución eléctrica.

Generador fotovoltaico

El creciente abaratamiento de los paneles solares, el desarrollo de la electrónica de potencia, y el creciente impulso que están recibiendo las energías renovables para su instalación en el ámbito doméstico y residencial abre un nicho de oportunidad para la difusión de este tipo de sistemas en aplicaciones autónomas, pero especialmente en las conectadas a red.

Frente a las instalaciones de potencia media: como las de los Platos solares con motor Stirling, o las torres solares, los microsistemas paralelizables de menos de 5kW se presentan como una oportunidad para construir todo un puzzle de aplicaciones que van desde la doméstica y la residencial, hasta los parques solares.

Para el desarrollo de productos y servicios, alguna de las tecnologías que se tienen previsto desarrollar son:

- Inversores orientados a sistemas de conexión a red de gran escala. Son inversores sin transformador, en el rango de los kilowatios, que puestos en paralelo pueden alcanzar potencias elevadas.
- Inversores orientados a plantas con una concepción centralizada, de interés en instalaciones autónomas o miniplantas híbridas con almacenamiento incluido.
- Topologías electrónicas de conexión a red para microsistemas de generación de energía eléctrica.
- Teleasistencia y telemantenimiento de instalaciones fotovoltaicas.

Microturbinas

Actualmente se están desarrollando microturbinas de una sola etapa, con turbinas de gas de una relación de presión baja, con potencias que van desde los 20 a los 300 kW. La función de estos sistemas es doble, la obtención de calor y electricidad. La aplicación de estas tecnologías a sectores como el transporte, está haciendo que su precio la haga atractiva para la producción de energía no sólo ya en instalaciones industriales y comerciales, sino también en el sector residencial y doméstico.

Tecnológicamente estos sistemas, que tienen un generador que rota a velocidades de 70.000 a 90.000 r.p.m., produce energía eléctrica de alta frecuencia, que ha de convertirse a la frecuencia de la red.

El tipo de tecnologías que se pueden desarrollar en esta línea tecnológica son:

- Rectificadores e inversores que convierten la energía eléctrica de alta frecuencia CA a continua CC y posteriormente se convierte en alterna de la red eléctrica.
- Equipos de recuperación de calor, para cogeneración.
- Teleasistencia y telemantenimiento de instalaciones.

Componentes, sistemas y servicios para la red de distribución activa de electricidad

Las líneas de distribución que componen el sistema eléctrico en la actualidad, fueron diseñadas y construidas hace ya algunas décadas. Estas líneas no fueron concebidas para acoger a unidades productoras de electricidad que vertieran energía en las mismas, sino que su propósito era únicamente el de alimentar las cargas conectadas a las mismas. Este hecho hace que en la práctica la inserción de sistemas de DG/DA pueda provocar perturbaciones en las redes de distribución, sobre todo cuando la potencia de los mismos aumenta. Algunos ejemplos de problemas que se pueden generar son los siguientes:

Modificación del perfil de tensiones. La tensión suministrada por las compañías de distribución eléctrica debe respetar determinadas normas de calidad. La inserción de sistemas de DG/DA hace que la energía pueda fluir en cualquiera de los sentidos, y que por lo tanto las caídas de tensiones sean diferentes a las previstas en las líneas de distribución. Por consiguiente, es necesario introducir nuevos métodos de control en la red que tengan en cuenta el carácter bidireccional de la energía, o sino conectar a los sistemas de DG/DA a líneas dedicadas.

Peligro de mal funcionamiento del plan de protecciones. Cuando ocurre un fallo en la red, es necesario aislar la zona donde éste se haya producido, abriendo el mínimo de disyuntores posibles (para evitar de esta forma dejar sin alimentación a otros clientes). La inserción de sistemas de DG/DA, hace necesario la revisión del plan de protecciones, para asegurarse de que la seguridad, la sensibilidad y la selectividad del sistema no resultan deterioradas. Por ejemplo, algunos equipos de la red de distri-

bución actualmente se hayan protegidos por relés direccionales, de forma que un cambio de sentido de circulación de la energía como consecuencia de la entrada de un sistema de DG/DA provocaría el aislamiento del equipo.

Pérdida de Calidad de Onda. La conexión y desconexión de forma autónoma de los sistemas de DG/DA provoca variaciones significativas en la calidad de onda en los equipos de su entorno, como por ejemplo inyección de armónicos, creación de “flickers” y huecos de tensión, microcortes, etc., los cuales han ido cobrando mayor relevancia conforme han ido evolucionando los sistemas de producción y consumo hacia entornos digitales. Por consiguiente es necesario introducir sistemas de medida, así como sistemas de electrónica de potencia que tengan en cuenta la rapidez de respuesta necesaria para no generar problemas irremediables en los puntos de consumo.

Reconfiguración continua de la red. La ocurrencia de perturbaciones en la red provocará la reacción de los relés de protección y el consiguiente aislamiento de las zonas problemáticas. Este aislamiento puede provocar:

- *Funcionamiento de equipos en isla:* Dado que los sistemas de protección deberán ser capaces de reconocer y desconectar el DG/DA antes de que ocurra el deterioro del mismo y su consiguiente reconexión cuando se den las circunstancias eléctricas adecuadas (tanto a nivel local como a nivel global de estabilidad de red). Por lo tanto se necesitarán sistemas de protección capaces de realizar las desconexiones y sistemas que permitan detectar el instante adecuado para la realización de las conexiones evitando riesgos a los equipos.
- *Reconfiguración de la red.* Como consecuencia de una perturbación se producirán desconexiones respecto de la red general, que deberán ser reincorporados a la misma tan pronto como sea posible, mediante una reconfiguración óptima de la red en la que habrá que tener en cuenta tanto la seguridad y calidad de servicio de la red en sí misma como las condiciones de contratación de los usuarios, como la optimización en la utilización de la red. Por lo tanto, será necesaria la introducción de sistemas automáticos de reconfiguración que permitan realizarla teniendo en cuenta los factores arriba apuntados.

Algunos de estos problemas ya han sido resueltos en el ámbito de la red de transporte (AT), sin embargo las soluciones aplicadas a este entorno requieren una adaptación para trasladarlas a la MT y BT, como por ejemplo, reducción de costes y complejidad de los equipos. En los próximos años estas, entre otras son las cuestiones para las que hay que desarrollar las siguientes líneas tecnológicas:

- Sistemas electrónicos de potencia para mejora de subestaciones y centros de transformación.
- Sistemas de acondicionamiento de red para asegurar la fiabilidad y calidad de la energía en el ámbito de los clientes.
- Coordinación y adaptación de sistemas de protección y medida para MT y BT.
- Sistemas de reparto (“dispatching”) y control de la red.

Sistemas electrónicos de potencia y acondicionamiento de red

Además de las soluciones estructurales para asegurar la fiabilidad y calidad de la energía eléctrica, se están desarrollando soluciones activas que pueden ser instaladas en el ámbito del suministrador o el consumidor, y que están fundamentadas en las siguientes tecnologías que se pretenden abordar.

Definición y desarrollo de acondicionadores de red electrónicos (Sistemas “Custom Power” -Tecnología emergente) para conmutar y compensar la energía eléctrica.

UPS (Sistemas de alimentación ininterrumpida) para MT y BT.

Sistemas de almacenamiento de energía (Ultracondensadores, Bobinas superconductoras o "Flywheels", Baterías,) para apoyar a los sistemas electrónicos de acondicionamiento o fiabilidad de la red eléctrica.

Controladores del impacto de los sistemas de mini y microgeneración conectados a las redes de MT y BT.

Adaptación y mejora de los equipos de transformación, maniobra y corte de la energía en el ámbito de las nuevas subestaciones y centros de transformación orientados a la DG/DA.

Sistemas de protección y medida para MT y BT

Los futuros sistemas de protección y medida han de evolucionar hacia soluciones más flexibles, robustas, de menores dimensiones, y de un costo en consonancia con la expansión del mercado de la DG/DA. De entre todas las tecnologías posibles a desarrollar las consideramos de interés son:

- Sensores y sistemas de medida y telemedida para MT y BT.
- Coordinación y adaptación de sistemas de protecciones.
- Redes de protecciones inteligentes. Como consecuencia del gran dinamismo de la red no será posible operar sobre la base de esquemas de protección predefinidos.
- Normativas y procedimientos de medida que puedan ser utilizados tanto por las "utilities" como por los futuros "operadores de medida".

"Dispatching" y control de la red

En el nuevo entorno de operación de red que surge como consecuencia de la adopción de sistemas de DG/DA, la planificación de la gestión de la red pasa de ser una actividad periódica (planificación semanal, etc.) a ser una actividad continua, ya que son muchas las variables en juego que no son controladas por las "utilities". Como consecuencia de esto será necesario disponer de una nueva generación de herramientas, como:

- Sistemas de localización de faltas.
- Sistemas de reposición de servicio.
- Sistemas de conexión dinámica de la oferta/demanda según condiciones contractuales.
- Sistemas de optimización de la red.

Servicios orientados al mercado eléctrico

Las "utilities" han experimentado un tremendo cambio en los últimos años en los que han pasado de producir el producto energético, mantener sus redes de transporte y a suministrar un producto que ya estaba previamente vendido, a tener que competir dando unos servicios adicionales, además de ofrecer el producto energético a unos precios competitivos y con unos niveles de calidad adaptados a las necesidades de los clientes.

La estrategia de las "utilities" ha evolucionado siendo operadores globales de productos y servicios orientados al cliente, pero teniendo en cuenta el carácter competitivo de un mercado cada vez más abierto. Por todo ello podemos decir que las redes de distribución de la energía se convertirán en un futuro próximo en redes de servicios gestionadas por los clientes, a los cuales se les ofrecerá una

colección externa de servicios inteligentes, que podrán ser completamente flexibles, configurables, controlables y optimizadas para satisfacer sus requisitos. A todo ello habrá que añadir la capacidad de autocorrección de las redes ante posibles perturbaciones que pueden ocurrir en la red, para que de esta forma se pueda decir que nos encontramos ante "utilities" virtuales en las que cada cliente es capaz de configurar paquetes de servicios opcionales.

Con esta perspectiva pensamos que a lo largo de este programa deberemos profundizar en las tecnologías ligadas a los siguientes factores:

- Servicios de valor añadido para la distribución de electricidad.
- Sistemas comercio electrónico, telefacturación de los consumos eléctricos (energéticos) para MT y BT, convergencia "multiutility", etc.
- Servicios de valor añadido para clientes.

Los servicios de valor añadido no sólo van a ser el procedimiento para ganar clientes en un mercado cada vez más competitivo, sino lo que es más importante, mantener los que se tienen aumentando en éstos la necesidad de disponer nuevos y mejores servicios. Las tecnologías que estamos considerando en este caso son:

- Auditorías energéticas orientadas a clientes industriales, comerciales y residenciales.
- Auditorías de calidad de onda y de compatibilidad electromagnética orientadas a clientes industriales y comerciales.
- Sistemas de información y teledatada que permitan anticipar la problemática de los clientes y ofrecer servicios de atención y mantenimiento en tiempo real.
- Integración de las "utilities" con los sistemas de domótica. Por ejemplo con las necesidades de gestión de red, de forma que se alcance un beneficio mutuo tanto para la "utility" (optimización de recursos) como para el usuario (igual nivel de confort a máximo beneficio económico).
- Consultorías sobre el impacto socioeconómico de la DG/DA y otros aspectos tales como los reglamentarios, legislativos y normativos. Al tratarse la DG/DA de una actividad económica emergente, se encuentra insuficientemente estudiada desde el punto económico y poco regulada. Es necesaria la transferencia de experiencias desde países que se encuentren más avanzados en estos aspectos. Esta actividad tendría como clientes a distintos agentes: Administración, empresas eléctricas, fabricantes, usuarios, etc.
- Reparto, comercio electrónico y telefacturación.

Teniendo en cuenta que la generación distribuida introducirá la conexión y desconexión de cargas y generadores, dependientes de la demanda del mercado, requerirá:

- La utilización de sistemas basados en las tecnologías de información que permitan la adaptación de generación/consumo en tiempo real a las circunstancias de cada momento garantizando en todo momento la calidad de servicio. Para ello deberán ser capaces de adelantarse a la evolución del mercado y proponer servicios a los usuarios que le permitan gestionar la red más correctamente.
- Creación de la ventanilla única sobre la base de tecnologías Internet para gestionar todas las relaciones "utility" – cliente.
- Contratación de servicios de valor añadido complementarios a la gestión de la energía, como por ejemplo sistemas de seguridad.
- Integración de servicios comunes a varias "utilities", desde la lectura de consumos hasta los servicios de "call-center".

IMPACTO PREVISIBLE DEL PROGRAMA

La aparición de DG/DA será sin duda un factor de crecimiento del sector eléctrico: “utilities”, “micro-utilities” y empresas auxiliares del sector eléctrico, y también tendrán su influencia en los proveedores de servicios orientados al mercado, como la compra-venta del producto eléctrico. Pero tendrá una especial incidencia en la estrategia de venta del producto energético en general, o lo que es más claro, en la convergencia de los sectores del gas y de la electricidad.

Los primeros beneficiarios de la aplicación de las tecnologías GD/DA son los grandes consumidores de energía en los sectores Industrial, Servicios y Residencial, más concretamente los siguientes:

Sector Industrial: Líneas de producción sensibles, redes de ordenadores, polígonos industriales.

Sector servicios: Grandes superficies, hospitales, hoteles, restaurantes, estaciones de servicio.

Sector residencial: Urbanizaciones, zonas rurales, granjas, municipios, áreas subdesarrolladas.

El carácter emergente de la DG/DA hace que se generen nuevas redes de valor, en las que es posible visualizar parcialmente a los jugadores, pero aún es más difícil establecer los roles cliente-suministrador de cada uno.

Si bien todavía están por despejarse muchas incógnitas de la desregulación y liberalización del sector eléctrico, cuando suceda lo propio con el sector del gas, la correlación de los dos sectores, a través de precios de las dos energías, de los servicios cruzados (p. ej. Medida, mantenimiento, comercio electrónico, etc.), de las tecnologías compartidas (p.ej. combustión, pilas de combustible, microturbinas, controles electrónicos, etc.), etc., será absoluta.

Con independencia de los productos y sistemas ligados a la tecnología básica de la DG/DA, las compañías de servicios centradas en ofrecer productos innovadores a sus clientes perciben muchas posibilidades en la GD/DA. Si bien el núcleo del negocio es la venta de la materia prima, la energía, la diferencia se va a encontrar en los servicios. Los productos como las células de combustible, las microturbinas, los sistemas de almacenamiento, la fiabilidad del producto eléctrico, la calidad del mismo, etc., exigen un tipo de servicios comparables, a éstos se les puede añadir los de las telecomunicaciones, el aire acondicionado, o simplemente los que vayan a exigir los futuros hogares automatizados.

Uno de los elementos clave del Programa de Investigación Estratégica sobre Generación Distribuida/Distribución Activa es un mecanismo de impulso a la cooperación entre el conjunto de “utilities” del sector energético vasco (electricidad y gas), de los operadores energéticos (EVE), de los grupos empresariales y de las empresas de bienes y servicios.

Dentro del mercado expansivo que va a ser el energético se perciben distintos escenarios geográficos y estrategias en los que se va a desarrollar: el mercado de la CAPV, el Nacional, el europeo y el iberoamericano.

El mercado de la CAPV y el Nacional van a arrastrar de las empresas vascas por el indudable empuje de las instalaciones de generación sometidas al régimen especial (p. ej. Cogeneración y renovables), pero especialmente los servicios de valor añadido debido a la liberalización del sector.

Por el contrario el mercado europeo puede suponer una amenaza que hay que considerar, por el extraordinario posicionamiento de las empresas de generación, distribución y servicios que nos llevan unos años de ventaja. Esto nos va a obligar a hacer un esfuerzo importante de posicionamiento tecnológico durante los próximos cuatro años.

Por último, la evolución del mercado iberoamericano significa una oportunidad a medio y largo plazo que arrastrará de todas nuestras empresas, especialmente de aquellas que se esfuercen en alianzas estratégicas tecnológicas y empresariales.

Del conjunto de todas estas acciones vamos a ver una reordenación y una colaboración entre las empresas vascas que facilitará el acceso a mercados de mayor dimensión que los actuales, y que por tanto ejercerá de palanca en la creación de empleo en la CAPV.

Programa de Gestión de la Calidad del Aire

FUNDAMENTOS

El Aire de calidad es un requisito indispensable para nuestra salud y para la del medio ambiente. Cuando los constituyentes del aire incluyen alguna sustancia en cantidades tales que son dañinas para el medio y/o la salud, se habla de contaminación. Aunque los contaminantes pueden ser de origen natural, tradicionalmente han sido las diversas actividades humanas, generalmente asociadas al desarrollo económico, la principal causa de una baja calidad de aire.

A la liberación de los contaminantes en la atmósfera, su emisión, le siguen otros procesos de transformación que resultan en la presencia de contaminantes secundarios, distintos de las sustancias originales. El impacto de los contaminantes será mayor cuanto más larga sea su vida media o tiempo de residencia y la exposición a los mismos, y dependerá además de los posibles efectos sinérgicos entre contaminantes.

Los problemas medioambientales relativos al aire no son, por supuesto, ajenos a la situación de la CAPV. La deficiente calidad del aire de nuestras ciudades está asociada con el crecimiento y desarrollo urbano (cada vez hay más coches y es más extensivo su uso, la calefacción, etc.), y con el desarrollo económico e industrial, sobre todo derivado del tipo de industrialización existente en el pasado, y agudizada por una compleja orografía que dificulta la eliminación de contaminantes. Otros contaminantes están más relacionados con las actividades del sector primario (amoníaco, metano) e incluso procesos naturales (compuestos orgánicos volátiles).

La contaminación más tradicional, relacionada con la actividad industrial y la combustión de materiales (SO₂, plomo, partículas, etc.) ha seguido una tendencia decreciente ligada al cambio cualitativo y cuantitativo de industrias, la implantación de sistemas de minimización y depuración de emisiones, y el empleo de otro tipo de combustibles. Paralelamente, también se han acometido actuaciones concretas dirigidas a paliar la contaminación atmosférica y reducir sus causas.

Como consecuencia de todo ello, la calidad del aire en la CAPV ha mejorado en los últimos años de manera general, aunque debe señalarse que algunas emisiones todavía superan la media europea (es el caso del SO₂) y que se ha asistido al aumento de las emisiones de NO y NO₂ y/o de compuestos orgánicos volátiles asociados con nuevos proyectos energéticos, el tráfico, etc. Estos últimos, que constituyen un grupo heterogéneo, han estado, además, menos controlados que otros contaminantes.

Esta situación se repite a escala europea: existe un reconocimiento por parte de la Agencia Europea de Medio Ambiente, en su informe "Medio Ambiente en Europa" (Segunda Evaluación), en los últimos años, de una nítida mejora de la calidad del aire ambiente en términos globales. La mejora ha sido especialmente patente en los contaminantes "clásicos", tales como partículas sólidas, dióxido de azufre, monóxido de carbono y plomo; y en menor medida en óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles.

Sin embargo, los últimos años han sido testigos del nacimiento de un nuevo marco global de preocupación y actuación, derivados del efecto de contaminantes de vida media larga, con impacto a escalas geográficas superiores, y en procesos más complejos que afectan a la práctica totalidad de la troposfera.

Estos problemas pueden resumirse en los siguientes puntos:

- El ozono troposférico y el smog fotoquímico, cuyo impacto real es aún desconocido en detalle.
- El Cambio Climático (Efecto Invernadero), del cual únicamente se conoce en detalle el efecto de los gases capaces de provocar calentamiento global, pero no la incidencia de otros fenómenos que pueden interactuar con esos procesos.
- Agotamiento del ozono estratosférico, causa potencial del aumento de radiación UVB, con repercusiones en la incidencia de cáncer y modificación de ecosistemas vegetales, entre otros, pero del que no se conoce con certeza su origen.
- Acidificación (contaminación transfronteriza): impacto de la lluvia ácida en suelos y aguas, tanto continentales como marinas, con efectos negativos a lo largo de la cadena trófica y en diversos materiales (bienes culturales, por ejemplo).

El problema de la calidad del aire, universal, requiere la búsqueda de soluciones a esas cuestiones y procesos concretos. La propia evaluación de las emisiones contaminantes constituye en sí misma un problema, debido a los diferentes sistemas o inventarios de emisiones, y a la complejidad de los procesos implicados en la generación de contaminantes.

Más difícil aún resulta la estimación del impacto de la contaminación atmosférica en la salud de la población. También derivado de ello, resulta esencial conocer los procesos asociados, para establecer medidas correctoras y, sobre todo, preventivas que, garantizando el mantenimiento de la salud y el respeto al medio ambiente, permita al mismo tiempo el desarrollo industrial y urbano.

OBJETIVOS

Los objetivos de este Programa de Investigación Estratégica se articulan a varios niveles. El principal objetivo radica en la mejora y mantenimiento de la calidad del aire. Otros objetivos, sin embargo responden a necesidades intermedias para alcanzar ese fin último y tienen como ambición contribuir al conocimiento necesario para avanzar en la resolución de problemas medioambientales. Finalmente, otros atienden a cuestiones más operativas, como la adecuación a la normativa vigente.

En resumen, los objetivos del programa son los siguientes:

- Mejorar y preservar la calidad del aire en la Comunidad Autónoma Vasca.
- Aumentar el conocimiento de los problemas de salud asociados a la problemática específica de los contaminantes atmosféricos presentes en las distintas comarcas/zonas geográficas de la CAPV.
- Favorecer el crecimiento sostenible de la industria vasca, propiciando la integración de criterios de contaminación atmosférica, con objeto de fomentar su competitividad a escala mundial. Equilibrio entre desarrollo económico y medio ambiente.
- Favorecer el desarrollo urbano sostenible, garantizando el bienestar de los ciudadanos en cuanto a la conservación de la calidad del aire.
- Adaptarse a los requerimientos y exigencias legislativas de la UE.

ÁREAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS

Las áreas y líneas científico-tecnológicas principales contempladas en este Programa representan un amplio abanico de actividades, puesto que van dirigidas tanto hacia el desarrollo de herramientas (incluida la formación y sensibilización sobre la materia) como hacia la resolución de problemas concretos relacionados con las actuales preocupaciones medioambientales, mencionadas en párrafos precedentes.

Modelos de Evaluación de la calidad del Aire

Enfocados hacia el desarrollo de sistemas de tratamiento de datos y extracción de información de alto valor añadido a partir de ellos.

- Modelos de dispersión, deposición y transporte de contaminantes atmosféricos.
- Modelos y herramientas para el procesado y tratamiento de datos meteorológicos.
- Sistemas de Información Geográfica.
- Sistemas integrados de control - gestión de grandes focos y/o conjuntos de focos.
- Red de Calidad del Aire (nuevos contaminantes).

Herramientas e Instrumentos para la Evaluación y Gestión de la Calidad del Aire

Relacionados con las anteriores, son aquellos desarrollos que permiten la utilización eficiente de esos modelos. Entre ellos se contemplan:

- Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Planes de Mejora de la Calidad del Aire.
- Contabilidad medioambiental.
- Otros: Huella ecológica, Política Integrada del Producto, Análisis del Ciclo de Vida, Planificación urbanística, etc.
- Sistemas de gestión y control de autorizaciones, registro y seguimiento de instalaciones contaminantes de la atmósfera (Ventanilla única, aplicación de tecnologías de la información -internet, por ejemplo).

Emisiones Atmosféricas

- Inventarios de emisión
- Modelos de evaluación de la contaminación por tráfico y de la gestión energética.
- Modelos de evaluación de riesgos asociados a los problemas de calidad de aire.
- Olores molestos (sistema de gestión, normativa, emisiones y calidad del aire).

Problemas Globales de Calidad del Aire

Aborda problemas comunes, que afectan a la totalidad del planeta.

- El smog: Control y reducción de las emisiones (tráfico, combustión, industria), programa de comercio de emisiones, acuerdos nacionales e internacionales.
- Lluvia ácida.
- Cambio climático: Reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos con efecto invernadero, planes de actuación,...
- Modelos de evaluación económica, medioambiental y social de estas problemáticas y de planes de actuación.

Evaluación de Efectos sobre la Salud

Comprende tres áreas principales:

- Contaminantes minoritarios de carácter tóxico.
- Evaluación de estudios epidemiológicos.
- Modelos de evaluación de riesgos asociados a los problemas de calidad de aire Contaminantes minoritarios de carácter tóxico.

Formación, Información y Sensibilización

- Formación del personal técnico.
- Programas y Sistemas de Información de la calidad del aire al público (Internet, TV, etc.).
- Programas de sensibilización ciudadana (ej.: día sin coches).

IMPACTO PREVISIBLE DEL PROGRAMA

Los avances en el conocimiento sobre procesos con incidencia en la calidad del aire y en el desarrollo de herramientas que permitan una mejor prevención, monitorización y corrección tienen indudable beneficios sociales. Sin embargo, la profundidad del impacto depende del nivel al que se dirigen las actividades del programa y, al menos en lo que concierne la resolución de algunos problemas, también de la implicación más allá de las fronteras de la CAPV.

Así, en torno a los niveles más operativos, algunas de las líneas de actuación descritas facilitarán el establecimiento (y medición) de valores límite, guía o de referencia, basados en el conocimiento de los efectos de los contaminantes y adecuados a situaciones particulares y cambiantes.

En la CAPV, es decir a una escala geográfica relativamente pequeña, el principal impacto positivo radica en la mejora de la calidad de vida de la ciudadanía, a través de la reducción de los efectos nocivos en la salud. Actualmente se conocen las consecuencias de cantidades anormales de ciertos contaminantes que, por ejemplo, producen daño en las vías respiratorias, ojos, y mucosas, complican situaciones asmáticas e incrementan la incidencia de alergias, pueden favorecer la aparición de algunos tipos de cáncer (generalmente en grupos de alto riesgo expuestos a contaminantes específicos), provocan alteraciones metabólicas, o llegan a afectar a la totalidad del organismo por su carácter tóxico bioacumulable.

Sin embargo, todavía se carece de estudios epidemiológicos, o de homogeneización de los mismos, para confirmar asociaciones causa-efecto, así como de modelos que permitan evaluar y gestionar riesgos asociados a ciertos tipos de contaminación.

Las actuaciones en torno al ámbito sanitario, junto con las actividades en sensibilización, son particularmente importantes a escala local, a diferencia de otras muchas que abordan problemas globales, puesto que gran parte de los principales gases contaminantes (producidos por el tráfico, el uso de la calefacción y la actividad industrial) permanecen en áreas geográficas pequeñas, y según en qué zonas de la CAPV, con pocas posibilidades de dispersión.

Indirectamente, además del beneficio particular y social, la mejora de la calidad del aire redundará en un menor gasto sanitario.

En otro ámbito, también se debe mencionar la mejor conservación del patrimonio cultural y la reducción del coste asociado a daños materiales sobre bienes culturales o de uso común.

El conocimiento aplicado a la gestión de contaminantes con poca vida media (menor tiempo de residencia) es también particularmente beneficioso para la protección del medio ambiente. Los efectos negativos de la contaminación atmosférica se producen en las poblaciones animales y vegetales, pero terminan por manifestarse como la degradación de los ecosistemas, por lo general de más difícil recuperación.

A mayores escalas geográficas, también por lo que respecta al medio ambiente, la reducción de niveles de algunos contaminantes (CO₂, óxidos de azufre, compuestos de nitrógeno, compuestos orgánicos, etc.) tendrá un impacto beneficioso, aunque menor según la escala se amplíe (regional, europeo, mundial) ya que depende de esfuerzos concertados.

En cualquier caso, se contribuirá, por ejemplo, a mejorar el balance energético tierra-atmósfera, cuyo actual desequilibrio se encuentra en la base del cambio climático, a limitar la formación de lluvia y deposiciones ácidas, a frenar la pérdida de la capa de ozono y a evitar efectos nocivos para la biodiversidad.

Igualmente, el impacto puede ser considerable en ciertos aspectos políticos y económicos. Así, la disminución de algunas emisiones lleva aparejada soluciones que implican cambios no sólo en los procesos productivos de industrias particulares, sino en las políticas energéticas o de transportes de regiones y países. Los cambios representan retos tecnológicos y económicos para algunos sectores, pero también descubren oportunidades para el desarrollo y utilización de nuevas tecnologías, productos y servicios.

Programa de Recuperación de Suelos

FUNDAMENTOS

Tradicionalmente, el suelo ha sido contemplado desde una óptica utilitaria en función de los usos que se le han asignado como soporte de las actividades humanas, y más recientemente también como soporte biológico en el que se desarrollan funciones naturales esenciales.

La actividad industrial y extractiva principalmente, pero también el desarrollo de centros urbanos y la explotación agropecuaria intensiva, han ejercido una fuerte presión sobre el ecosistema terrestre, teniendo como consecuencia directa la degradación del suelo. En la CAPV concretamente, es especialmente importante la degradación por procesos de contaminación (vertido de residuos, acidificación, concentración de metales pesados, etc.).

Aunque generalmente la presencia de suelos contaminados se suele asociar con zonas altamente industrializadas, el problema de la contaminación afecta a zonas urbanas y rurales, ya que las causas, así como los tipos de contaminación, son variadas. La contaminación puntual, con altos niveles de toxicidad, suele ocurrir en emplazamientos industriales (lo que explica el elevado número de emplazamientos inventariados como potencialmente contaminantes en la CAPV), mientras que la contaminación difusa (por metales pesados, deposición atmosférica, fertilizantes y fitosanitarios, etc.) suele alcanzar concentraciones de contaminantes más bajas y es más difícil de localizar.

La preocupación por posibles efectos negativos en la salud y el medio ambiente, así como el creciente interés por los conceptos de sostenibilidad ha determinado que, además de proteger los recursos naturales disponibles (previniendo futuras alteraciones), se planteen medidas de control y recuperación de sistemas ya contaminados.

La rehabilitación de los suelos contaminados es fundamental para evitar el deterioro de zonas no degradadas, pero también para reintroducirlos en el sistema y relanzar nuevas actividades económicas, en el contexto actual de transformación de la estructura productiva-urbana.

La gestión de los suelos y sedimentos contaminados ha experimentado una evolución importante a lo largo de las dos últimas décadas. El conocimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos ligados a la contaminación del suelo ha tenido una repercusión directa tanto en los métodos para la caracterización y evaluación de la contaminación del suelo como en el desarrollo de tecnologías para su tratamiento.

Además de la resolución de problemas concretos, en el ámbito de la política medioambiental se ha evolucionado desde enfoques que podrían definirse como idealistas, con exigencias restrictivas sobre los objetivos de la recuperación (y de la prevención, en términos más generales de gestión de la contaminación), hacia enfoques más pragmáticos (de lo multifuncional a lo funcional) y flexibles, con especial énfasis en métodos y tecnologías efectivas y de coste asumible.

En la CAPV se ha adoptado una aproximación sistemática a la problemática de los suelos contaminados, comenzando por la determinación de la dimensión del problema y la priorización de las acciones de gestión y recuperación de suelos contaminados. A partir de actuaciones anteriores, este pro-

grama de Investigación Estratégica pretende avanzar en dos dimensiones, básicamente el desarrollo de tecnologías de recuperación y la gestión de los suelos que por diversas razones no puedan ser tratados a corto o medio plazo.

Tanto la propuesta de soluciones tecnológicas como la toma de decisiones ligada a la gestión de contaminación en suelos y sedimentos necesita del desarrollo de métodos de caracterización rápidos y de bajo coste (que incluyan métodos aplicables in situ y métodos ligados a la caracterización de la exposición de los receptores a dicha contaminación).

Además, aspectos como el seguimiento y control de la contaminación residual del suelo o la atenuación natural deben ser contemplados en el desarrollo de tecnologías de recuperación, económica y ambientalmente atractivas.

Por otra parte, es necesario incorporar los nuevos avances metodológicos en el proceso de análisis de riesgos y fomentar su aplicación práctica en la toma de decisiones, conjugándola con el desarrollo de métodos para la evaluación de la percepción del riesgo y herramientas para la comunicación del riesgo.

OBJETIVOS

El fin último del programa es mejorar la calidad de los suelos de la CAPV y contribuir a un desarrollo sostenible, favoreciendo la reutilización de los emplazamientos contaminados, reduciendo los riesgos sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas y otros recursos naturales afectados, ayudando a la conservación para otros usos del suelo verde y, en definitiva, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

El programa, por tanto, persigue los siguientes objetivos:

- Desarrollar metodología, normativa y herramientas que permitan a la administración una toma de decisión sopesada en la cual basar la planificación de las actuaciones relativas a suelos contaminados.
- Desarrollar metodologías de recuperación (descontaminación) de suelos y sedimentos contaminados.
- Dotar a las empresas de la CAPV de una infraestructura técnica y económica que permita afrontar los problemas de descontaminación de suelos e incluso exportar la tecnología a otros países.
- Favorecer la reutilización en condiciones seguras de los emplazamientos contaminados, evitando el asentamiento en suelo verde que podría así utilizarse para otros usos más sensibles.
- Mejorar y proteger la calidad de las aguas superficiales y de las aguas subterráneas.

ÁREAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS

Como ya se ha mencionado anteriormente, el programa contempla dos áreas fundamentales de actuación: recuperación de suelos contaminados, y gestión de suelos contaminados (incluyendo la caracterización de los mismos y la estimación del riesgo asociado).

Caracterización de Contaminación y Toma de Decisiones

Ante la imposibilidad de descontaminar en el corto plazo la totalidad de los suelos contaminados inventariados, resulta esencial disponer de los mecanismos apropiados para una toma de decisiones que permita la gestión responsable y eficaz de los mismos.

En la base de esa decisión se encuentra la caracterización del sistema, suelo o sedimento, enfocada principalmente hacia su posible toxicidad, y la evaluación del riesgo asociado.

Las líneas científico-tecnológicas que dan cobertura a estos aspectos son las siguientes:

- Desarrollo de métodos rápidos y de bajo coste para la caracterización de suelos contaminados.
- Desarrollo de métodos de lixiviación para la determinación de las fracciones móviles y/o biodisponibles de suelos, sedimentos y otros materiales.
- Desarrollo de métodos rápidos y de bajo coste para la determinación de la toxicidad de suelos, sedimentos y otros materiales.
- Desarrollo de metodologías y herramientas para la gestión del riesgo:
 - análisis del ciclo de vida de diferentes alternativas.
 - percepción del riesgo.
 - comunicación del riesgo.

Tecnologías de Recuperación/Contención de la Contaminación

Constituye la segunda área del programa, enfocada a la utilización de tecnologías de recuperación de suelos. Esto incluye tanto el desarrollo de nuevas tecnologías como la aplicación eficaz de tecnologías disponibles pero aún no contrastadas.

Las actividades se concretan en las siguientes líneas:

- Nuevas tecnologías de eliminación/minimización de contaminación en suelos y sedimentos.
- Optimización técnico-económica para la aplicación de ciertas tecnologías emergentes de contención/recuperación de suelos, sedimentos y aguas subterráneas contaminados:
 - Fitorremediación.
 - Recuperación y contención electrocinética.
 - Venteo mejorado térmicamente.
 - Biolixiviación.
 - Desorción térmica.
 - Solidificación/estabilización, etc.

IMPACTO PREVISIBLE DEL PROGRAMA

El desarrollo de las actividades contempladas en el programa tendrá repercusiones medioambientales, sociales y económicas, que pueden resumirse en un beneficio para la ciudadanía en general.

Desde el punto de vista medioambiental, el conocimiento de la calidad ambiental del suelo es la clave de la protección y recuperación de éste y otros recursos limitados (aguas marinas y continentales que entran en contacto con el sistema terrestre). Si a esto se añade el conocimiento de los procesos y riesgos asociados, es fácil imaginar que se podrá avanzar en el establecimiento de mejores políticas preventivas y de una regulación adecuada, es decir, eficaz y lo suficientemente flexible.

Por otra parte, en relación con la sostenibilidad de las actividades humanas y el respeto al medio ambiente, el mayor conocimiento de la vulnerabilidad del suelo, los procesos que en él tienen lugar, y las posibilidades de rehabilitación, contribuirán a recuperar el mantenimiento del equilibrio entre las distintas funciones del suelo: naturales, como hábitat y soporte biológico, o parte del ciclo natural, y de uso (productiva, residencial, esparcimiento, etc.).

Paralelamente, los resultados del programa proporcionarán información útil para la asignación de usos que permitan absorber los costes de las acciones recuperadoras, todo ello manteniendo no sólo el equilibrio entre funciones sino el máximo de sus funciones (como también establece la Ley General de Protección del Medio Ambiente).

De manera general, además, se facilita la gestión y la toma de decisiones basada en conocimiento. Como ejemplo, poder abordar cuestiones como la clasificación de los residuos permite definir en cada caso la gestión más adecuada, ya sea ésta un nuevo uso, la limitación de usos según niveles de contaminación, o la necesidad de recuperación previa a la utilización del suelo.

Entender los riesgos y los mecanismos de actuación de los contaminantes en el suelo, en conjunción con otros factores, tiene implicaciones tanto medioambientales como sanitarias. Así, es posible eliminar el riesgo para la salud humana y los ecosistemas cortando las vías a través de las cuales los contaminantes se extienden.

De hecho, el programa proporcionará conocimiento y herramientas que constituyen una garantía de seguridad en relación con suelos sensibles, es decir, anteriormente dedicados a actividades contaminadoras (alrededor de 1000 según el inventariado actual).

La seguridad, importante per se desde la óptica social y medioambiental, representa, además, un componente muy significativo en la dimensión económica del problema. Después de la reciente crisis industrial, la CAPV se encuentra inmersa en un proceso de cambio, reflejado en la transformación de la industria y el crecimiento urbanístico fundamentalmente. En este contexto, el deterioro ambiental tiene un efecto negativo, por la ralentización del proceso de reconversión y re-estructuración urbano-industrial.

La garantía de seguridad permitiría la reutilización de suelos considerados sensibles, contribuyendo al mejor aprovechamiento del suelo disponible para urbanización. Colateralmente, la disponibilidad de nuevas herramientas, y la mayor sensibilización general facilitaría la incorporación de criterios ambientales en la práctica urbanística (algo que ya se está haciendo en el ámbito industrial).

Relacionado con la necesidad de urbanización, el programa contribuiría al aprovechamiento de las llamadas "ruinas industriales" derivadas de la transformación de la industria tradicional, muchas de las cuales se encuentran en suelos urbanos y/o urbanizables. El nuevo uso de estos terrenos degradados requiere un intenso trabajo de recuperación, además de la garantía de su seguridad para el medio ambiente y la salud.

Además del uso residencial, la rehabilitación de terrenos contaminados posibilita la reubicación de nuevas actividades, tanto industriales como comerciales, con el consiguiente impacto económico.

Por su alcance, tampoco se puede olvidar la gestión de los vertederos abandonados (337 en la actualidad, de los cuales están activos 33%), herencia del pasado industrial y de una falta de sensibilización medioambiental, ni la gestión futura del vertido de los residuos en lugares acondicionados para ello.

Finalmente, debe hacerse mención de la aparición de nuevas oportunidades para las empresas que desarrollen o implementen tecnologías relacionadas con la minimización, descontaminación o revalorización de suelos y sedimentos contaminados, área de creciente interés por la sensibilización medioambiental y la necesidad de adecuación a la normativa vigente.