

**Hacia un sistema de información ambiental nacional a partir de la información generada en los municipios.
La experiencia del proyecto Frontera Digital.**

1. Introducción

Desde 1993 el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, A.C., LANIA, ha estado trabajando en distintos proyectos informáticos del sector ambiental. Primero con el INE, siguiendo con la SEMARNAP y más recientemente con el Municipio de Juárez, Chihuahua.

Estos proyectos han cubierto diferentes aspectos de la función informática de estas instituciones y de sus necesidades en definir nuevos modelos de sistemas de información ambiental para el país.

En este documento presento una experiencia que LANIA desarrolló con dos empresas extranjeras consultoras en cuestiones ambientales, que involucró el diseño de un modelo y una estrategia de desarrollo para un sistema de información ambiental nacional de nuevo tipo. El resultado de este trabajo fue el diseño de un prototipo, pensado inicialmente para Ciudad Juárez que se denominó, Frontera Digital.

Técnicamente Frontera Digital es un sistema de gran flexibilidad, que incorpora sistemas de información ya existentes, que integra información de procesos que se llevan a cabo en los tres niveles de gobierno, así como información multimedios, georeferenciada y accesible todo a través de un mismo sitio Web.

Se propone este ejemplo desarrollado para Ciudad Juárez como punto de partida de una estrategia que pueda extenderse a la construcción de un prototipo para un conjunto piloto de ciudades de la Red Mexicana de Ciudades hacia la Sustentabilidad.

2. Premisas de un Sistema Informático de Información Ambiental Nacional

El Manejo de la política ambiental de un país es quizás una de las tareas más complejas que existe a nivel de acciones de gobierno. Esto se debe a que interaccionan dos grandes conjuntos de actividades que son de por sí altamente complejas. Por un lado, están las tareas de gobierno: normar, operar y hacer cumplir las normas en una materia dada. Por el otro está la materia de trabajo, en este caso el medio ambiente, que tiene la peculiaridad de ser de una alta complejidad porque se ve afectada por la interacción de los elementos de la naturaleza entre sí y de la acción de la sociedad sobre ellos.

Del primer elemento hay que destacar que en un país como México, la responsabilidad de los actos de gobierno están repartidos en tres niveles, el Federal, el Estatal y el Municipal. Su elemento unificador es el territorio en donde se define claramente una jerarquía de pertenencia del más pequeño en el más grande.

Del segundo elemento, veremos que si por un lado la diversidad de los medios en que son descompuestos los problemas ambientales, el agua, el suelo (los sólidos en general), y el aire, por otro lado, estos medios también tienen como elemento unificador de referencia el sitio geográfico.

Hoy en día es casi un lugar común hablar de la necesidad de contar con sistemas de información para apoyar la toma de decisiones y la planeación de cualquier tipo de tarea compleja. Las responsabilidades del manejo y del seguimiento de la correcta aplicación de la legislación ambiental son un ejemplo de tareas que se requieren este tipo de herramientas.

Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones son sistemas que modelan un aspecto de la realidad en función de un conjunto de indicadores que a su vez se calculan a partir de los valores de un conjunto de variables que se generan en los procesos operativos mismos. La búsqueda del conjunto de indicadores que mejor modelan el estado y la evolución del medio ambiente local, nacional o mundial, sigue siendo objeto de discusiones internacionales.

El problema de los indicadores tiene al menos dos vertientes importantes. Por un lado está el hecho de qué tan significativas son las variables involucradas en un indicador respecto a lo que está sucediendo en el mundo real. Hablaremos aquí de la **pertinencia de esos indicadores**. Por otro lado está el hecho de la calidad de los datos de primarios que han servido para calcular este indicador. Hablaremos aquí de **calidad de los indicadores**.

Para poder tomar decisiones sobre un modelo de la realidad necesitamos que los indicadores que conforman este modelo sean pertinentes y de calidad. Es decir que los fenómenos físicos, económicos y sociales que representan sean los que realmente están en juego en la realidad. Pero también necesitamos que los valores numéricos que le dan contenido a estos indicadores hayan sido recolectados en la fuente misma en donde se generan y con la calidad y precisión necesarias para asegurar que los indicadores calculados a partir de ellos reflejan lo que está sucediendo realmente.

Plantear la creación de un sistema de información a nivel nacional del medio ambiente implica un sistema que debe tomar en cuenta estas cuatro grandes dimensiones del espacio de modelado:

1. La división política y administrativa, Federación, Estado y Municipio
2. La composición multimedios de la información ambiental, agua, sólidos, aire
3. La pertinencia de los indicadores utilizados
4. la calidad de los indicadores utilizados

El elemento unificador debe ser la componente geográfica. Para cada punto o zona del país debemos agrupar las variables de estas cuatro dimensiones.

La primera dimensión presupone tener claramente establecida la división de responsabilidades en el ámbito que nos interesa, el del medio ambiente, de los aspectos de normatividad, operación y verificación del cumplimiento de las normas entre cada uno de los tres niveles de gobierno.

La segunda dimensión resulta de una de las grandes lecciones a nivel mundial en el diseño de sistemas de información ambiental. El paradigma del viejo modelo está representado por el conjunto de sistemas de información y bases de datos desarrollados desde los años setenta hasta principios de los noventa por la agencia estadounidense EPA. Estas bases de datos estaban organizados por medios, la información de cada medio estaba contenida en un conjunto de bases de datos separados y sin referencia alguna con los datos de los otros medios, de manera que era imposible cruzar información de lo que sucedía en una localidad desde el punto de vista del medio ambiente en todas sus componentes. Hoy en día la EPA ha formado una serie de programas de apoyo a las agencias estatales del medio ambiente para que desarrollen nuevos sistemas de información multimedios y con información georeferenciada.

La tercera dimensión, implica la existencia de un consenso de cuales son los indicadores pertinentes, de su nomenclatura y de la forma en que son calculados. Esto permite definir las variables necesarias para el cálculo de los indicadores. Lo normal es partir de un modelo macro como el de la OCDE de Presión – Estado – Respuesta, a partir de ahí se definen los indicadores que permitirían darle contenido al modelo.

Finalmente, la cuarta dimensión, toma el conjunto de variables derivadas de los indicadores seleccionados y define cuáles son los procesos que hay que implantar para poder capturar los valores de éstas.

Desde el punto de vista de diseño de sistemas de información de las dimensiones tres y cuatro se desprenden dos objetivos complementarios:

- Contar con un sistema de información que modele la situación real de lo que sucede en el ámbito del medio ambiente y que permita tomar decisiones. Esto es lo que se conoce clásicamente como sistema de ayuda a la toma de decisiones que está basado en un conjunto de indicadores que se pueden relacionar entre sí.
- Contar con los sistemas de información que alimentan al sistema de toma de decisiones con los valores de las variables a partir de los cuales se calculan los indicadores. Estos sistemas deben asegurar la calidad de la información recopilada por ellos. Esto trae consigo la necesidad de contar con buenos sistemas de operación y administración de los procesos que aseguren que los datos recopilados son completos y fidedignos.

Es fácil darse cuenta de la enorme complejidad de esta tarea haciendo un recuento del enorme número de instituciones, de procedimientos, de personas y de variables involucradas. Esto obliga naturalmente a plantear estrategias de mediano plazo para poder lograr el objetivo de contar con un sistema computacional nacional de información ambiental.

3. Estrategia propuesta

a. Integración de los tres niveles de gobierno

La participación de los tres niveles de gobierno sugiere fuertemente una solución descentralizada. Ésta sin embargo es más compleja que una centralizada, pero puede ser más operativa por la misma distribución de responsabilidades en materia ambiental. Por ejemplo, para que una empresa catalogada como “federal” se instale en cualquier municipio del país, tiene que realizar diversos trámites como obtención de licencias de uso del suelo, de construcción, de toma de agua, así como de impacto ambiental y otras que incumben los tres niveles de administración y gobierno.

b. Información multimedios georeferenciada

El siguiente concepto a retener en la definición de una estrategia consiste en decidir que el sistema debe manejar información **georeferenciada multimedios**. El elemento unificador de la información ambiental es el geográfico. A partir de un punto o zona geográfica podemos asociar toda la información que se tiene acerca de los diferentes medios. Por ejemplo. Para una maquiladora en Ciudad Juárez , a partir de su localización, deberíamos poder tener toda la información de la planta, de los procesos productivos que desarrolla, del tipo de materias primas que requiere y de los desechos que produce, así como los valores de sus emisiones a la atmósfera, la calidad del agua que vierte al sistema de alcantarillado, y el manejo que hace de sus desechos sólidos y sus desechos peligrosos. Podemos también conocer sus informes anuales de COA así como los resultados de las inspecciones de PROFEPA y de la Junta Municipal de Aguas y Saneamiento. Si se trata de un área protegida, podemos conocer la situación de la calidad del suelo en la zona, la biodiversidad existente y su distribución, la población que la habita y su distribución, los programas existentes de manejo sustentable del área, etc.

c. Integración de Sistemas Funcionales Existentes en un Entorno Basado en el Web

Un último punto, éste de índole más técnica, es el que se refiere a qué hacer con los sistemas ya existentes en las oficinas de los diferentes niveles de gobierno que controlan los diversos procesos ambientales. La estrategia más conservadora es

tratar de utilizar todo aquel sistema en funcionamiento que cumpla con los requisitos mínimos de calidad y pertinencia de los resultados que produce. Es decir que sus resultados abarquen el universo de sitios que debe cubrir, que maneje todas las variables que se necesitan obtener de ese proceso y que las tenga georeferenciadas, o exista forma de georeferenciarlas. Para lograr esa integración se requerirá realizar un estudio, caso por caso y utilizar los métodos más modernos de integración de este tipo de sistemas. Aquellos sistemas que no puedan ser incorporados a este proceso deberán ser substituidos por nuevos sistemas.

La realización de un sistema con estas características debe, por último, cubrir con los requerimientos técnicos de ser accesible desde el Web para darle una mayor proyección a su uso y a su consulta. Esto implica que todos los datos generados por los sistemas ya existentes que se incorporen deberán ser accesibles a través de Internet.

4. Frontera Digital, el caso de estudio de Ciudad Juárez

a. Elección de Ciudad Juárez

Los elementos de diseño conceptual y de estrategia general para la construcción de un sistema de información ambiental nacional para México que hemos presentado en las secciones II y III, son el resultado de una serie de estudios que realizó LANIA conjuntamente con dos empresas extranjeras consultoras en medio ambiente, DPRA de Estados Unidos e IER de Canadá.

La conclusión a la que llegamos fue que era importante empezar con un caso piloto en el que se pudiesen mostrar cómo era posible integrar los diferentes elementos de un sistema de este tipo. Para ello decidimos proponer a la entonces SEMARNAP y al INE realizar un desarrollo piloto en la frontera norte del país y más concretamente en el municipio de Juárez. A este proyecto se le denominó **Frontera Digital**.

Las principales razones de esta elección fueron las siguientes:

- a) El programa binacional de Frontera XXI, daba una cobertura importante al proyecto ya que tenía un fuerte apoyo de ambos gobiernos y existían fuentes de financiamiento potenciales importantes que podría financiar las primeras etapas del proyecto. Estas etapas consistían en el diseño y construcción de un prototipo para Ciudad Juárez, extenderlo a otros municipios de la franja fronteriza y pasar entonces a su etapa de generalización a nivel estatal y nacional.
- b) La elección propiamente de Ciudad Juárez se basó en el hecho que esta ciudad había sido objeto anteriormente de varios proyectos piloto en

c) cuestiones ambientales. Programas piloto como el de la LAU de Ciudad Juárez, (LAU-CJ) nos sirvieron de punto de partida para el proyecto de Frontera Digital. La LAU-CJ consistía en organizar en un mismo instrumento todas las licencias, municipales, estatales y federales, necesarias para que una empresa federal pueda instalarse en un municipio.

Por otra parte, la complejidad de la problemática ambiental de Ciudad Juárez había impulsado entre otras cosas la creación del Instituto Municipal de Información y Planeación, IMIP, organismo descentralizado del Municipio encargado de sistematizar la información en un sistema de información geográfica alimentado por todas las dependencias municipales, por la Junta Municipal de Aguas y Saneamiento dependiente del Estado, así como por PEMEX y CFE.

Otro rasgo importante era la existencia de una opinión pública representada por un grupo importante de organizaciones no gubernamentales deseosas de apoyar sistemas de mejoras en la operación y administración de los procesos ambientales así como de poder contar con información más completa y de mejor calidad.

Finalmente, se tenía también un apoyo de la industria que veía en un sistema como Frontera Digital una ayuda y una simplificación en su relación con los tres niveles de gobierno para los trámites ambientales.

El cambio de gobierno municipal que se alargó mucho más de lo que se había pensado, nos obligó a entrar en un compás de espera, en el cual todavía nos encontramos. El último resultado al que se llegó fue un diseño con cierto detalle de los procesos ambientales a nivel municipal para el agua, aire y desechos sólidos y peligrosos, así como de su posible integración a los procedimientos federales de la LAU y de la COA.

Consideramos que la experiencia adquirida con este proyecto nos permite sacar lecciones importantes que deseamos compartir con los responsables del manejo de las cuestiones ambientales de otras ciudades del país como las que se aglutinan en esta Red Mexicana de Ciudades hacia la Sustentabilidad.

b. Contenido del Proyecto Frontera Digital

A continuación presentamos una serie de figuras que resumen los elementos esenciales de Frontera Digital.

La figura i presenta los tres principales componentes de manejo de información que integra el proyecto de Frontera Digital. El primer componente consiste en el conjunto de toda la información generada alrededor de las fuentes fijas, capturada a través de diversos sistemas de cómputo y bases de datos a nivel municipal, estatal y federal. El segundo componente comprende la información ambiental del monitoreo del aire de Juárez. Este es un ejemplo de información ambiental de fuentes no fijas. Se presenta el caso de la red de monitoreo del aire, pero dependiendo de la ciudad o del municipio se puede pensar en otras opciones como información acerca de la calidad del agua, o de los suelos. Se trata de

información ambiental que se asigna a una zona y no a un punto fijo. El tercer componente consiste en un sistema de recuperación de información que denominamos bibliotecas digitales y que abarca una gran variedad de información que puede existir en diferentes formatos y lugares. La característica de las bibliotecas digitales es que permiten el acceso a colecciones de información muy diversa como mapas, estudios diversos, monografías, etc de manera enteramente digital.

Toda esta información se podría consultar bajo una misma interfaz gráfica de Web. Aquella información que requiera permisos especiales para ser consultada tendría un procedimiento de seguridad para autentificar a los usuarios que pueden acceder a ella.

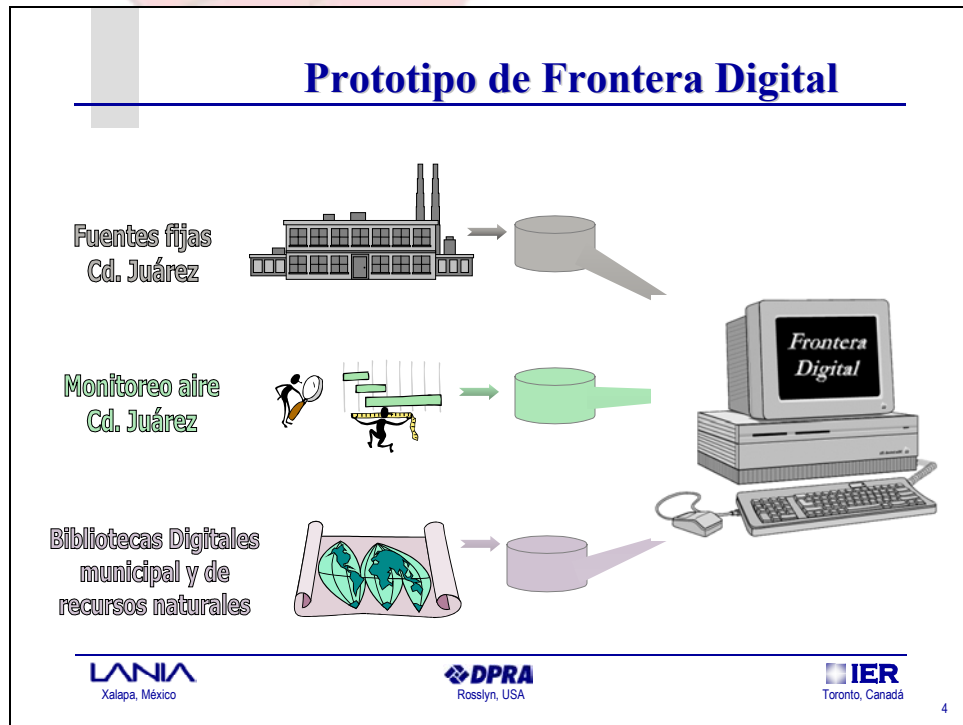


Figura i

La figura ii presenta el ejemplo de las etapas en la vida de una empresa federal que generan información a las diferentes autoridades de los tres niveles de gobierno: Las fases de licenciamiento, de operación inicial y de operación continua. En la primera de ellas la información generada tiene que ver con todos los procedimientos de licenciamiento que se requieren a nivel municipal, estatal y federal tal y como se establece en la LAU-CJ. La segunda muestra lo que sucede, al menos teóricamente, al iniciar la operación de una empresa. Al cabo de seis meses de operación la empresa tiene que demostrar que sus emisiones en todos los medios están dentro de los rangos establecidos en los permisos correspondientes. En la práctica, las empresas suelen incorporar directamente este informe a la siguiente fase de elaboración del reporte anual de operación concentrado en la COA. La tercera etapa corresponde tanto a la ya mencionada elaboración anual de la COA como a los resultados de las inspecciones tanto federales por parte de la PROFEPA, como de la Junta Municipal de aguas y Saneamiento dependiente del Estado.

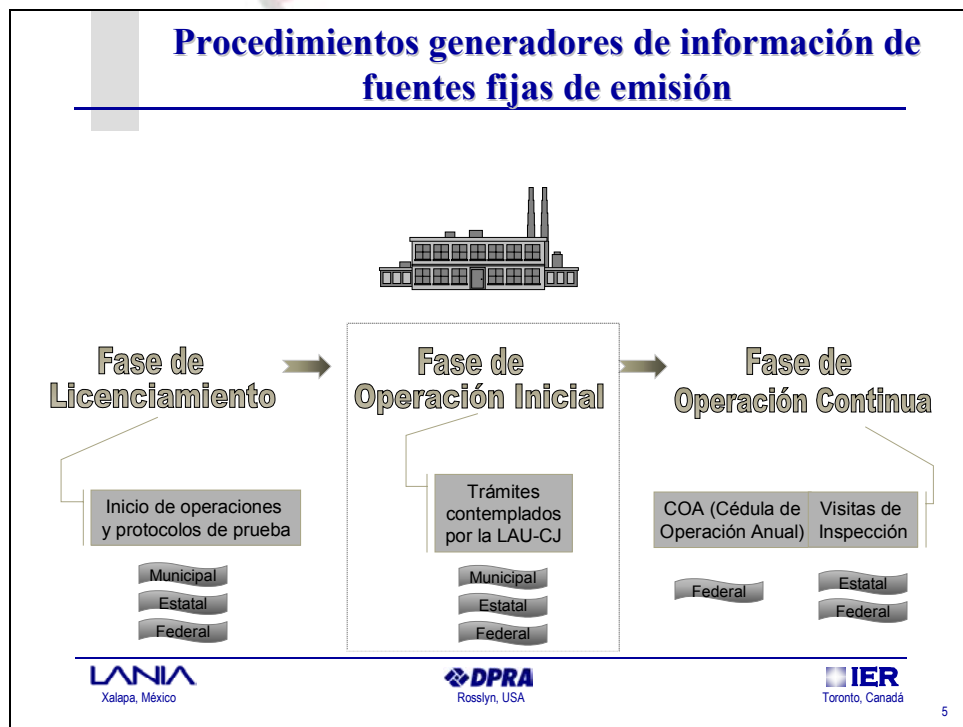


Figura ii

La figura iii presenta el esquema general de cómo se plantea el paso de los sistemas de operación como los planteados por Frontera Digital al Sistema Nacional de información Ambiental basado en los indicadores generados con la información captada en su fuente. La figura muestra de hecho la posibilidad de contar con sistemas de información municipales, estatales y nacional basado en los indicadores correspondientes a esos tres niveles que se calcularían de manera piramidal.

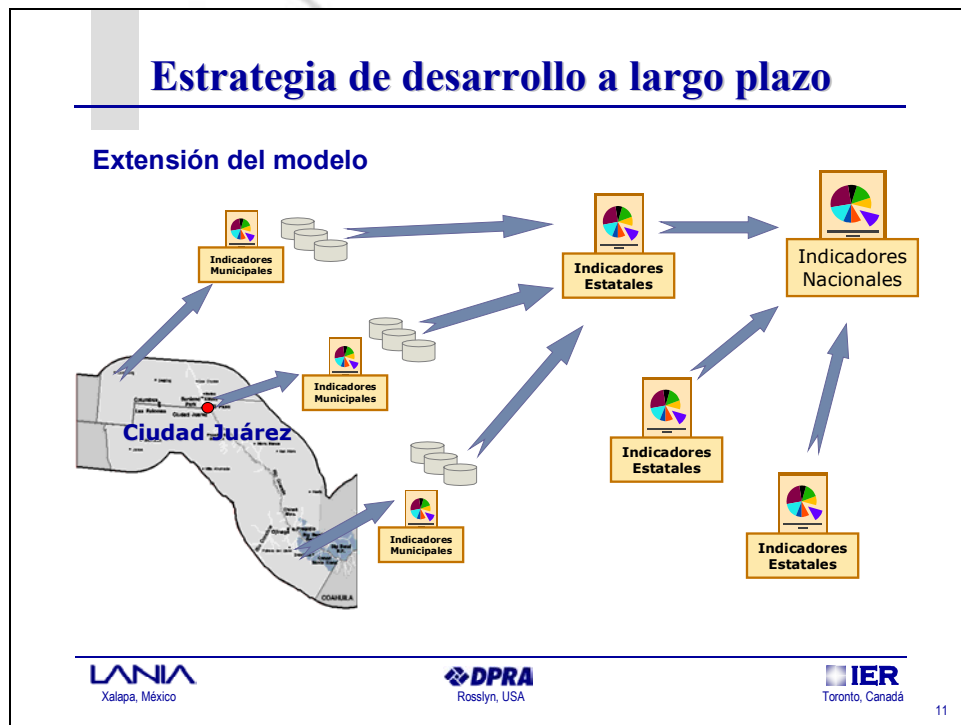
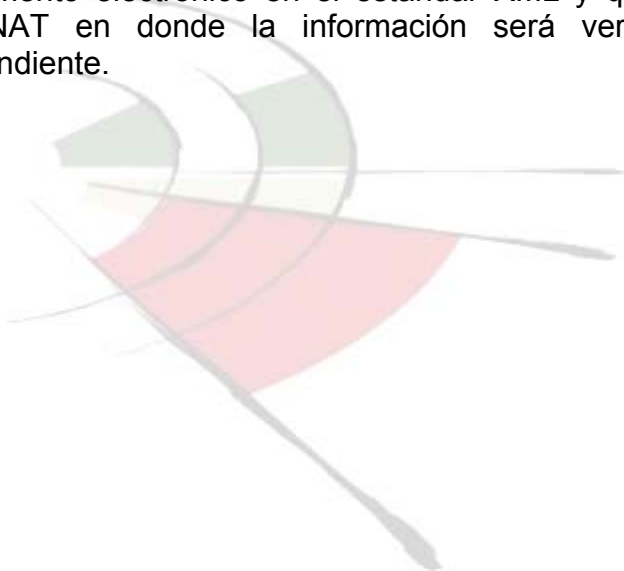


Figura iii

En la figura iv se presenta el Caso de Uso General según la metodología UML, del prototipo propuesto para el Municipio de Juárez. En este Modelo se incluyen las funciones propias a la LAU-CJ y COA para empresas federales, así como también se desglosan los procedimientos que la Junta Municipal de Aguas y Saneamiento y el Municipio deben asegurar para todas las instalaciones industriales y comerciales de la ciudad.

En esta figura se detallan todos los actores que se detectaron y con los cuales se tuvieron entrevistas, así como las principales funciones del sistema. Se trata de un sistema pensado como un sitio Web único a partir del cual cada tipo de usuario

podrá encontrar la entrada al procedimiento que desea. En su última versión se plantea incorporar los últimos adelantos en sistemas basados en web que permiten el manejo de procesos totalmente automatizados desde un servidor del usuario. Esta tecnología es la que se conoce como Servicios Web y puede permitir, por ejemplo, que un programa de cómputo especial en el servidor de una empresa obtenga todos los datos necesarios para llenar la COA anual y elabore un documento electrónico en el estándar XML y que lo envíe al servidor de la SEMARNAT en donde la información será vertida en la base de datos correspondiente.



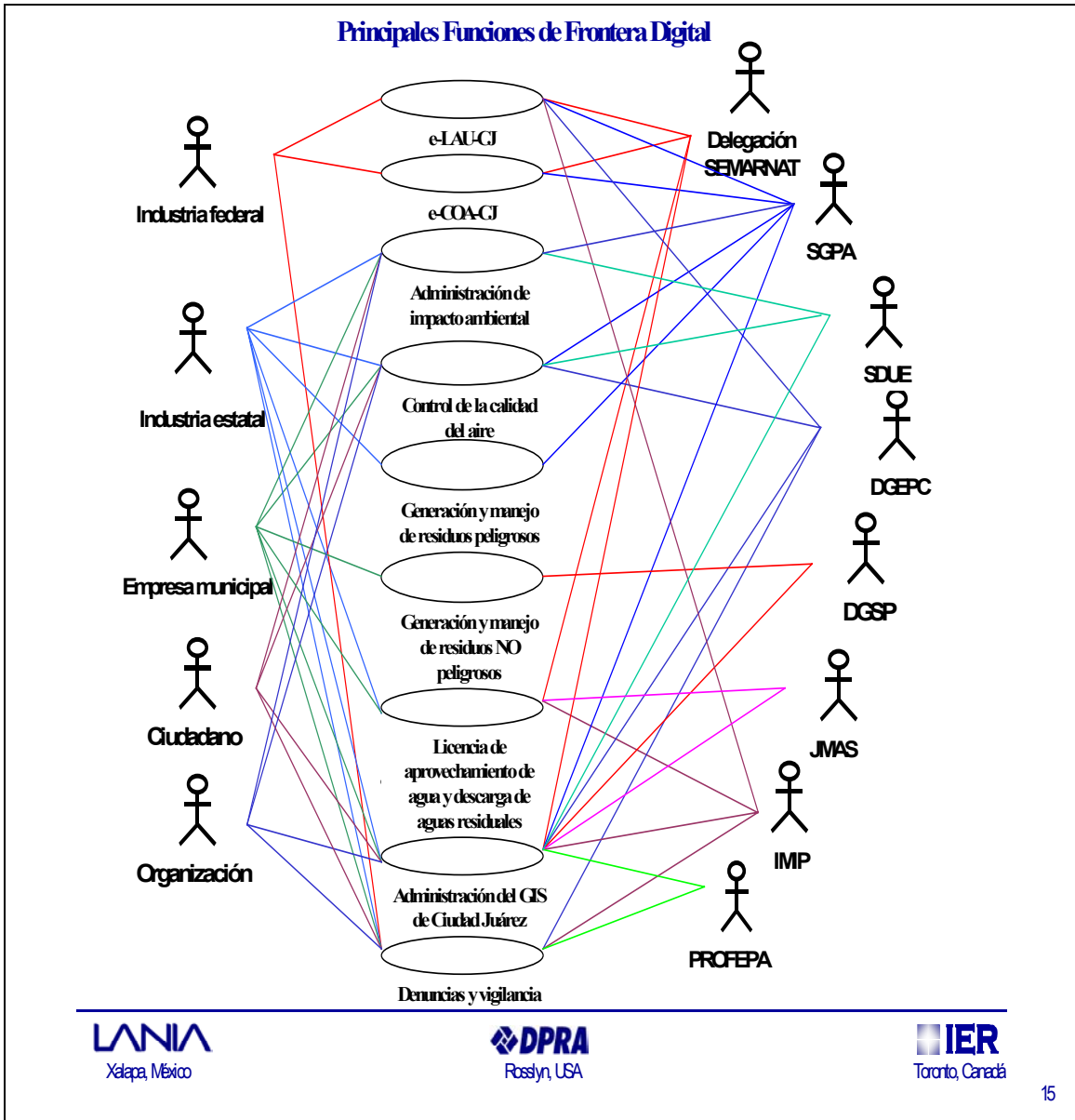


Figura iv

5. Nueva Estrategia para la Red de Ciudades

El estudio de Frontera Digital muestra cómo puede integrarse la información proveniente de diferentes sistemas de información ambiental de instituciones pertenecientes a los tres niveles de gobierno, y cómo es posible georeferenciarla. Se muestra igualmente cómo, a partir de esta integración que asegura la calidad de la información primaria de los procesos ambientales, es posible construir sistemas de información ejecutivos basados en los indicadores calculados a partir de esa información primaria.

El hecho de haber planteado el primer prototipo de FRONTERA DIGITAL para un solo municipio, en este caso el de Juárez, no le quita generalidad al planteamiento global. Es posible volver a pensar la estrategia de desarrollo del sistema nacional a partir del desarrollo de sistemas integrados de una red piloto de ciudades como las representadas en la Red Mexicana de Ciudades hacia la Sustentabilidad.

En este caso sería conveniente seleccionar distintas ciudades que tuviesen características complementarias de manera a asegurar una mejor cobertura de las funciones que debería tener el sistema a nivel municipal.

Por otra parte, el contar con el apoyo de la Red Mexicana de Ciudades hacia la Sustentabilidad, permitirá una revisión y una homogenización de los procedimientos ambientales a nivel de los diferentes municipios del país.

Existen en el mundo ejemplos de esfuerzos coordinados de conjuntos de municipios que han permitido el desarrollo de sistemas de información y de gestión municipal homogéneos con gran éxito. Uno de estos ejemplos es el desarrollado por el conjunto de municipios de la zona de Toronto Canadá.

Naturalmente que un planteamiento de desarrollo de un prototipo como el planteado para una red de ciudades de México implicará un diseño de estrategia de financiamiento que busque obtener fondos de instituciones internacionales que minimicen las solicitudes de préstamos de bancos internacionales.

6. Conclusiones

Un elemento clave de la metodología propuesta para el desarrollo del proyecto de Frontera Digital es su flexibilidad. Desde el punto de vista técnico, el diseño es tal, que se plantea el uso de las técnicas más modernas de construcción de sistemas basados en el Web para hacer un sistema capaz de integrar información proveniente de sistemas heterogéneos. Pero al mismo tiempo permite apoyar a los ayuntamientos en sus esfuerzos de reingeniería de sus procedimientos ambientales y proveer, los sistemas de operación ahí donde sean necesarios. A nivel Estatal y Federal, la estrategia de partir de los procesos que se dan geográficamente a nivel municipal, permite una integración natural de los datos primarios que permiten asegurar la calidad de los indicadores ambientales, su uniformidad y su uso en funciones de planeación y toma de decisiones más ágiles y certeras.