



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO



Trabajo Terminal:

**“Ambienta2MX”**  
2014B-073

Presentan:

**Jimenez García Eduardo Gamaliel**  
**Reséndiz Arteaga Juan Alberto**

**Palabras Clave:** Desarrollo Web, Sistemas distribuidos, Aplicaciones para las comunicaciones en red.

Directores:

**M. en C. Ramírez Morales Mario Augusto, M. en E. Silva Sánchez Carlos**

# Índice general

# Capítulo 1

## Introducción

Ambienta2MX pretende ser una plataforma única en su tipo a nivel nacional, proporcionando la infraestructura lógica, modelo de datos, diagramas y esquemas lógicos necesarios para proveer un servicio de consulta de datos climatológicos e índices de contaminación a través de un portal web y/o servicios expuestos, para fines privados, públicos o sociales en general.

Han existido diversos sistemas que proveen información semejante o han intentado dar solución a la problemática expuesta no solo considerando datos ambientales como la temperatura sino geográficos, geodésicos, topográficos, etcetera; sin embargo, no han tenido el impacto o el apoyo necesario para crecer y proveer la infraestructura lógica y/o física para satisfacer ese problema.

Para llegar a la solución que será descrita a lo largo de éste documento fue necesario considerar un grupo específico de soluciones existentes, que van desde sistemas totalmente orientados a la estandarización, hasta soluciones que toman sólo parte del problema completo que pretende atacar Ambiente2MX.

Problemas de este tipo han sido atacados en otros países, teniendo un impacto favorable en la consulta de información de cierta área en específico, casos como el anterior serán mencionados próximamente.

## Capítulo 2

# Antecedentes

### 2.1. Sistemas de información geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) es un sistema computacional de captura, almacenamiento, chequeo y exposición de datos relacionados a la superficie de la Tierra. Los SIG pueden mostrar información de varios tipos en un mismo lienzo (usualmente mapas) lo que facilita el análisis de la información recolectada.[?]



Figura 2.1: Sistemas de Información Geográfica. [?]

Los SIGs son una herramienta usada por organizaciones, escuelas, instituciones gubernamentales y negocios. Estos sistemas pueden ser orientados a datos globa-

les o a una región en específico del globo terrestre. Entre los datos almacenados más importantes se encuentra la georeferenciación (Longitud, Latitud, Altitud), algunos datos relativos a la zona, por ejemplo, códigos postales.

En México, la institución encargada del manejo de datos estadísticos y geográficos es el INEGI. El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) es la fusión de varias instituciones gubernamentales que funcionaban de forma independiente hasta el año 1983; éstas se encargaban de el manejo de datos estadísticos, comerciales, económicos y financieros.

Actualmente el INEGI, sede se encuentra ubicada en Aguascalientes, Aguascalientes, es la institución encargada de la captación, procesamiento y difusión de información relativa al territorio nacional. [?]

Los datos geoespaciales (Longitud, Latitud, Altitud) que brinda el INEGI se encuentran bajo el estandar ITRF 2008 en época 2010. Sin embargo, aún existen sistemas que se encuentran trabajando bajo el formato ITRF92 época 1988 y NAD27 (formato usado hasta 1998), para ello, se brindará soporte a formatos previos, dando prioridad al último estandar existente.

## 2.2. Sistemas de Monitoreo del medio Ambiente.

### 2.2.1. Proyecto en la ciudad de Salamanca

Uno de los proyectos nacionales que realizó un monitoreo usando un PCFM fue realizado en la ciudad de Salamanca- una de las ciudades más contaminadas en México. Este proyecto es titulado “Análisis de la contaminación del aire usando un Algoritmo PCFM aplicado a una base de datos real.

La intención del estudio es analizar la relación entre contaminación y las variables ambientales. En el análisis de este estudio se involucraron datos desde Enero a Diciembre del 2007. Algunas de las variables que se incluyeron fueron S02, y la concentración de partículas menores a 10m y variables meteorológicas. Velocidad del viento, dirección del viento, temperatura y humedad relativa. A partir de este estudio se instalaron algunos centros de monitoreo en Salamanca.

### 2.2.2. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI)

En este proyecto se elabora un informe que comprende las estimaciones de las emisiones por fuente y sumidero. Esto se realiza de acuerdo a lo conforme establecido en los artículos 4 y 12 de la Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. Este proyecto es una publicación que nos ayuda a saber que deficiencias tenemos, y que efectos pudiera llegar a tener el exceso de algunos contaminantes, sin embargo no es una plataforma para acceder a estos datos tan importantes.

### 2.2.3. Mapa Digital - INEGI

Este proyecto es un sistema de información geográfica que tiene como objetivo facilitar el estudio de los objetos geográficos a través del conocimiento de su ubicación espacio-temporal, así como de atributos asociados; tales servicios bridan al usuario final la posibilidad de:

- Mostrar en forma gráfica la dimensión de la información contenida por medio de acercamientos, selección de capas de información, localizaciones, mediciones, etc.
- Analizar e interpretar los contenidos geográficos y estadísticos mediante operaciones matemáticas, mapas temáticos, gráficos estadísticos, análisis espacial y estadísticos básicos.
- Integrar información a través de la incorporación de datos vectoriales y raster provenientes de archivos locales, conexiones a servicios WMS y base de datos geospatiales de PostGis.

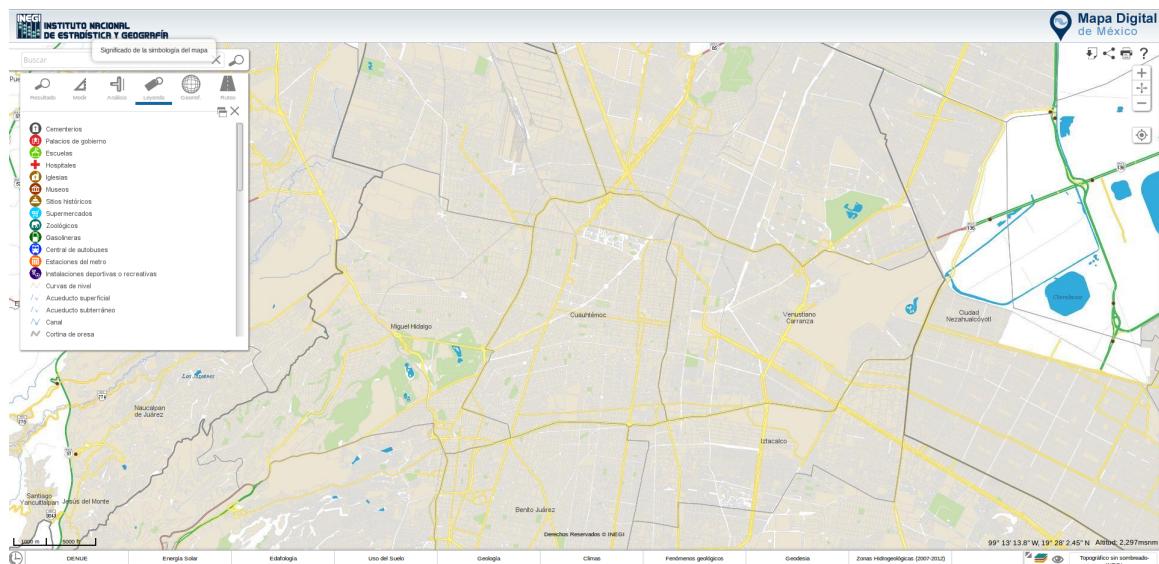


Figura 2.2: Mapa Digital - INEGI.

Toda la información que muestra el mapa digital del INEGI es obtenida por medio de servicios tipo REST, se puede hacer uso de éstos usando Web Scrapping, sin embargo, se encuentra totalmente ligado a la aplicación, trayendo consigo problemas en caso de que se deseara extraer el contenido que ofrecen.

El INEGI y el mapa digital cuentan con algunos puntos de acceso a la información usando como medio principal las peticiones HTTP. Estos servicios suelen ser aislados y requieren de una interacción directa con el humano, es decir, es necesario que éste tenga una interacción mediante escritura o clicks en los formularios de éstos.

## 2.2.4. Base de Datos Estadísticos BADESNIARN

Proyecto de la SEMARNAT que presenta información integrada, revisada y validada con cada una de las fuentes. Además esta estructurada para adecuarse a las necesidades de cada usuario . El usuario en su consulta encontrará el último dato revisado con la fuente, así como la serie histórica disponible en cada caso. Finalmente la plataforma tecnológica detrás le permitirá obtener un archivo electrónico en varios formatos con la info que muestra en pantalla.

The screenshot shows the official website of the Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) of Mexico. The header includes the SEMARNAT logo, the Mexican coat of arms, and links for CONTACTO, DIRECTORIO, and PRESIDENCIA. A search bar with a Google logo and a personalized search field are also present. Below the header, a navigation menu offers links to CONOCENOS, PRENSA, LEYES Y NORMAS, APOYOS Y SUBSIDIOS, EDUCACION AMBIENTAL, TEMAS, and TRANSPARENCIA. The main content area displays the title "BASE DE DATOS ESTADÍSTICOS - BADESNIARN". To the right, a sidebar titled "Base de Datos Estadísticos" provides links to Consulta Temática, Consulta Dinámica, and Contáctanos. At the bottom left, there's a section titled "CONSULTA TEMÁTICA" featuring a graphic of a computer monitor displaying a chart and the text "Consulta temática". At the bottom right, there's a section titled "Publicaciones BADESNIARN" showing several brochures or reports. A "IR AL SITIO" button is located at the bottom center of the sidebar.

Figura 2.3: Base de datos estadísticos - SEMARNAT.

Tiene un módulo de consultas temática en donde están muy bien delimitados los temas relacionados con el ambiente, y uno dinámica en donde se asocia cada metadato o archivo con palabras clave para que el usuario pueda encontrar el tema de su interés. [?]

## 2.2.5. Forecast IO

Es un atlas del clima que se puede visualizar a través de una página web. En el se pueden consultar datos climatológicos – tales como la temperatura actual, probabilidades de precipitación considerando como modo de visualización base mapas de alta definición.

Este proyecto integra la información de diversas fuentes y también provee un servicio para obtener datos a través de peticiones REST. Una de sus más grandes desventajas es la limitante de peticiones hacia su servicio, ya que después de

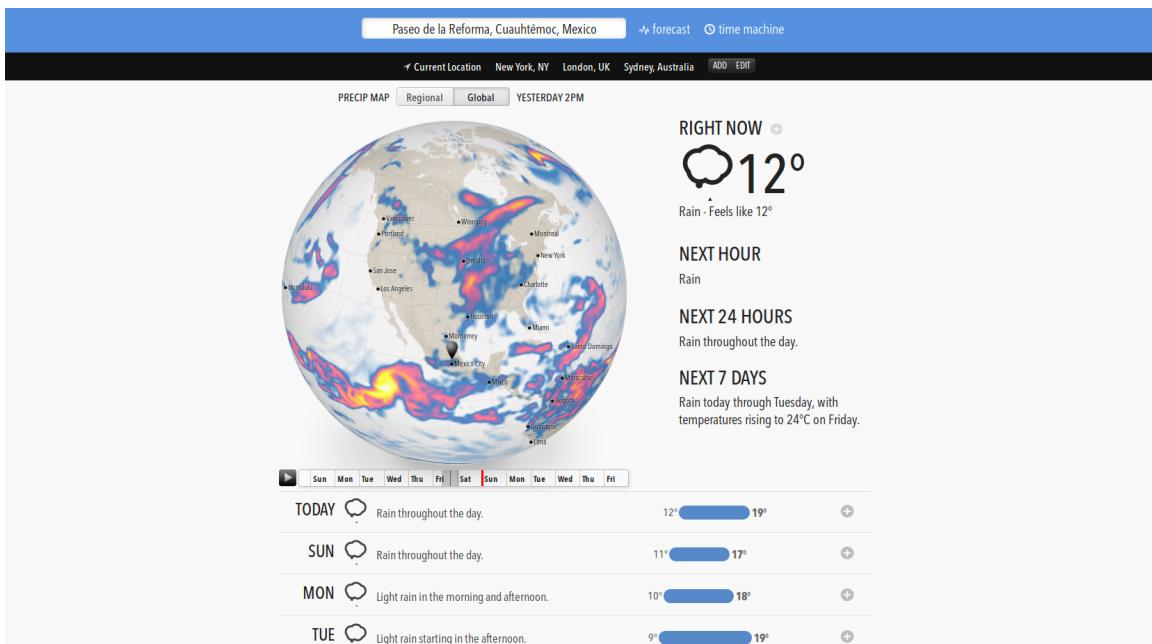


Figura 2.4: Forecast.io

cierta cantidad se aplican cargos a una tarjeta definida al dar de alta la cuenta de desarrollador en la plataforma. [?]

## 2.3. Sistemas de estandarización y unificación de datos.

### 2.3.1. Proyecto INSPIRE.

El Proyecto INSPIRE comenzó a ser desarrollado el 15 de Mayo 2007 y será completamente implementado para el año 2019. Su principal objetivo es la creación de una infraestructura única de información geoespacial a lo largo de la unión europea.

La infraestructura de datos espaciales asistirá y trabajará a lo largo de todo el territorio Europeo y parte de Asia(Territorio de perteneciente a Rusia), los datos serán diversos considerando temás comunes y técnicos.

El proyecto INSPIRE trabaja bajo algunos principios, por ejemplo:

- Los datos deben ser recabados sólo una vez y mantenerse actualizados de forma efectiva.
- Es posible combinar información espacial de varias fuentes a través del territorio Europeo y compartir sus aplicaciones.
- La información geográfica almacenada en todos los niveles será transparente y compartida.

- Busqueda fácil de de información geográfica que puede ser usada para fines particulares y de uso general.

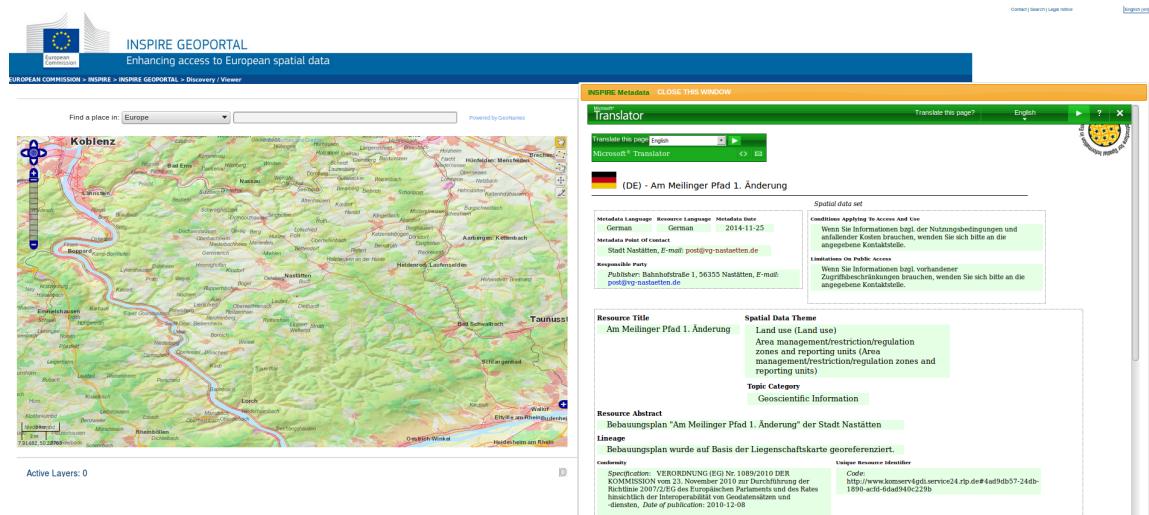


Figura 2.5: Visualización de datos y metadatos en INSPIRE

Actualmente parte de los modulos desarrollados se encuentran en etapas de pruebas. Cuenta con un editor de metadatos que consiedera la fecha, el nombre de la organización, correo electrónico, palabras clave, ubicación (Latitud, Longitud, Altitud), entre otros. Los metadatos pueden ser también validados utilizando las mismas herramientas que provee la plataforma.

El proyecto INSPIRE cuenta con un proceso de participación de “StakeHolders” para mejorar y analizar los detalles específicos del sistema INSPIRE y todos sus modulos.

### 2.3.2. Geoplatform

Plataforma propuesta por el gobierno de Estados Unidos, principalmente por el Comité Federal de Datos Geográficos (The Federal Geographic Data Committee) [?]. Actualmente funciona como una PaaS (Platform as a Service), cuyos principales objetivos son:

- Unificar y brindar información geoespacial confiable a través de datos y servicios.
- Soporte para toma de decisiones.
- Aplicación para la solución de problemas que pueden ser desarrollados sólo una vez y usados varias veces a través de distintas instituciones federales y otras organizaciones.
- Infraestructura compartida para almacenar datos y aplicaciones.
- Punto focal donde instituciones gubernamentales, académicas, privadas y públicas pueden visualizar información relativa a su región.

The screenshot shows the GEOPLATFORM.gov homepage. At the top, there's a navigation bar with links for Overview, Data, Maps, Communities/Agencies, Resources, Marketplace, Dashboards, Sign In, and Help. The FGDC logo is also present. Below the navigation is a section titled "Datasets Published per Month" with a table showing monthly publication counts for various US government departments. The table includes a column for "Total in the Past 12 Months".

Agency Name	Number of Datasets published by month												Total in the Past 12 Months
	Jun '14	Jul '14	Aug '14	Sep '14	Oct '14	Nov '14	Dec '14	Jan '15	Feb '15	Mar '15	Apr '15	May '15	
Department of Agriculture	-	-	22	-	6	4	-	2	11	11	3	4	63
Department of Commerce	38	86	1	368	28165	3580	845	398	394	156	377	193	34601
Department of Defense	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Department of Homeland Security	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Department of Housing and Urban Development	12	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
Department of the Interior	11	134	-	475	404	31	48	22	119	61	161	142	1608
Department of Transportation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	-	-	57
Environmental Protection Agency	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1377	248	-	1625
Total	62	220	24	843	28575	3615	893	422	524	228	1976	587	37969

[Contact Us](#) | [Data Policy](#) | [FAQ](#) | [Policies and Notices](#) | [Privacy Policy](#) | [Accessibility](#)

Figura 2.6: Datasets publicados por Geoplatform

Actualmente usan un estándar de datos abierto conocido como “Common Core Metadata Schema” bajo su versión 1. [?]

La implementación de esta plataforma fue motivada por los principios y espírito de “Open Government”[?], cuya principal visión es la de enfatizar la comunicación, contabilidad y transparencia entre gobierno-ciudadano, dentro del territorio estadounidense. Todos los datos, aplicaciones y servicios que provee Geoplatform se encuentran bajo licencias libres.

La plataforma fue desarrollada por miembros de la el comité federal de datos geográficos (FGDC por sus siglas en inglés) mediante la coolaboración de escuelas y usuarios expertos en el área. La audiencia que toma como fuente incluye agencias federales, estatales y locales, además de sector privado, educativo y al público en general. [?]

### 2.3.3. GeoMap México

GeoMap es una Plataforma Geoespacial Integral, que aprovecha las tecnologías informáticas actuales, implementando metodologías y estándares internacionales. Contiene todas las funcionalidades de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y ofrece todos los servicios necesarios para la creación de aplicaciones geoespaciales. Entre sus principales funcionalidades se encuentran:

- Multiplataforma (Versión Escritorio, Web y para Dispositivos Móviles).
- Módulo de Mapas Dinámicos.
- Interacción con diferentes Servidores de Mapas.
- Conexión a distintas Bases de Datos Geoespaciales.

- Importación e Integración de información geográfica de diferentes fuentes y formatos.
- Visualización de Imágenes de Satélite, Ortofotos y de UAV (Vehículo Aéreo No Tripulado).
- Módulo de Administración y Autenticación de Usuarios.



Figura 2.7: Información publicada por GeoMap

La plataforma Informática responde a la necesidad cada vez más frecuente de utilizar mapas y servicios geográficos en aplicaciones Web y para la Nube. Incluye las funcionalidades de integración y administración de información cartográfica, visualización y procesamiento de información geográfica y tabular, conexión a bases de datos geoespaciales e implementación de análisis espacial avanzado. La plataforma se especializa en temas como la geocodificación y geolocalización, áreas de influencia, zonas de cobertura, ubicación de puntos de interés, visualización, búsqueda y análisis de datos geográficos.

## 2.4. Características climáticas y de contaminación en México.

### 2.4.1. ¿Cuándo se iniciaron los problemas de contaminación del aire?

Desde siempre la humanidad ha emitido contaminantes al aire, pero esto se incrementó de manera dramática a partir de la Revolución Industrial iniciada en el Reino Unido a finales del siglo XVII. En esa época, el trabajo manual fue remplazado por maquinaria, básicamente por la introducción de tecnologías que empleaban el vapor y que hacían posible tener altos niveles de producción. El problema fue que con estos avances industriales se incrementó el uso de combustibles, tal como el petróleo y el carbón mineral, ambos indispensables para el funcionamiento de la nueva maquinaria.

Desde entonces el problema de contaminación del aire se ha convertido en una constante en muchas ciudades industriales de todo el mundo, lo que ha ocasionado problemas de salud a su población.

Algunos de los casos más dramáticos y graves son la famosa niebla tóxica londinense de 1952, el deterioro de los bosques europeos por la lluvia ácida en los años cincuenta y sesenta del siglo XX, y la grave situación de la calidad del aire en la Ciudad de México, Tokio y Sao Paulo durante las últimas décadas del siglo anterior.

#### 2.4.2. ¿Cuáles son los contaminantes y qué efectos tienen?

Los contaminantes pueden ser emitidos de forma natural o por actividades relacionadas con el ser humano. Los fenómenos naturales que se producen en la superficie o en el interior de la tierra –como el caso de erupciones volcánicas, que produce emisiones de gases, vapores, polvos y aerosoles-, también contribuyen a la contaminación del aire.

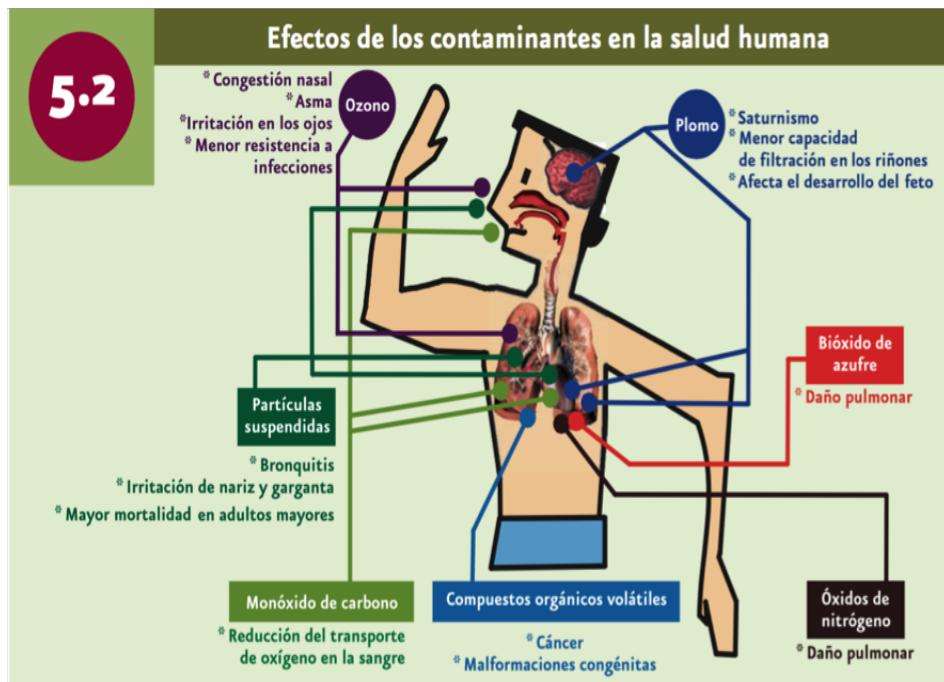


Figura 2.8: Efectos de los contaminantes en el cuerpo.

Los principales contaminantes relacionados con la calidad del aire son el bióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), las partículas suspendidas, el plomo y el ozono.

Las plantas, animales y otros organismos también resienten los efectos de contaminantes como el ozono. Principalmente con la formación de la lluvia ácida, dicha lluvia es ocasionada con la presencia de ciertos ácidos en la atmósfera

que se precipitan a la tierra con la lluvia. El dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, resultado de la quema de combustibles fósiles causan lluvia ácida, ya que al combinarse con agua, oxígeno y otros compuestos químicos forman ácidos como el ácido sulfúrico y el nítrico.

Las plantas se ven afectadas por esta lluvia ya que los ácidos pueden obstruir y acidificar los diminutos poros de las hojas por los que las plantas toman el aire que necesitan para realizar la fotosíntesis, además la lluvia ácida degrada los suelos, lo cual afecta las raíces y la nutrición de las plantas.

En el parque nacional Izta-Popo, Zoquiapan y en el Parque Nacional Desierto de los Leones, la lluvia ácida ha dañado la vegetación. Estos daños involucran la pérdida de hojas y ramas, crecimiento lento y vulnerabilidad a ataques de plagas y enfermedades.



Figura 2.9: Impacto de la lluvia ácida en los bosques de México.

Por otro lado los ríos, lagos y lagunas también pueden hacerse más ácidos por efecto de la lluvia ácida, lo cual pone en serio riesgo a las especies de plantas y animales que los habitan. Algunos ejemplos de estos daños se encuentran en los lagos del norte de Europa, en los que se ha reportado incluso que han quedado sin ninguna forma de vida luego de la contaminación por lluvia ácida.

Por otro lado también los monumentos y edificios sufren deterioros por la lluvia ácida, ya que los ácidos funcionan como agente corrosivo. El laboratorio de restauración del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM indica que en los últimos 25 años el deterioro de los monumentos y edificios históricos de



Figura 2.10: Daños en edificaciones por lluvia ácida.

la ciudad de México se ha acelerado de manera impresionante por el incremento de los niveles de contaminación.

#### 2.4.3. Quiénes generan los contaminantes atmosféricos?

En México al igual que en otros países se han desarrollado inventarios de emisiones que proporcionan información sobre la cantidad de contaminantes que se liberan al aire. En el año de 1999 de acuerdo al inventario de emisiones a nivel nacional se produjeron 40.5 millones de toneladas de las cuales el 58 % correspondieron a fuentes naturales- es decir, el suelo, la vegetación y las actividades volcánicas- y 42 % a la contaminación de origen humano.

A pesar de que aparentemente las fuentes naturales sean las mayores productoras de contaminación, son las fuentes antropogénicas las que están cerca de la población y las que influyen en mayor medida en la calidad del aire que se respira.

Dentro de las fuentes antropogénicas, los vehículos automotores son los mayores productores de contaminantes, después la quema de gas LP y al final las emisiones de plantas generadoras de electricidad.

#### 2.4.4. ¿Qué hemos hecho para resolver el problema?

México lleva tiempo tomando acciones para resolver estos problemas, en 1988 implementó el Sistema Nacional del Inventario de Emisiones de Fuentes Fijas, así como un proyecto para cuantificar las emisiones del Valle de México. A partir del monitoreo de la calidad del aire ha diseñado algunas mejoras como eliminar el plomo en la gasolina, reducción del contenido de azufre.

Actualmente también existe una red de monitoreo atmosférico que abarca 52 ciudades y zonas metropolitanas que mide los niveles de contaminación presentes en el país. La concentración de los contaminantes en el aire se obtiene mediante la toma de muestras de aire que se analizan y procesan.

A partir de estas mediciones nacionales se han detectado cuales son las localidades con mayor índices de contaminación así como los contaminantes que emiten principalmente. Uno de los esfuerzos más notables son los programas para mejorar la calidad del aire (Proaires) que buscan revertir las tendencias de deterioro, ya que incorporan medidas para el control y abatimiento de las emisiones de los contaminantes. También existen centrales eólicas para generar electricidad a partir de la energía del viento, una en la Venta, Oaxaca y la otra en Guerrero Negro, Baja California Sur.

# Capítulo 3

## Metodología

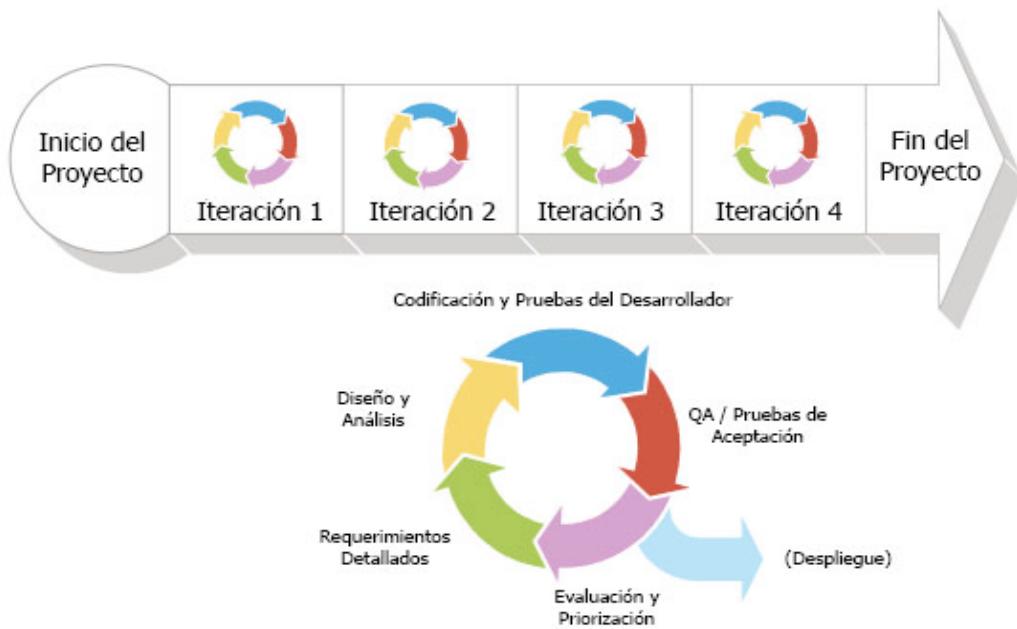
### 3.1. Desarrollo ágil de software

El desarrollo ágil propone una alternativa al desarrollo de software tradicional. Los enfoques del desarrollo ágil son principalmente usados en el desarrollo de software para ayudar a las compañías a responder fácilmente al cambio. [?]

#### 3.1.1. Scrum

Scrum es un marco de gestión para el desarrollo incremental de un producto que proporciona una estructura de roles, reuniones, reglas y artefactos.

Scrum utiliza iteraciones de longitud fija denominados Sprints, que son típicamente de dos semanas o 30 días de duración. Los equipos de Scrum intentan generar un incremento de producto potencialmente entregable (debidamente probado) en cada iteración. [?]



### **3.1.2. Programación Extrema (XP)**

Es un enfoque disciplinado para entregar software de alta calidad rápida y continuamente. Promueve una alta participación del cliente, retroalimentación rápida, pruebas continuas, planeación continua y entrega de software funcional en intervalos muy frecuentes que van de 1 a 3 semanas. [?]

## **3.2. Técnicas de desarrollo ágil**

### **3.2.1. Desarrollo guiado por pruebas (Test Driven Development)**

El desarrollo guiado por pruebas es una técnica avanzada que hace uso de pruebas unitarias para guiar el diseño del software y forzar el desacoplamiento de dependencias.

El resultado de usar esta práctica es una comprensiva suite de pruebas que pueden ser ejecutadas en cualquier momento para proporcionar información de que el software está aún funcionando. [?]

### **3.2.2. Refactor**

Es una técnica disciplinada para la reestructuración de un cuerpo de código existente, alterando su estructura interna sin cambiar su comportamiento exterior.

Cada transformación es pequeña, pero una secuencia de transformaciones pueden producir una importante reestructuración. [?]

### **3.2.3. Integración continua**

Es una práctica de desarrollo que requiere a los desarrolladores la integración de código en un repositorio compartido varias veces al día.

Cada registro de entrada es entonces verificado por un proceso de construcción automatizado permitiendo a los equipos detectar problemas a tiempo.

La integración continua trae muchos beneficios, entre ellos la detección de errores rápidamente y reducir los problemas de integración lo que permite entrega de software más rápidamente. [?]

## **3.3. Justificación**

Para el desarrollo del sistema pondrémos en práctica las técnicas mencionadas anteriormente que son características del marco de trabajo Scrum y de la metodología Extreme Programming.

**El proceso de desarrollo del proyecto se llevará a cabo de la siguiente manera:**

- Planteamiento de las historias de usuario.
- Definición del plazo de tiempo para cada sprint y el conjunto de funcionalidades relacionadas a cada historia de usuario que serán desarrolladas dentro del mismo.
- Implementación de pruebas unitarias en conjunto con el desarrollo de cada módulo de la aplicación.
- Implementación de pruebas de integración para verificar la comunicación entre dos o más modulos.
- Despliegue de la aplicación en un ambiente productivo una vez que todas las pruebas hayan pasado.
- Implementación de pruebas funcionales para verificar que el flujo descrito en las historias de usuario se lleva a cabo correctamente.

### **3.4. Modelo por prototipos**

**Es un modelo para el desarrollo de sistemas en el cual un prototipo es construido, probado y finalmente reconstruido las veces que sea necesario hasta que un prototipo aceptable es finalmente alcanzado del cual el sistema completo o producto puede ser totalmente desarrollado.**

**Este modelo funciona bien en escenarios donde no se conocen por completo los requerimientos.**

#### **3.4.1. ¿Qué es un prototipo de software?**

**Es un modelo de software con una funcionalidad limitada que permite al usuario evaluar los propósitos del desarrollador y probarlos antes de su implementación.**

**También ayuda a entender los requerimientos específicos del usuario y que no pudieron haber sido considerados por el desarrollador durante el diseño del sistema.**

#### **3.4.2. Implementación del modelo de prototipos**

- Los nuevos requerimientos del sistema se definen con el mayor detalle posible.
- Un diseño preliminar es creado para el nuevo sistema.
- Un primer prototipo del nuevo sistema es construido para el diseño preliminar que representa una aproximación a las características del producto final.
- El usuario evalúa el primer prototipo, notando sus fortalezas y debilidades, qué necesita agregarse y qué debería removese. El usuario recoge las observaciones de los usuarios.
- El primer prototipo es modificado, basado en los comentarios hechos por el usuario, y un segundo prototipo del nuevo sistema es construido.

- El segundo prototipo es evaluado del mismo modo que el primero.
- Los pasos anteriores son iterados tantas veces como sea necesario, hasta que los usuarios consideren que el prototipo representa al producto final deseado.
- El sistema final es construido, basado en el prototipo final.
- El sistema final es evaluado y probado a fondo. Existe una rutina de mantenimiento continuo para prevenir errores a gran escala.

### **3.4.3. Integración del modelo orientado a prototipos, el framework Scrum y la metodología Extreme Programming**

Al desarrollar el proyecto utilizando el modelo orientado a prototipos nos fue posible incorporar varias características del framework Scrum y la metodología XP.

Nos dimos cuenta de que el planteamiento de las historias de usuario al inicio del desarrollo de un prototipo nos permita describir rápidamente los requerimientos principales y definir criterios de aceptación para considerar cuando una funcionalidad o flujo de la aplicación estaba completo.

Otra de las característica que tomamos del framework Scrum fueron los Sprints; los cuales implementamos para enfocarnos en el desarrollo de cierta funcionalidad que agrupamos en un periodo de tiempo. La duración de cada Sprint fue de dos semanas.

De igual modo, hicimos uso de algunas técnicas características de la metodología XP como el desarrollo guiado por pruebas al construir nuestro primer prototipo; en el cual, primero se definen un conjunto de pruebas de unidad y en base a ellas se va desarrollando la funcionalidad para que las pruebas pasen sin problemas. Al hacer esto se asegura que la funcionalidad de un módulo pueda ser extendida fácilmente.

## Capítulo 4

# Tecnologías

Para el desarrollo del proyecto decidimos utilizar un lenguaje de programación dinámico que corre sobre la JVM (Groovy) y el conjunto de herramientas que existen en su ecosistema. Además, para la parte de la aplicación web será necesario integrar tecnologías JavaScript que nos ayuden en la interacción con la aplicación que expone datos para mostrar la información que se requiera.

A continuación se describen las ventajas de las tecnologías que hemos decidido utilizar para el desarrollo del proyecto

Nombre	Ventajas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Implementa funciones espaciales para encontrar información relevante de ubicaciones específicas.</li> <li>■ Útil para el procesamiento de grandes cantidades de información.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lenguaje expresivo que incrementa la productividad. Se reduce el azucar sintactico en comparación con lenguajes como C++ y Java y la curva de aprendizaje es muy pequeña si ya se conoce Java.</li> <li>■ Se pueden integrar fácilmente todas las bibliotecas de Java ya que corre sobre la JVM.</li> <li>■ Closures</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sigue un enfoque de construcción por convención.</li> <li>■ A diferencia de otras herramientas para la construcción de proyectos como Maven o Ant que utilizan XML, Gradle hace uso de un poderoso lenguaje específico de dominio (Groovy) para la definición de las tareas que deben ejecutarse.</li> <li>■ Cuenta con un administrador de dependencias que se encarga de descargarlas y las deja disponibles para su uso en la aplicación.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Genera la estructura lógica para aplicar el patrón de arquitectura Model Vista Controlador, ya que se encuentra construido sobre Spring MVC.</li> <li>■ Buen soporte de pruebas unitarias, de integración y funcionales.</li> <li>■ Capa de Mapeo Objeto Relacional que trabaja sobre Hibernate para las operaciones transaccionales.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gran escalabilidad</li> <li>■ Canal distribuido de mensajes como medio de comunicación.</li> <li>■ Herramienta políglota.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Permite la automatización y ejecución de tareas para la construcción de un proyecto JavaScript.</li> </ul>
 <b>YEOMAN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Define la estructura de directorios y archivos para un proyecto JavaScript.</li> <li>■ Cuenta con varios generadores para crear el código repetitivo que se necesita para iniciar un proyecto.</li> <li>■ Define tareas para que el desarrollador se concentre sólo en realizar la funcionalidad de la aplicación.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Incrementa la productividad al desarrollar aplicaciones single page.</li> <li>■ Permite la escalabilidad de una aplicación JavaScript.</li> <li>■ Un modelo de objetos rico y plantillas que se enlazan a los datos.</li> <li>■ Cuenta con propiedades calculadas de un modelo de datos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Automatización del navegador para realizar pruebas funcionales.</li> <li>■ Opción para hacer screenshots de algún flujo de la aplicación.</li> </ul>

Cuadro 4.1: Descripción de las tecnologías

## Capítulo 5

# Modelo de Datos

### 5.1. Justificación

Se hará uso de un modelo de base de datos orientado a documentos. También se contará con un esquema no relacional, es decir, se carece de una normalización definida, haciendo uso de MongoDB, que se encargará de persistir y manejar las estructuras de datos en documentos JSON. Esta base de datos pertenece a la categoría NoSQL.

Las características de una base de datos NoSQL son las siguientes:

- Modelo de datos flexible.
- Buen rendimiento en clusters.
- Sin esquemas.

Este tipo de bases resultan útiles debido a que se pretende procesar grandes volúmenes de información para mostrar un historial de la información climática que se vaya persistiendo.

Las tecnologías para grandes volúmenes de información son relativamente nuevas; estas surgieron debido a la necesidad que tenían empresas grandes como Google y Amazon.

La información fue convertida de un modelo relacional a un modelo basado en documentos, jerárquico o basado en columnas usando proceso de denormalización, ésto con la finalidad de dar un orden a la información considerando simplemente consultas de cierto tipo evitando así operaciones típicas del álgebra relacional como el Producto Cartesiano, que implicaba el uso de grandes recursos.

Las tecnologías de tipo NoSQL se orientan a consultas y no a transacción. Lo que brinda un fácil acceso a la información, una estructura de los datos orientada a su posterior análisis, respuestas en tiempo real y una gran capacidad de escalar y replicar. [?]

Empresas como Foursquare, Google, Amazon, Uber o Twitter, han optado por complementar la información que persisten de forma relacional con modelos orientados a documentos usando tecnologías como Hbase, MongoDB, BigTable, DynamoDB, por citar algunos ejemplos. [?] [?]

## 5.2. Descripción

Considerando la problemática y solución que plantea el equipo de Ambienta2MX, se ha optado por orientar el sistema a consultas usando documentos como modelo de datos base.

La información que será guardada y posteriormente consultada por otros módulos del ecosistema Ambiento2MX seguirá un esquema propuesto por el equipo de trabajo, éste recopila la estructura de sistemas que proveen información climática como lo son weather.gov, forecast.io, Weather Underground, proyecto INSPIRE (Unión Europea), Servicio Meteorológico Nacional, entre otros. [?] [?] [?]

Para la persistencia de la información se han definido los siguientes documentos:

- Places
- Pollution
- Weather

Los documentos serán almacenados en MongoDB considerando los datos definidos en la especificación JSON Data Interchange Format (en su versión 2013). [?]

El equipo de Ambiento2MX ha considerado el uso de el formato antes mencionado debido a su facilidad de lectura e integración con otro tipo de plataformas y lenguajes de programación, actualmente es el formato que rige el manejo de API de tipo REST.

Dentro de los modelos existe información relativa a los proveedores o fuentes de información, ésta información será utilizada para fines de consulta y contar con el control del origen de los datos.