

**ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN SIG PARA LA GESTIÓN DE LOS  
PLANES DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA TUBERCULOSIS EN EL  
MUNICIPIO DE POPAYÁN**



**PABLO EDUARDO CAICEDO RODRIGUEZ**

**INGENIERIA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

**POPAYÁN  
2.004**

**ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN SIG PARA LA GESTIÓN DE LOS  
PLANES DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA TUBERCULOSIS EN EL  
MUNICIPIO DE POPAYÁN**



**PABLO EDUARDO CAICEDO RODRIGUEZ**

**Proyecto para optar el Título de Ingeniero en Electrónica y  
Telecomunicaciones**

**Directora:  
MS(C) CAROLINA GONZALES SERRANO**

**INGENIERIA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

**POPAYÁN  
2.004**

*Aunque dejemos la casa atrás  
Siempre la llevaremos en nuestros corazones  
-Shinjo*

Dedicado a mis padres y a mis hermanos

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres: Josué y Carmen

A mis hermanos: Luis, Martha, Esperanza, Nelson.

A mis sobrinos

Por soportarme estoicamente y por brindarme todo el apoyo durante mis años de estudio. Por afrontar esta “aventura” conmigo. Porque sus enseñanzas y las experiencias que hemos vivido juntos como familia me han llevado a donde estoy en este momento.

A los ingenieros:

Juan Carlos Vidal R.

Julio Ariel Hurtado A.

Carolina Gonzales S.

Que confiaron en mí para realizar este trabajo. Además porque su guía fue una gran ayuda en el desarrollo del mismo.

Un agradecimiento muy especial a las ingenieras

Marta Elena Montañó F

Sandra Patricia Castillo L.

Por sus enseñanzas y amistad durante este año y medio de trabajo juntos.

A mis profesores de la Universidad del Cauca, por que inculcaron en mí el amor a la profesión que escogí y por enseñarme el valor de ser un ingeniero.

A mis amigos por su apoyo incondicional.

A mis compañeros que me acompañaron durante la carrera. Especialmente a:

Diego Miranda

Andrés Felipe Meneses

Jose Milciades Ordoñez

Oscar Hernán Mondragón

Mario Henao Rosero

Santiago Solarte T

Gabriel Vasquez.

“Sin su ayuda JAVA todavía sería un misterio.”

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	5
INDICE DE TABLAS & FOTOS.....	6
INDICE DE FIGURAS .....	7
1 INTRODUCCION .....	8
2 MARCO GENERAL.....	11
2.1 SIEXCO – TB.....	11
2.2 SIM-TB.....	13
2.2.1 Modulo de configuración.....	13
2.2.2 Modulo de simulación .....	14
2.2.3 Modulo de visualización.....	14
2.3 SIG-TB.....	14
3 ESTADO DEL ARTE .....	17
3.1 XML (EXTENDED MARKUP LANGUAGE).....	17
3.2 ARCVIEW .....	18
3.3 JAVA.....	21
4 ARQUITECTURA DE COMUNICACION.....	23
4.1 CAPTURA DE REQUERIMIENTOS .....	26
4.1.1 MODELO DE NEGOCIO.....	27
4.1.1.1 Actores.....	27
4.1.1.2 Casos De Uso Del Negocio .....	28
4.1.2 Modelo Conceptual .....	34
4.1.3 Funciones del Sistema.....	37
4.1.4 Casos de Uso .....	38
4.2 ANÁLISIS.....	44
4.3 DISEÑO .....	52
4.4 IMPLEMENTACIÓN.....	57
5 DESCRIPCION DE LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO DE LA TUBERCULOSIS EN LA CIUDAD DE POPAYÁN .....	58
5.1 ANALISIS ESTADISTICO.....	65
5.2 ANALISIS ESPACIAL .....	77
6 CONCLUSIONES & RECOMENDACIONES .....	85
7 BIBLIOGRAFIA .....	86

## INDICE DE TABLAS & FOTOS

Tabla 1: Funciones del Sistema .....	37
Tabla 2: Caso de Uso _ Actualizar Pacientes .....	40
Tabla 3: Caso de Uso _ Actualizar Simulación.....	41
Tabla 4: Caso de Uso _ Desplegar Simulación .....	42
Tabla 5: Pacientes por comuna.....	59
Tabla 6: Relación de pacientes egresados.....	61
Tabla 7: Relación de Carga Contaminante.....	62
Tabla 8: Muertes por Comuna en el periodo 1.999 – 2.003 .....	64
Tabla 9: Pacientes 2001 .....	68
Tabla 10: Pacientes en el quadrat 19.....	70
Tabla 11: Calculo de coeficiente quadrat para el quadrat 19 .....	70
Tabla 12: Tabla Resumen Análisis de Quadrat .....	71
Tabla 13: Tabla resumen análisis K-medio .....	74

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Arquitectura SIEXCO-TB.....	12
Figura 3: Arquitectura de JAVA .....	21
Figura 4: Arquitectura .....	23
Figura 5: Arquitectura de Implementación.....	24
Figura 6: Arquitectura Inicial.....	27
Figura 7: Casos de Uso de Negocio.....	28
Figura 8: Caso de Uso Negocio _ Actualizar SIG.....	29
Figura 9: Caso de Uso Negocio _ Actualizar SIM .....	30
Figura 10: Caso de Uso Negocio _ Actualizar SIG.....	31
Figura 11: Caso de Uso de Negocio _ Diagnóstico ComunicaTB .....	31
Figura 12: Caso de Uso de Negocio _ Configurar ComunicaTB .....	32
Figura 13: Conceptos SINCO-TB .....	34
Figura 14: Modelo Conceptual .....	36
Figura 15: Casos de Uso.....	39
Figura 16: Paquetes de análisis .....	44
Figura 17: Paquetes de Análisis principales.....	47
Figura 18: Paquete Configuración.....	48
Figura 19: Paquete Interfaz_Bases_Datos.....	49
Figura 20: Paquete Interfaz_Archivos .....	49
Figura 21: Paquete Procesamiento .....	50
Figura 22: Arquitectura de Comunicación en Funcionamiento Local .....	51
Figura 23: Arquitectura de Comunicación en Funcionamiento Remoto .....	52
Figura 24: Diagrama de Clase actualización de pacientes.....	53
Figura 25: Diagrama de clases actualizar simulación.....	54
Figura 26: Diagrama de clases desplegar simulación .....	56
Figura 27: Diagrama completo de Implementación .....	57
Figura 28: Distribución Espacial de pacientes Zona Urbana de Popayán 1.999 – 2.003 .....	60
Figura 29: Distribución de Pacientes por Sexo y Edad .....	61
Figura 30: Pacientes a menos de 200m de un Cuerpo de Agua .....	63
Figura 31: Ocurrencia de Inundaciones en la Ciudad de Popayán .....	63
Figura 32: Número de Casos TBC por Año.....	64
Figura 33: Malla Regular para el Análisis de los Patrones de Distribución .....	66
Figura 34: Distribución de Pacientes por Quadrat.....	
Figura 35: Focos Preliminares de Propagación de TBC.....	75
Figura 36: Focos Naturales de Propagación de TBC .....	76

## 1 INTRODUCCION

La tuberculosis es la enfermedad infecto – contagiosa de mayor mortalidad en el mundo actualmente. Más de 20.000 personas adquieren una versión activa de la enfermedad ocasionada por el bacilo *Mycobacterium tuberculosis* y más de 5000 mueren por la misma causa.<sup>1</sup>

En el municipio de Popayán la tasa de incidencia no es meno alarmante. 32 casos por cada 100.000 habitantes no es una cosa de juego. Además esa cantidad puede aumentar si se sabe que el subregistro de pacientes va en aumento constante, ya sea por falta de de recursos u otro factor.

SINCO-TB (Sistema para el control de la tuberculosis) nació de la necesidad de llevar un control de más detallado de los casos de enfermedad, dar al médico herramientas de diagnóstico eficaz, de la necesidad de realizar una gestión espacial de los pacientes infectados y de la necesidad de tratar de intuir en donde buscar nuevos casos (búsqueda activa). De cada una de las necesidades nace uno de los módulos de SINCO-TB: SIEXCO-TB, SIG-TB y SIM-TB.

Una vez los módulos estuvieron completos nació una nueva necesidad, la comunicación de estos módulos y de esta necesidad nace este trabajo “ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN SIG PARA LA GESTIÓN DE LOS PLANES DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA TUBERCULOSIS EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN” pero para acortarlo lo llamaremos simplemente ComunicaTB.

¿Por qué ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN?

---

<sup>1</sup> Fuente: [http://www.stoptb.org/world.tb.day/WTBD\\_2003/Final\\_FactSheets\\_Spanish.pdf](http://www.stoptb.org/world.tb.day/WTBD_2003/Final_FactSheets_Spanish.pdf)

Porque genera una arquitectura para la comunicación de aplicaciones similares. A diferencia de un modelo de integración, en esta no hay un intercambio constante de servicio, “solo” hay una comunicación de datos.

Porque SIG?

Porque su principal interfaz de usuario es una aplicación que hace uso de algunos recursos de un Sistema de Información Geográfica el cual es el módulo SIG-TB.

Porque GESTIÓN DE LOS PLANES DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA TUBERCULOSIS EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN?

Porque ese es el objetivo principal que se trata de alcanzar con todo SINCO-TB.

Que es ComunicaTB?

Es integración de información, es control, es un esfuerzo de cooperación.

*Integración De Información:* toma la información que cada uno de los módulos genera la convierte y la comparte a los demás, para que el siguiente módulo tenga la información necesaria para su funcionamiento.

*Control:* controla el flujo de información entre de los módulos, para que la información llegue al que la necesite y no al que le sería una carga inútil

*Es un esfuerzo de cooperación:* Es el esfuerzo para que tres aplicaciones dispares, tres grupos de trabajo dispares funcionen al unísono y se logre el objetivo final de SINCO-TB reducir la cantidad de enfermos y de muertes ocasionadas primero en el municipio de Popayán y después por que no en el mundo?

Una vez que ya se ha entendido que es ComunicaTB veremos como está dividido el documento: capítulo 2 describirá el entorno donde ComunicaTB está enclavada: SINCO-TB, el capítulo 3 habla acerca de cómo se puede hacer la comunicación desde el sistema de información geográfica, el capítulo 4 describe la arquitectura utilizada para la comunicación de los módulos de SINCO-TB. El capítulo 5

enfocará sus esfuerzos en una aplicación de validación para la arquitectura de comunicación. Posteriormente en el capítulo 6 se verán las conclusiones y las recomendaciones finalmente aparece en el capítulo 7 la bibliografía. Además se encuentra un anexo en el cual se verá el proceso completo de modelamiento de la arquitectura.

## 2 MARCO GENERAL

Para poder entender a ComunicaTB hay que ver cuales el entorno en el que le toca actuar. ComunicaTB está inmerso dentro del proyecto SINCO-TB, el cual, es un proyecto orientado a generar herramientas tecnológicas que contribuyan al control de la tuberculosis.

El grupo de trabajo fue un equipo interdisciplinario conformado por profesionales de la Universidad Cauca, del área de la Salud, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Electrónica y Geografía. En este contexto se diseñó un conjunto de aplicaciones que permiten el monitoreo de la enfermedad, el análisis espacial de su comportamiento y que facilitan a los profesionales de la salud ceñirse a los esquemas de tratamiento recomendados.

El proyecto consta de tres módulos de trabajo:

### 2.1 SIEXCO – TB

El sistema experto para el control de la tuberculosis (SIEXCO – TB) es una aplicación que fue creada para dar soporte a la toma de decisiones médicas y a las actividades administrativas que intervienen en la lucha de los médicos contra la tuberculosis. SIEXCO - TB realiza la evaluación de los casos clínicos que el médico vaya ingresando al sistema. Como resultado de la evaluación, el sistema retorna el tratamiento que se debe seguir, las variables que analiza son algunas como: sexo, edad, tipo de tuberculosis etc.

Utiliza como base para la evaluación la norma nacional para el control de la tuberculosis<sup>2</sup> y el conocimiento experto (basado en la experiencia) de los médicos

---

<sup>2</sup> Ministerio de Protección Social. Resolución 0412 del 25 de Febrero de 2.000

de la Dirección Departamental de Salud. Con estas dos fuentes de conocimiento se creó una base de datos de reglas que son las que al final deciden el tipo de tratamiento a seguir.

La arquitectura de SIEXCO – TB aparece en la figura 1. Como se puede apreciar se tiene que existen 5 grandes módulos. El módulo de adquisición de conocimiento, el módulo de interfaz de usuario, el módulo experto, el módulo de control y el módulo de servidor de bases de datos.

Cabe decir que para la aplicación hay que tener muy en cuenta el bloque denominado MySQL Database dentro del módulo del servidor de base de datos pues esa es la única manera con la cual el sistema experto se relaciona con el mundo.

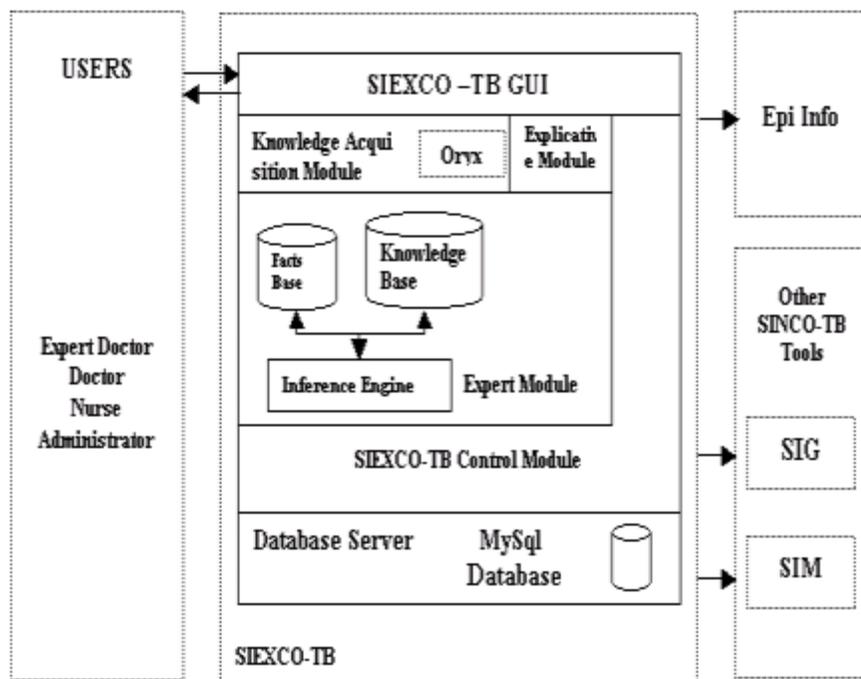


Figura 1: Arquitectura SIEXCO-TB<sup>3</sup>

<sup>3</sup> MONDRAGON Oscar Hernán, ORDOÑEZ José Milciades. SIEXCO - TB, Sistema Experto para el control de la Tuberculosis. Universidad del Cauca. Colombia 2004

En cuanto a la tecnología de construcción, este sistema experto utilizó, JAVA como lenguaje de codificación, para la base de datos utilizó el motor de libre distribución MySQL, para todo lo que tiene que ver con el sistema experto utilizaron el API de libre distribución MANDARAX. Para el intercambio de información utiliza XML.

## **2.2 SIM-TB<sup>4</sup>**

El simulador de difusión de la tuberculosis (SIM - TB) ha sido implementado de acuerdo a un modelo basado en individuos, el cual trata de recrear la difusión de la tuberculosis. Mediante la ejecución de una simulación SIMTB permite observar las dinámicas de la tuberculosis en una población, presentando espacialmente posibles habitantes afectados por la enfermedad e indicando el estado de cada uno, al finalizar la simulación. SIMTB esta compuesto por tres módulos funcionales: modulo de configuración, modulo de simulación y modulo de visualización.

### **2.2.1 Modulo de configuración**

#### *Configuración de cambios de estado:*

Permite configurar una variedad de características que influyen en los distintos cambios de estado que un individuo puede tener de acuerdo al modelo basado en individuos, explicado en la sección anterior, de la difusión de la tuberculosis.

#### *Configuración de población de zona:*

Permite caracterizar a la población de una zona de acuerdo al género, grupos de edades y factores de riesgo asociados a la enfermedad.

#### *Configuración de contagiosos:*

---

<sup>4</sup> MENESES Andrés Felipe, MUÑOZ Angela Johana. SIM-TB.

Permite configurar, por grupo de edad, a los individuos que el usuario considere contagiosos.

### **2.2.2 Modulo de simulación**

Este modulo ofrece al usuario las opciones relacionadas para la ejecución de una simulación: establecer el tiempo para la simulación, iniciar una simulación, hacer una simulación paso a paso.

### **2.2.3 Modulo de visualización**

Los resultados de una simulación muestran al usuario, espacialmente, los posibles habitantes afectados por la enfermedad, indicando el estado o condición de salud de cada uno.

## **2.3 SIG-TB<sup>5</sup>**

El sistema de información geográfica (SIG-TB) integra los datos temáticos con los geográficos en una herramienta de gestión y planificación médica que apoya los procesos de análisis y visualización del comportamiento espacial de la tuberculosis.

Como apoyo tecnológico se utilizó el software ArcView 3.2, debido a que de acuerdo a sus características, este software facilita la vinculación de diferentes fuentes y formatos de datos, además es una herramienta “amigable” con múltiples funciones de análisis y modelamiento espacial tales como: generación de áreas de influencia, operaciones de superposición (unión, intersección y extracciones) y

---

<sup>5</sup> MONTAÑO F Marta Elena, CASTILLO L Sandra Patricia. El SIG como herramienta para el monitoreo de la tuberculosis.

generación de geoestadísticas. Adicionalmente cuenta con un lenguaje de programación orientado a objetos llamado Avenue que permite generar soluciones informáticas (nuevas funciones) cuando el programa presente limitaciones.

La implementación de la herramienta tenía como objetivos funcionales: la definición de patrones de comportamiento espacial y que permitir el monitoreo de la enfermedad, la localización de pacientes que abandonan el tratamiento, la determinación de grupos y zonas alto riesgo y la visualización de procesos de simulación

Para la implementación de SIG-TB se desarrollaron funciones específicas además de personalizar el ambiente de trabajo con nuevos botones y/o menús de acuerdo con las necesidades del usuario final. Para tal fin se crearon rutinas que permiten:

- Facilita al especialista en salud, el análisis histórico de los casos presentados en Popayán por medio de la visualización de los pacientes según características específicas: año de ingreso al programa, sexo, rango de edad, tipo de TBC, comuna, condición al egreso.
- Posibilidad de detectar zonas (comunidades) con mayores casos detectados en el período 1999-2003.
- Gráficos estadísticos que sintetizan las características de los pacientes que han sido tratados.
- Conexión con la Base de Datos General del proyecto, donde se almacena toda la información relacionada con los pacientes.
- Elección de un período de tiempo específico (un trimestre y un año) para realizar una simulación de nuevos pacientes afectados por TBC.
- Visualización de los resultados arrojados por el simulador.

Con este entorno de trabajo descrito, se podrá dar paso a las tecnologías que ComunicaTB utiliza para hacer la comunicación entre los tres módulos de SINCO-TB.

### 3 ESTADO DEL ARTE

Las tecnologías que ComunicaTB debe tener en cuenta a la hora de realizar la inter-comunicación de SINCO-TB son las siguientes: XML, ArcView, y JAVA.

#### 3.1 XML (*EXTENDED MARKUP LANGUAGE*)<sup>6</sup>

XML, es un conjunto de reglas para estructurar la información. Como cualquier lenguaje para la estructuración de información este permite generar datos computarizados de una manera fácil, leer datos, y asegurar que la información no sea ambigua.

Otra de las características de XML, es que esta libre del tipo de plataforma en la cual se soporte, y además permite la estandarización de los datos.

XML, es similar a HTML (*Hipertext markup language*) en cuanto al uso de *tags* (palabras encerradas entre <y>, que designan los diferentes tipos de información) y atributos (designan características de las *tags*). Pero a su vez difiere de HTML, ya que este último obliga al utilizar unas *tags* predefinidas por el lenguaje, mientras XML le permite utilizar cualquier tipo de *tag*.

Aunque XML permite estructurar la información, no te permite leerla, para esto se debe utilizar un visor de documentos XML, porque sino la información no será comprensible.

En el campo de los sistemas de información geográfica (SIG), XML no ha sido muy utilizado. Solo algunos de los software SIG utilizan XML, la mayoría todavía estructura la información en tablas dbf (se hablará más adelante) o en formatos de

---

<sup>6</sup> Tomado de: <http://www.w3.org/XML/1999/XML-in-10-points.html>

texto planos. Algunos de los nuevos software que utilizan XML son ArcGIS o ArcINFO y no lo utilizan con toda su potencialidad, sino lo utilizan en su mayoría como almacenaje de metadatos de los mapas y tablas que ya tienen.

Uno de los mayores avances en este campo es la extensión de XML, GML (Geography Markup Language), el cual es un esquema XML en el cual se puede guardar, transportar y modelar los datos espaciales. Este lenguaje fue propuesto por el consorcio de SIG abierto y lo definió de tal manera que en el se pueden guardar atributos, sistemas de coordenadas, topología etc, haciendo que la realización de los meta-datos sea una acción plug&play<sup>7</sup>.

### **3.2 ARCVIEW**

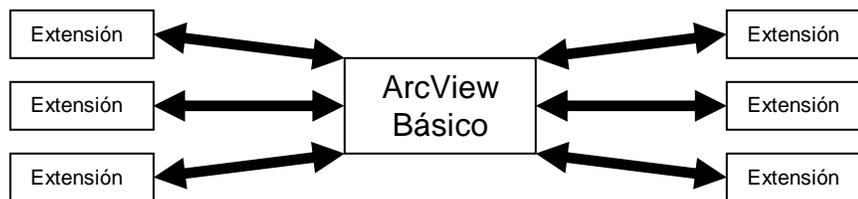
Es un software para el desarrollo de herramientas SIG. Producido por la empresa norteamericana ESRI (Environmental Systems Research Institute). Como toda buena herramienta para software SIG, esta permite realizar análisis espaciales, análisis de datos geográficos para la toma de decisiones.

Es un software modular, es decir, que está dividido en partes que se fusionan en un módulo central. Cada uno de los módulos secundario se denomina extensión y proporciona nuevas funcionalidades que el paquete básico no provee. Entre las extensiones más comunes se encuentran:

- **Análisis Espacial:** Extensión que permite, un análisis más detallado de la información espacial que se disponga. Permite hacer, análisis de proximidad, entre otras.
- **Análisis de redes:** Extensión que ayuda a ArcView en el análisis de rutas, permitiendo encontrar la más corta, la de menos esfuerzo, etc.
- **Análisis 3D:** Estudia los datos geográficos en 3 coordenadas espaciales.

---

<sup>7</sup> Acción muy sencilla.



**Figura 2: ArcView**

Después de un análisis, se presentan los resultados, una gran parte del tiempo estos resultados son coberturas, las coberturas no son solos mapas son mapas con información adjunta de los elementos que allí están dibujados. Para representar las coberturas, se utilizan tres archivos los cuales posee una extensión especial cada uno: shp, dbf, shx.

Los archivos shp son archivo denominados *shapefiles* en los cuales se guarda la información gráfica de la cobertura. Los archivos dbf son archivos en formato de dBase, son tablas con los atributos del mapa. Por último se encuentran los archivos de conexión shx que son los que conectan los atributos con el gráfico del mapa.

Cuando se decide hacer nuevas extensiones, nuevos botones, es decir cuando se desea hacer una personalización para resolver determinados problemas, se utiliza el lenguaje propietario denominado Avenue. Este es un lenguaje de programación orientado a objetos, pero es muy sencillo de manejar, debido a que todos los objetos geográficos y de desarrollo como lo son: coberturas, tablas de atributos, los proyectos, las vistas de los proyectos, heredan de una sola clase padre, la cual se llama document.

Esta sencillez es para Avenue una ventaja y una desventaja al mismo tiempo. La ventaja es la rapidez para el aprendizaje, pero la desventaja es el limitado número de funciones que permite desarrollar.

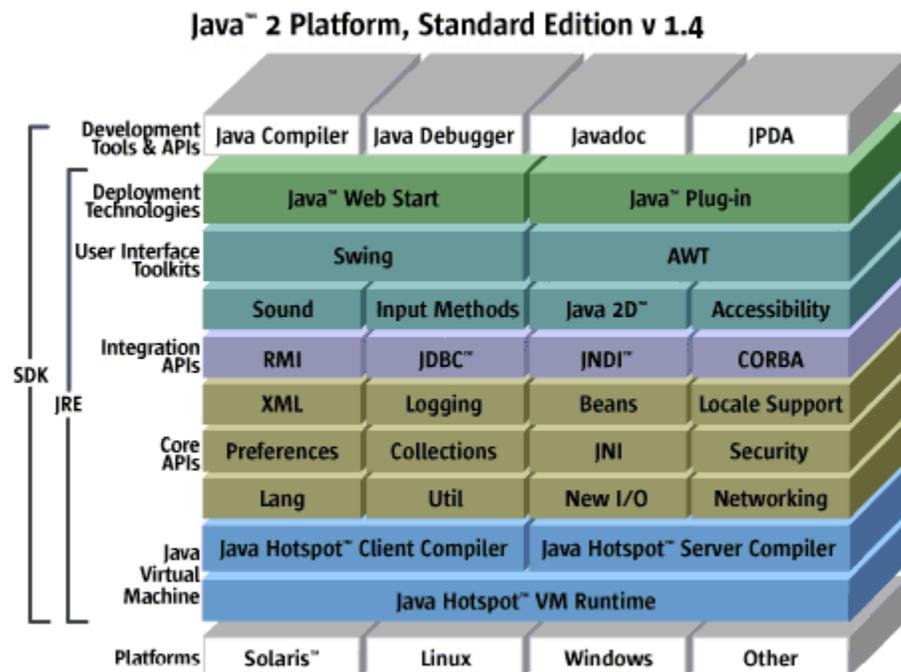
ArcView permite muy contadas formas de comunicarse con otros programas en su entorno. Principalmente se tiene que para la comunicación se produce por archivos. Los archivos con los que se puede comunicar son archivos en formato de dbase (dbf) y archivos de texto plano (txt).

Existe otra manera de realizar esta comunicación es mediante el intercambio dinámico de datos (DDE por sus siglas en inglés). Este es el método más eficaz de comunicación pues es la manera más rápido y menos engorrosa de hacer la comunicación. DDE es un método de comunicación que utiliza la a Windows como conducto de comunicación, por ello solo se puede hacer en sistemas con base Windows.

La última forma de conectar ArcView con su entorno es mediante el uso de bases de datos y sus respectivos conectores ODBC. Un conector ODBC es un programa que permite a Windows conectarse a las bases de datos de los diferentes proveedores de software DBMS (database management system, sistema de manejo de base de datos).

En el mercado existen otras herramientas SIG que permieten mucha mayor versatilidad, pero también son mucho más caras, además en la Dirección Departamental De Salud del Cauca solo se cuenta con la herramienta ArcView para realizar el análisis SIG.

### 3.3 JAVA



**Figura 3: Arquitectura de JAVA**

“JAVA es un lenguaje de programación de alto nivel con el que se pueden escribir programas tanto convencionales como para internet”<sup>8</sup>

Pero a diferencia de la mayoría de de lenguajes de programación, JAVA no puede trabajar en cualquier ambiente ya sea Linux, Windows entre otros. Esta propiedad se debe a que los programas no trabajan directamente sobre el sistema operativo (como lo hacen la mayoría de aplicaciones) sino sobre una máquina virtual que le brinda a todos los servicios del sistema operativo.

Otra gran propiedad de JAVA es el gran número de personas alrededor del mundo que trabajan con él y por ende la gran cantidad de información que los programadores se pueden brindar entre sí.

Una ventaja más es que JAVA es de carácter gratuito. El lenguaje de programación, las herramientas básicas de programación SDK (software

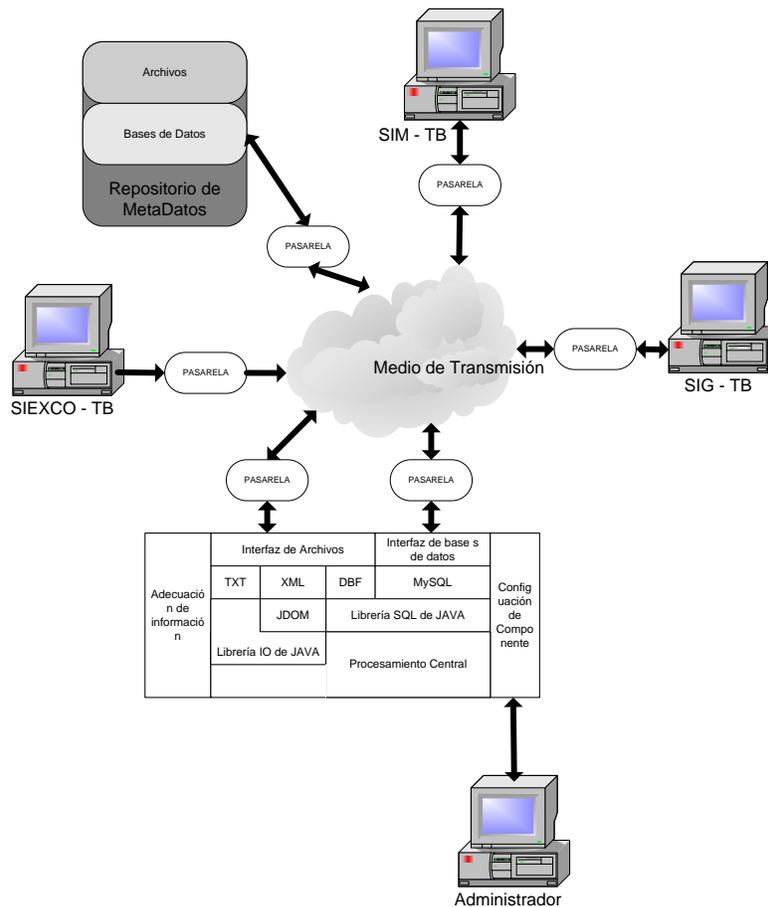
<sup>8</sup> CEBALLOS, Francisco José. JAVA 2 Curso de programación. Alfaomega – RAMA

development kit) el JRE (Java Runtime environment) son descargables gratuitamente desde la página del creador de la aplicación, sun microsystems. Las herramientas de implementación como netbeans y eclipse también son de carácter gratuito, pero las herramientas mucho más avanzadas como lo son Visual Java, o Jbuilder ya se debe comprar la licencia. Cabe anotar que los entornos de implementación no son necesarios para hacer un programa, lo único que se necesita es un procesador de texto plano y ya.

Una de las pocas desventajas de JAVA es su gran lentitud, lo cual lo hace muy poco conveniente en las aplicaciones que requieran gran velocidad, pues debido a su principal característica, la máquina virtual, se deben hacer un mayor cantidad de procesos interno lo cual retrasa las aplicaciones. Ya se han hecho parches a la máquina virtual, Java Real-Time, pero siempre será un poco más lento que lenguajes como C++ o delphi.

Además de estas características es escogió JAVA por el buen manejo de las comunicaciones, además porque era el lenguaje con el que se cuenta de una mayor asistencia técnica en la Universidad del Cauca.

## 4 ARQUITECTURA DE COMUNICACION<sup>9</sup>



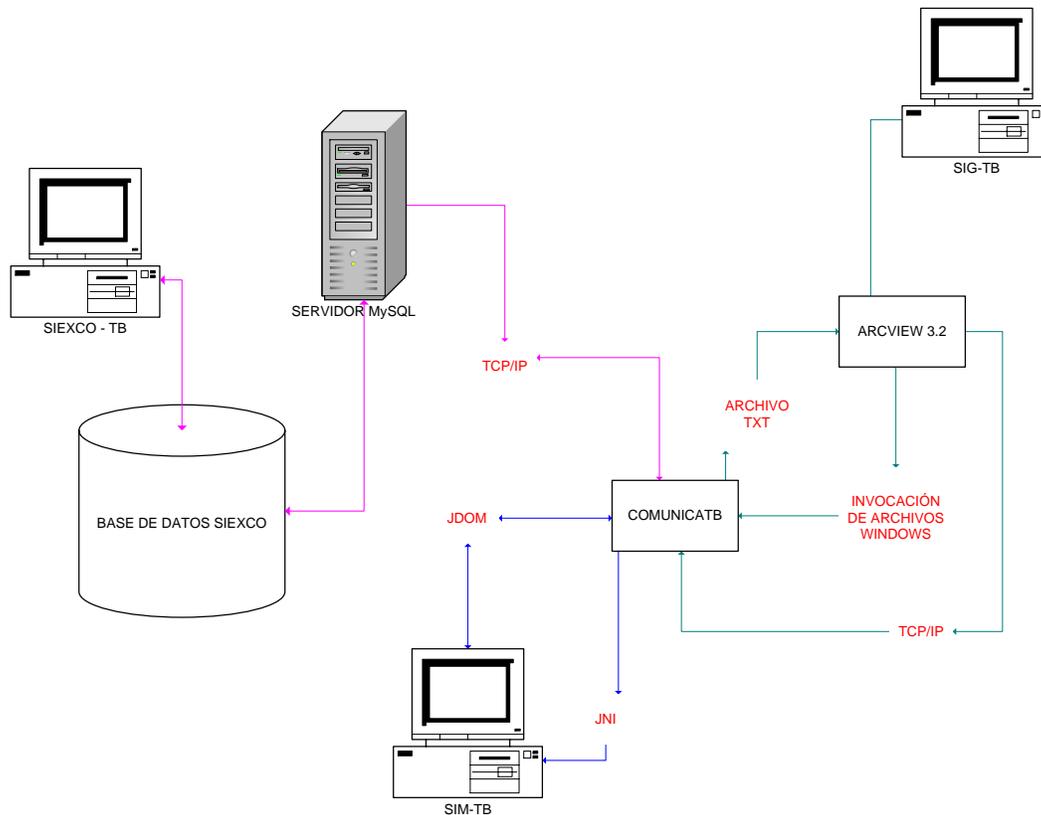
**Figura 4: Arquitectura**

Esta es la arquitectura final de comunicación (ComunicaTB) para el proyecto SINCO-TB. La arquitectura fue obtenida de una serie de iteraciones de modelamiento y de prototipos.

Como se ve en la figura anterior, la arquitectura de comunicación permite la interconexión de los módulos por medio de un gran abanico de medios de transmisión. Los medios de transmisión están limitados por lo que JAVA pueda

<sup>9</sup> El proceso unificado de desarrollo puede ser encontrado con mayor detalle en el apéndice de este documento.

realizar. La implementación inicial de la arquitectura, es decir en el componente construido los medios de transmisión de datos aparecen en la siguiente figura. Estos son básicamente archivos, TCP/IP, la máquina virtual de Windows.



**Figura 5: Arquitectura de Implementación**

La arquitectura de comunicación funciona de la siguiente manera: En cuanto SIG-TB comienza a funcionar, solicita a ComunicaTB la descarga de los pacientes desde el servidor de bases de datos de SIEXCO-TB, esta descarga se hace a través de TCP/IP con la ayuda de los conectores MySQL para JAVA. Para trasladar los datos de pacientes desde ComunicaTB hasta SIG-TB se utiliza TCP/IP con la ayuda de los ODBC para MySQL. En el módulo de SIG-TB ya se encuentra toda la información necesaria para el análisis SIG, sin embargo cuando

se necesite realizar una simulación, el usuario de SINCO-TB deberá dar clic en el botón de simulación; entonces ocurrirá el siguiente proceso: se hará una selección de los pacientes que integrarán el escenario inicial para simulación, es aquí donde entra la arquitectura a funcionar, traslada la información del escenario inicial (el cual se encuentra en un archivo dbf), por medio de un ODBC para datos en formato dBase, hacia un archivo XML en el cual entrarán los datos al simulador. Una vez el proceso de crear el archivo XML esté concluido, se debe proceder a ejecutar el módulo de simulador. Para realizar la ejecución de SIM-TB, se tiene que utilizar la interfaz nativa para JAVA en la cual están todas las funciones que se pueden realizar en un ambiente Windows (sin íconos). El simulador procesa esta información y la devuelve en forma de un archivo XML. Para poder visualizar la simulación, SIG-TB, tiene un botón que permite realizar dicha función. Primero SIG-TB comprueba si la simulación ha terminado, si es así, solicita que ComunicaTB traslade la información desde el archivo XML hasta un archivo txt, con el formato preciso para que se pueda, con base en ese archivo graficar un punto o varios puntos en el mapa, estos puntos serán los nuevos pacientes es decir los pacientes simulados.

Para solicitar servicios de comunicación desde SIG-TB a ComunicaTB, el primero debe hacer dos cosas: primero colocar el tipo de comunicación que se debe realizar y segundo un invocación de la aplicación, en este momento esta invocación se realiza por medio de la invocación de archivos ejecutables de Windows.

Una vez que sabemos como funciona la arquitectura se procederá a indicar como se realizó esta. Para ello es necesario que se conozca la metodología de trabajo. Esta metodología se describe de una manera completa en el anexo a este documento, allí encontrará el modelamiento completo de la aplicación, ahora se describirán lo esencial de la aplicación, es decir, la comunicación. Para esta explicación se tienen en cuenta 5 fases de desarrollo software las cuales son:

- Captura de requerimientos.

- Análisis.
- Diseño.
- Implementación.
- Pruebas.

Es importante decir que la aplicación, para poder funcionar en cualquier ambiente debe tener un sistema de gestión que permitirá la personalización de las comunicaciones a las necesidades reales de la Dirección Departamental de Salud del Cauca.

#### **4.1 CAPTURA DE REQUERIMIENTOS**

Con la descripción de los módulos tenemos que la arquitectura presenta los siguientes requisitos funcionales

- Debe haber una comunicación entre las tres aplicaciones de SINCO-TB.
- La información que se comunique debe tener una adecuación previa al ser transmitida
- La comunicación debe ser sencilla y transparente para el usuario de SINCOTB
- Debe cumplir con las restricciones tecnológicas anteriormente descritas.

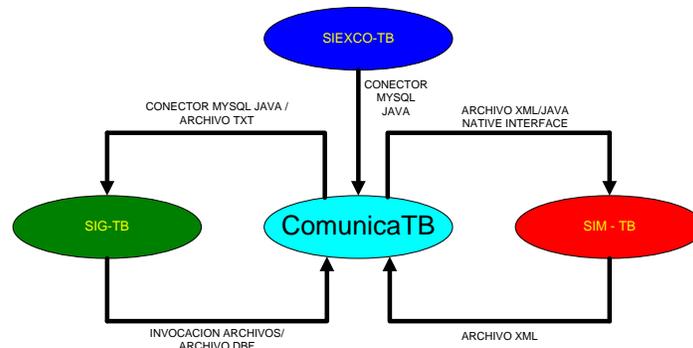
*Debe haber una comunicación entre los tres programas.*

La información que el módulo SIEXCO genera debe ser puesta a disposición de los otros dos módulos para que estos la utilicen. Esta debe ser únicamente la necesaria y no toda la información, esto para evitar problemas de procesamiento de información en los equipos utilizados.

*La información que se comunique debe ser la adecuada.*

La información que se transmite debe ser adecuada a las necesidades de cada uno de los módulos, para evitar errores de cómputo.

La comunicación debe ser sencilla y transparente para el usuario de SINCOTB. COMUNICATB debe ser lo más transparente posible respecto al código. Esto se hace para que la ampliación de los módulos sea lo más sencilla posible. Además el usuario SINCO-TB no tiene por que darse cuenta que se ha iniciado una comunicación entre programas.



**Figura 6: Arquitectura Inicial.**

## 4.1.1 MODELO DE NEGOCIO

### 4.1.1.1 Actores

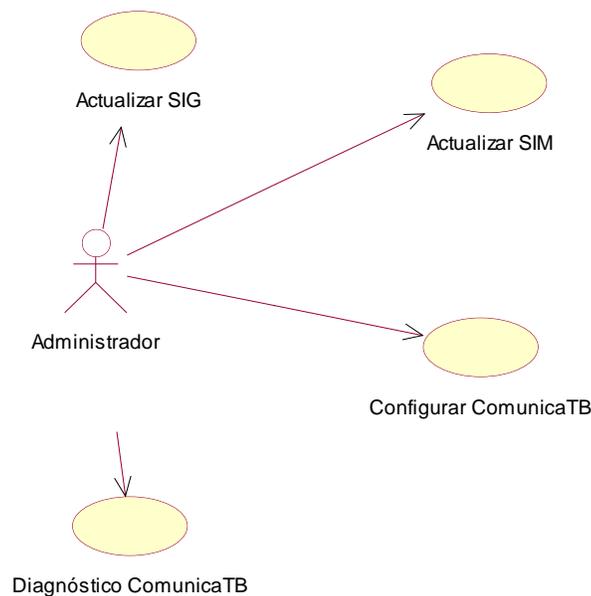
Ahora que ya se conoce cuales son los requerimientos que la aplicación necesita, haremos un modelo del problema, para así facilitar la comprensión posterior de la aplicación. El modelo comienza con la descripción de las personas o los sistemas que van a estar en contacto directo con la aplicación a desarrollar. A estos le diremos actores. Los actores que se involucran en COMUNICATB son los siguientes:

- **Administrador:** Es la persona que se encargará de la configuración y el diagnóstico de COMUNICATB.
- **SIGTB:** Módulo de SINCOTB que proporciona la visión geográfica del proyecto.
- **SIMTB:** Módulo que permite realizar simulaciones de diferentes escenarios de enfermedad.

- SIEXCO: Módulo de entrada de datos. Este sistema experto permite realizar un diagnóstico de los pacientes.
- Repositorio de Datos: Aquí se guardan en diferentes formatos toda la información que tiene SINCOTB. El repositorio de datos está conformado por archivos tanto de texto como archivos XML, además de los archivos también lo conforman bases de datos, es decir cualquier tipo de información que se necesite para el funcionamiento.

#### 4.1.1.2 Casos De Uso Del Negocio

La manera en que los actores y el sistema se van a conjugar está descrita por medio de los casos de uso del problema. Para ello como se ve en la figura 7 los casos de uso son:



**Figura 7: Casos de Uso de Negocio**

- **ACTUALIZAR SIG:** Este caso de uso se inicia cuando el módulo SIGTB es iniciado, aquí se da la orden de que se trasladen los datos desde el sistema experto a la base de datos del SIG. Termina cuando los datos han sido trasladados de la manera apropiada.

- **ACTUALIZAR SIM:** Este caso de uso inicia cuando el usuario de SIGTB decide que debe iniciar una simulación. Termina cuando los datos son graficados en el software SIG.
- **CONFIGURAR COMUNICATB:** Este caso de uso inicia cuando el Administrador, inicia la sesión del paquete de configuración. Termina con la descarga de la información en el archivo de configuración.
- **DIAGNÓSTICO COMUNICATB:** Comienza en cuando el administrador invoca al diagnóstico de la aplicación, termina cuando el administrador así cuando el administrador de por terminada la sesión de diagnóstico.

Para un mejor entendimiento se realiza la diagramación de las secuencias, en las cuales se resolverán cada caso de uso del problema. Y los diagramas de secuencia son los siguientes:

#### CASO DE USO: Actualizar SIG

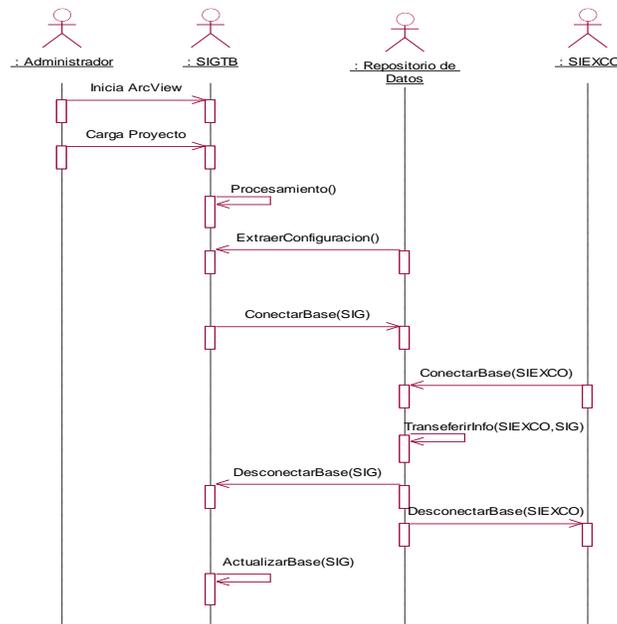


Figura 8: Caso de Uso Negocio \_ Actualizar SIG

CASO DE USO: Actualizar SIM

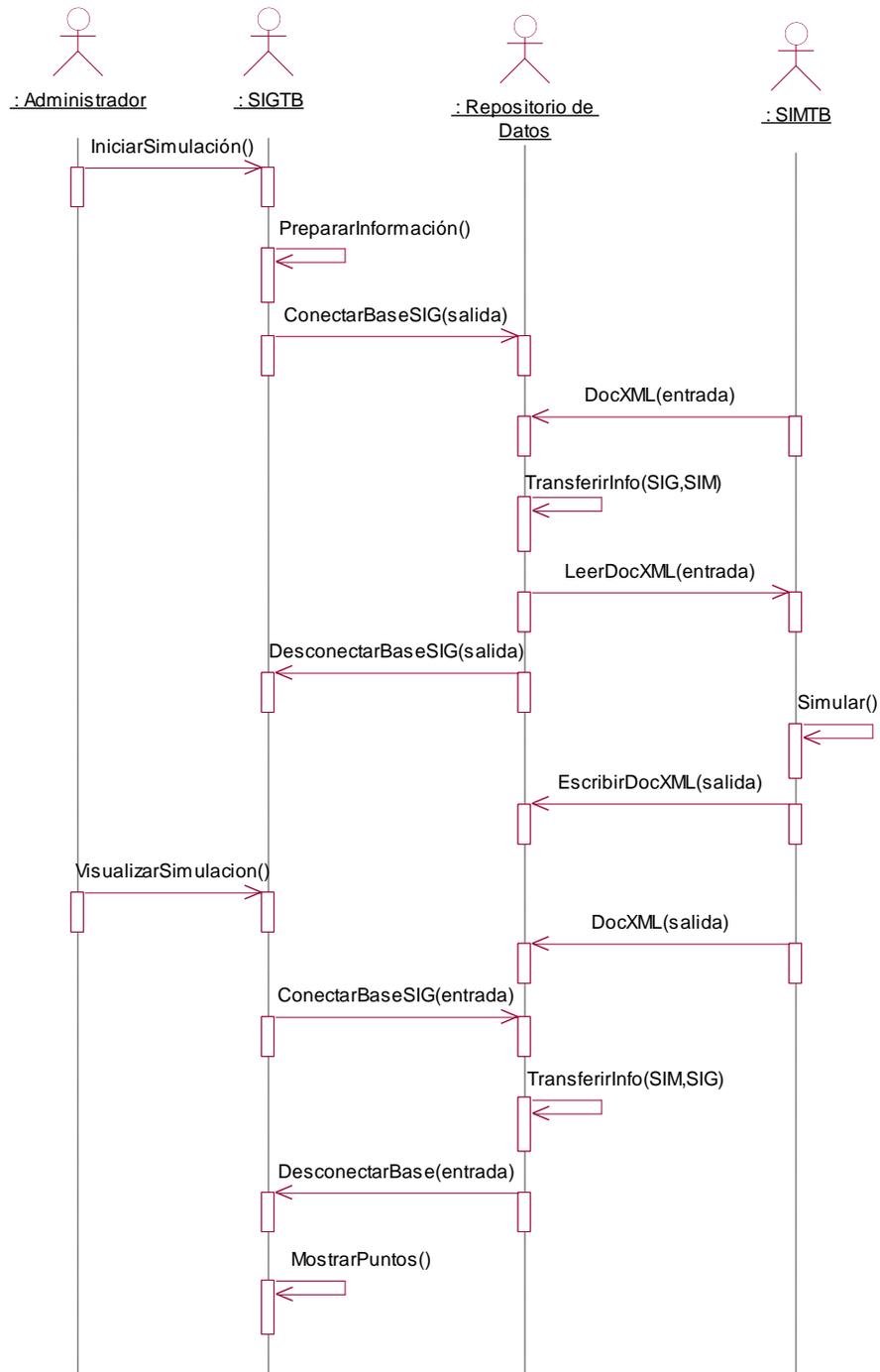


Figura 9: Caso de Uso Negocio \_ Actualizar SIM

CASO DE USO: Actualizar SIG

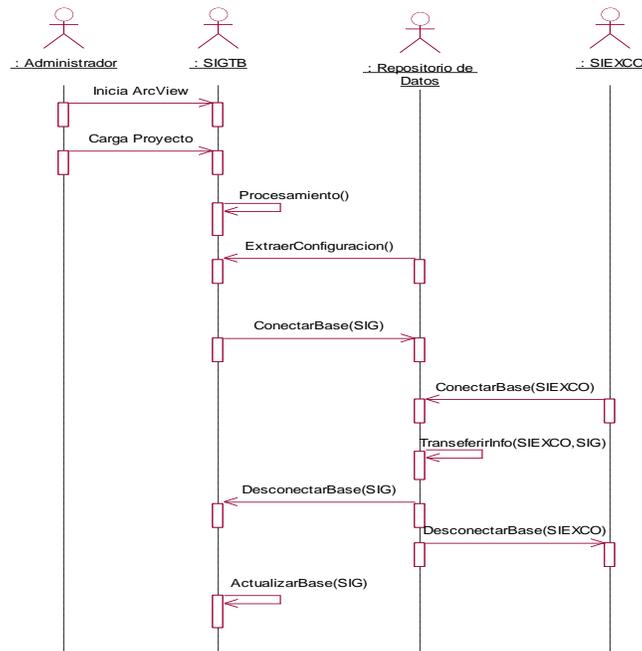


Figura 10: Caso de Uso Negocio \_ Actualizar SIG

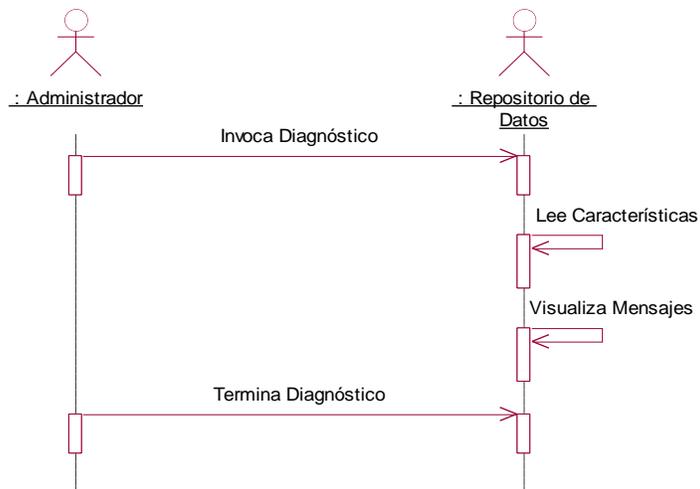
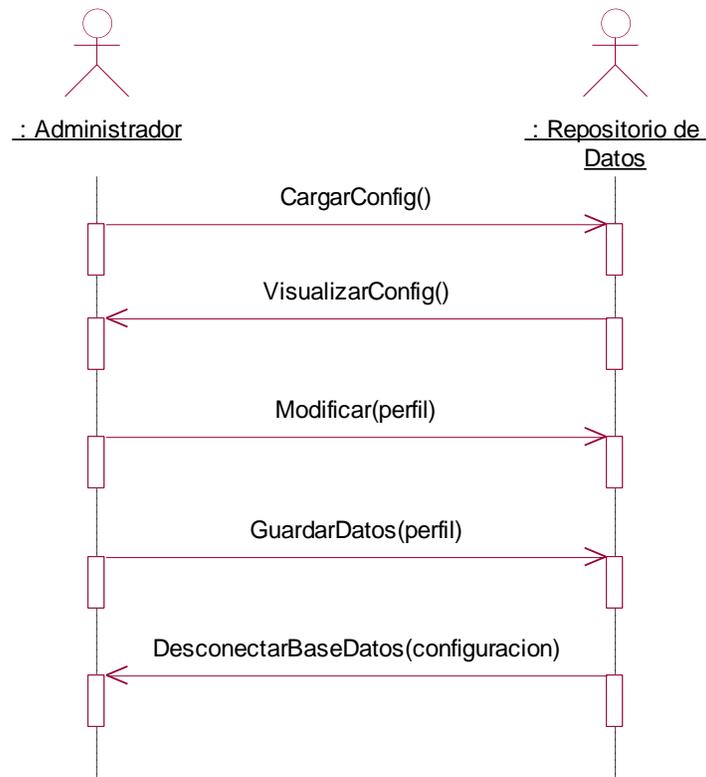


Figura 11: Caso de Uso de Negocio \_ Diagnóstico ComunicaTB

CASO DE USO: *Configurar*

**Figura 12: Caso de Uso de Negocio \_ Configurar ComunicaTB**

*Caso de Uso: Actualizar SIG*

El operario del módulo SIGTB decide empezar una sesión de trabajo, para esto inicia el programa SIG ArcView. Justo después debe cargar el proyecto que contiene la información del módulo. El módulo empieza a realizar el procesamiento inicial de la información. En la mitad del procesamiento se realiza la carga del módulo COMUNICATB. Esté en primer lugar realiza una descarga de la información de configuración, para ubicar el repositorio de datos. Una vez el repositorio de datos ha sido ubicado se procede la descarga de la información del servidor de bases de datos del módulo SIEXCOTB y se hace la transferencia de los datos a la base de datos del módulo SIG. Una vez toda la información ha sido

descargada y transferida se procede a liberar el repositorio de datos para su uso posterior.

#### *Caso de Uso: Actualizar SIM*

Posterior a la carga de SIGTB el operario puede decidir realizar un simulación. Cuando este se decide, el sistema realiza una pregunta que define cuales pacientes deben entrar a la simulación. Cuando los datos están preparados pasan al repositorio de datos en forma de una tabla de datos de dBase. Aquí se hace una preparación de datos la cual consiste en hacer unos cálculos y colocar los datos en un formato legible para el simulador. Cuando los datos ya están listos se libera la parte del repositorio de datos utilizada y se llama al simulador para que empiece a trabajar. Una vez el simulador termine de trabajar el administrador en cualquier momento puede pedir mostrar los resultados, para ello el sistema otra vez accede al repositorio de datos y procede a obtener los datos de allí; una vez obtenidos se deben adecuar para que SIGTB los entienda y los pueda dibujar, una vez dibujados el caso de uso termina

#### *Caso de Uso: Configurar ComunicaTB*

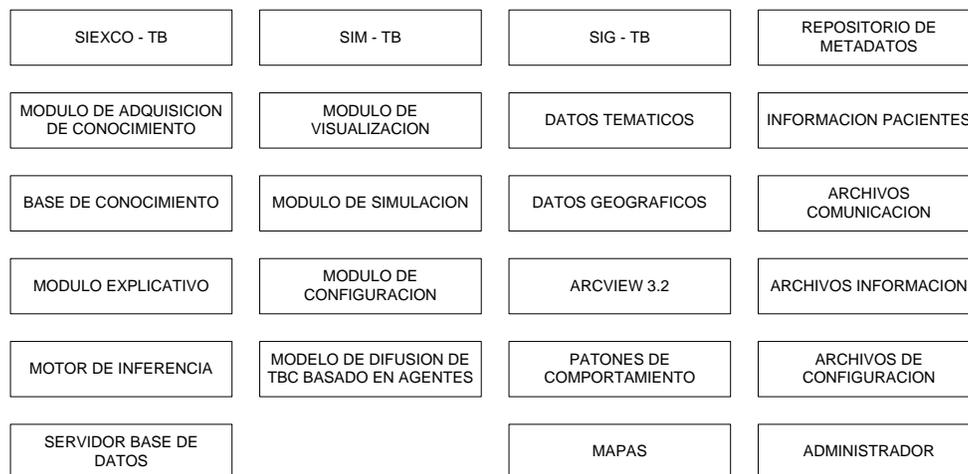
En ese caso de uso el sistema primero extrae la configuración anterior. Cuando la configuración está cargada, los datos se pueden modificar (si es necesario) y serán almacenados nuevamente en el repositorio de datos.

#### *Caso de Uso: Diagnóstico ComunicaTB*

El diagnóstico se realiza de la siguiente manera: el administrador inicia una sesión de diagnóstico de sistema. La aplicación de diagnóstico procede entonces a leer todos los archivos, bases de datos, controles de orígenes de datos que el sistema necesita para su funcionamiento. Una vez terminada la lectura se procede a mostrar los resultados de los diagnósticos para saber que se necesita arreglar y que no. Cuando los mensajes terminan de visualizarse el administrador debe dar por terminada la sesión de diagnóstico.

### 4.1.2 Modelo Conceptual

Se procede a dar una visión un poco más específica de los conceptos involucrados en ella, que se tendrán en cuenta durante toda la descripción de la arquitectura. En este momento es importante decir que la aplicación difiere a las demás, en cuanto a que su problema y la tecnología que utilizan están muy unidos y se podría considerar que son inseparables, al contrario de la gran mayoría de aplicaciones en las cuales el problema se puede explicar sin tener que recurrir a términos técnicos sino solo al lenguaje coloquial. Como esta aplicación comunica los tres módulos primordiales de SINCOTB se presenta el modelo conceptual de este. La figura 13 muestra los conceptos más importantes en los cuales incurre SINCOTB.



**Figura 13: Conceptos SINCO-TB**

En la Figura 14 se observa el modelo conceptual para la aplicación. De ilustración se puede obtener interesantes observaciones como:

- Los tres módulos de SINCO - TB quedarían interconectados por medio del repositorio de datos, centro primordial del COMUNICATB.
- Para COMUNICATB los componentes de los otros sistemas son indiferentes hasta cierto punto. Por ejemplo los modelos de agentes no

importarían, pero cuando se aplica a estos modelos la información de pacientes en repositorio tendría relevancia ya que genera nueva información de pacientes.

- SIG - TB y SIM - TB son los módulos que más comunicación tendrán. Dado que la mayor cantidad de información será comunicada entre estos módulos, se tendrá un mayor cuidado para su integridad.
- La información de SIEXCO - TB es la fuente de alimentación del sistema, esto indica que la información paciente, se obtiene de allí.
- Archivos de comunicación son tres archivos: codigo.txt, comm.txt y control.txt son pequeños archivos en los cuales se comunica la información de sincronización entre COMUNICATB, SIM - TB y SIG - TB
- Archivos de información son los archivos en los cuales se transmite la principal fuente de información, información de pacientes.
- Archivos de configuración son archivos en los cuales se han guardado contraseñas, usuarios, direcciones de donde se ubica la información de los demás archivos y bases de datos.
- Información de pacientes es la base del funcionamiento de SIG - TB y SIM - TB, la cual proviene del servidor de bases de datos de SIEXCO - TB, que ha sido realizado en MySQL y codificado en XML.
- El administrador es el único que puede cambiar los archivos de configuración, pero a su vez no debe tocar los otros archivos para garantizar la integridad de la información.

Haciendo una analogía con el sistema telefónico, el repositorio de datos es el medio de comunicación entre todos los módulos de SINCO - TB, los archivos de información son el canal de voz, los archivos de comunicación y los archivos de configuración son el canal de señalización, información de pacientes es la voz que se transmite.

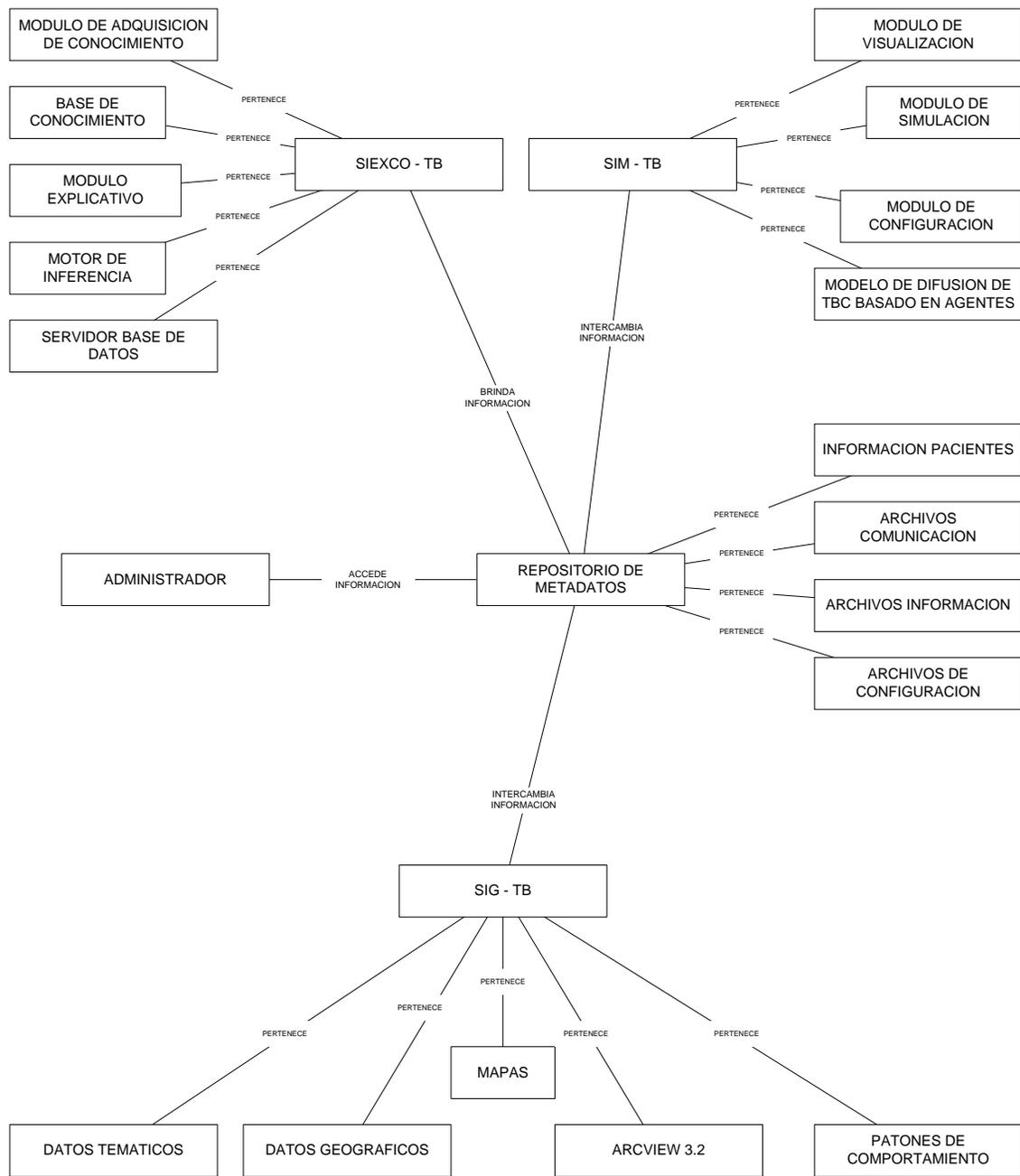


Figura 14: Modelo Conceptual

Una vez los conceptos fundamentales de las aplicaciones están listos, podemos pasar a describir con lujo de detalles la funcionalidad completa de la arquitectura COMUNICATB.

### 4.1.3 Funciones del Sistema

Tabla 1: Funciones del Sistema

REFERENCIA	FUNCIÓN	CATEGORÍA
<i>F1</i>	<b><i>Acceso a Bases de Datos</i></b>	
<b>F1.1</b>	Extraer datos de pacientes SIEXCO	Oculto
<b>F1.2</b>	Insertar datos de pacientes SIGTB	Oculto
<b>F1.3</b>	Procesar base de datos SIGTB	Oculto
<b>F1.4</b>	Comprobación de base de datos SIEXCO	Oculto
<b>F1.5</b>	Comprobación de base de datos SIGTB	Oculto
<i>F2</i>	<b><i>Manejo XML (eXtended Markup Language)</i></b>	
<b>F2.1</b>	Obtener configuración de COMUNICATB	Oculto
<b>F2.2</b>	Obtener datos pacientes de SIEXCO	Oculto
<b>F2.3</b>	Crear Documento para SIMTB	Oculto
<b>F2.4</b>	Obtener datos pacientes simulador	Oculto
<b>F2.5</b>	Configurar módulos	Oculto
<i>F3</i>	<b><i>Adecuación de Información</i></b>	
<b>F3.1</b>	Conversión de coordenadas	Oculto
<b>F3.2</b>	Generar datos faltantes de pacientes	Oculto
<i>F4</i>	<b><i>Manejo de Archivos</i></b>	
<b>F4.1</b>	Generar Archivos de comunicación	Oculto
<b>F4.2</b>	Comprobar archivos de comunicación	Oculto
<b>F4.3</b>	Extraer datos de pacientes a simular de SIGTB	Oculto
<i>F5</i>	<b><i>Interfaz de Usuario</i></b>	

#### **4.1.4 Casos de Uso**

Como se puede dar cuenta en la Figura 15 los casos de uso son esencialmente 10 y ellos son: Actualizar Pacientes, Actualizar simulación, Desplegar simulación, Configuración y Diagnóstico, Cargar Configuración, Configurar SIGTB, Configurar SIMTB, Configurar SIEXCOTB, Diagnóstico y por último Cambiar Contraseña. Estos son todos los casos de usos en este documento solo se hablarán de los 3 casos de uso que conciernen a la comunicación. Los casos de uso de gestión están en el anexo de este documento. Los casos de uso aparecen en las tablas 2, 3 y 4.

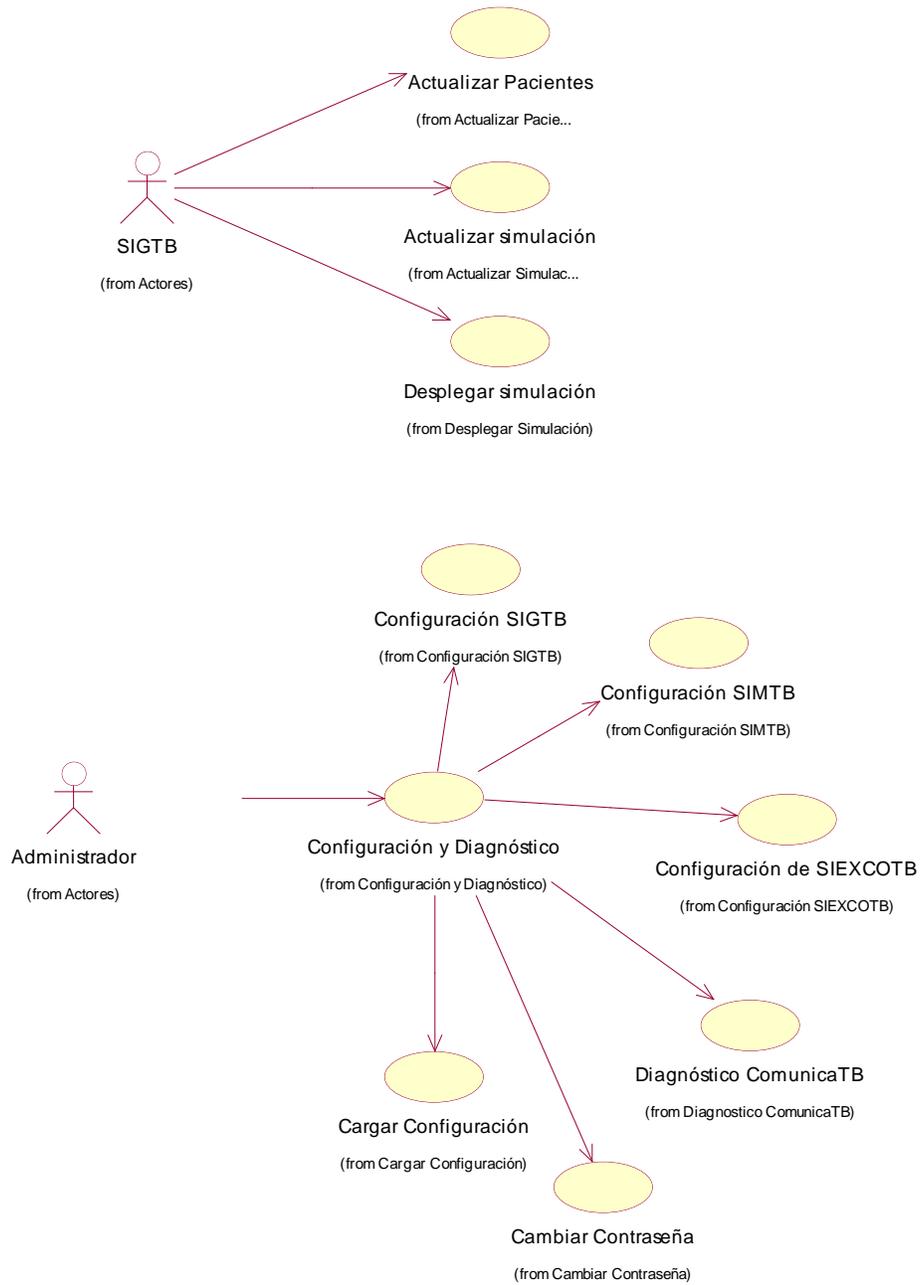


Figura 15: Casos de Uso

Tabla 2: Caso de Uso \_ Actualizar Pacientes

<b>Identificación</b>	CU1													
<b>Nombre</b>	Actualizar Pacientes													
<b>Autor</b>	Pablo Eduardo Caicedo Rodríguez	Actualizado por:												
<b>Fecha de Creación:</b>	21 agosto de 2004	Ultima Actualización:												
<b>Actor:</b>	SIGTB													
<b>Descripción:</b>	El caso de uso inicia cuando SIGTB ha invocado a la aplicación. Entonces se debe hacer un chequeo de que servicio se va a proveer. Una vez el chequeo está realizado se debe trasladar los datos de pacientes desde SIEXCOTB hasta SIGTB. El caso de uso termina en el momento que todos los pacientes han sido descargados a la aplicación SIGTB.													
<b>Precondición:</b>	SIGTB activo													
<b>Poscondición:</b>	Ninguna													
<b>Prioridad:</b>	Alta													
<b>Frecuencia:</b>	Cada vez que sea utilizado el sistema SIGTB													
<b>Flujo de eventos:</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SIGTB</th> <th>COMUNICATB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Invocación de COMUNICATB</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2. Comprobación de servicio</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3. Conecta SIEXCOTB y SIGTB con repositorio de datos</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4. Intercambia información</td> </tr> </tbody> </table>				SIGTB	COMUNICATB	1. Invocación de COMUNICATB			2. Comprobación de servicio		3. Conecta SIEXCOTB y SIGTB con repositorio de datos		4. Intercambia información
SIGTB	COMUNICATB													
1. Invocación de COMUNICATB														
	2. Comprobación de servicio													
	3. Conecta SIEXCOTB y SIGTB con repositorio de datos													
	4. Intercambia información													
<b>Flujos Alternativos:</b>	Ninguno													
<b>Excepciones:</b>	Fallo en la conexión al repositorio de datos													
<b>Incluye:</b>	Ninguno													
<b>Puntos de Extensión:</b>	Ninguno													
<b>Requerimientos especiales:</b>	Ninguno													
<b>Suposiciones:</b>	Ninguna													
<b>Notas y usos</b>	Ninguno													

Tabla 3: Caso de Uso \_ Actualizar Simulación

<b>Identificación</b>	<b>CU2</b>																			
<b>Nombre</b>	Actualizar Simulación																			
<b>Autor</b>	Pablo Eduardo Caicedo R.	Actualizado por:																		
<b>Fecha de Creación:</b>	21 agosto de 2004	Ultima Actualización:																		
<b>Actor:</b>	SIGTB																			
<b>Descripción:</b>	El comienzo de este caso de uso es en el momento en que SIGTB invoca una simulación. Una vez invocada la simulación, SIGTB prepara la información de los pacientes que se van a simular. En el momento en que la información este lista se invoca COMUNICATB, el cual conectará SIGTB y SIMTB al repositorio de datos y hará el traspaso de la información, teniendo cuidado de adecuar la información para ser útil a SIMTB. Ya con la información en SIMTB, se invoca a esté para que haga la simulación.																			
<b>Precondición:</b>	SIGTB activo																			
<b>Poscondición:</b>	SIMTB activo																			
<b>Prioridad:</b>	Alta																			
<b>Frecuencia:</b>	Cada vez que se desea hacer una simulación																			
<b>Flujo de eventos:</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SIGTB</th> <th>COMUNICATB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Invocación de Simulación</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Prepara información Inicial para simulación</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Invoca COMUNICATB</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>4. Identifica el servicio</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5. Conecta a SIGTB y a SIMTB con el repositorio de datos</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6. Traslado de información</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7. Invoca a SIMTB</td> </tr> </tbody> </table>				SIGTB	COMUNICATB	1. Invocación de Simulación		2. Prepara información Inicial para simulación		3. Invoca COMUNICATB			4. Identifica el servicio		5. Conecta a SIGTB y a SIMTB con el repositorio de datos		6. Traslado de información		7. Invoca a SIMTB
SIGTB	COMUNICATB																			
1. Invocación de Simulación																				
2. Prepara información Inicial para simulación																				
3. Invoca COMUNICATB																				
	4. Identifica el servicio																			
	5. Conecta a SIGTB y a SIMTB con el repositorio de datos																			
	6. Traslado de información																			
	7. Invoca a SIMTB																			
<b>Flujos Alternativos:</b>	Ninguno																			
<b>Excepciones:</b>	Falla de conexión a Repositorio de datos Falla en la invocación de la aplicación de SIMTB																			
<b>Incluye:</b>	Ninguno																			
<b>Puntos de Extensión:</b>	Ninguno																			
<b>Requerimientos especiales:</b>	Ninguno																			
<b>Suposiciones:</b>	Ninguna																			

<b>Notas y usos</b>	Ninguna
---------------------	---------

Tabla 4: Caso de Uso \_ Desplegar Simulación

<b>Identificación</b>	CU3																
<b>Nombre</b>	Desplegar Simulación																
<b>Autor</b>	Pablo Eduardo Caicedo Rodríguez	Actualizado por:															
<b>Fecha de Creación:</b>	21 agosto de 2004	Ultima Actualización:															
<b>Actor:</b>	SIGTB																
<b>Descripción:</b>	Cuando la simulación ha terminado, y se desea visualizar el resultado de esta, en SIGTB se invoca este deseo. Este módulo mira si se ha terminado la simulación, si es así invoca a COMUNICATB, la aplicación conecta a SIMTB y SIGTB al repositorio de datos he intercambia la información. Todo termina cuando SIGTB dibuja la información de nuevos pacientes en un mapa.																
<b>Precondición:</b>	CU2, SIGTB activo																
<b>Poscondición:</b>	Ninguna																
<b>Prioridad:</b>	Alta																
<b>Frecuencia:</b>	Cada vez que se ha realizado una simulación																
<b>Flujo de eventos:</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SIGTB</th> <th>COMUNICATB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Invoca visualización de simulación.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Confirma que la simulación ha terminado.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Invoca a COMUNICATB</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>4. Conecta a SIGTB y a SIMTB a repositorio de datos</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5. Traslado de información</td> </tr> <tr> <td>6. Grafica nueva información en mapas</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			SIGTB	COMUNICATB	1. Invoca visualización de simulación.		2. Confirma que la simulación ha terminado.		3. Invoca a COMUNICATB			4. Conecta a SIGTB y a SIMTB a repositorio de datos		5. Traslado de información	6. Grafica nueva información en mapas	
SIGTB	COMUNICATB																
1. Invoca visualización de simulación.																	
2. Confirma que la simulación ha terminado.																	
3. Invoca a COMUNICATB																	
	4. Conecta a SIGTB y a SIMTB a repositorio de datos																
	5. Traslado de información																
6. Grafica nueva información en mapas																	
<b>Flujos Alternativos:</b>	Ninguno																
<b>Excepciones:</b>	Fallo en conexión a repositorio de datos																
<b>Incluye:</b>	Ninguno																
<b>Puntos de Extensión:</b>	Ninguno																
<b>Requerimientos especiales:</b>	Ninguno																

<b>Suposiciones:</b>	El caso de uso 2 se ha realizado con éxito.
<b>Notas y usos</b>	Ninguna

## 4.2 ANÁLISIS

Para realizar el análisis de la aplicación a partir de los casos de uso que se han obtenido de los clientes, definiremos paquetes de análisis en los cuales se han fusionado las funciones de la aplicación. Para definir los paquetes de análisis se utilizará las funciones del sistema y los casos de uso.

Los paquetes de análisis son los siguientes:

- Conexión a repositorio de datos
- Traslado de información.
- Identificación del servicio.
- Desplegar datos.

Con las similitudes en los casos de uso identificadas, podemos realizar un sencillo trabajo: convertir cada una de las similitudes en paquetes de análisis, como lo muestra la Figura 16



**Figura 16: Paquetes de análisis**

Aquí se encuentra una situación interesante con los paquetes de análisis ya descritos, y la situación es que dos de los paquetes: *Conexión a Repositorio de Datos y Traslado de Información*, los cuales trabajan sobre el mismo actor *Repositorio de Datos*. Para simplificar el número de paquetes *Conexión a Repositorio de Datos y Traslado de Información* se fusionarán en uno solo que paquete que se denominará *Interfaz de Datos*.

Como ya se ha dicho el Repositorio de datos es la unión de variada información, pero esta información está dividida en dos grandes grupos: información en base de datos y la información en archivos. La información en archivos a su vez está dividida en tres grandes grupos los cuales son: información en archivos XML, información en archivos TXT e información en archivos DBF. Esta división de la información también será considerada en el momento de realizar la descripción de los paquetes de análisis. Es así como se producen nuevos paquetes, los cuales son: *Interfaz\_Bases\_Datos*, que a su vez contiene otro paquete de análisis *MySQL*, *Interfaz\_Archivos*, en los cuales están contenidos los siguientes paquetes: *Interfaz\_Archivos\_XML*, *Interfaz\_Archivos\_TXT* y por último *Interfaz\_Archivos\_DBF*.

Hay otra situación especial, debido a las características del software que trabaja el módulo SIGTB, denominado ArcView, la comunicación de este y el entorno se basa en el intercambio dinámico de archivos de texto o archivos en formato de

base de datos (.DBF). Entonces la comunicación del servicio necesario para el módulo SIGTB, se hará por la única manera posible, a través de archivos. Por su facilidad de manejo se prefieren utilizar los archivos de texto. Por lo tanto *Identificación de Servicio*, se fusionará con *Interfaz\_Archivos\_TXT*.

El paquete de análisis *Despliegue de Información*, es demasiado extenso, es por eso que se decidió convertirlo en varios paquetes, respetando la función de cada uno de los paquetes individuales. Es decir del paquete *Despliegue de Información* se obtiene los siguientes: *Configuración*, *Diagnósis*. Pero *Diagnósis* y *Configuración* son paquetes que van a ser solo usados por el Administrador, es por esto que solo se deja el paquete de *Configuración* y el paquete *Diagnósis* será un paquete contenido en este *Configuración*. Una cosa básica es que se debe mostrar información por lo tanto en *Configuración* aparece *GUIConfig*

Son tres los módulos que pertenecen a SINCO – TB por lo tanto habrá tres maneras diferentes de configurar y mostrar la información, es así que *Siexco*, *Sig* y *Sim* hacen su aparición dentro del subpaquete *GUIConfig*. Hay algunas otras funciones accesorias como cambios de contraseñas, verificación de administrador y un generador de errores. Para cada una de las anteriores funciones se tiene también un paquete nuevo *Cambiar\_Password*, *Entrar* y *Errores*.

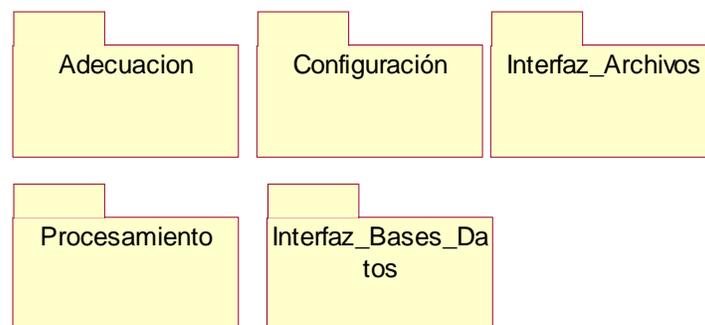
A estos paquetes, se les agregará dos paquetes más, los cuales, representan dos funcionalidades extras que debe brindar la arquitectura. El primero de los

paquetes se denominará *Procesamiento* que es el paquete básico en el cual todas las funcionalidades se fusionarán para dar paso a la funcionalidad básica de comunicación. Las funcionalidades son la de comunicación y la de procesamiento, de las dos funcionalidades se crean los paquetes *Comunicadores* y *Principal*. El segundo paquete es el denominado *Adecuación* el cual sale de la función de la arquitectura denominada adecuación de la información

Los paquetes principales, son solo cinco:

- Adecuación
- Configuración
- Interfaz\_Archivos
- Interfaz\_Base\_Datos
- Procesamiento

Es así como el modelo de paquetes de análisis preliminar, está descrito.



**Figura 17: Paquetes de Análisis principales**

Cada uno de lo paquetes principales tiene una cantidad de paquetes más en las figuras 18, 19, 20, 21 se muestran cuales son los subpaquetes de cada uno de los

paquetes, además se muestra también cuales son las clases que cada uno necesita para realizar la funcionalidad descrita para cada uno de los paquetes.

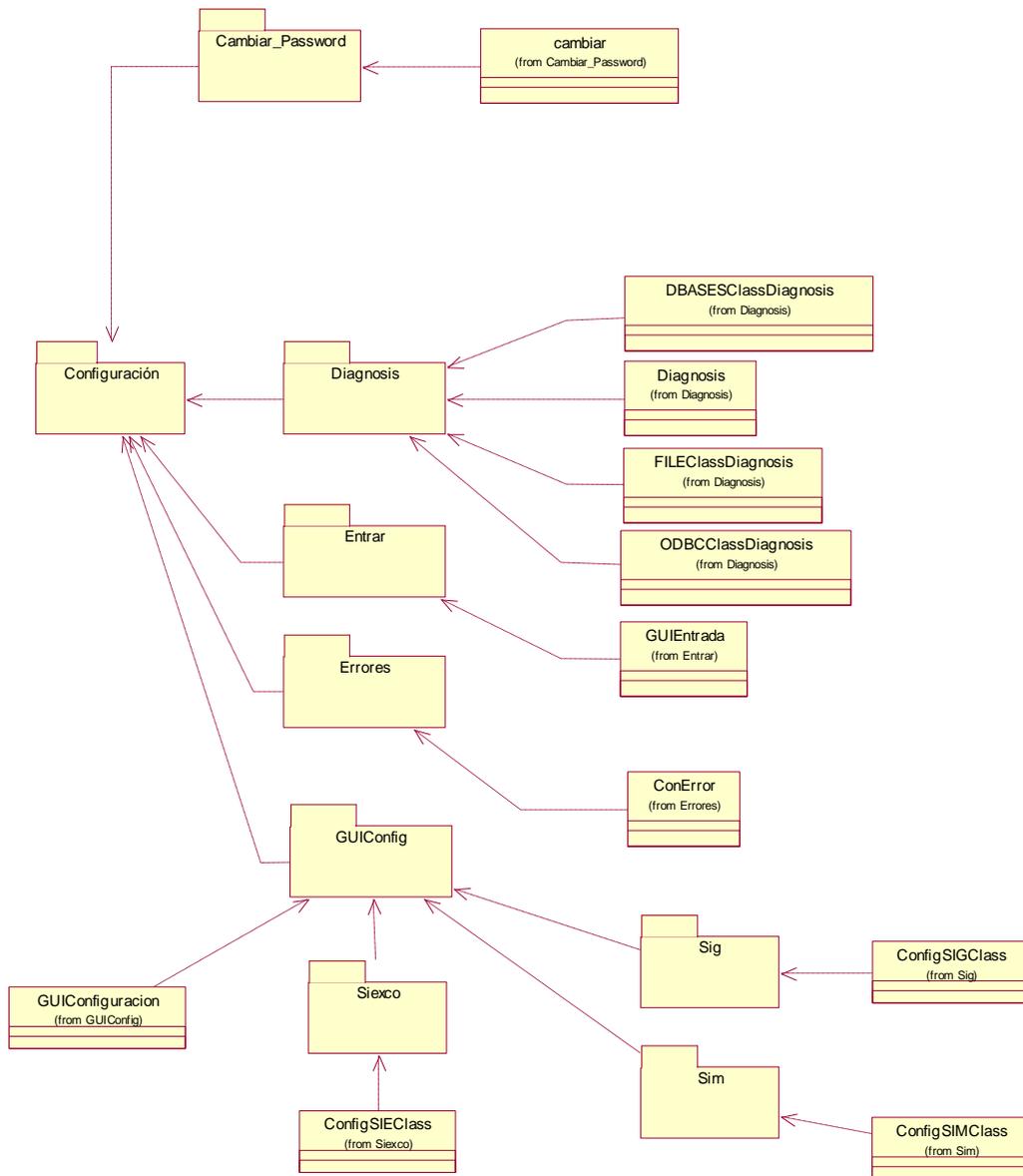


Figura 18: Paquete Configuración

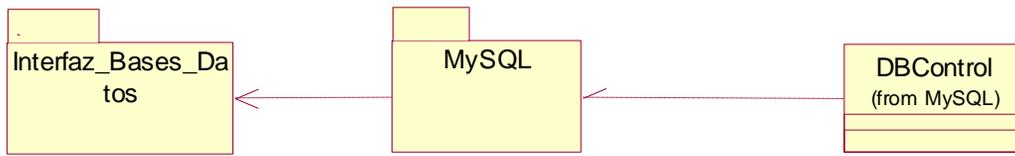


Figura 19: Paquete Interfaz\_Bases\_Datos

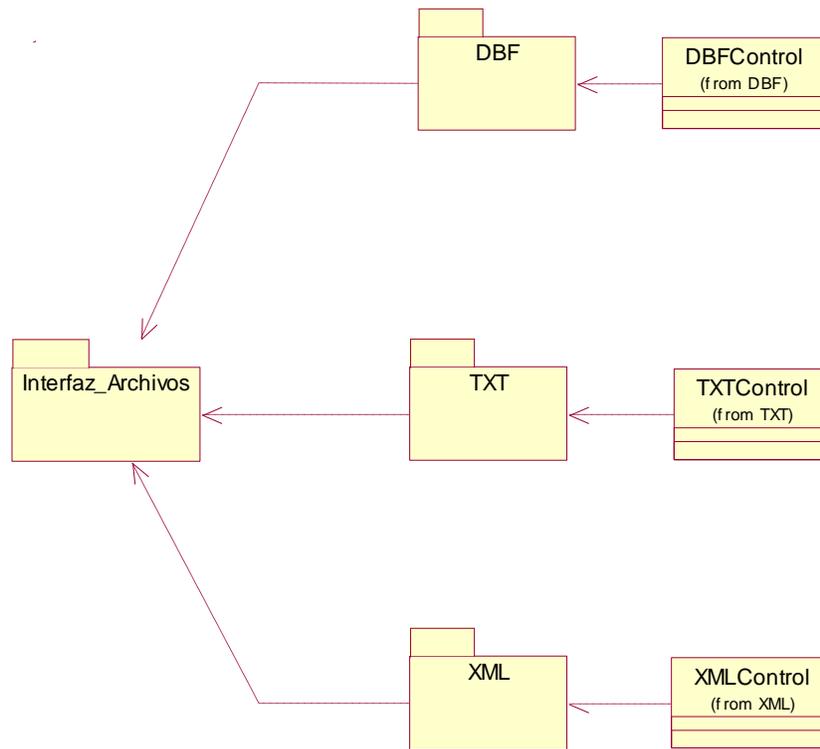
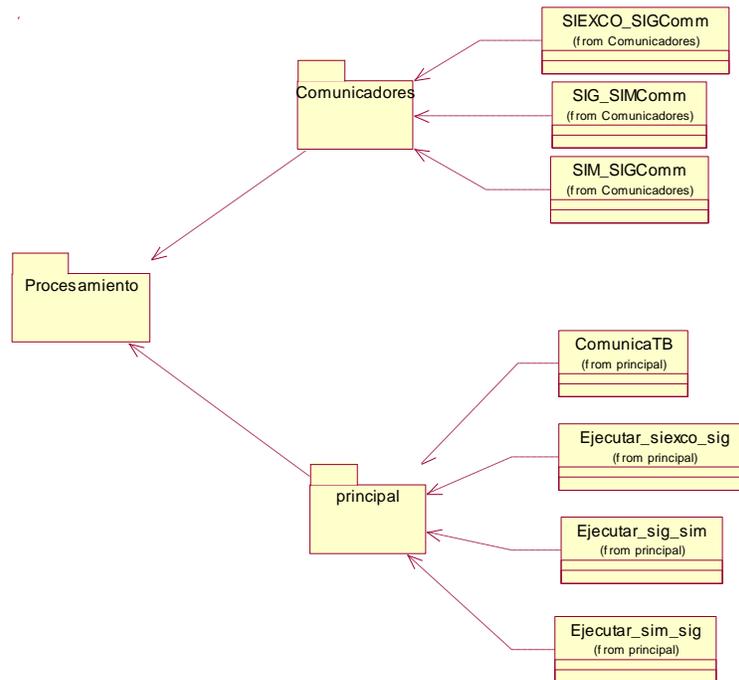


Figura 20: Paquete Interfaz\_Archivos

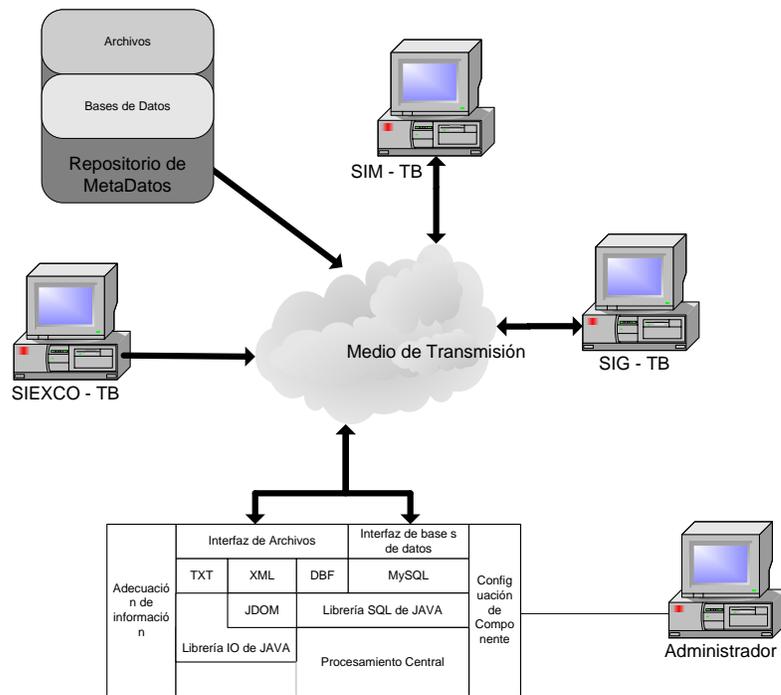


**Figura 21: Paquete Procesamiento**

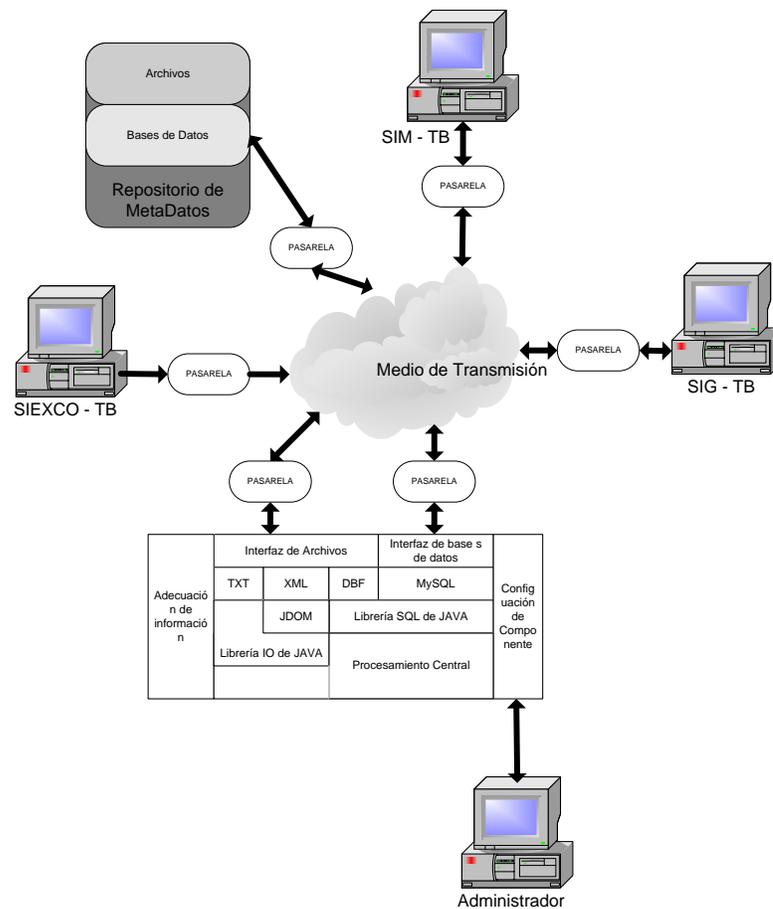
Después solo faltaría ver como estos paquetes y clases interactúan para formar las funcionalidades de los casos de uso. Esto no se va a realizar, debido a que volvería el documento innecesariamente grande. Lo que se va a hacer es pasar a la fase de diseño, en ella se podrá ver lo mismo pero ya con los mensajes, variables utilizados, lo cual si es necesario. Si se desea ver en totalidad los diagramas de análisis por favor abra el documento **Modelamiento ComunicaTB (ANALISIS).mdl** adjunto a la monografía. Para abrir utilice [Rational Rose Release Version 2003.06.12.280.000](http://www14.software.ibm.com/webapp/download/product.jsp?cat=swdev&S_TACT=104AH+W42&S_CMP=&id=AMSA-5NYUE5&s=c)<sup>10</sup>. También se podrá ver los modelos gráficos de la aplicación en el anexo a la monografía

En consideración al funcionamiento, las capacidades de cada una de las aplicaciones, los conceptos envueltos en las aplicaciones, las funcionalidades de cada una de la partes de SINCO – TB y al análisis realizado, la arquitectura que se propone es la siguiente:

<sup>10</sup> La dirección donde se puede descargar una versión trial de Rational Rose es [http://www14.software.ibm.com/webapp/download/product.jsp?cat=swdev&S\\_TACT=104AH+W42&S\\_CMP=&id=AMSA-5NYUE5&s=c](http://www14.software.ibm.com/webapp/download/product.jsp?cat=swdev&S_TACT=104AH+W42&S_CMP=&id=AMSA-5NYUE5&s=c)



**Figura 22: Arquitectura de Comunicación en Funcionamiento Local**



**Figura 23: Arquitectura de Comunicación en Funcionamiento Remoto**

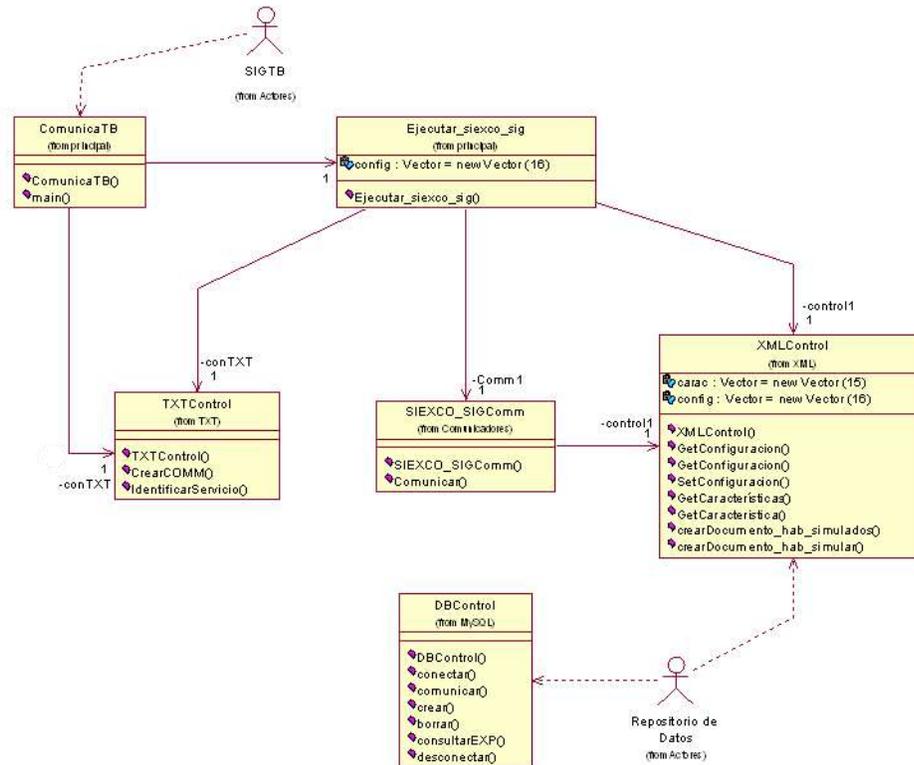
Los dos tipos de arquitectura son muy similares, solo difieren en una cosa, el módulo denominado pasarela. Este módulo es sencillamente un método que hace la conversión según sea el caso (medios de transmisión difieran, módulos en distintos equipos, etc)

Para SINCO-TB no es necesaria la implementación de esta etapa debido a que el funcionamiento es local. El único módulo que se puede conectar a través de TCP/IP es SIEXCO – TB ya que este se conecta a través su servidor de bases de datos.

### 4.3 DISEÑO

El diseño del componente de aplicación, solo aparecerá la parte de la comunicación. Para ver el diseño completo por favor vaya a los anexos, allí aparecen los 10

Casos de uso



**Figura 24: Diagrama de Clase actualización de pacientes**

Este es el caso de uso de actualización de pacientes. El funcionamiento interno es así: SIG-TB invoca la función de ComunicaTB, para ello se invoca la clase principal de la aplicación que se denomina ComunicaTB, cuando esta clase es invocada ella debe conocer que tipo de comunicación debe realizar, para esto utiliza la clase TXTControl y para la utilización de ella define un objeto de esa clase llamado conTXT. TXTControl va y busca un archivo que se denomina *codigo.txt* donde se encuentra el tipo de comunicación que se debe hacer. Este archivo es escrito por SIG-TB justo antes de invocar a ComunicaTB. Cuando ya hay una identificación de la comunicación se invoca a la clase principal de ejecución de comunicación, aquí se hace el pre-procesamiento para la comunicación y el post-procesamiento. Una vez se llama a la clase que realiza la

comunicación, para este caso de uso la clase que hace la comunicación se llama SIEXCO\_SIGComm, pero para llamar esta clase hay que obtener la configuración de las comunicaciones por ello hay que solicitar la colaboración de la clase XMLControl que maneja los archivos XML. Con la configuración obtenida del archivo XML se procede a hacer la comunicación. Para realizar la comunicación de SIEXCO, se requiere descargar de una base de datos una tabla, la clase que te permite hacer esto es la clase DBControl. Con la descarga de la tabla, se procede a realizar una decodificación de la información, esta información esta en forma de un documento XML, entonces como es predecible para hacer esta decodificación se utiliza la clase XMLControl. Con la información de pacientes se actualiza la base de datos de SIG-TB, para ello también se utiliza la clase DBControl.

Una vez la información ha pasado de módulo se coloca un archivo que trabaja como bandera para que siga el trabajo de SIG-TB.

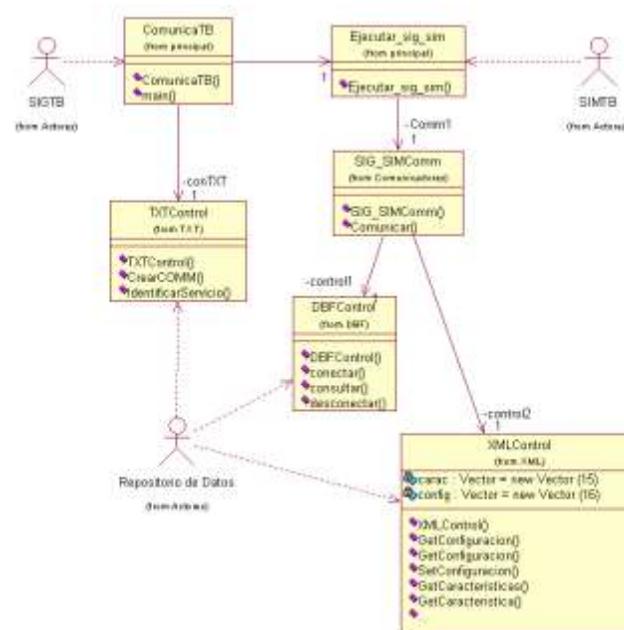
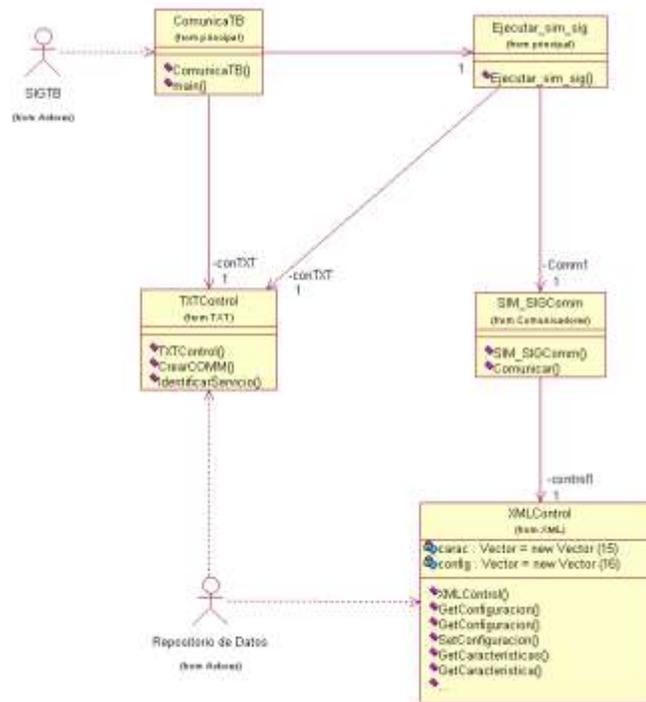


Figura 25: Diagrama de clases actualizar simulación

Este es el caso de uso de actualizar simulación. El funcionamiento interno es así: SIG-TB invoca la función de ComunicaTB, para ello se invoca la clase principal de la aplicación que se denomina ComunicaTB, cuando esta clase es invocada ella debe conocer que tipo de comunicación debe realizar, para esto utiliza la clase TXTControl y para la utilización de ella define un objeto de esa clase llamado conTXT. TXTControl va y busca un archivo que se denomina *codigo.txt* donde se encuentra el tipo de comunicación que se debe hacer. Este archivo es escrito por SIG-TB justo antes de invocar a ComunicaTB. Cuando ya hay una identificación de la comunicación se invoca a la clase principal de ejecución de comunicación, aquí se hace el pre-procesamiento para la comunicación y el post-procesamiento. Una vez se llama a la clase que realiza la comunicación, para este caso de uso la clase que hace la comunicación se llama SIG\_SIMComm.

La comunicación se realiza así: ComunicaTB toma la información de pacientes desde un archivo en formato dbase, este archivo proviene de SIG-TB y es procesado por DBFControl. Para cargar la información de los pacientes en SIM-TB se utiliza la clase XMLControl para escribir el archivo de comunicación.



**Figura 26: Diagrama de clases desplegar simulación**

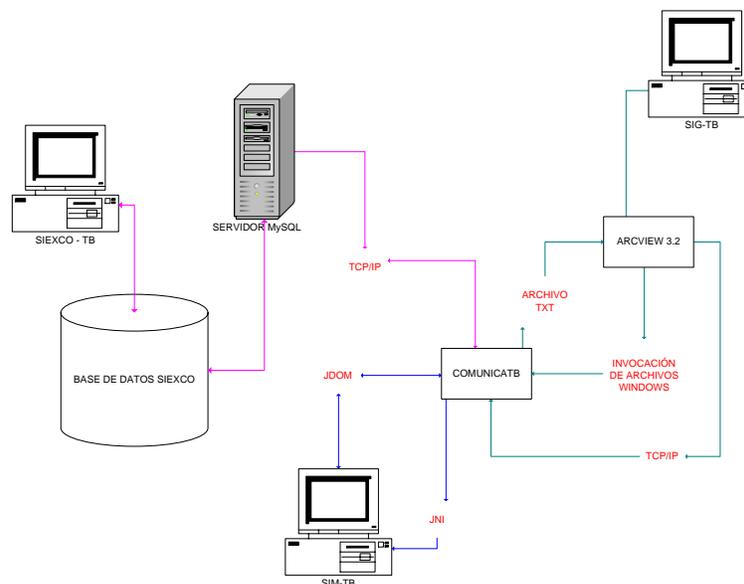
Este es el caso de uso de desplegar simulación. El funcionamiento interno es así: SIG-TB invoca la función de ComunicaTB, para ello se invoca la clase principal de la aplicación que se denomina ComunicaTB, cuando esta clase es invocada ella debe conocer que tipo de comunicación debe realizar, para esto utiliza la clase TXTControl y para la utilización de ella define un objeto de esa clase llamado conTXT. TXTControl va y busca un archivo que se denomina *codigo.txt* donde se encuentra el tipo de comunicación que se debe hacer. Este archivo es escrito por SIG-TB justo antes de invocar a ComunicaTB. Cuando ya hay una identificación de la comunicación se invoca a la clase principal de ejecución de comunicación, aquí se hace el pre-procesamiento para la comunicación y el post-procesamiento. Una vez se llama a la clase que realiza la comunicación, para este caso de uso la clase que hace la comunicación se llama SIM\_SIGComm.

La comunicación se realiza así: SIM-TB coloca un archivo XML, ComunicaTB con su clase XML toma los datos del archivo de comunicación y los coloca en el archivo de comunicación de SIG-TB (archivo.txt).

#### 4.4 IMPLEMENTACIÓN

En la implementación del componente se tuvo en cuenta varios factores tales como: el tipo de licencia de las licencias de los elementos que se utilizaron para la construcción en la construcción de la aplicación se tuvo los siguientes elementos:

- Lenguaje de programación: JAVA
- Entorno integrado de desarrollo: Netbeans 3.6
- Interfaces para programación de la aplicación
  - JDOM: Para análisis de documentos XML
  - JDBC: Para conexión de base de datos MySQL



**Figura 27: Diagrama completo de Implementación**

## **5 DESCRIPCION DE LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO DE LA TUBERCULOSIS EN LA CIUDAD DE POPAYÁN**

Ya que se conoce como se ha realizado la arquitectura de comunicación se verá como se puede validar. Para realizar la validación se verá una aplicación que permite encontrar los factores de propagación de la TBC en la ciudad de Popayán.

Para realizar esto se utilizó, el módulo de SIG-TB y el módulo de SIEXCO-TB, con SIEXCO-TB se obtuvieron los datos de los pacientes y los análisis espaciales se obtuvieron con el Módulo SIG-TB.

Ahora se presenta el panorama de TBC en Popayán como validación de la comunicación. Es de apreciar que sin ComunicaTB, el módulo informático de SIG-TB es de muy poca ayuda para SINCO-TB pues este no se puede ejecutar.

El panorama es el resultado de un análisis espacial. Este realiza basándose en las observaciones y la metodología presentado en el trabajo de tesis "*ANÁLISIS ESPACIAL DE LA TUBERCULOSIS EN LA CIUDAD DE POPAYAN*" realizado por la ingeniera Marta Elena Montaña F.

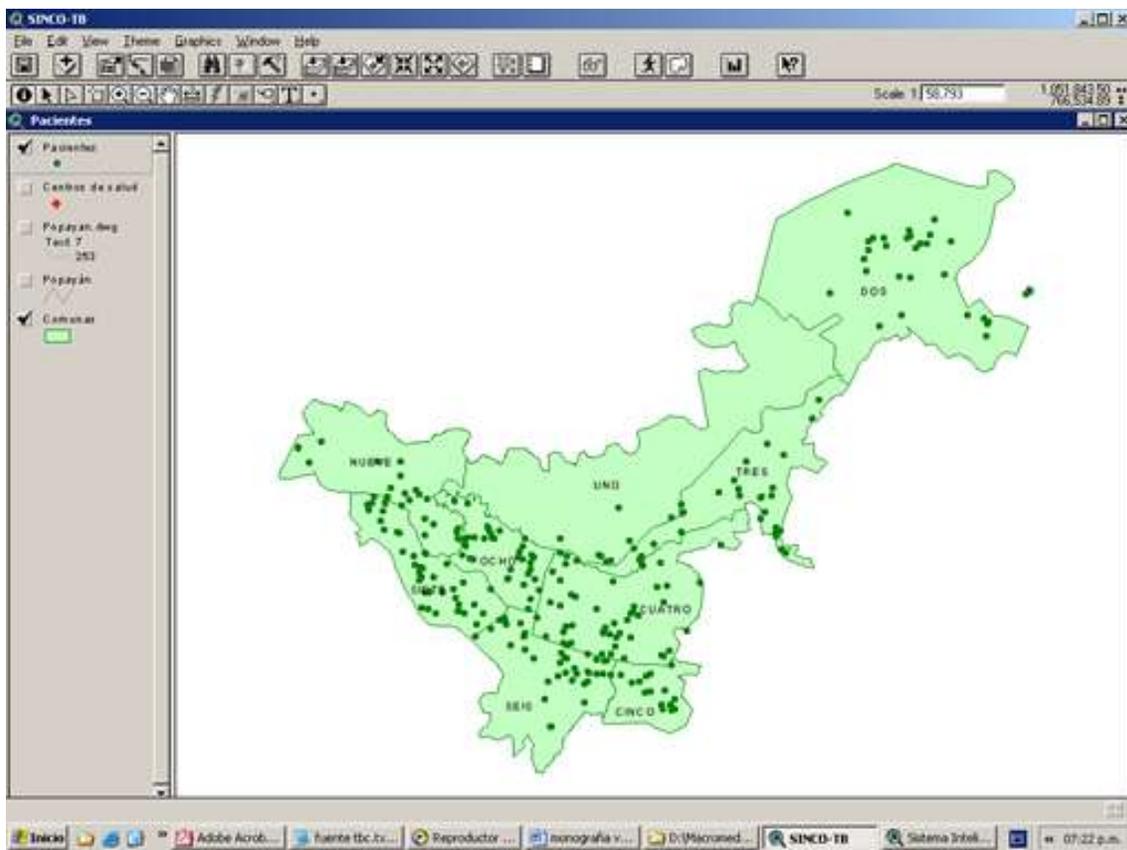
Los patrones de difusión de la TBC es el resultado del análisis espacial. Para encontrar los patrones geográficos de la difusión de la tuberculosis, se ha utilizado dos teorías estadísticas: la teoría de los quadrats para encontrar los agrupamientos de pacientes y posteriormente se utiliza una clasificación por K-medio para la ubicación de los focos de difusión de la TBC. Para el análisis de patrones de difusión, también se ha tenido en cuenta los informes de cohorte proporcionados por la Dirección Departamento de Salud del Cauca, la información de pacientes corresponde al lapso de tiempo de enero de 1.999 a diciembre de 2.003

Para poder reconocer los patrones de difusión es necesario tener en cuenta algunas cosas antes y éstas son: la difusión de la TBC depende de varios factores tales como la alimentación, el tipo de vivienda, la edad, el tratamiento de la enfermedad, el tipo de cepa bacteriana con el cual el paciente se había infectado y por último de los hábitos y enfermedades del paciente (alcoholismo, tabaquismo, embarazo, SIDA, etc). Todos estos factores a la postre se pueden convertir en factores geográficos (físicos, socio-económicos, administrativos).

Para el caso específico de Popayán se tiene que la distribución espacial de pacientes es de la forma descrita en la figura 28. Como se puede observar hay enfermos de tuberculosis en toda la ciudad de Popayán, pero las comunas cuatro, cinco, seis, siete y ocho son las comunas que presentan la mayoría de casos de tuberculosis. En la tabla 5 podemos ver la cantidad de pacientes por comuna:

**Tabla 5: Pacientes por comuna**

Comuna	Paciente por Comuna	Porcentaje
0	7	2.46
1	8	2.82
2	30	10.56
3	32	11.27
4	49	17.25
5	17	5.99
6	38	13.38
7	43	15.14
8	38	13.38
9	22	7.75
	284	100.00



**Figura 28: Distribución Espacial de pacientes Zona Urbana de Popayán 1.999 – 2.003**

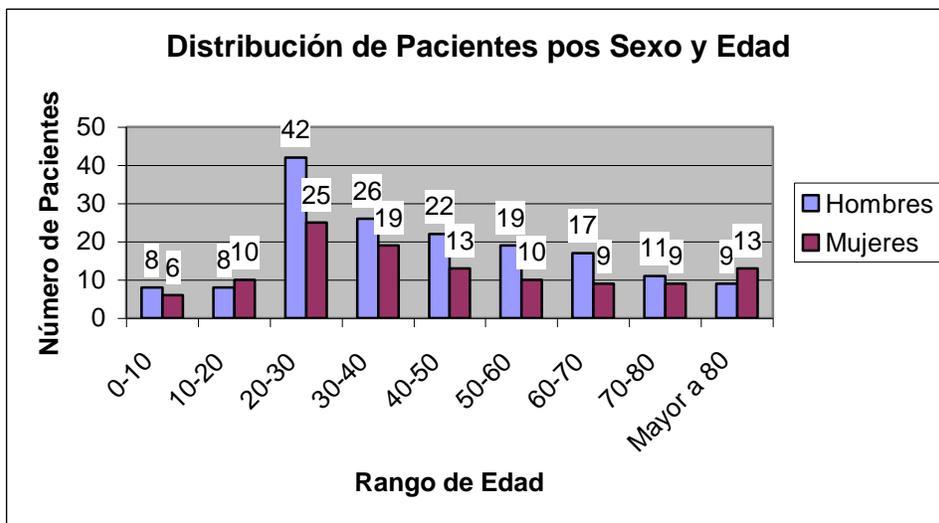
Las siguientes figuras aparecen como salen en los productos.

Continuando con el despliegue de la información ofrecida por SINCOTB, se observa que el porcentaje de muertes comparada con el porcentaje de pacientes recuperados es muy alto comparado al porcentaje recomendado por la OMS. Mientras que el porcentaje de pacientes curados recomendado para que el tratamiento se clasifique como efectivo es del 85%, aquí en Popayán el porcentaje de pacientes curados es de 24.3%, lo cual indicaría que los tratamientos de TBC en Popayán son poco efectivos. Los porcentajes de los diferentes pacientes egresados del sistema son:

**Tabla 6: Relación de pacientes egresados**

Egreso	Pacientes	Porcentaje
sin registro de egreso	16	5.63
abandono	48	16.90
curado	69	24.30
fracaso	9	3.17
muerte	28	9.86
remitido	32	11.27
terminado	74	26.06

El rango de edad en el cual se presenta una mayor cantidad de casos es en el rango de la población económicamente activa masculina. Esto se puede ver en la siguiente figura:



**Figura 29: Distribución de Pacientes por Sexo y Edad**

Algo que es muy importante de anotar es que la gran mayoría de pacientes están a menos de 200m de un cuerpo de agua. Es así como el 64.85% de los pacientes se encuentra a menos de 200m de un cuerpo de agua. Lo anteriormente descrito

se ve en la siguiente figura. Como es bien sabido, los ríos más importantes de Popayán son los ríos Cauca, el río Molino y el río Ejido. También son de relevancia las quebradas Pubús y Quitacalzón. Como son los principales cuerpos de agua de la ciudad de Popayán, será útil para el resto de descripción de patrones de comportamiento, el describir como han sido sus desbordes en el lapso de tiempo en el cual se está realizando el estudio, la descripción se realizará por medio de la figura 31. Además será necesario describir la carga contaminante que tienen los principales cuerpos de agua, información que está resumida en la tabla

**Tabla 7: Relación de Carga Contaminante**

Área Hidrográfica	DBO Kg / mes	SST Kg / mes	PROMEDIO Kg / mes	CAUDAL Lts / seg
Río Ejido	110,293	131,301	120,797	181
Quebrada Pubús	20,695	24,637	22,666	34
Río Molino	54,781	65,216	59,999	90
Quebrada Quitacalzón	10,469	12,464	11,466	17
Río Cauca	47,234	56,231	51,372	78
<b>TOTAL</b>	243,472	289,849	266,660	400

**Fuente:** Plan de ordenamiento territorial de Popayán. 2001.

## Pacientes a menos de 200m de un Cuerpo de Agua

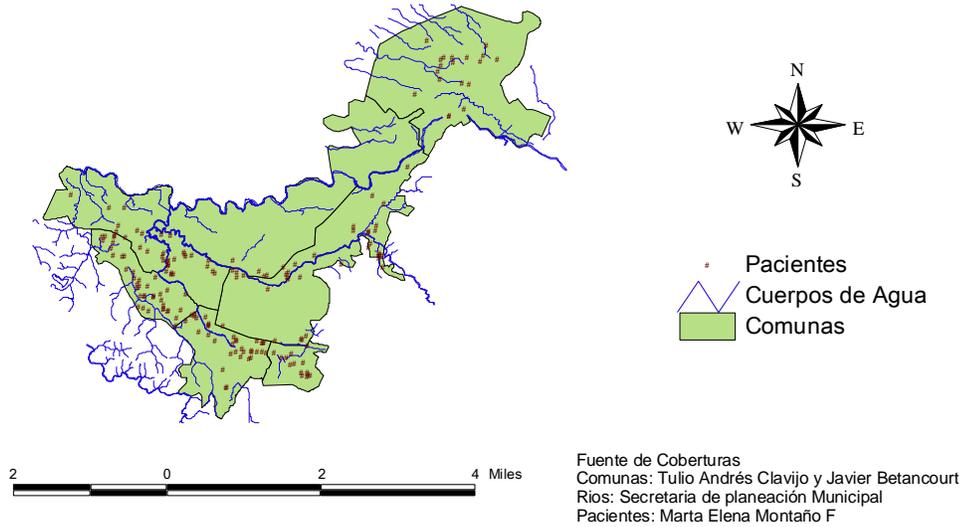


Figura 30: Pacientes a menos de 200m de un Cuerpo de Agua

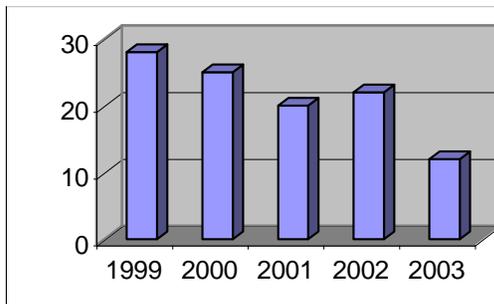
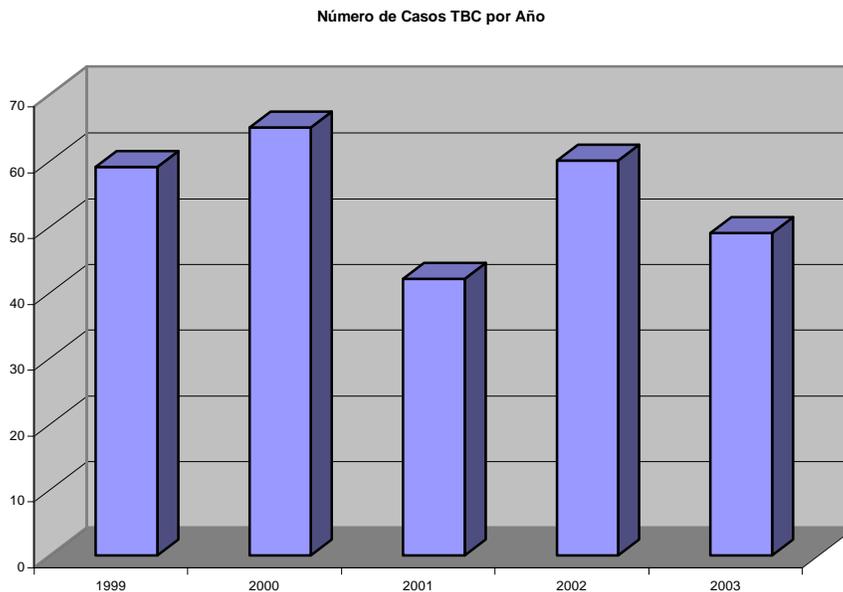


Figura 31: Ocurrencia de Inundaciones en la Ciudad de Popayán

Fuente: Estudio de vulnerabilidad por inundación en el área urbana del municipio de Popayán

Una vez que se han descrito algunos de las propiedades de los cuerpos de agua en el área de Popayán, se observa que hay una relación entre los casos de TBC y

las inundaciones. Ambas gráficas tienen comportamientos similares. Si se observan las Figuras 31 y 32 se observa la relación.



**Figura 32: Número de Casos TBC por Año**

Son datos como estos, los que hacen al sistema de información geográfica una herramienta poderosa en el análisis de problemas espaciales. Pero si es bueno decir que la información es tan buena como la persona que la analiza. Sin poseer el conocimiento experto necesario para el caso un individuo se puede dar algunas concepciones valiosas tales como:

- una campaña de promoción del tratamiento hacía los varones con edades entre 20 y los 60 años, que tienen su lugar de habitación en la comuna 4 en la ciudad de Popayán daría como resultado un decremento significativo en los índices de mortalidad por TBC como lo indica la siguiente tabla:

**Tabla 8: Muertes por Comuna en el periodo 1.999 – 2.003**

Comuna	Muertes
--------	---------

1	1
2	2
3	4
4	8
5	1
6	1
7	5
8	5
9	1

- Otra posibilidad es realizar búsquedas activas para aumentar la cobertura en las comunas: cuatro y siete pues en ellas hay una mayor probabilidad de que hayan casos de TBC.
- Tener en cuenta las comunas 2, 6, y 7 pues en ellas se presentan la mayor cantidad de fracasos es posible que en esas comunas se encuentre una cepa resistente al tratamiento.
- En las comunas 4, 7 y 8 se presentan la mayor cantidad de casos de abandono de tratamiento. Hay probabilidad que los promotores del tratamiento no hagan bien su trabajo, sería bueno capacitarlos.

Todo estos escenarios son hipotéticos, obtenidos con un conocimiento muy limitado de las estructuras de control interno de la Secretaria de Salud del Cauca.

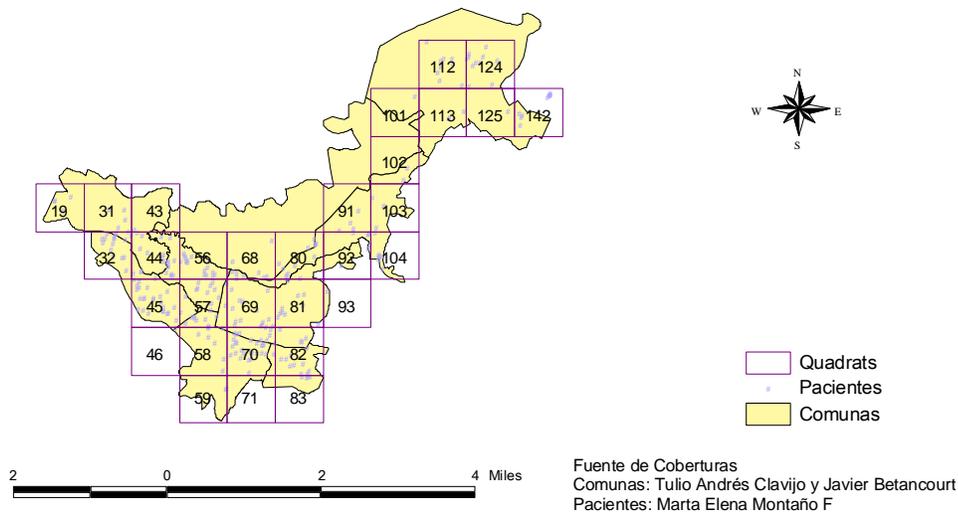
### **5.1 ANALISIS ESTADISTICO<sup>11</sup>.**

---

<sup>11</sup> MONTAÑO F. Marta Elena. Análisis Espacial de la Tuberculosis en la Ciudad de Popayán  
Pablo Eduardo Caicedo R

Para encontrar los patrones de comportamiento, primero se hace un análisis de quadrat. Este análisis dirá si los pacientes están agrupados. Para ello, primero se divide el espacio a estudiar en pequeñas sub-áreas denominadas quadrats. En el caso específico de este estudio el área urbana de Popayán se ha subdividido en quadrats de 1Km<sup>2</sup> tal como lo indica la siguiente figura:

## Malla Regular para el Análisis de los Patrones de Distribución



**Figura 33: Malla Regular para el Análisis de los Patrones de Distribución**

La construcción de la malla regular, se hace bajo las siguientes características:

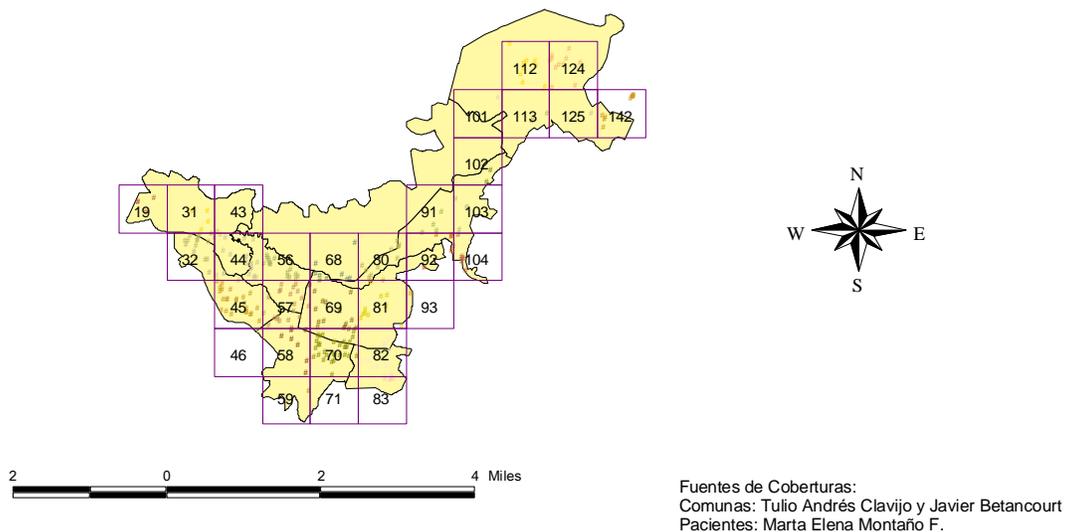
- Los quadrats deben ser figuras regulares como cuadrados o triángulos equiláteros.
- Los quadrats no deben tener separación entre si pero tampoco deben traslaparse.

- Los quadrats deben ocupar todo el espacio geográfico de trabajo

Con estas condiciones se crean los quadrats, el número que aparece dentro de los quadrats, es un identificador el cual puede ser cualquier número no necesariamente debe ser ese.

Una vez la malla este hecha, se procede a clasificar los pacientes según el quadrat en el que estén, para esto se utilizan las funcionalidades de ArcView. Resultado de esta operación tenemos la siguiente figura:

## Distribución de Pacientes por Quadrat



**Figura 34: Distribución de Pacientes por Quadrat**

Ahora es necesario obtener los datos que serán la entrada para el análisis estadístico. Estos datos son las coordenadas planas que posee cada uno de los pacientes descritos en la cobertura de pacientes. Estas coordenadas es

importante saber que serán coordenadas reales si y solo si se ha hecho una georeferenciación de la cobertura. La georeferenciación es la función por la cual se convierte las coordenadas en las cuales se ha hecho el mapa, en coordenadas planas reales. En este trabajo se utilizaron coberturas georeferenciadas por lo tanto las coordenadas que se obtuvieron de los pacientes son verdaderas. En la Tabla 9, aparecen los pacientes enfermos de TBC para el año 2001, este es una parte del formato en el que aparecen todos los atributos de los pacientes. Se observa que las coordenadas X y Y les corresponden número por encima de 750000, esto es debido a la georeferenciación, pero si se desea viajar a Europa y estas coordenadas las coloca en un GPS, el punto que le muestre le representará el lugar de habitación del enfermo.

**Tabla 9: Pacientes 2001**

ID_PACIENT	QUADRAT	X	Y
200101	32	1049002,16	763003,64
200102	58	1051337,25	760899,902
200103	44	1050404,03	763104,027
200104	56	1050743,78	762614,788
200105	69	1051879,49	761377,961
200106	70	1052355,84	760869,989
200108	44	1050320,46	762367,998
200109	56	1050697,84	762722,633
200110	45	1049855,93	761842,523
200112	112	1056055,85	766805,88
200114	104	1054816,03	762715,275
200115	81	1052729,57	761556,732
200116	70	1051862,19	761115,1
200117	70	1051699,68	760833,88
200118	69	1051746,92	761280,304
200119	80	1053410,27	762699,156

Descripción De Los Patrones De Comportamiento De La Tuberculosis En La Ciudad De Popayán

<b>200120</b>	45	1050254,18	761566,433
<b>200121</b>	82	1052900,93	760419,094
<b>200123</b>	70	1052293,05	760972,029
<b>200124</b>	124	1056995,84	767105,68
<b>200126</b>	45	1049746,1	762057,61
<b>200127</b>	69	1051696,39	762010,53
<b>200128</b>	57	1051285,16	762161,986
<b>200129</b>	69	1052403,27	761242,899
<b>200130</b>	82	1052598,52	760898,263
<b>200133</b>	57	1050719,38	761882,926
<b>200135</b>	56	1051128,01	762404,976
<b>200136</b>	92	1053971,8	762511,035
<b>200137</b>	45	1049947,92	761536,027
<b>200140</b>	45	1050488,68	761663,664
<b>200141</b>	32	1049462,87	763058,269
<b>200143</b>	82	1052980,29	760440,026
<b>200144</b>	58	1051508,61	761219,72
<b>200145</b>	104	1054686,56	763212,195
<b>200146</b>	93	1053673,3	761983,013
<b>200147</b>	44	1050480,08	762310,959
<b>200148</b>	57	1051003,26	762169,153
<b>200149</b>	57	1050918,56	761425,54
<b>200150</b>	45	1049719,8	762110,064
<b>200151</b>	68	1051705,58	762395,893
<b>200152</b>	56	1051182,1	762487,305
<b>200153</b>	91	1054334,3	763684,084
<b>200154</b>	124	1056641,34	766958,783

El siguiente paso es una extracción de datos. Se extraerán los registros que pertenezcan al mismo quadrat, por ejemplo tenemos que para el quadrat número 19 existen estos registros:

**Tabla 10: Pacientes en el quadrat 19**

ID_PACIENT	QUADRAT	X	Y
200267	19	1048162,58343	763666,03772
200301	19	1048001,77836	763887,18940
200309	19	1047999,40070	763882,43408
200324	19	1048331,48878	763972,47393

Una vez realizado este paso se calcula el promedio y la varianza de la columna X y de la Y obteniendo como resultado:

**Tabla 11: Calculo de coeficiente quadrat para el quadrat 19**

	X	Y
<b>Promedio</b>	1048123,81282	763852,03378
<b>Varianza</b>	25001,08333	17086,81999
<b>Coeficiente Quadrat</b>	0,023853177	0,02236928

Como se ve en la Tabla 11 también se ha calculado un coeficiente, que se denomina quadrat. Este coeficiente es el que dará la información si en el quadrat hay agrupamiento o no. Si  $0 \leq \text{coeficiente quadrat} < 1$  se considera un que hay un patrón agrupado. Si  $\text{coeficiente quadrat} = 1$  entonces se dice que el patrón es regular y no agrupamientos y si el  $\text{coeficiente quadrat} > 1$  se dice que hay un patrón aleatorio de datos. El coeficiente quadrat es la división de la varianza y el promedio.

En nuestro caso, la tabla resumen es la siguiente:

**Tabla 12: Tabla Resumen Análisis de Quadrat**

QUADRAT	PROMEDIO X	VARIANZA X	PROMEDIO Y	VARIANZA Y	COEF. X	COEF. Y
19	1048123,812 8	25001,0832	763852,033 8	17086,8200	0,0238 5	0,02237
31	1049332,896 3	22734,9583	763545,056 3	33932,4881	0,0216 7	0,04444
32	1049246,812 7	30040,1553	762974,528 1	54574,9603	0,0286 3	0,07153
43	1049660,133 1	0,0000	763278,941 3	0,0000	0,0000 0	0,00000
44	1050134,963 0	91669,7799	762649,989 7	100555,773 4	0,0872 9	0,13185
45	1050036,863 5	75684,5820	761799,730 8	54203,6408	0,0720 8	0,07115
46	1050508,111 8	0,0000	761222,233 7	0,0000	0,0000 0	0,00000
56	1050970,455 3	67246,6214	762525,942 7	28393,0733	0,0639 9	0,03724
57	1051096,928 0	62712,1414	761692,248 2	98030,8000	0,0596 6	0,12870
58	1051324,951 3	39374,6184	760907,534 1	115132,882 9	0,0374 5	0,15131
59	1051569,678 6	0,0000	759943,619 3	0,0000	0,0000 0	0,00000
68	1052053,281 3	110798,924 7	762425,997 0	64052,7797	0,1053 2	0,08401
69	1052077,434 0	110131,650 4	761548,462 5	94610,1794	0,1046 8	0,12423
70	1052082,716 0	75372,8075	760818,999 2	41906,3221	0,0716 4	0,05508

Descripción De Los Patrones De Comportamiento De La Tuberculosis En La Ciudad De Popayán

<b>71</b>	1051573,635 6	0,0000	759934,626 2	0,0000	0,0000 0	0,00000
<b>80</b>	1053116,921 7	89301,6716	762637,150 9	95339,5252	0,0848 0	0,12501
<b>82</b>	1053023,096 0	54959,6609	760648,284 3	89889,8892	0,0521 9	0,11818
<b>83</b>	1053258,608 4	5288,9495	760194,611 7	396,8390	0,0050 2	0,00052
<b>91</b>	1054165,045 1	27783,6174	763416,291 7	36501,5745	0,0263 6	0,04781
<b>92</b>	1054364,944 6	66184,2301	762991,534 5	91504,9706	0,0627 7	0,11993
<b>93</b>	1053673,296 5	0,0000	761983,013 3	0,0000	0,0000 0	0,00000
<b>101</b>	1055515,636 9	0,0000	766065,812 4	0,0000	0,0000 0	0,00000
<b>102</b>	1055314,091 7	3994,3144	764429,104 8	34074,6607	0,0037 8	0,04458
<b>103</b>	1054732,046 8	13409,8089	763681,061 0	107020,533 1	0,0127 1	0,14014
<b>104</b>	1054746,880 4	5706,6008	762767,877 0	52341,7932	0,0054 1	0,06862
<b>112</b>	1056120,572 2	45514,4282	766705,910 2	76194,0671	0,0431 0	0,09938
<b>113</b>	1056322,493 6	33106,4750	765656,937 3	7943,7747	0,0313 4	0,01038
<b>124</b>	1056840,092 6	45442,4076	766757,870 3	61420,4381	0,0430 0	0,08010
<b>125</b>	1057461,201 5	0,0000	765752,611 1	0,0000	0,0000 0	0,00000
<b>142</b>	1058106,990 8	92109,7856	765920,546 0	62016,9994	0,0870 5	0,08097

Como se puede observar, los coeficientes quadrats tanto para X como para Y se encuentran entre 0 y 1 lo cual indica que los pacientes están ubicados en agrupamientos espaciales.

Ahora que sabemos que los patrones de distribución de los pacientes en la zona urbana de Popayán están agrupados en clusters debemos saber en torno a que sitios se agrupan. Para ello utilizaremos una vez más la estadística. Además se utilizará una herramienta computacional llamada SPSS. La técnica para encontrar estos puntos focos de los agrupamientos se conoce como clasificación K-medio.

La técnica consiste en:

- Se dividen el número total de pacientes en pequeños conjuntos de datos.
- Se realiza un análisis visual de la información para obtener cuantos agrupamientos se ven a simple vista. Estos agrupamientos deben ser por lo menos tres por conjunto si no es así hay que redefinir el conjunto.
- Con el número de agrupamientos por conjunto, se realiza una clasificación por el método de K-medio. Esto quiere decir que se asigna un punto focal por cluster. Posteriormente se empiezan a medir las distancias hacia los demás puntos los puntos que minimicen esa distancia pasarán a ser focos preliminares. Los focos se sacan por medio de ensayo y error. Hay tantos focos preliminares como agrupamientos se hayan colocado al principio.

Una vez se han calculado todos los focos preliminares, se procede a hacer una visita de campo. Con la visita de campo se pueden obtener los paisajes geográficos de las zonas focales. Los paisajes que sean iguales entre si, serán los paisajes de los focos naturales. Con los focos naturales listos se procede a realizar una descripción de sus paisajes geográficos y se pueden obtener las características de la zona que facilitan la reproducción de la TBC.

Para este trabajo en particular, se realizaron la obtención de los focos preliminares, para la obtención de los focos naturales se contó con la ayuda de la Ing. Marta Elena Montaña F. que proporcionó el conocimiento experto en paisaje geográficos y dijo cuales focos eran naturales y cuales no.

A continuación se presentará los resultado del análisis de K-medio, este análisis fue dado por el software SPSS que ya lo trae implementado. Se mostrará también en una figura cuales son los focos preliminares y después se hará el despliegue en una figura de los focos naturales de la TBC. Se mostrará unas fotos para que se vea que los paisajes geográficos de los focos naturales son semejantes.

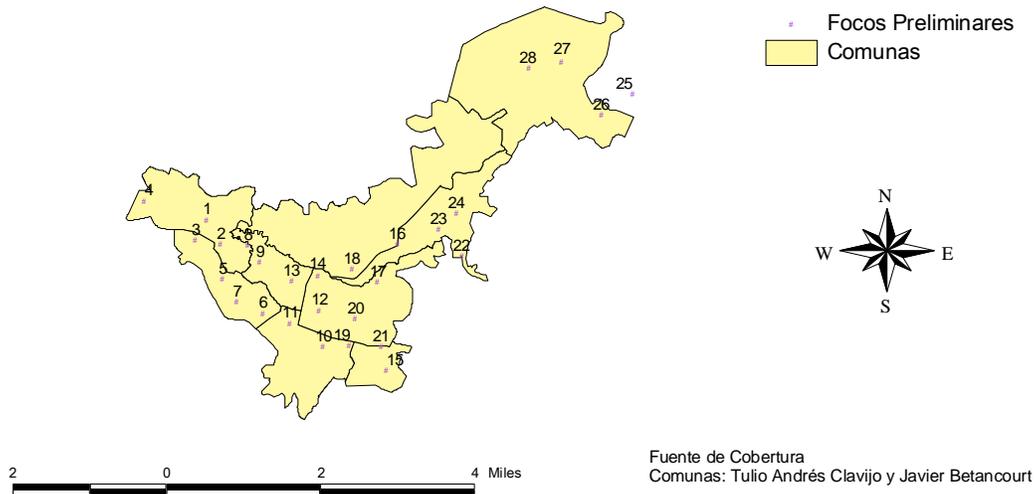
**Tabla 13: Tabla resumen análisis K-medio**

Cluster	X	Y	Pacientes
1	1049417,666	763448,5538	6
2	1049718,199	762930,4885	7
3	1049193,805	763019,8592	13
4	1048123,813	763852,0338	4
5	1049753,448	1050605,201	12
6	762218,2766	761501,3804	10
7	1050047,43	761744,0076	14
8	1050278,147	762918,0731	4
9	1050530,884	762560,3597	19
10	1051862,523	760802,3022	18
11	1051170,037	761286,025	13
12	1051781,007	761561,8436	7
13	1051199,495	762187,2122	17
14	1051751,61	762296,4172	8
15	1053181,492	760291,7666	10
16	1053403,221	762930,7491	6
17	1052999,848	762158,1618	9

18	1052463,096	762417,6717	8
19	1052404,69	760822,6271	13
20	1052531,922	761389,8779	14
21	1053076,691	760801,389	7
22	1054746,446	762689,1795	9
23	1054273,514	763259,2515	6
24	1054643,4	763587,8924	5
25	1058325,144	766094,4381	7
26	1057672,419	765643,5101	5
27	1056830,749	766753,1768	12
28	1056165,867	766642,905	8

Con la anterior tabla se obtiene la siguiente figura:

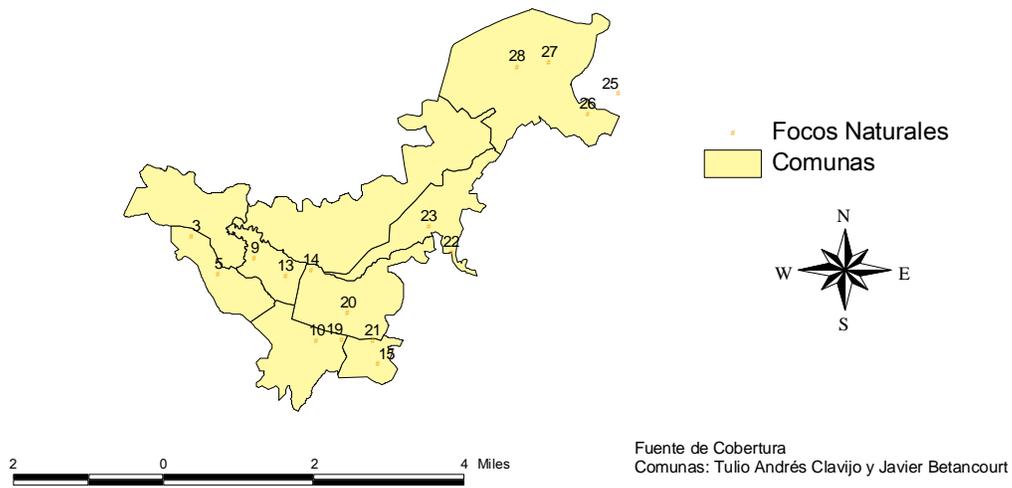
## Focos Preliminares de Propagación de TBC



**Figura 35: Focos Preliminares de Propagación de TBC**

Ahora, como se dijo anteriormente, los focos naturales de propagación:

## Focos Naturales de Propagación de la TBC



**Figura 36: Focos Naturales de Propagación de TBC**

## 5.2 ANALISIS ESPACIAL



Foto 1: Foco Natural 3 - Kra 5 con 25N

Autores:

Jhon Jainer Galarza

Jhon Zemanate



Foto 2: Foco Natural 3 - Kra 5 con 25N

Autores:

Jhon Jainer Galarza

Jhon Zemanate

12



Foto 3: Foco Natural 5 - Transversal 33 con Calle 11

Autor: Belkis Rivera



Foto 4: Foco Natural 5 - Transversal 33 con Calle 11

Autor: Belkis Rivera

<sup>12</sup> Agradecimiento a Ing. Marta Elena Montañó F. por facilitar las fotos expuestas



**Foto 5: Foco Natural 9 - Calle 5bis con Kra 28**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 6: Foco Natural 9 - Calle 5bis con Kra 28**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 7: Foco Natural 10 - Calle 13 co Kra 10**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 8: Foco Natural 10 - Calle 13 co Kra 10**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 9: Foco Natural 13 - Calle 4 con Kra 19**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 10: Foco Natural 13 - Calle 4 con Kra 19**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 11: Foco Natural 14 - Kra 13 con Calle 1N**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 12: Foco Natural 14 - Kra 13 con Calle 1N**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 13: Foco Natural 15 - Kra 6 con calle 17B**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 14: Foco Natural 15 - Kra 6 con calle 17B**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 15: Foco Natural 19 - Calle 16 con Kra 6**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 16: Foco Natural 19 - Calle 16 con Kra 6**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 17: Foco Natural 20 - Calle 9 con Kra 5**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 18: Foco Natural 21 - Calle 13 con Kra 3**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 19: Foco Natural 21 - Calle 13 con Kra 3**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 20: Foco Natural 23 - Kra 5 con Calle 25N**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 21: Foco Natural 23 - Kra 5 con Calle 25N**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 22: Foco Natural 27 - Kra 17 con 67AN**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 23: Foco Natural 27 - Kra 17 con 67AN**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 24: Foco Natural 26 - Kra 5ª con Calle 71AN**

Autor: Belkis Rivera



**Foto 25: Foco Natural 26 - Kra 5ª con Calle 71AN**

Autor: Belkis Rivera

Como se puede apreciar en las fotos, el paisaje geográfico es muy parecido entre si. La presencia de contaminación, pobreza (exceptuando el foco 17), la presencia de hacinamiento (foco 25: penitenciaría de San Isidro) es la constante.

Las características más recurrentes son:

- Contaminación. No solo por basuras, sino de ríos y cuerpos de agua. Nueve de los 15 focos están a menos de 200m de ríos y cuerpos de agua. El foco del matadero que es bien sabido como un contaminante de gran magnitud.
- Hay focos en asentamientos no legalizados
- Pobreza generalizada. Los focos están en estratos 1, 2, 3, y 4. El foco en estrato 4 está en el empedrado el Idema. Los focos del estrato 3 presentan unas características similares a las de los focos de estrato 1 y 2.

Esos son los tres parámetros a los cuales obedece la propagación de la TBC en Popayán. Cabe advertir que las direcciones que aparecen en las fotos,

representan las direcciones donde fueron tomadas las fotos y no donde se está el foco; pero el punto que aparece en la foto y el punto focal distan menos de 200m.

Además de esta la prueba de comunicación SIEXCO-TB SIG-TB se hicieron estas otras pruebas todas con datos reales pero sin significado :

- *Prueba de comunicación SIG – TB*                      *SIM – TB*  
Con los datos que el sistema de información arroja se forma un documento xml y se coloca en un directorio particular. Aquí se tuvo problemas otra vez de código pero fundamentalmente se tuvieron problemas de incompatibilidad de formatos de los datos
- *Prueba de comunicación SIM – TB*                      *SIG – TB*  
Los datos simulados son colocados en un archivo de xml, convertidos en un archivo de texto y colocados en un directorio para la lectura de SIG - TB
- *Prueba de configuración & diagnóstico*  
Se comprobó que se hiciera las actualizaciones de los documentos, y la lectura de los dispositivos para realizar el diagnóstico. No hubo problemas.

## 6 CONCLUSIONES & RECOMENDACIONES

- En un proyecto con muchos entes en juego, grupos de desarrollo, aplicaciones en constante comunicación es importante ver que si no hay una integración de la información se encontrarán muchas “islas” trabajando para su lado lo cual hará que no haya un norte fijo, los grupos fracasarán y las aplicaciones no se convertirán en herramientas útiles sino en lastres.
- El proyecto SINCO-TB es ahora una solución técnica. Los módulos están contruidos, solo falta la implantación y el uso para que se convierta en la herramienta tecnológica que nos ayude a mejorar un poco la calidad de vida de los “patojos”.
- Las tecnologías de la información son la clave para realizar una buena administración de los recursos. Pero hay que entender que son un medio para obtener y manejar información, nunca reemplazarán las decisiones de expertos.
- Los equipos interdisciplinarios son una gran solución a muchos problemas de desarrollo. Permiten tener muchos puntos de vista en un solo equipo, lo cual hace que hayan muchas perspectivas de desarrollo.
- Se deben fortalecer los grupos de la Universidad del Cauca o por lo menos los de la facultad ya que en la vida “real” no estaremos necesariamente trabajando con ingenieros sino con cualquier tipo de profesional y debemos desarrollar las habilidades interpersonales para poder salir adelante en los proyectos futuros.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- Ministerio de Salud, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. Tuberculosis, prevención y control. Santa fe de Bogotá. 1995. p: 13.
- MALAGON-LONDOÑO Gustavo, GALAN MORERA Ricardo, PONTON LAVERDE Gabriel. Administración Hospitalaria. REYNALES LONDOÑO Jairo. Sistemas de Información Hospitalaria. Editorial Medica Internacional Ltda. Bogotá, Colombia 1996. ISBN 958-9181-22-8
- Ministerio de Protección Social. Resolución 0412 del 25 de Febrero de 2.000.
- MONDRAGON Oscar Hernán, ORDOÑEZ José Milciades. SIEXCO - TB, Sistema Experto para el control de la Tuberculosis. Universidad del Cauca. Colombia 2004
- MONTAÑO F Marta Elena, CASTILLO L Sandra Patricia. El SIG como herramienta para el monitoreo de la tuberculosis.
- MONTAÑO F. Marta Elena. Análisis Espacial de la Tuberculosis en la Ciudad de Popayán.
- HURTADO ALEGRÍA, Julio Ariel. El Proceso Unificado de Desarrollo Software.