

**LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEO- REFERENCIA DE  
INFORMACIÓN EN EL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN DEL CAMPUS  
CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, PARA  
SU IMPLEMENTACIÓN EN UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE  
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

**DAVID MARIO MENGUAL PATERNINA**

**PAOLO NOVA ARGÜELLO**

**HUGO SOTO DUARTE**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2006**

**LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEO-REFERENCIA DE  
INFORMACIÓN EN EL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN DEL CAMPUS  
CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, PARA  
SU IMPLEMENTACIÓN EN UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE  
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

**DAVID MARIO MENGUAL PATERNINA  
PAOLO NOVA ARGÜELLO  
HUGO SOTO DUARTE**

**Trabajo de grado requisito para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director**

**JORGE HERNANDO GÓMEZ GÓMEZ  
Ingeniero en Vías y Transportes, M.Sc. en Sistemas de Información  
Geográfica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2006**

A Dios por permitir que todos mis sueños hasta la fecha hayan dejado de serlo para convertirse en realidad, a mi Papá, Deyder y a mi Mamá Nancy, por brindarme su amor, lo mejor de sus vidas y estar siempre a mi lado apoyándome y ayudándome a ser mejor persona, a mis Hermanos Dey y Juank quienes con sus voces de aliento me animaron a seguir adelante en los momentos de dificultad, a Andrea por estar a mi lado en este largo camino y a todos mis amigos de carrera con quienes reí, lloré, triunfé, caí y me volví a levantar... Sin todos ustedes...imposible.

DAVID MARIO MENGUAL PATERNINA

ADIOS, por llevarme de su mano por el camino del bien y permitirme realizar uno de mis más grandes anhelos. A mi Papá, Jorge, por ser ese personaje digno de admiración, el cual me ayudó a salir adelante en los momentos difíciles con sus sabios consejos y me apoyó incondicionalmente con todo su amor y comprensión. A mi Mamá, Rosalba, esa mujer que con sus tiernas palabras supo reconfortarme cuando más lo necesitaba y me dejó saber todo su amor hacia mí. A mi nona Elda, por su sacrificio, comprensión, apoyo y sobre todo por su amor incondicional. A mis Hermanos Catalina, Jorge Luis y Kevin, que con su corta edad supieron guiarme por el buen camino y me apoyaron constantemente en los momentos de confusión. A mi sobrina, Paula Daniela, por ser ese angelito divino que alegró todos y cada uno de mis días desde que llegó a este mundo. A mi novia Angela, por ser esa persona que con su amor y comprensión me animó a seguir adelante y me permitió contar siempre con su apoyo.

A todos ustedes infinitas gracias y que DIOS los bendiga.

PAOLO NOVA ARGÜELLO

A DIOS, por escuchar mis oraciones y permitirme culminar esta etapa de mi vida lleno de satisfacciones. A mi Padre Hugo por brindarme siempre lo mejor. A mi Madre Nubia que con su esfuerzo y dedicación siempre ha estado para apoyarme. A mis Hermanos Luis y Pamela por su colaboración y buena actitud.

A mis nonos Sacramento y Priscila que día a día son para mí ejemplo de vida y trabajo. A todos mis tíos, en especial a mi tía Mercedes y mi tío Hency porque tengo claro que de su parte siempre me han dado lo mejor.

A mis tíos Nelson, Orlando y Nohema, sin su cariño y voz de aliento este sueño habría sido imposible de alcanzar.

A todos mis amigos que de manera desinteresada y llenos de actitud positiva compartieron conmigo los picos altos y bajos de mi carrera.

A Laura, por que fuiste amiga y novia, sin tu amor y paciencia el camino no hubiese sido lo mismo, eternamente gracias.

HUGO SOTO DUARTE

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen la colaboración recibida a todos aquellos que hicieron posible de una u otra manera la realización de éste proyecto y en especial:

A **Jorge Hernando Gómez Gómez**, Ingeniero en Vías y Transportes, M.Sc. en Sistemas de Información Geográfica. Por sus enseñanzas en el proceso de aprendizaje a lo largo de sus cursos y por sus constantes críticas constructivas durante la dirección de este proyecto.

A **Euclides Alfonso Rueda Díaz**, Ingeniero de Sistemas y Profesional de Planeación-UIS. Por formar parte de este trabajo como amigo y tutor de manera incondicional además de su constante ayuda en el desarrollo de las múltiples labores realizadas en la Oficina de Planeación - UIS.

A **Jorge Álvaro Castellanos Rivero**, Licenciado en Topografía, Especialista en Docencia Universitaria y Especialista en Sistemas de Información Geográfica. Por su entera disposición y por brindar a sus discípulos toda su vasta experiencia y conocimiento del “mundo real”.

A **Juan Miguel Ortiz Rangel**, Ingeniero Civil y Profesional de Planeación - UIS. Por las múltiples dudas resueltas con certeza en el campo de la Ingeniería Civil y su orientación en las labores asignadas que complementaron nuestro trabajo en dicha dependencia.

A **Yezid Torres Moreno**, Director de la Oficina de Planeación - UIS. Por la gestión realizada en estas etapas iniciales que comprenden el desarrollo del macro proyecto SIG - UIS.

A **Carlos Alonso Camargo Mantilla**, Ingeniero Civil y Especialista en Sistemas de Información Geográfica. Por su atención y charlas cargadas de conocimiento, además de compartir toda su experiencia adquirida como pionero en la implementación de un sistema de información geográfica para la Universidad Industrial de Santander.

A **Raquel Otero Arciniegas**, Secretaria de la Oficina de Planeación - UIS. Por su paciencia e incondicional colaboración brindada a lo largo de este proceso.

A la **Sra. Nancy Paternina de Mengual**, Por brindarnos tan amablemente su valioso apoyo y buena actitud en los momentos trascendentales de este proyecto.

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
<b>1. GENERALIDADES</b>	<b>21</b>
<b>1.1 EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN</b>	<b>21</b>
<b>1.2 OFICINA DE PLANEACIÓN – UIS</b>	<b>21</b>
1.2.1 Misión de la Oficina de Planeación	22
<b>2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>24</b>
<b>2.1 CONCEPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>24</b>
<b>2.2 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	<b>26</b>
<b>3. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO</b>	<b>28</b>
<b>3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE ACTIVIDADES         DESARROLLADAS</b>	<b>28</b>
<b>3.2 GEO-REFERENCIA</b>	<b>28</b>

<b>3.3 ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE Y CAPTURA DE LA INFORMACIÓN NO EXISTENTE</b>	<b>29</b>
<b>3.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA BASE DE DATOS</b>	<b>33</b>
3.4.1 Identificación y Localización de Personal en el Edificio de Administración – UIS.	33
3.4.2 Distribución de las Áreas de Trabajo	34
<b>3.5 DIGITALIZACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>35</b>
3.5.1 Selección de Información Arquitectónica	36
3.5.2 Selección de Capas de Dibujo para el SIG	36
<b>3.6 CREACIÓN DE TOPOLOGÍAS</b>	<b>37</b>
<b>3.7 CONSULTAS Y ANÁLISIS</b>	<b>37</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>44</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación de las sedes regionales de la UIS.	25
Figura 2. Mapa del Campus central de la UIS.	26
Figura 3. Detalles arquitectónicos no registrados en la Información cartográfica de la Oficina de Planeación.	30
Figura 4. Reformas no actualizadas en la cartografía de la Oficina de Planeación.	31
Figura 5. Ejes desplazados que no coinciden con los planos.	32
Figura 6. Componentes estructurales no registrados.	32
Figura 7. Áreas de trabajo sin delimitación física.	35

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO A.</b> Levantamiento en Campo y Procesamiento de Información Arquitectónica para el “Sistema de Información Geográfica - UIS”. Guía del Usuario.	44
<b>ANEXO B.</b> Especificaciones Técnicas del Edificio de Administración - UIS.	151
<b>ANEXO C.</b> Descripción del Proyecto: Sistema de Información Geográfica Bajo Ambiente Web para la Gestión de los Recursos Físico Académicos del Campus Central de la Universidad Industrial de Santander.	153
<b>ANEXO D.</b> Diagrama de Flujo de Actividades Desarrolladas.	158
<b>ANEXO E.</b> Coordenadas Geográficas para las Edificaciones del Campus Central de la UIS.	160

## RESUMEN

### TITULO:

**LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEO-REFERENCIA DE INFORMACIÓN EN EL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA\***

### AUTORES:

DAVID MARIO MENGUAL PATERNINA  
PAOLO NOVA ARGÜELLO  
HUGO SOTO DUARTE\*\*

### PALABRAS CLAVES:

Guía de Levantamiento, Actualización Arquitectónica, Procesamiento de Información, Edificio de Administración, Planeación UIS, Sistemas de Información Geográfica.

### DESCRIPCIÓN

Este trabajo representa la compilación de los resultados obtenidos en las actividades realizadas durante la práctica empresarial en la Oficina de Planeación de la Universidad Industrial de Santander y cuyas etapas comprenden desde la recopilación, procesamiento y digitalización de información hasta la creación de topologías útiles para el montaje del prototipo de Sistema de Información Geográfica - UIS.

Además, en este documento se presenta como aporte una metodología creada, evaluada y reestructurada por los autores durante las labores de levantamiento y actualización de información en el Edificio de Administración del campus central de la UIS.

El alcance de este aporte es el de servir de apoyo en la realización de proyectos similares por parte de diferentes entidades, que además pueden contar con el manual para la normalización y estandarización de la cartografía de la UIS, el cual fue elaborado por parte de la Oficina de Planeación como complemento a este proyecto y a la continuación de la elaboración del prototipo de Sistema de Información Geográfica para el campus central de la Universidad.

---

\* Proyecto de Grado en modalidad de Práctica Empresarial

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Jorge Hernando Gómez Gómez

## ABSTRACT

### **TITLE:**

RISE, UPDATE AND GEO-REFERENCE OF INFORMATION IN THE ADMINISTRATION BUILDING OF THE CENTRAL CAMPUS OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER, FOR ITS IMPLEMENTATION IN A PROTOTYPE OF GIS

### **AUTHORS:**

DAVID MARIO MENGUAL PATERNINA  
PAOLO NOVA ARGÜELLO  
HUGO SOTO DUARTE\*\*

### **KEY WORDS:**

Guide of Rise, Architectonic Update, Processing of Information, Building of Administration, Planning UIS, GIS

### **DESCRIPTION**

This work represents the compilation of the results obtained in the activities made during the enterprise practice at the Office of Planning of the Industrial University of Santander and whose stages include from the compilation, processing and digitalization of information until the creation of topologies useful for the assembly of the prototype of GIS - UIS.

In addition, in this document one appears as it contributes a methodology created, evaluated and reconstructed by the authors during the workings of rise and update of information in the Administration Building of the central campus of the UIS.

The reach of this contribution is the one to serve as support in the accomplishment of similar projects on the part of different organizations, that in addition they can count on manual for the normalization and the standardization of the cartography of the UIS, which was elaborated by the Office of Planning as complement to this project and the continuation of the elaboration of the prototype of GIS for the central campus of the University.

---

\* Degree Project in modality of Enterprise Practice.

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineerings. Civil Engineering. Jorge Gómez Gómez.

## INTRODUCCIÓN

La gestión en planificación y control al interior de una entidad, representa una complicada labor teniendo en cuenta la gran cantidad de variables que intervienen. En este sentido, su identificación en el proceso de administración, permite conocer una parte del problema; paralelamente resulta imprescindible comprender y analizar las interrelaciones que existen entre esas variables. De este modo es posible construir no sólo el escenario de comportamiento en un momento dado, sino simular comportamientos posibles, deseados o no, para conducir la gestión en el sentido pretendido; o en el peor de los casos, poder reaccionar a tiempo ante situaciones adversas imprevistas.

No es suficiente comprender el fenómeno sobre el que hay que accionar, también es necesario, acordar un marco conceptual y metodológico que evidencie la problemática permitiendo definir un rumbo, para esto es necesario tomar la información existente, actualizarla convirtiéndola así en información utilizable que permita brindar soluciones, en conjunto con herramientas que permitan manejarla en el tiempo y el espacio pertinente.

Planeación se define como la acción que anticipa a los fenómenos del entorno, y para su representación se hace indispensable el modelamiento de tales situaciones. Además, hoy en día es necesario predecir de modo continuo, y para esto hay que contar con la tecnología necesaria al servicio de la realización de modelos de situaciones que garanticen una adecuada toma de decisiones.

La tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG), constituye en este sentido una de las herramientas adecuadas de manejo de información, ya que permite asociar un conjunto de información gráfica en forma de planos o mapas a una base de datos digital. Esto, quiere decir que los SIG tienen como característica principal el manejo de la información gráfica y alfanumérica en forma integrada, logrando abordar de este modo aspectos de difícil asociación.

Sin embargo, no sólo es importante disponer de la estructura necesaria para la construcción, actualización y operación integral de bases de datos y viabilidad de la información, tendiendo a su manejo en tiempo real, sino que además, se requiere incorporar el concepto de información en proceso, haciendo referencia a la idea de información dinámica; es decir, tender a la automatización de esta en busca de modelos óptimos.

Este libro describe las actividades realizadas durante la práctica empresarial en la Oficina de Planeación de la Universidad Industrial de Santander cuya duración comprendió un periodo de seis meses, además contiene como primer anexo el aporte de la práctica titulado “LEVANTAMIENTO EN CAMPO Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN ARQUITECTÓNICA PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA-UIS” Guía del Usuario, el cual contiene la metodología creada, estructurada y evaluada por los autores; de tal manera que permite optimizar el rendimiento de las actividades en campo que se desarrollan en este tipo de proyectos.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Recopilar y actualizar en forma gráfica y alfanumérica, la información completa referente a la distribución estructural, arquitectónica y áreas de uso del Edificio de Administración en el Campus central de la Universidad Industrial de Santander, para la implementación en el prototipo de Sistema de Información Geográfica - UIS.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar, analizar y actualizar la información cartográfica correspondiente al Edificio de Administración del Campus central de la Universidad Industrial de Santander.
- Incluir detalles acerca del uso específico de las áreas construidas con el fin de dar información del estado actual y de sus características físicas generales, además de otros parámetros técnicos de importancia para alimentar la base de datos necesaria en el desarrollo del prototipo.
- Generar archivos y planos digitales con la información acerca de la localización de elementos y atributos necesarios del Edificio de Administración del Campus central de la UIS.

- Crear las correspondientes topologías de la información gráfica recopilada correspondiente a las áreas de trabajo y transformarla a shapes para su posterior interpretación por parte del software a implementar.

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1 EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN<sup>1</sup>**

El Edificio de Administración fue construido en el año de 1.959 por el Ingeniero Arturo León García el cual consta de dos bloques: uno de dos y otro de cuatro plantas, los cuales han sido reformados en varias ocasiones en los años 1974, 1993, 1995, 1998 y 2000, y donde se encuentra ubicada la División Financiera, Vicerrectoría Académica, Secretaría General, Rectoría, Planeación, Recursos Humanos, Admisiones, Servicios de Información, Control de Gestión, Relaciones Exteriores y Control Interdisciplinario.

En la actualidad el estado de conservación se encuentra clasificado como clase C, es decir, necesita reparaciones sencillas. Este edificio se encuentra construido en un lote de 1365 m<sup>2</sup> y cuenta con un área total construida de 2907 m<sup>2</sup>.

### **1.2 OFICINA DE PLANEACIÓN - UIS<sup>2</sup>**

La década de los años setenta estuvo definida por la ejecución de los diez programas del primer Plan de Desarrollo diseñado por la Oficina de Planeación, financiado por un crédito del BID. Durante las rectorías de Neftalí Puentes, Carlos F. Guerra, Roberto Jaimes, Santiago Pinto y Cecilia Reyes,

---

<sup>1</sup> CAMARGO MANTILLA, Carlos. Avalúo de Inmuebles UIS. Bucaramanga, 2005. Área Metropolitana de Bucaramanga.

<sup>2</sup> UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
[www.uis.edu.co](http://www.uis.edu.co)

la Universidad ejecutó ese Plan y fueron construidos nuevos edificios, siendo el más notable de todos el Auditorio Luis A. Calvo. La Facultad de Ciencias Humanas y Educación, que incluyó al departamento de Artes, completó la universalidad de las ciencias y de las profesiones que hicieron de la UIS una auténtica universidad.

En 1973, al cumplir sus primeros 25 años de vida institucional, la Universidad recibió del Gobierno Nacional la Cruz de Boyacá en el grado de cruz de plata. Un Comité de Ciencias y Tecnología, creado al comenzar esta década, terminó convirtiéndose en la actual Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia. Aunque la sede de esta institución fue trasladada a Bogotá, su influencia se siente en nuestros días en el acompañamiento del proyecto del Centro interactivo de las Ciencias que se encuentra en construcción. El Plan de Desarrollo, ejecutado en un ambiente de crónica ruptura de la normalidad del trabajo escolar por los movimientos estudiantiles, pudo mostrar sus mejores resultados al final de la década: la planta de profesores había aumentado de 276 a 433 personas, la matrícula estudiantil había pasado de 2.664 a 4.547 jóvenes, la oferta de carreras profesionales había llegado a 23, las construcciones llegaron a 46.189 metros cuadrados y la colección de la Biblioteca había ascendido a 55.000 volúmenes.

**1.2.1 Misión de la Oficina de Planeación.** La oficina de Planeación de la Universidad Industrial de Santander es una dependencia de la rama administrativa la cual cumple con varias funciones de gran importancia para el correcto desarrollo de la universidad en cuanto a su planificación institucional se refiere; dichas funciones son llevadas en conjunto con las políticas auto sostenibles establecidas por el Consejo Superior, el Consejo académico y por el Rector.

Pero el horizonte de ésta dependencia no termina en la elaboración de complejas tareas de logística en pro de la institución si no que vela también por la constante participación e integración de las dependencias que juntas conforman nuestro centro educativo; además debido a su carácter se convierte así en el organismo que asesora constantemente al Rector en la ejecución indirecta de proyectos, planes de desarrollo y correcta administración de recursos para la inversión en obras civiles dentro del Campus para lograr la consolidación de un proceso cuyo resultado se ve reflejado en todo lo que hoy es el centro educativo mas completo del Oriente Colombiano.

Actualmente, la Oficina de Planeación tiene a cargo el desarrollo e implementación del Sistema de Información Geográfica de la Universidad Industrial de Santander, el cuál tiene como objeto servir de herramienta para el manejo y mejoramientos en la gestión de los recursos tanto físicos como académicos de la universidad.

## **2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

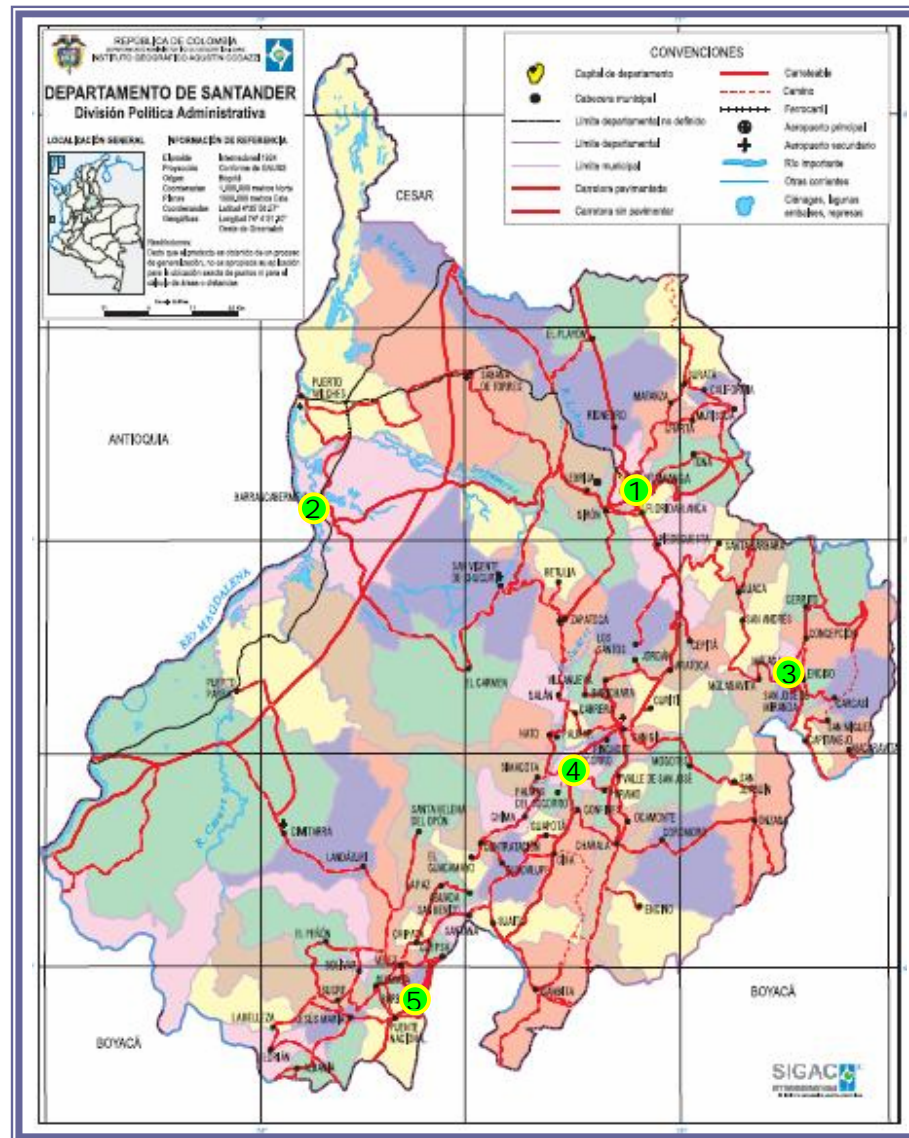
Bucaramanga al igual que el resto del país, se encuentra actualmente en proceso de actualización y optimización de toda su cartografía debido al desarrollo tecnológico influenciado por países desarrollados. Razón suficiente para que la institución educativa de mayor importancia del Oriente Colombiano inicie su propio proceso de modernización encaminado a la organización de la información que cada día juega un papel decisivo como medio de optimización del manejo de recursos.

### **2.1 CONCEPCIÓN DEL PROYECTO**

La Universidad Industrial de Santander cuenta con diferentes seccionales en la región, brindando así cobertura educativa de alta calidad para aspirantes que se encuentren en las diferentes cabeceras municipales del departamento. La distribución de las sedes UIS en el departamento de Santander corresponde a la siguiente figura, en la cual se encuentran respectivamente:

1. Sede principal de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
2. Sede seccional Barrancabermeja.
3. Sede seccional Málaga.
4. Sede seccional Socorro.
5. Sede seccional Barbosa.

Figura 1. Ubicación de las sedes regionales de la UIS.



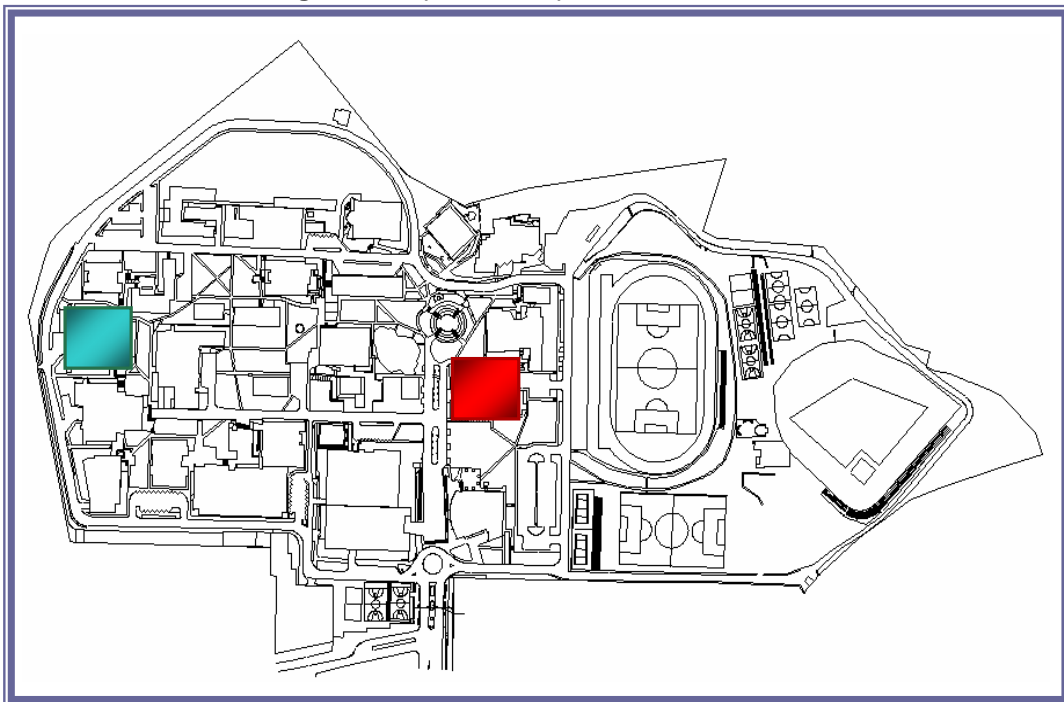
De las anteriores seccionales, la seccional de Barrancabermeja actualmente cuenta con un prototipo de Sistema de Información Geográfica que en el momento no se esta implementado, el cual fue realizado por el Ingeniero Carlos Camargo Mantilla y Laura Gómez, Profesional de Planeación en comisión para la Oficina de Planta Física, como monografía para optar el

título de especialista en SIG, haciendo así notoria la necesidad de crear un SIG similar tanto para la sede principal como para el resto de seccionales del departamento, debido a los beneficios que éste puede brindar en términos de gestión y administración de recursos.

## 2.2 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

La primera fase del proyecto SIG-UIS\*, fue desarrollada inicialmente para los edificios de Administración\* y el Laboratorio de Pesados señalados en la Figura 2 en rojo y verde respectivamente.

**Figura 2.** Mapa del Campus central de la UIS.



\* Ver ANEXO A: Levantamiento en Campo y Procesamiento de Información Arquitectónica para el SIG-UIS, Guía del Usuario.

\* Ver ANEXO B: Especificaciones Técnicas del Edificio de Administración-UIS.

En este documento se consignan todas las actividades realizadas correspondientes a la primera fase del proyecto SIG - UIS, para el Edificio de Administración pero se espera que en una siguiente etapa del proyecto\* se cubra en su totalidad las edificaciones que comprenden el Campus Central de la UIS, con miras a extenderlo a todas sus seccionales a nivel nacional.

---

\* Ver ANEXO C: Descripción del Proyecto: Sistema de Información Geográfica bajo Ambiente Web para la Gestión de los Recursos Físico Académicos del Campus Central de la Universidad Industrial de Santander.

### **3. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO**

Después de la firma del acta de iniciación de la práctica empresarial, se dio puesta en marcha a la primera etapa de actividades programada según el cronograma del proyecto en donde se proponían un número determinado de labores que se creían independientes, pero una vez puestas en práctica se hizo notoria la posibilidad de realizar varias tareas complementarias de manera simultánea, tal caso se presentó en el desarrollo de las etapas de revisión de la información de campo existente y recopilación de la información no existente, en donde al revisar los planos del Edificio de Administración UIS, se debía comprobar la veracidad de dicha información, de lo contrario sería necesaria su posterior actualización y digitalización.

Una vez se tuvo definido el rumbo a seguir se procedió al replanteo de actividades a realizar dando como resultado un procedimiento más práctico en el desarrollo del plan propuesto.

#### **3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

Ver Anexo D.

#### **3.2 GEO-REFERENCIA**

Inicialmente se había establecido la geo-referencia del Edificio de Administración como una de las actividades a desarrollar en este proyecto. Tarea que no fue necesario realizar debido los múltiples proyectos realizados

por topógrafos en años anteriores encaminados a obtener las coordenadas de todas las edificaciones que componen el campus central de la UIS, que además ya están registradas en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Según información suministrada por el Ingeniero Carlos Alonso Camargo Mantilla, en reuniones sostenidas durante la duración del proyecto.

Como resultado se presenta en el Anexo E la tabla de coordenadas registradas en el IGAC para cada uno de los edificios de la Universidad Industrial de Santander.

### **3.3 ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE Y CAPTURA DE LA INFORMACIÓN NO EXISTENTE**

La oficina de planeación cuenta con una gran cantidad de cartografía en medio análogo (planos impresos) de la Universidad Industrial de Santander en todas sus seccionales, lo cual dificulta el manejo de información además de ser ésta considerablemente antigua, complicando de alguna manera el trabajo propuesto por dicha oficina, como consecuencia de esto, se hace necesario convertir este tipo de información a modelos digitales valiéndose de la herramientas de diseño asistido por computador (CAD) que hoy día existen en el mercado destinadas para tal fin y con las cuales se busca su inmediata transformación y actualización para poner en marcha el sistema de información geográfica que tiene propuesto la Universidad.

Inicialmente se recolectó la mayor cantidad de información posible con el fin de clasificarla según la categoría correspondiente (estructural o arquitectónica) y proceder a revisar dicha información (alguna en formato digital) por medio de inspección visual; se comprobó que una de las mayores falencias como anteriormente se comentaba, era la falta de actualización de

los planos existentes pues a la hora de practicar la primera observación al Edificio de Administración se apreció que este había sufrido diversas modificaciones que no fueron notificadas, ni registradas en los planos, como un ejemplo de esta situación, a continuación se presentan las Figuras 3 y 4.

**Figura 3.** *Detalles arquitectónicos no registrados en la información cartográfica de la Oficina de Planeación.*



**Figura 4.** Reformas no actualizadas en la cartografía de la Oficina de Planeación.

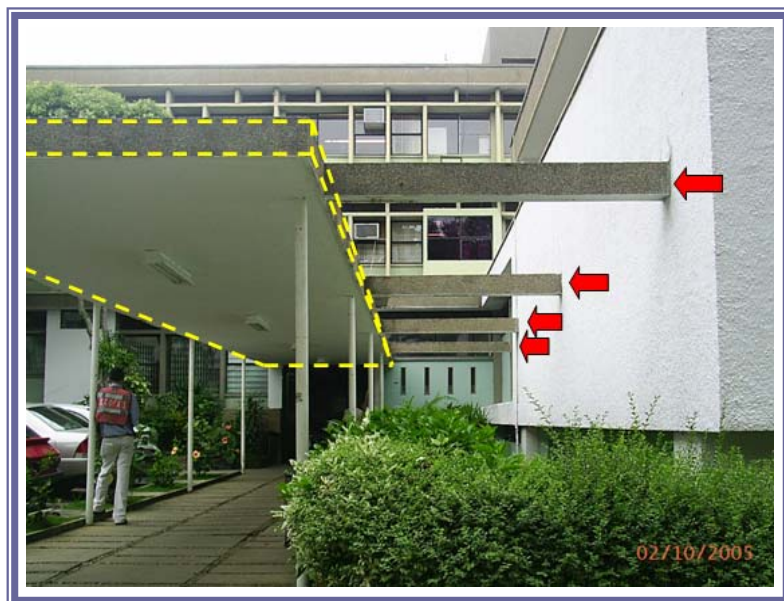


La primera labor en la cual se centró la verificación fue en confrontar lo descrito en los planos estructurales con lo que en realidad se podía observar, empezando por verificar los ejes de las columnas ya que según la historia del edificio, éste fue construido en varias fases y nunca se generó el plano compilado.

**Figura 5.** Ejes desplazados que no coinciden con los planos.



**Figura 6.** Componentes estructurales no registrados.



### **3.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA BASE DE DATOS**

Para el desarrollo de esta actividad, fue necesaria la creación de un formato que resume las características pertenecientes al recurso humano asignado a cada área de trabajo. El diligenciamiento y procesamiento del mismo fue realizado por parte de los autores y se encuentra detallado en la Guía de Levantamiento en Campo y Procesamiento de Información Arquitectónica para el SIG - UIS.

**3.4.1 Identificación y Localización de Personal en el Edificio de Administración – UIS.** En el interior del Campus central de la Universidad Industrial de Santander labora un completo equipo humano necesario para el normal funcionamiento de la institución el cual se encuentra en constante movimiento, razón por la cual se hace necesaria la implementación de una herramienta que permita la actualización en tiempo real de cualquier clase de evento relacionado con dicho personal.

De tal situación no queda exento el Edificio de Administración que actualmente cuenta con un grupo de aproximadamente 180 funcionarios vinculados ya sea por contratación externa, prestación de servicios (OPS) o de planta, los cuales cumplen con las diferentes tareas relacionadas con el área administrativa.

En pro de mejorar el desarrollo y la organización en cada una de las instalaciones de la Universidad, hoy día se busca mejorar la calidad de la información referente a sus recursos físicos y recursos humanos; éstos últimos, pueden llegar a presentar cierta dificultad a la hora de localizar a un funcionario dependiendo de su área de trabajo debido a que no se cuenta con una base de datos en constante actualización que pueda brindar tal tipo

de ayuda en determinada ocasión. Es aquí donde la Universidad Industrial de Santander propone un mecanismo práctico y eficiente que pueda ayudar no solo a dar solución a éste tipo de inconvenientes sino que además se pueda emplear en otros fines dedicados a controlar y supervisar diversos tipos de variables.

**3.4.2 Distribución de las Áreas de Trabajo.** El Edificio de Administración en su condición de eje organizacional para la Universidad Industrial de Santander, debe ser ejemplo en cuanto a distribución de áreas de trabajo se refiere; por ésta razón la Oficina de Planeación - UIS consideró necesario en el desarrollo de esta practica empresarial realizar una inspección visual de dichas áreas, con el objeto de delimitarlas espacialmente y representarlas en los planos digitales elaborados.

Del resultado de dicha inspección se puede concluir que en varios casos, la delimitación de espacios de trabajo no se encuentra de manera física ya sea por particiones en mampostería o empleando divisiones modulares, es decir, la subdivisión de un área puede llegar a confinar dos o más lugares de trabajo haciendo necesaria la delimitación imaginaria, de tal manera que solo es apreciable en los planos en planta.

**Figura 7.** *Áreas de trabajo sin delimitación física.*



Esta tarea de creación y alimentación de base de datos se puede observar de manera detallada en la guía de levantamiento en campo y procesamiento de información arquitectónica para el sistema de información geográfica – UIS anteriormente mencionado.

### **3.5 DIGITALIZACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Una vez se analizó la secuencia de actividades, surgió la propuesta de fusionar ciertas fases del proyecto para optimizar la captura de datos a causa de la gran cantidad de detalles que debían ser tenidos en cuenta y que a su vez harían más extenso el desarrollo de las mismas. Es por esto que la metodología empleada para el levantamiento de la información se realizó piso por piso en donde se buscaba abarcar la totalidad de la estructura revisando, que la ubicación de elementos de gran importancia (columnas)

tuviese continuidad en el nivel siguiente no sin antes dejar plasmado de manera completa y en formato digital la información adquirida.

El paso a seguir una vez digitalizados los detalles que componen la arquitectura y la estructura de la edificación, es recurrir al Manual de Normalización y Estandarización para Cartografía desarrollada por la Oficina de Planeación - UIS, en la cual se encuentran consignados las pautas para entrega de información cartográfica para este tipo de proyectos.

**3.5.1 Selección de Información Arquitectónica.** Del proceso de digitalización de la información cartográfica desarrollado hasta el momento, se pudo separar dos tareas con fines diferentes. La primera de ellas consiste en la obtención de todos los detalles arquitectónicos encaminados a la elaboración de la más reciente actualización de planos que comprenden el Edificio de Administración, teniendo en cuenta que éstos no habían sufrido ningún tipo de modificación en los últimos años. Por otra parte, la segunda tarea está encaminada a la extracción de la información gráfica útil para el desarrollo del SIG.

**3.5.2 Selección de Capas de Dibujo para el SIG.** Uno de los objetivos del proyecto es el de controlar y administrar los recursos asignados a cada funcionario de una determinada área de trabajo; es por esto que para el desarrollo del SIG la información de las capas de dibujo referentes a delimitaciones y equipos existentes entre otros; va a ser de gran utilidad en el proceso de creación de topologías.

### **3.6 CREACIÓN DE TOPOLOGÍAS**

La Oficina de Planeación – UIS apoyó esta actividad, brindando la capacitación en el manejo del software Autodesk MAP 2006, dirigida por personal idóneo para dicha actividad perteneciente a la empresa MegaCAD Ingeniería y Sistemas, Ltda.

Este proceso se realizó para cada uno de los niveles pertenecientes al Edificio de Administración UIS, las capas empleadas para dicho proceso fueron la de áreas delimitadas y la de ubicación de herramientas tecnológicas, empleando topologías de área y topologías de punto respectivamente.

A manera de ejemplo se ilustra la creación de una topología de área en el Anexo A, que es el correspondiente a la Guía del Usuario, es importante mencionar que descripciones detalladas para este tipo de literatura son de difícil adquisición, por lo que este ejemplo constituye un instrumento útil para el usuario.

### **3.7 CONSULTAS Y ANÁLISIS**

Cuando se ha culminado con la creación de topologías, se puede afirmar que el plano ha dejado de ser una herramienta exclusiva de consulta gráfica, sino que además cuenta con información detallada acerca de un tema específico que para este caso en particular, se trata de toda la información relacionada con el personal, características del área de trabajo y elementos pertenecientes a la misma, recolectada en el formato de personal y utilización de áreas de trabajo que se presenta en el capítulo de Bases de Datos del Anexo A.

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Durante el proceso de recopilación de información tanto en medio análogo como digital, se identificó un significativo deterioro en la calidad de la misma; debido posiblemente a la manipulación inadecuada por parte de personal ajeno a la Oficina de Planeación y a la acumulación de errores durante las tareas de digitalización, respectivamente.
- Los procesos de actualización de información en campo reflejan la deficiente comunicación entre las dependencias de la universidad debido a la falta de registro de variaciones o remodelaciones que han sufrido las diferentes áreas que componen las divisiones del Edificio de Administración. Debido a esto es recomendable la actualización de la información cartográfica digital a la par de las remodelaciones realizadas, con el fin de evitar tareas tediosas de corrección de planos que conllevan a la acumulación de errores.
- En ciertas dependencias del Edificio de Administración se requiere una inmediata redistribución de las áreas de trabajo, debido a que estas deben contar con un arreglo que las delimite brindando independencia a los funcionarios que en ella laboran; además de proveer a los futuros usuarios del prototipo del Sistema de Información Geográfica claridad en la obtención de información relacionada con los espacios asignados al personal.

- Es indispensable comprender que la elaboración de las polilíneas constituye un paso clave para la etapa de creación de las topologías ya que la cantidad de errores incluidos en su digitalización pueden hacer el uso de las herramientas de limpieza del dibujo se convierta en un proceso dispendioso.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] ANGARITA COGOLLO, Raúl y RODRIGUEZ, Alexis. Sistema de Información Geográfica de la Planta Física del Edificio de Ingeniería Civil. Bucaramanga, 1999. Trabajo de Grado (Ingeniero Civil). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

[2] Autodesk MAP® 2006:

<http://www.autodesk.es>

[3] \_\_\_\_\_ Manual del Usuario Versión Español. Seminario: Prediseño de Topologías. MegaCAD Ingeniería y Sistemas. Bucaramanga, 2005.

[4] CAMARGO MANTILLA, Carlos. Avalúo de Inmuebles UIS. Bucaramanga, 2005. Área Metropolitana de Bucaramanga.

[5] CAMARGO MANTILLA, Carlos y GOMEZ, Laura. Diseño e Implementación de un Prototipo de Sistema de Información Geográfica Bajo Ambiente Web para la Gestión de los Recursos Físicos y Técnicos de la Sede UIS Barrancabermeja. Barrancabermeja, 2004. Monografía de Grado (Especialista en Sistemas de Información Geográfica). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

[6] CARDOZO GUERRERO, Pedro. Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica Digital y Selección Óptima de Locaciones Usando la Herramienta Genamap. Bucaramanga, 1997. Trabajo de Grado (Ingeniero Civil). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

[7] CLARKE, Keith. Getting Started with GIS. Estados Unidos. Prentice Hall, 2001.

[8] GABRIEL ORTIZ CONSULTORES:

<http://recursos.gabrielortiz.com>

[9] GOMEZ GOMEZ, Jorge Hernando. Curso Básico de Arcview-GIS autoaprendizaje. Colombia. División Editorial y de Publicaciones UIS, 2004.

[10] \_\_\_\_\_ Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Civil. Bucaramanga, 2005.

[11] GONZALES ACEVEDO, Juliana. Diseño Metodológico para Captura de Información en Sistemas de Información Geográfica de Modelo de Objetos IGAC, con una Aplicación Específica en Planes de Contingencia. Bucaramanga, 1997. Trabajo de Grado (Ingeniero Civil). Universidad

Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

[12] GUIMET, Jordi. Introducción Conceptual a Sistemas de Información Geográfica. Madrid, España, 1992.

[13] INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS ALEXANDER VON HUMBLODT:

[http://www.humboldt.org.co/los\\_sig](http://www.humboldt.org.co/los_sig)

[14] INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA. Especificaciones para Mapas Topográficos. México. IPGH. 1978.

[15] INTRODUCCIÓN A LOS SIG: Conocimientos Básicos:

<http://www.disaster-info.net/LIDERES>

[16] LYCOS, Definición y algunas aplicaciones de los sistemas de información geográfica:

<http://usuarios.lycos.es/geografia2/twodescphotos.html>

[17] MORENO, Aura y ORTIZ, Rafael. Aplicación de SIG para el estudio de la accidentalidad vial y la señalización electrónica en el municipio de Bucaramanga. Bucaramanga, 2003. Trabajo de grado (Ingeniero Civil).

Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.


[18] PRADA REY, Álvaro. Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en Planes de Ordenamiento Urbano Ambiental de Centros Intermedios. Bucaramanga, 1998. Trabajo de Grado (Ingeniero Civil). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

[19] UNIVERSIDAD DE CÁDIZ, SIG y Medio Ambiente:  
<http://www.uca.es/dept/filosofia/TEMA%201.pdf>

[20] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Nuestra Universidad, Historia:  
<http://www.uis.edu.co>

[21] UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Univirtual:  
<http://www.virtual.unal.edu.co>

# **ANEXO A**



# LEVANTAMIENTO EN CAMPO Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN ARQUITECTÓNICA PARA EL “SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA-UIS”

DAVID M. MENGUAL PATERNINA  
PAOLO NOVA ARGÜELLO  
HUGO SOTO DUARTE

Guía del Usuario

APORTE DEL PROYECTO REALIZADO EN MODALIDAD DE PRÁCTICA  
EMPRESARIAL EN LA OFICINA DE PLANEACIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER, PARA EL DESARROLLO DEL PROTOTIPO DE SISTEMA DE  
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA - UIS

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2006**

---

# LEVANTAMIENTO EN CAMPO Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN ARQUITECTÓNICA PARA EL "SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA-UIS"

---

## Guía del Usuario



**PAOLO NOVA ARGÜELLO**

**HUGO SOTO DUARTE**

**DAVID MARIO MENGUAL PATERNINA**

**TUTOR**

**ING. EUCLIDES ALFONSO RUEDA DIAZ**

**APORTE DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL**

**OFICINA DE PLANEACIÓN – UIS**

**2005 - 2006**

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>56</b>
<b>ALCANCE</b>	<b>58</b>
<b>1. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA – SIG</b>	<b>59</b>
<b>1.1 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A TRAVÉS DE LA HISTORIA</b>	<b>60</b>
<b>1.2 DEFINICIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>60</b>
<b>1.3 ELEMENTOS Y FUNCIONES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>61</b>
1.3.1 Equipos o Hardware	61
1.3.2 Programas o Software	62
1.3.3 Datos	62
1.3.4 Metodología	62
1.3.5 Recurso Humano	63
<b>1.4 QUE NO ES UN SIG</b>	<b>63</b>
<b>1.5 DEMANDAS QUE SATISFACEN LOS SIG Y SUS APLICACIONES</b>	<b>63</b>

<b>2. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>65</b>
<b>2.1 FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>65</b>
<b>2.2 SOLICITUD DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>66</b>
<b>2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>67</b>
<b>2.4 CHEQUEO DE LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA</b>	<b>67</b>
<b>2.5 MANIPULACIÓN DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>68</b>
<b>3. PROCESO DE CAMPO</b>	<b>70</b>
<b>3.1 CONTROL EN CAMPO DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE</b>	<b>70</b>
3.1.1 Herramientas de Campo	70
3.1.2 Revisión Arquitectónica y Estructural	73
<b>3.2 CAPTURA EN CAMPO DE LA INFORMACIÓN NO EXISTENTE</b>	<b>79</b>
3.2.1 Registro de la Información Arquitectónica Inexistente	79
<b>4. BASES DE DATOS</b>	<b>86</b>
<b>4.1 DEFINICIÓN</b>	<b>86</b>
<b>4.2 GENERALIDADES</b>	<b>86</b>

4.2.1	Tabla, Registro y Campo.	87
<b>4.3</b>	<b>CREACIÓN DE BASES DE DATOS</b>	<b>89</b>
4.3.1	Información Disponible	89
4.3.2	Información Necesaria	89
4.3.2.1	Delimitación de las Áreas de Trabajo	89
4.3.2.1.1	Criterios para la Delimitación de las Áreas de Trabajo	91
4.3.2.2	Formato Diligenciado de Relación de Áreas de Trabajo y Personal	91
4.3.3	Software Empleado: Microsoft Office Access 2003	93
<b>5.</b>	<b>PROCESO DE DIGITALIZACIÓN</b>	<b>94</b>
<b>5.1</b>	<b>SOFTWARE EMPLEADO: Autodesk MAP 2006</b>	<b>94</b>
5.1.1	Ventajas	95
5.1.2	Requisitos de Sistema	96
<b>5.2</b>	<b>EJEMPLO DEL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN</b>	<b>96</b>
<b>6.</b>	<b>CREACIÓN DE TOPOLOGÍAS</b>	<b>102</b>
<b>6.1</b>	<b>DEFINICIÓN DE TOPOLOGÍA</b>	<b>102</b>
<b>6.2</b>	<b>TIPOS DE TOPOLOGÍAS</b>	<b>103</b>
<b>6.3</b>	<b>EJEMPLO DE CREACIÓN DE TOPOLOGÍAS</b>	<b>105</b>



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 8. Elementos de un SIG.	61
Figura 9. Chequeo de la última revisión de un plano.	68
Figura 10. Planos.	71
Figura 11. Cintas de medición.	71
Figura 12. Martillos.	72
Figura 13. Artículos de oficina.	72
Figura 14. Chequeo del perímetro de la edificación.	74
Figura 15. Construcción por etapas.	76
Figura 16. Continuidad en elementos estructurales.	77
Figura 17. Tipos de divisiones arquitectónicas.	80
Figura 18a. Antes del proceso de levantamiento arquitectónico.	81
Figura 18b. Después del proceso de levantamiento arquitectónico.	82
Figura 19a. Plano sin incluir remodelaciones.	84
Figura 19b. Plano actualizado con remodelaciones.	84
Figura 20. Detalles de remodelaciones no registradas en los Planos.	85
Figura 21. Ejemplo conceptual de bases de datos.	87
Figura 22. Delimitación de áreas de trabajo en campo.	90
Figura 23. Ejemplo de formato implementado en el Edificio de Administración – UIS.	92

Figura 24. Presentación de Microsoft Access 2003.	93
Figura 25. Presentación de Autodesk MAP 2006.	95
Figura 26. Digitalización del perímetro y de la configuración estructural.	97
Figura 27. Detalles arquitectónicos útiles.	98
Figura 28. Inserción de bloques.	99
Figura 29. Delimitación de las áreas de trabajo.	100
Figura 30. Capa utilizada para la creación de topologías.	101
Figura 31. Ejemplo de topología de nodos: pozos de alcantarillado.	103
Figura 32. Ejemplo de topología de redes: red hidráulica.	104
Figura 33. Ejemplo de topología de polígonos: áreas de trabajo en una oficina.	105
Figura 34. Creación de capas para topologías.	106
Figura 35. Definición de atributos para bloques.	108
Figura 36. Creación de bloques.	109
Figura 37. Inserción de bloques.	110
Figura 38. Punto de inserción de bloque.	111
Figura 39. Adjuntar base de datos al dibujo.	112
Figura 40. Ruta de la base de datos.	113
Figura 41. Definición del link template.	114
Figura 42. Generación del vínculo de la base de datos con el dibujo.	115
Figura 43. Verificación del vínculo generado.	116
Figura 44. Herramienta de selección.	117

Figura 45. Comprobación en la correspondencia de áreas.	117
Figura 46. Limpieza del dibujo.	119
Figura 47. Selección del layer para la limpieza.	120
Figura 48. Acciones de limpieza del dibujo.	121
Figura 49. Métodos de limpieza.	121
Figura 50. Creación de topología.	122
Figura 51. Creación de topologías de polígonos.	123
Figura 52. Layer para la creación de topologías.	124
Figura 53. Selección de nodos a incluir en la topología.	124
Figura 54. Creación de nuevos nodos.	125
Figura 55. Selección de centroides.	125
Figura 56. Creación de nuevos centroides.	126
Figura 57. Ayuda dinámica para la localización de errores.	126
Figura 58. Topologías creadas.	127
Figura 59. Creación de polilíneas cerradas.	129
Figura 60. Exportación a shape.	130
Figura 61. Ubicación del shape.	130
Figura 62. Selección de objetos a exportar.	131
Figura 63. Selección de atributos a exportar.	132
Figura 64. Verificación de archivos que comprenden el shape.	133
Figura 65. Importación del shape.	134
Figura 66. Archivo a importar.	135
Figura 67. Importación de propiedades.	136

Figura 68. Atributos de la información a importar.	137
Figura 69. Finalización del proceso de importación.	137
Figura 70. Chequeo del proceso de exportación e importación.	138
Figura 71. Selección del polígono.	139
Figura 72. Verificación de datos resultantes de la importación.	140
Figura 73. Acción de pórtico bajo cargas verticales y horizontales Vs. Acción en voladizo.	144
Figura 74. Edificio aporricado de concreto reforzado.	145
Figura 75. Creación de base de datos.	146
Figura 76. Definición de campos.	147
Figura 77. Asignación de llave a la tabla.	148
Figura 78. Tabla creada en la base de datos.	149
Figura 79. Llenado de campos de la base de datos.	150

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1.</b> Tipos de Programas de SIG Existentes en el Mercado.	141
<b>ANEXO 2.</b> Sistema Estructural Tipo Pórtico.	143
<b>ANEXO 3.</b> Ejemplo de Creación y Alimentación de Bases de Datos en Microsoft Access.	146

## INTRODUCCIÓN

Uno de los elementos que distinguen la situación entre los países avanzados y aquellos que se encuentran en vía de desarrollo es que, mientras los primeros obtienen beneficio económico y social derivado del aprovechamiento de la información geográfica espacial, los segundos tales como el caso de Colombia poseen un rezago evidente que afecta la toma de decisiones, la formulación de planes, políticas y programas.

Hoy día, instituciones como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi trabajan arduamente en la creación de información interactiva la cual toma mayor importancia día a día en nuestro medio. La finalidad es conseguir que la información acerca de nuestro territorio sea más eficiente en cuanto a disponibilidad, acceso y aplicación, lo cual implica mayores beneficios económicos, sociales y en particular, garantiza toma de decisiones más acertadas en relación con los procesos de planeación y ordenamiento territorial del país.

La Universidad Industrial de Santander y en su nombre la Oficina de Planeación, está a cargo de llevar a cabo las tareas relacionadas con el desarrollo y la administración de los recursos propios del centro educativo; es por esto que en su afán por gestionar los recursos físico - académicos, inicia la tarea de desarrollar el “Sistema de Información Geográfica-UIS” el cual servirá de soporte en el desarrollo de estas funciones.

El objetivo final del SIG-UIS es el permitir la administración de recursos de manera eficaz, dinámica y en el menor tiempo posible, no solo del estado físico de las instalaciones que comprenden el campus central y sus

seccionales, sino que además se pueda llegar a cierto nivel de detalle que anteriormente solía ser una labor complicada teniendo en cuenta el elevado número de recursos con los que cuenta la institución educativa.

Se debe destacar que la presente guía comprende el proceso completo desde suministrar la información necesaria para realizar la verificación en campo y actualización de información arquitectónica en medio análogo (impreso) y digital (medio magnético) brindando de esta manera una localización espacial óptima al usuario, hasta el proceso de creación de topologías.

Este material se desarrolló paralelo a la realización de la práctica empresarial con la Oficina de Planeación - UIS por parte de los autores, y en él se resume la metodología creada y aplicada por los mismos durante este proceso.

Cabe aclarar que debido a la carencia de guías de este tipo, fue necesario establecer un orden preliminar de actividades para el desarrollo de la práctica, que durante el proceso fue evaluado, enriquecido y perfeccionado hasta obtener lo que actualmente se presenta como la guía del usuario para levantamiento en campo y procesamiento de información arquitectónica para sistemas de información geográfica, en su versión de prueba que continuará siendo alimentado a medida que se lleven a cabo actividades similares.

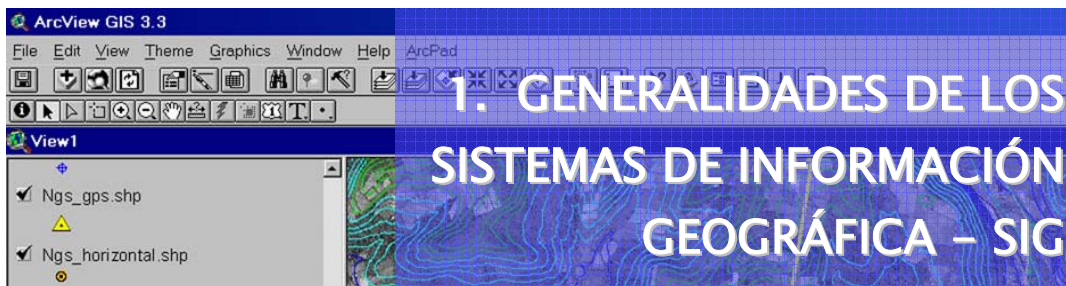
Por otra parte este documento busca satisfacer los requerimientos de información exigidos por los sistemas de información geográfica cuya importancia reside en la capacidad de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales.

## **ALCANCE**

El presente documento para la recolección de información, tiene como objetivo ser una herramienta de guía a personas que realicen tareas de recolección de datos tanto para el SIG – UIS, como para otros proyectos de Sistemas de Información Geográfica.

El fin de éste, es proponer una metodología progresiva en la cual se indicarán los pasos a seguir para la inspección, captura y actualización de datos arquitectónicos de una edificación. Además brinda un formato de registro útil a la hora de identificar los recursos humanos y físicos pertenecientes a una determinada área de trabajo.

El deseo de los autores es que trabajos como el presente, no solo tengan una función de apoyo en los múltiples frentes de trabajo que comprenden el macro proyecto en sus diferentes fases, sino que además establezca la necesidad de elaborar más literatura de éste tipo que complemente las diferentes categorías que componen la recopilación total de la información requerida para la creación de un SIG práctico y eficiente.



Para comenzar a trabajar en un área específica, se hace necesario establecer un marco conceptual; de ahí la importancia de desarrollar y adoptar un concepto claro y conciso. A continuación se cita una breve reseña histórica y algunas definiciones consideradas de importancia y de fácil comprensión para el usuario.

## **1.1 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A TRAVÉS DE LA HISTORIA**

A finales de la década de los setenta, durante el desarrollo de las herramientas computacionales, se implementaron programas enfocados a mejorar el manejo de datos espaciales. Para ese entonces, era necesario contar con equipos de alto desempeño que con el transcurrir de los años, se fueron convirtiendo en poderosas herramientas especializadas en el manejo de datos y de fácil acceso para la creciente demanda de usuarios. Razón suficiente para que a la fecha se considere a los Sistemas de Información Geográfica, como la mejor y más práctica solución para la compilación, análisis y divulgación de datos geográficos.

## 1.2 DEFINICIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

BRACKEN AND WEBSTER presenta la siguiente definición: “Un Sistema de Información Geográfica puede ser concebido como una especialización de un sistema de bases de datos, caracterizado por su capacidad de manejar datos geográficos, que están geo-referenciados y los cuales pueden ser visualizados como mapas”<sup>3</sup>.

Otra definición más funcional haciendo referencia a las tareas que se pueden llevar a cabo con uno de éstos sistemas, puede ser según BURROUGH AND MCDONNELL “Un conjunto de herramientas para reunir, introducir, almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos”<sup>4</sup>.

Los sistemas de información geográfica pueden ser definidos por VAL como “Sistemas para la captura, almacenamiento, chequeo, integración, manipulación, análisis y despliegue de datos que están referidos espacialmente a la tierra”<sup>5</sup>.

En fin, un sin número de definiciones pueden ser encontradas en la literatura y casi todas coinciden en afirmar que las funciones más notables de un SIG son: recolección, almacenamiento, recuperación, análisis, modelamiento y representación de un conjunto de datos ligados a un espacio.

---

<sup>3</sup> SIG Y MEDIO AMBIENTE, 1992.  
[www.uca.es/dept/filosofia/TEMA%201.pdf](http://www.uca.es/dept/filosofia/TEMA%201.pdf)

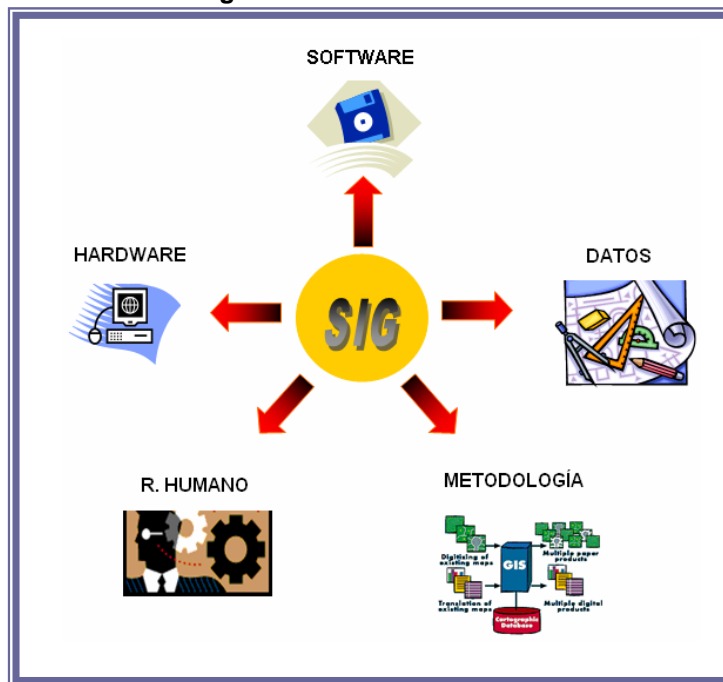
<sup>4</sup> INTRODUCCIÓN A LOS SIG: Conocimientos Básicos, 1997.  
[www.disaster-info.net/LIDERES](http://www.disaster-info.net/LIDERES)

<sup>5</sup> GÓMEZ GÓMEZ, Jorge. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (Conferencias). Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Civil. Bucaramanga, 2004.

### 1.3 ELEMENTOS Y FUNCIONES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Un SIG esta básicamente constituido por cinco componentes como se puede observar en la Figura 8.

Figura 8. Elementos de un SIG



**1.3.1 Equipos o Hardware.** Hace referencia a las herramientas donde opera el software o los diferentes programas para SIG. Hoy en día se cuenta con una gran variedad de equipos que van desde servidores hasta equipos personales, su uso puede ser conectado o no a la red. Su función es la de permitir el intercambio de información en múltiples formas y medios.

**1.3.2 Programas o Software.** Los programas de SIG brindan las herramientas necesarias para analizar, almacenar y desplegar la información geográfica. Existen múltiples programas\* para la ejecución de un SIG, cuyas características varían en función de los requerimientos del proyecto a desarrollar. Todos estos poseen los siguientes componentes en común:

- Sistema de manejo de base de datos.
- Interfase gráfica de usuarios (IGU) para el fácil acceso a las herramientas.
- Herramientas que permiten análisis, consultas y visualización de datos geográficos.
- Herramientas para captura y manejo de información geográfica.

Estos programas tienen como función cumplir con los requerimientos de cada entidad; razón por la cual deben ser adaptables y expandibles.

**1.3.3 Datos.** Comprende toda la información correspondiente al tema en desarrollo, puede ser gráfica o alfanumérica. Se requiere que estos sean de alta calidad, ya que constituyen el soporte en la solución acertada de problemas por parte del SIG.

**1.3.4 Metodología.** Es importante tener en cuenta que cada proyecto es diferente al igual que la metodología a aplicar. Debido a esto, cada trabajo requiere de un alto desempeño en las actividades correspondientes a recolección de información e introducción de la misma en el sistema, además de contar con el personal capacitado para las labores de planificación,

---

\* Ver Anexo 1: TIPOS DE PROGRAMAS DE SIG EXISTENTES EN EL MERCADO.

organización y supervisión. En otras palabras los componentes de un SIG funcionan como eslabones del proceso, es decir si alguno es insuficiente los resultados no serán óptimos.

**1.3.5 Recurso Humano.** Para obtener el máximo rendimiento de las tecnologías SIG, es necesario contar con el personal experto para su desarrollo, de lo contrario la información tendrá un manejo inadecuado y se desaprovechara todo el potencial del software.

#### **1.4 QUE NO ES UN SIG**

A menudo se presenta confusión entre software para SIG y el SIG propiamente dicho. La diferencia radica en que un SIG parte de la comprensión del entorno real, sus componentes e interrelaciones, mientras el software es un instrumento para visualizar el análisis y los resultados de las aplicaciones del SIG como tal. Además se debe aclarar que un SIG no es Sistema de Posicionamiento Global (GPS), tampoco es un mapa estático en papel o digital, aunque estos dos son elementos que permiten la entrada de datos a un SIG.

#### **1.5 DEMANDAS QUE SATISFACEN LOS SIG Y SUS APLICACIONES**

Las siguientes consultas son de interés primordial en actividades relacionadas con la administración y planificación de recursos. Es importante resaltar que los SIG ayudan en el estudio de la distribución y monitoreo de éstos ya sean naturales o humanos, así como en la evaluación del impacto de las actividades humanas sobre su entorno.

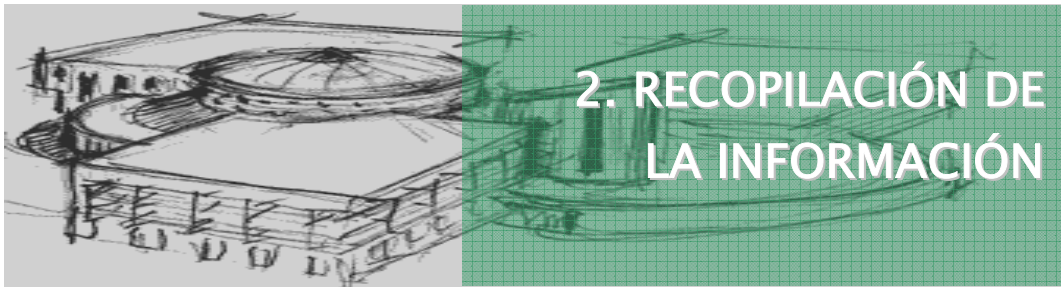
- Localización: Preguntar por las características de un lugar concreto, *¿Qué hay en?*
- Condición: El cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema, *¿Dónde sucede que?*
- Tendencias: Comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica, *¿Que ha cambiado?*
- Rutas: Cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos, *¿Cuál es el camino óptimo?*
- Modelos: Generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas<sup>6</sup>.

Además los SIG, en el campo administrativo pueden desarrollar aplicaciones que ayuden a resolver un amplio rango de necesidades, como por ejemplo:

- Producción y actualización de la cartografía básica.
- Administración de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, energía, teléfonos, entre otros)
- Inventario y avalúo de predios.
- Atención de emergencias (incendios, terremotos, accidentes de tránsito, entre otros).
- Estratificación socioeconómica.
- Evaluación de áreas de riesgos (prevención y atención de desastres)
- Diseño y mantenimiento de la red vial.

---

<sup>6</sup> INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS ALEXANDER VON HUMBOLDT.  
[www.humboldt.org.co](http://www.humboldt.org.co)



En ésta sección se describe una posible alternativa a seguir en el proceso de recolección de datos, estos servirán para actualizar la información arquitectónica existente. Es necesario tener en cuenta que de la calidad de la información recopilada, depende el éxito del resultado final esperado; por lo tanto se debe contar con una fuente confiable que sirva de soporte a la hora de la búsqueda.

### **2.1 FUENTES DE INFORMACIÓN**

En la Universidad Industrial de Santander, la Oficina de Planeación tiene dentro de sus funciones llevar el registro y la actualización del material cartográfico análogo y digital de todas las edificaciones que comprenden el Campus central de la UIS incluyendo sus seccionales regionales.

Por otra parte la Oficina de Planta Física, es la encargada de mantener en constante actualización a la Oficina de Planeación en cuanto al reporte de novedades de obras realizadas se refiere, esto con el fin de brindar al usuario la cartografía lo más actualizada posible. En ocasiones, el reporte puede tardar cierto tiempo en ser registrado o nunca llevarse a cabo, por lo cual se recomienda solicitar el estado de registros en dicha oficina.

## 2.2 SOLICITUD DE LA INFORMACIÓN

El usuario interesado en el préstamo de planos en medio magnético o análogo de cualquiera de las sedes de la UIS, deben tener en cuenta las siguientes observaciones:

- Tramitar una carta dirigida al director de Planeación UIS, especificando claramente los nombres de las personas autorizadas para usar ésta información, aclarando el motivo de la solicitud y firmada por el profesor o profesional de la universidad responsable del proyecto o materia para la cual se necesita cierta información.
- Una vez aprobada la solicitud, debe remitirse a la Oficina de Planeación a solicitar la información en medio magnético o análogo para proceder a sacar las copias. Si se solicita en medio magnético debe llevar diskette o CD con espacio suficiente.
- El horario de atención para el préstamo de la información es los martes y jueves de 8:00 a 9:30 AM\*.

Una recomendación útil para evitar el deterioro o pérdida de planos debido a la manipulación de información, sería realizar éste trámite a través de correo electrónico.

---

\* OFICINA DE PLANEACIÓN – UIS, Sede Principal 2005.

### **2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN**

La Oficina de Planeación cuenta con una planoteca en la cual se puede encontrar planos de tipo arquitectónico, estructural y de redes ya sean hidráulicas, sanitarias, eléctricas o de datos.

Los planos en formato análogo tienen las siguientes características:

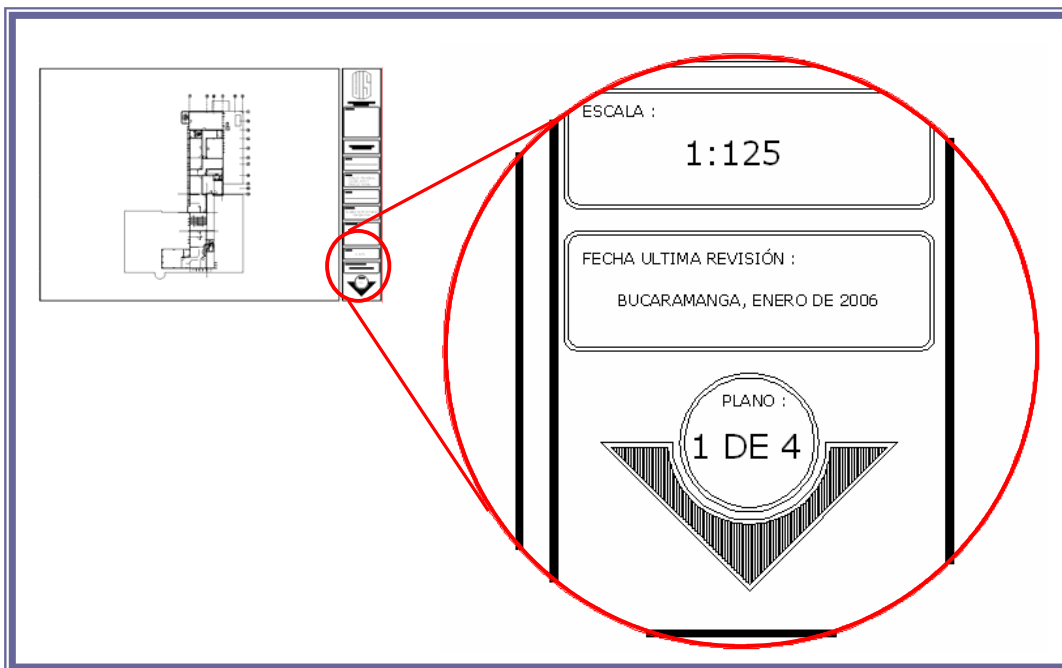
- Pliegos de 100\*70 cm y 50\*70 cm:
  - Pergamino dibujado con instrumentos (díngrafo, rapidógrafo, reglas).
  - Pergamino digitalizado (ploteado).
  - Papel bond dibujado con instrumentos.
  - Papel bond digitalizado.
  - Copias heliográficas (baja resolución).

Por otra parte, los planos en medio magnético se encuentran digitalizados en formato **\*.dwg** el más habitual en nuestro entorno para aplicaciones de dibujo asistido por computador (CAD).

### **2.4 CHEQUEO DE LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA**

El usuario debe tener claro que una institución de gran trayectoria como la Universidad Industrial de Santander, cuenta con información histórica de casi todas las edificaciones, por lo que se recomienda realizar chequeo de los planos recibidos, en cuanto a la fecha de última revisión se refiere.

**Figura 9.** Chequeo de la última revisión de un plano.



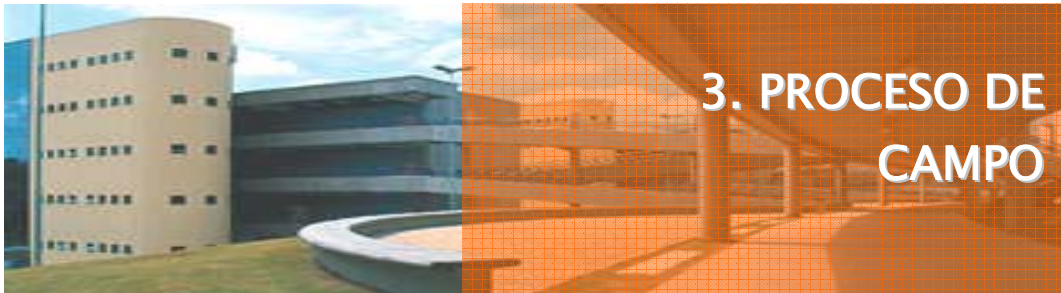
## 2.5 MANIPULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se debe tener en cuenta que cierta información disponible en formato análogo puede encontrarse también en medio digital, lo cual la hace portable y de fácil modificación.

Toda información ya sea análoga o en medio magnético es el resultado de un esfuerzo humano y como tal puede incluir distorsiones de la realidad; por otra parte, las etapas de transformación también constituyen otra fuente de error, de esto se concluye que una reproducción o una copia no puede mejorar lo expresado en el documento que le precede.

Dado el caso que exista información tanto análoga como digital de un mismo tema en particular, es recomendable una verificación visual en campo para

comprobar la calidad de la última actualización registrada. De igual manera, se puede presentar que cualquiera de los medios anteriormente mencionados, no exista; es aquí cuando se hace necesario el levantamiento de información en campo por alguno de los métodos topográficos tradicionales.



El presente capítulo contribuye en gran parte en la calidad y viabilidad del proyecto, es aquí donde se aplican múltiples conceptos de ingeniería y de su acertada implementación depende no caer en procesos repetitivos, que perjudiquen los intervalos de tiempo y el presupuesto estimados.

El proceso de campo esta constituido en dos etapas fundamentales que se trataran en detalle a lo largo de esta sección:

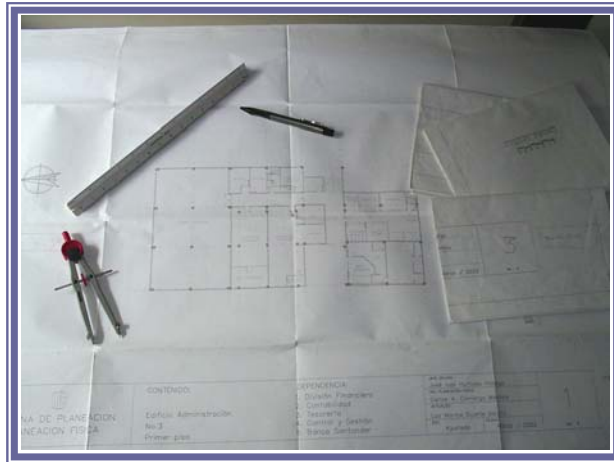
- Control en campo de la información existente.
- Captura en campo de la información no existente.

### **3.1 CONTROL EN CAMPO DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE**

**3.1.1 Herramientas de Campo.** Para la realización del control en campo, es necesario tener a la mano las herramientas que permitan su verificación.

- **Planos.** Se debe tener a la mano los planos de la edificación en estudio, éstos deben corresponder a la categoría que se está evaluando ya sea hidráulica, sanitaria, eléctrica, datos, arquitectónica o estructural, éstas dos últimas como objeto de la presente guía.

**Figura 10.** Planos.



- **Cinta Métrica.** Se recomienda el uso de cintas métricas con longitud no inferior a 10 metros, cuyo material sea sintético y no deformable, que permita una fácil manipulación y movilización para efectos de medición en planta. Para medidas verticales se hace necesario la utilización de una cinta métrica convencional de longitud no menor a 3 metros, lo cual va a permitir alcanzar alturas sin ningún tipo de dificultad.

**Figura 11.** Cintas de medición.



- **Martillo de Goma.** Es aconsejable a la hora de determinar detalles ocultos a la vista como por ejemplo: falsas columnas, muros estructurales o divisorios, entre otros. La razón por la cual se prefiere un martillo de goma es con el fin de no dañar los acabados de las superficies a examinar.

**Figura 12.** *Martillos.*



- **Artículos de Oficina.** Lápiz, borrador, tabla que facilitan la labor de recolección de datos en campo.

**Figura 13.** *Artículos de oficina.*



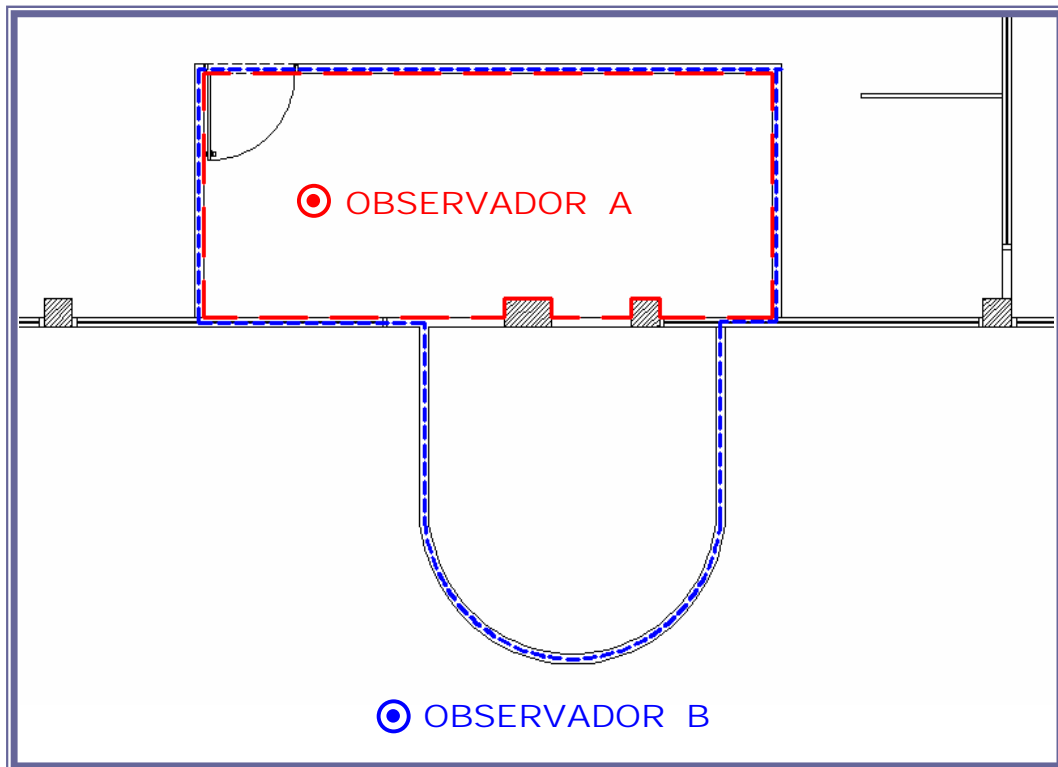
- **Cámara Digital.** Es recomendable su uso para llevar un registro minucioso de detalles encontrados.

**3.1.2 Revisión Arquitectónica y Estructural.** Una vez se tienen las herramientas necesarias para realizar la labor de chequeo, se procede a recorrer la edificación iniciando por los niveles inferiores, en correspondencia a la secuencia lógica del proceso constructivo, hasta cubrir en su totalidad la estructura. No se debe omitir ningún detalle en la inspección; es necesario registrar las variaciones más significativas con sus respectivas medidas para posteriormente modificar los planos.

Por tratarse de un control de campo de la información existente, a continuación se mencionan los dos ítems de mayor importancia para este proceso:

- **Chequeo del Perímetro de la Edificación.** Se realiza la medición detallada de la geometría externa del edificio y se valida con la información del plano suministrado; si se obtiene resultados satisfactorios de concordancia, no es necesario realizar ningún tipo de levantamiento topográfico para la estructura. Este proceso tiene como finalidad garantizar la correspondencia de los espacios internos que se evaluarán posteriormente, con el conjunto que los contiene. Para una mejor ilustración, en la siguiente figura se muestra un ejemplo de la percepción de dos observadores independientes.

Figura 14. Chequeo del perímetro de la edificación.



Se puede apreciar que la percepción del observador varía dependiendo del lugar en el cual se encuentre ubicado, cuando en realidad, el resultado debe ser la superposición de criterios.

- **Chequeo Estructural.** Se puede generalizar que más de la mitad de la información suministrada, corresponde a la señalización perimetral y a la distribución estructural de la edificación. Razón por la cual se hace necesaria la identificación de todos los elementos que componen la estructura junto con su respectiva distribución.

Cabe anotar que la distribución espacial de los elementos que comprenden la edificación depende del tipo de sistema estructural al cual corresponde la misma. Para el caso particular de la Universidad

Industrial de Santander, por tratarse de edificios con cierta antigüedad, se va a encontrar que la mayoría de los edificios fueron construidos en Sistema Pórtico\* pero con el pasar de los años se han realizado ciertas modificaciones a las normas constructivas dentro de las cuales se reglamenta el uso de muros estructurales como mecanismo para aumentar la rigidez de las estructuras, tal es el caso de los edificios de Trabajo Social y Laboratorio de Livianos, entre otros. Para efectos de esta guía, se hará énfasis en estructuras tipo Pórtico por tratarse del sistema constructivo predominante en la UIS, sin dejar de lado algunos detalles de otro sistema constructivo que se puedan presentar.

El proceso de chequeo estructural para el control en campo de la información existente, se realiza según los pasos que a continuación se mencionan:

1. Identificar los ejes de columnas para facilitar su posterior identificación en los planos. Los ejes en dirección X con numerales (1, 2, 3,...) y para los ejes en dirección Y con literales (A, B, C,...) como se puede observar en la Figura 15. En los casos en los que aparezcan otros elementos estructurales (casos de muros de carga en concreto reforzado) que pueden ser identificables por tener una de sus dimensiones mucho mayor que la otra, se debe hacer la respectiva anotación y posterior seguimiento en los niveles superiores de la estructura para determinar si éste se trata de otro sistema constructivo.
2. Una vez identificados los ejes, se toma un eje representativo en cada sentido para el chequeo de distancias entre columnas y

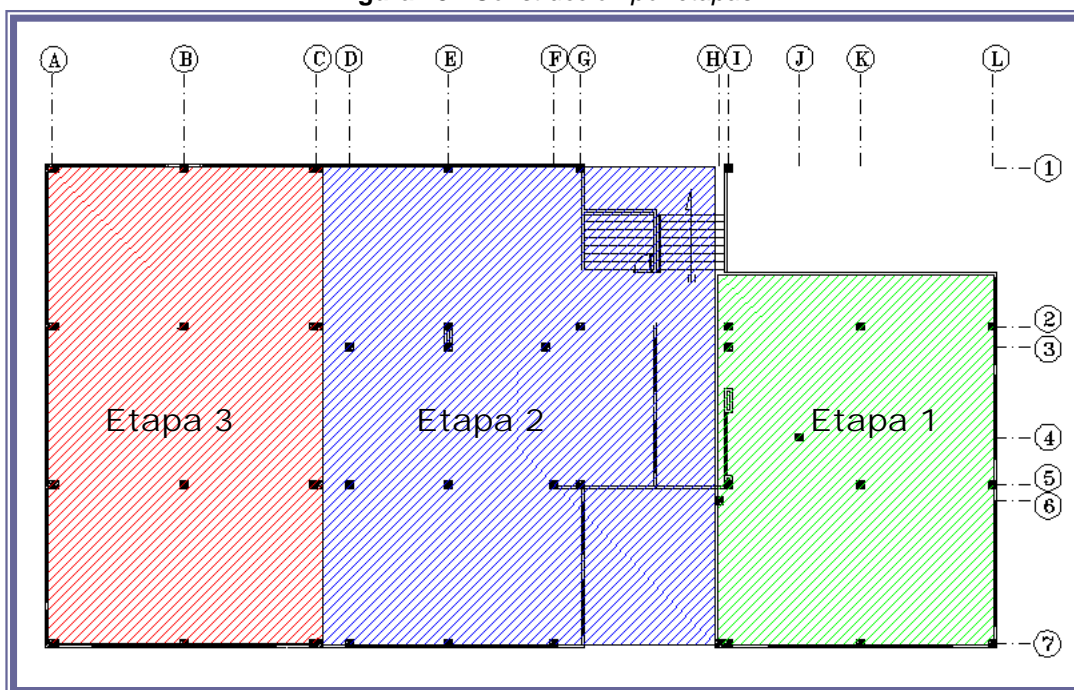
---

\* Ver Anexo 2: SISTEMA ESTRUCTURAL TIPO PÓRTICO.

alineamientos. Puede presentarse el caso de que una columna no sea de fácil identificación debido a varias razones, entre ellas, columnas embebidas en muros, columnas contiguas o falsas columnas para bajantes sanitarios. Para estos casos, es útil el empleo del martillo de goma para identificar con exactitud la ubicación de la unidad estructural por medio de golpes que permitan establecer a través del sonido emitido si se trata de un elemento macizo o hueco.

3. No es común encontrar en sistemas de pórticos, arreglos de columnas asimétricos, no obstante, no se puede descartar la existencia de éstos en casos particulares de construcciones desarrolladas en diferentes etapas, tal es el caso del Edificio de Administración de la Universidad Industrial de Santander.

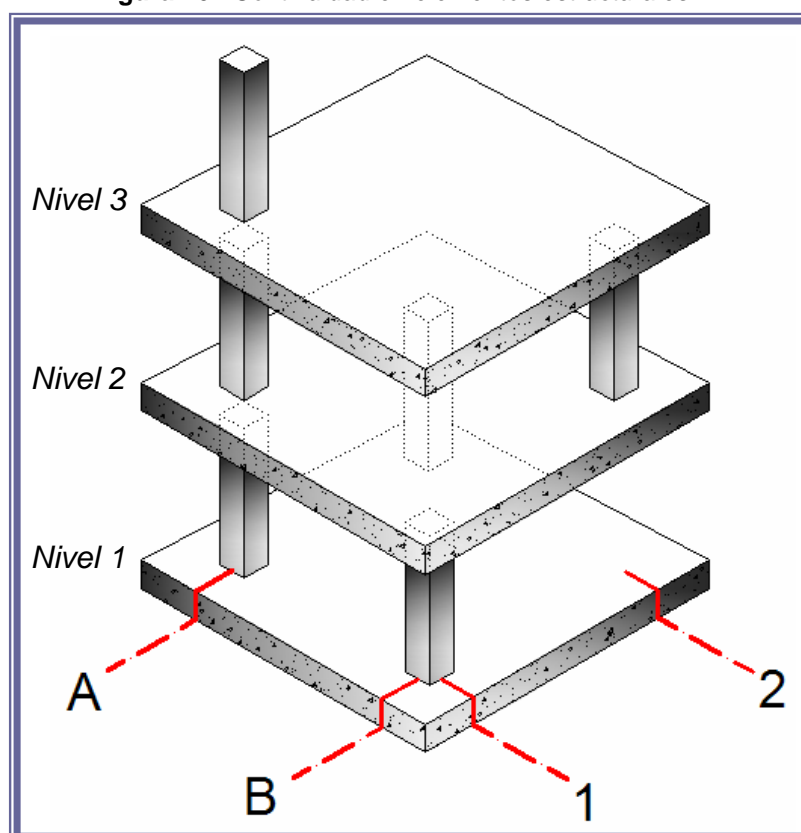
**Figura 15.** Construcción por etapas.



En la anterior figura, se puede apreciar claramente que el eje número 3, pertenece a la etapa número 2 y no guarda relación con las etapas número 1 y 3. Caso opuesto se presenta en la distribución de éstas últimas las cuales conservan cierta simetría a pesar de tratarse de etapas no contemporáneas en lo que a su construcción respecta.

4. Una vez se haya culminado con los anteriores numerales, se debe realizar una comprobación final que consiste en sobreponer los planos pertenecientes a cada nivel, esto para asegurarse de que los elementos estructurales tengan continuidad respecto al nivel inferior.

**Figura 16.** Continuidad en elementos estructurales.



La Figura 16 muestra los tres casos típicos que se pueden presentar a la hora de realizar el cheque de elementos estructurales:

**Caso1.** Las columnas localizadas en la intersección A-1, se encuentran debidamente alineadas con su eje vertical; permitiendo una correcta transmisión de cargas. De presentarse este caso en la superposición de planos, se asume que el chequeo estructural es óptimo.

**Caso2.** La columna localizada en la intersección B-1, corresponde a un caso particular en el que transmisión de carga se efectúa por medio de otras unidades estructurales, razón por la cual no se hace necesaria su presencia en niveles superiores. En el evento de presentarse esta situación también se puede considerar aceptable.

**Caso3.** En la columna de la intersección B-2, se presenta un caso en el que la unidad estructural no tiene correspondencia con niveles inferiores, lo cual no es permitido en el sistema constructivo de pórtico dado que se compromete la estabilidad de la edificación; pues la función estructural de las columnas es la soportar y transmitir las cargas a través de todos los niveles hasta llegar a la cimentación. En caso de que esta situación se presente en campo se recomienda chequear la existencia de una falsa columna para bajante sanitario y de no así consulte con un profesional en el área de estructuras.

## **3.2 CAPTURA EN CAMPO DE LA INFORMACIÓN NO EXISTENTE**

Teniendo a la mano las herramientas que se mencionaron con anterioridad, se puede dar inicio a un proceso complementario y diferente al que se llevó a cabo respecto a la información existente; en esta ocasión es recomendable tener especial cuidado por tratarse de un proceso de captura, es decir, un levantamiento arquitectónico para las áreas de la edificación. Se hace énfasis en que es de carácter arquitectónico debido a que como ya se especificó, en gran porcentaje los datos con los que se cuenta son de tipo estructural.

### **3.2.1 Registro de la Información Arquitectónica Inexistente.**

- **Registro de divisiones arquitectónicas.** Por tratarse de una institución educativa, se hace necesario separar las oficinas y dependencias de trabajo que la componen, para que cada una de éstas tenga un carácter independiente de acuerdo con las funciones que se lleven a cabo en la misma. Existe una amplia gama de productos en el mercado que cumple con dicha finalidad, pero sin lugar a duda las divisiones modulares son las de mayor uso debido a su bajo costo, facilidad de instalación y a que permiten su modificación o readecuación según los espacios disponibles; sin dejar de lado los métodos tradicionales de separación de ambientes como lo son: mampostería, divisiones en madera, entre otros.

**Figura 17.** *Tipos de divisiones arquitectónicas.*

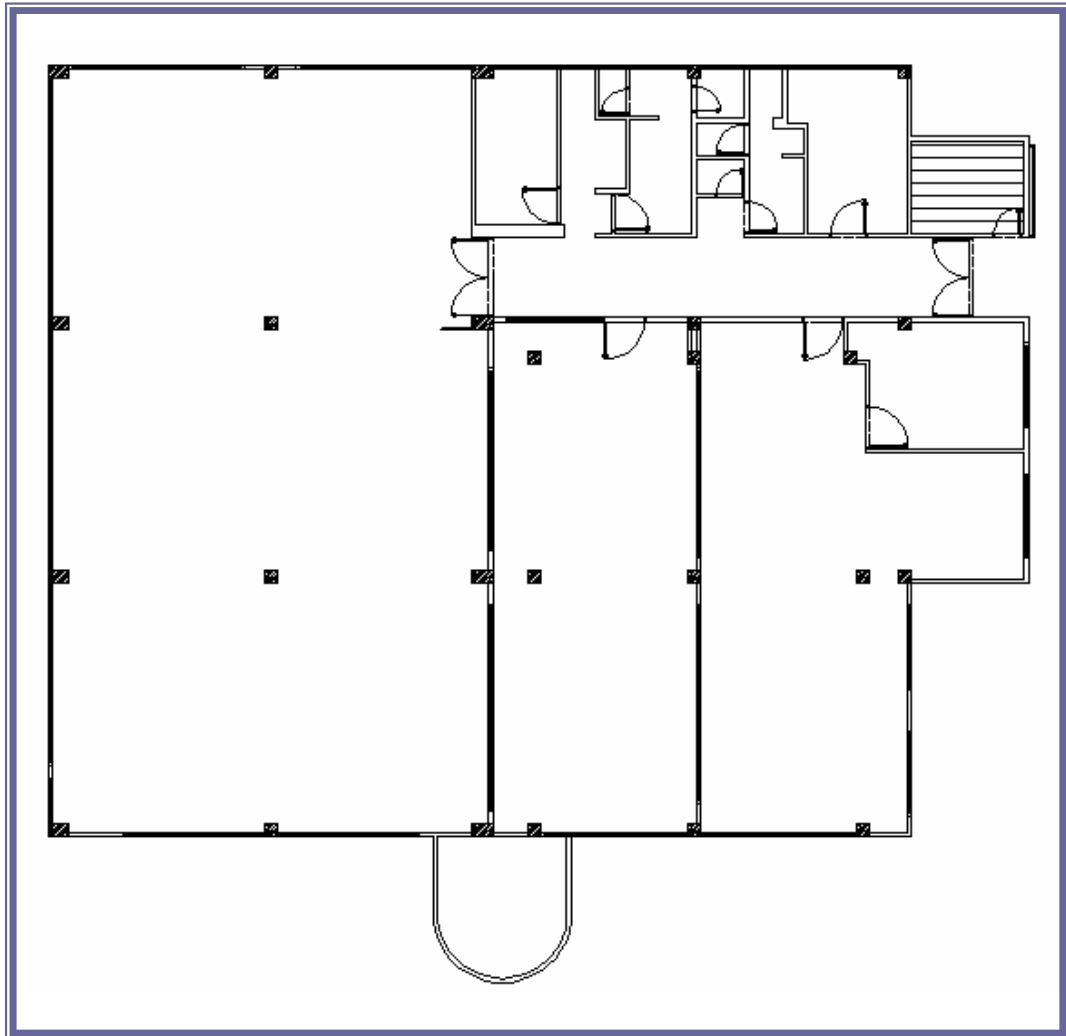


La metodología empleada para el proceso de registro de divisiones arquitectónicas se indica a continuación:

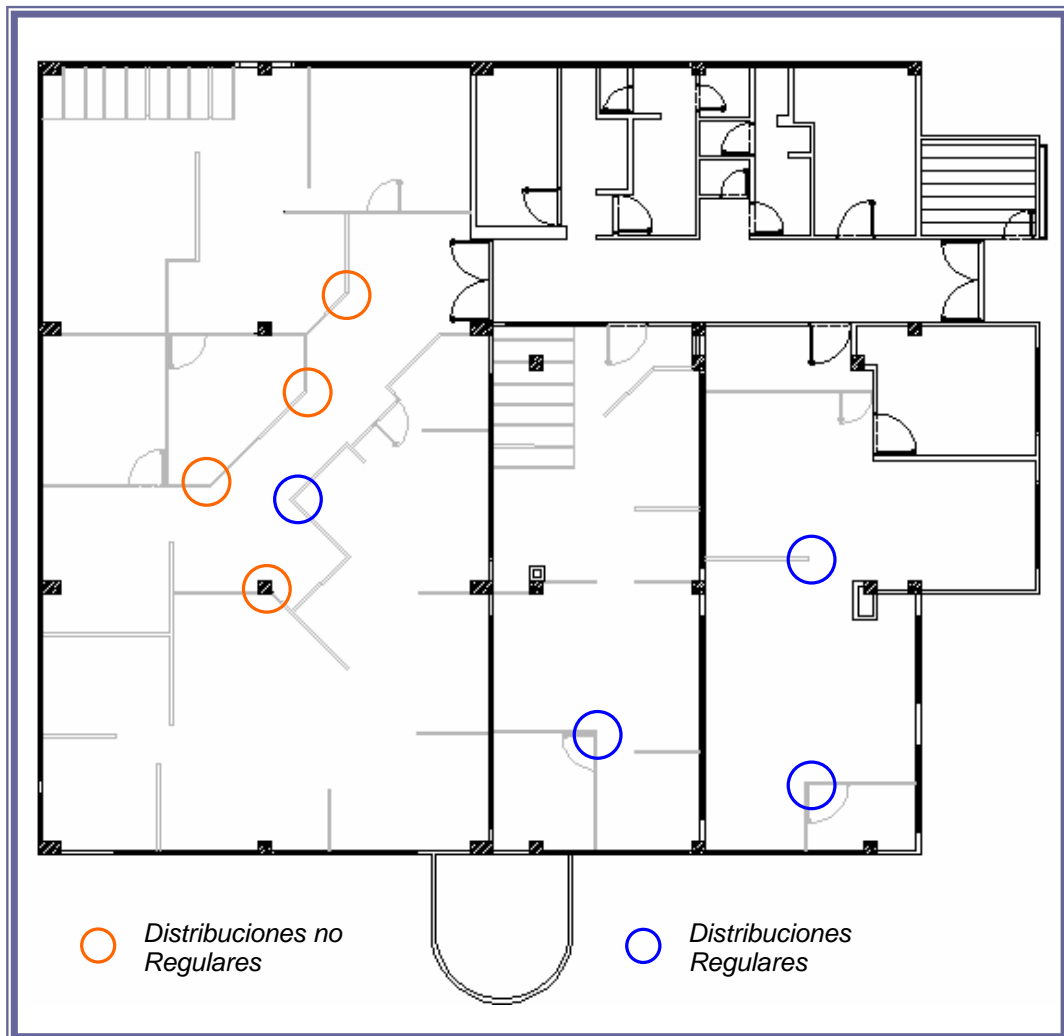
1. Se realiza el recorrido por las oficinas de cada nivel pertenecientes a la edificación, identificando en primera instancia los módulos cuya distribución geométrica es regular y permiten ser registrados con facilidad sobre un plano de prueba dispuesto para tal fin. Se debe tomar como referencia para su localización la posición definitiva de columnas y detalles del perímetro verificados en la etapa de revisión arquitectónica y estructural.

2. Para los casos en los que se encuentren divisiones modulares cuya distribución sea diferente a la anterior, se deben ubicar con respecto a los módulos regulares ya referenciados.

**Figura 18a.** *Antes del proceso de levantamiento arquitectónico.*



**Figura 18b.** Después del proceso de levantamiento arquitectónico.



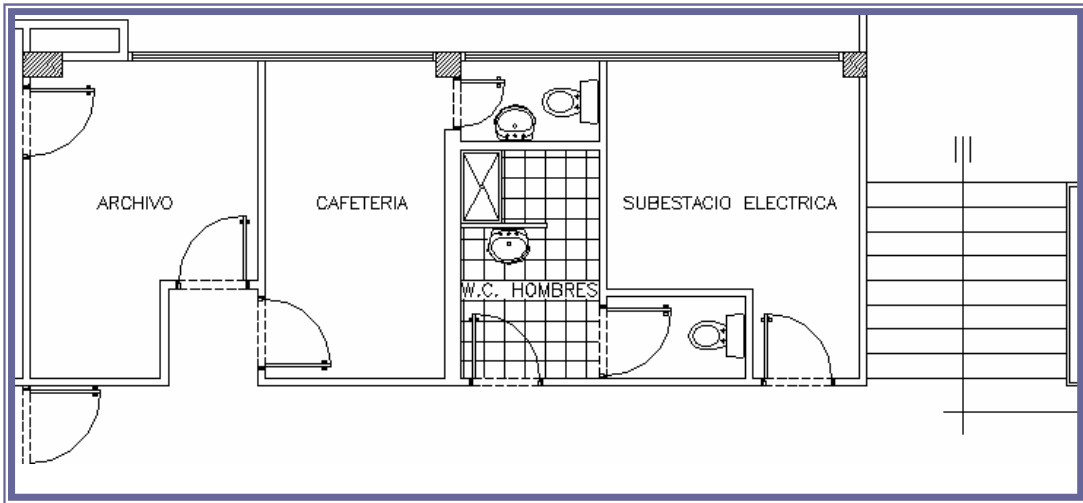
Las anteriores figuras muestran la comparación antes y después del proceso de levantamiento arquitectónico que se debe realizar en campo para cada una de las dependencias de la UIS, de tal manera que al finalizar el mismo, el plano sea fiel copia de la realidad permitiendo así una ubicación de espacios actualizada. Hasta el momento no se ha hecho referencia al proceso de

digitalización de modificaciones en los planos, pues solo se ha tratado la metodología a realizar en campo.

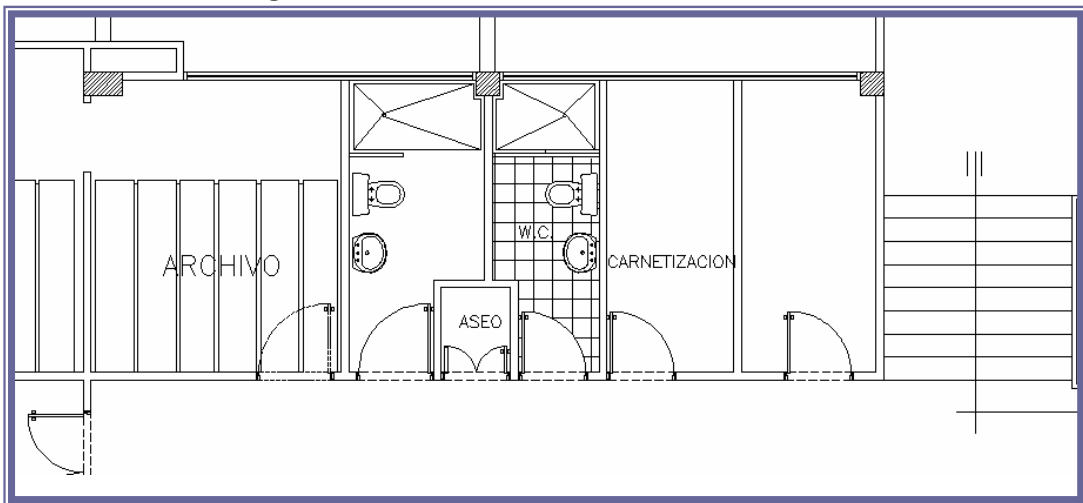
3. No se debe obviar la existencia de divisiones arquitectónicas menores tales como ventanas y puertas con sus respectivas dimensiones.
- **Remodelaciones.** De igual manera, las remodelaciones también deben ser consignadas en la actualización arquitectónica que se está adelantando, usualmente estas no se encuentran registradas debido a motivos expuestos en capítulos anteriores.

En las siguientes Figuras 19a y 19b se muestra como ejemplo la remodelación realizada en el segundo piso del Edificio de Administración – UIS, en las cuales se ilustra el cambio en la distribución de las áreas. Es necesario aclarar que cuando se realiza este tipo de remodelaciones se debe replantear la arquitectura del área afectada para dar como resultado un plano como el que se observa en la Figura 19b.

**Figura 19a.** Plano sin incluir remodelaciones.



**Figura 19b.** Plano actualizado con remodelaciones.



**Figura 20.** *Detalles de remodelaciones no registradas en planos.*



Los detalles de remodelaciones pueden ser notorios en los acabados, como se ilustra en la Figura 20, en donde se puede apreciar la remodelación hecha al clausurar una puerta. Detalles como estos al igual que fisuras en paredes, diferencias apreciables en los grosores de muro sirven para considerar la existencia de posibles modificaciones realizadas.



#### 4.1 DEFINICIÓN

La biblioteca central UIS, debe mantener listas de los libros que posee y de los estudiantes habilitados o no para el préstamo de los mismos al igual que, una constructora, de sus trabajadores y proveedores o una empresa, de sus productos, ventas y empleados. A este tipo de información se le llama datos.

Un administrador de base de datos es un programa que permite introducir, almacenar, manipular y organizar datos de manera que se pueda obtener información no visible como totales, tendencias o relaciones de otro tipo.

#### 4.2 GENERALIDADES

Toda base de datos debe permitir en principio:

- Introducir datos
- Almacenar datos
- Recuperar datos y trabajar con ellos

La información se puede manejar por otros métodos convencionales cuyas operaciones siguen siendo las mismas tales como el uso de archivadores y carpetas; pero a medida que la cantidad de datos manejados se incrementa, se hace necesario el uso de computadores que posean programas capaces de manejar grandes cantidades de información de una manera eficiente y segura.

#### 4.2.1 Tabla, Registro y Campo.

**Figura 21.** *Ejemplo conceptual de bases de datos.*

<b>Lista telefónica</b>		
<i>Nombre</i>	<i>Dirección</i>	<i>Teléfono</i>
Cote Peña, Maribel	Cl. 45 # 12-26	(057) 6309745
Garnica Nova, Jorge	Av. Nariño # 98-54	(051) 3559566
Torres Gómez, Félix	Cr. 27 # 46-74	(054) 2651234

En esta lista, interesa tener almacenados de modo ordenado los datos de una serie de personas. Para que aparezcan de modo claro se han detallado en tres apartados: Nombre, Dirección y Teléfono, haciendo que aparezca cada uno en una columna diferente. Así por ejemplo, es más sencillo encontrar la dirección de una persona buscando a partir de su nombre.

En la Figura 21, se puede apreciar cómo la información referida a una persona, “un dato”, aparece en una fila de la tabla es a esto a lo que se le llama *Registro*. A cada una de las partes en las que se ha desglosado la

información se le denomina *Campo*, y al conjunto formado por todos los registros, *Tabla*.

En otras palabras, Registro es el concepto básico en el almacenamiento de datos; agrupa la información asociada a un elemento de un conjunto y está compuesto por campos. Y Tabla es el conjunto de registros homogéneos con la misma estructura.

En la lista anterior se puede ver que hay unos campos más importantes que otros, así, el *Nombre* es fundamental para que el registro tenga sentido. Sería absurdo que apareciera una dirección en la lista sin ir acompañado de un nombre. Por este motivo se suelen denominar campos fundamentales a aquellos que definen al registro, y campos secundarios a los que lo complementan.

En general, las bases de datos deben cumplir las siguientes reglas básicas:

- Generalmente, contendrán muchas tablas.
- Una tabla sólo contiene un número fijo de campos.
- El nombre de los campos de una tabla es distinto.
- Cada registro de la tabla es único.
- El orden de los registros y de los campos no está determinados.
- Para cada campo existe un conjunto de valores posible.

### **4.3 CREACIÓN DE BASES DE DATOS**

El primer paso para crear una base de datos, es planificar el tipo de información que se quiere almacenar en la misma, teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales: la información disponible y la información necesaria. La planificación de la estructura de la base de datos y en particular de las tablas, es de vital importancia para la gestión efectiva de la misma.

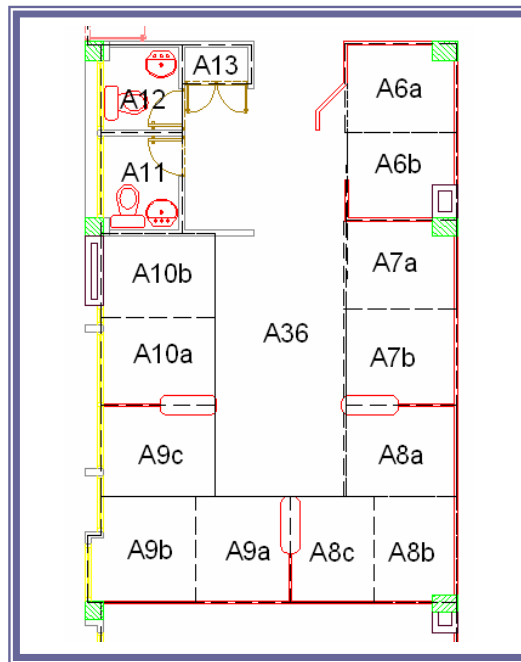
**4.3.1 Información Disponible.** Como resultado del trabajo realizado hasta el momento a lo largo de esta guía, ya el usuario debe contar con la información arquitectónica actualizada en medio análogo, estos planos servirán como punto de partida en la obtención de la información necesaria para la creación de las bases de datos.

**4.3.2 Información Necesaria.** Dentro de los múltiples objetivos que tiene el SIG-UIS, se encuentra el de garantizar la óptima administración de espacios, razón por la cual para su cumplimiento se hace necesario identificar las diferentes áreas de trabajo con sus respectivos funcionarios e inmuebles a cargo con el fin de conocer en detalle los recursos disponibles actualmente. De esta manera la información que alimentará la base de datos del proyecto estará complementada con los resultados obtenidos en la inspección a las diferentes áreas de la edificación.

**4.3.2.1 Delimitación de las Áreas de Trabajo.** Esta consiste en complementar la información adquirida en el levantamiento de divisiones arquitectónicas, por medio de la ubicación del personal dentro de tales

divisiones, dando como resultado un espacio físico subdividido imaginariamente y que a su vez será representado con líneas punteadas en los planos análogos dispuestos para éste chequeo.

**Figura 22.** *Delimitación de áreas de trabajo en campo.*



**NOTA:** Los autores se permiten aclarar que todas las figuras ilustradas que representan planos hasta esta parte de la guía, corresponden a planos análogos cuyas modificaciones y anotaciones de campo fueron realizadas a mano, es decir, ninguno de los planos suministrados por las fuentes de información inicialmente mencionadas han sufrido procesos de digitalización para el registro de sus manipulaciones. El propósito de este tipo de representación es el de facilitar al usuario una mejor comprensión del documento.

**4.3.2.1.1 Criterios para la Delimitación de las Áreas de Trabajo.** Los siguientes criterios, constituyen un tipo de guía empleada por los autores con la cual se obtuvo resultados satisfactorios; en ningún momento se pretende establecerlos como un procedimiento rígido, por el contrario está abierto a futuras modificaciones o adecuaciones según los requerimientos del usuario y previa aprobación del director de la fase.

- **Cargo del funcionario y equipos a su disposición.**



Es evidente que la cantidad de espacio para el normal desarrollo de las actividades por parte de un funcionario varía en función del cargo que este desempeña al igual que los equipos que éste requiera para llevar a cabo sus labores, como consecuencia de esto se encontrará cierta variación en la arquitectura de cada una de las oficinas.

- **Número de funcionarios por estación de trabajo.**

A la hora de la visita a cada oficina, se puede llegar a apreciar que no se cuenta con un arreglo preestablecido para determinada cantidad de personas dado que en ciertos casos se encontrarán estaciones trabajando con el doble del personal para el cual fueron diseñadas, razón suficiente para realizar una partición adicional que vincule a cada trabajador con su respectiva área de trabajo.

**4.3.2.2 Formato Diligenciado de Relación de Áreas de Trabajo y Personal.** De manera paralela a la labor de delimitación de áreas, se debe realizar la tarea de diligenciar el formato de relación de áreas de trabajo y personal. Este formato es creado según los requerimientos del proyecto y previo a su implementación, debe ser revisado por el profesional a cargo de la fase en desarrollo.

**Figura 23.** Ejemplo de formato implementado en el Edificio de Administración - UIS

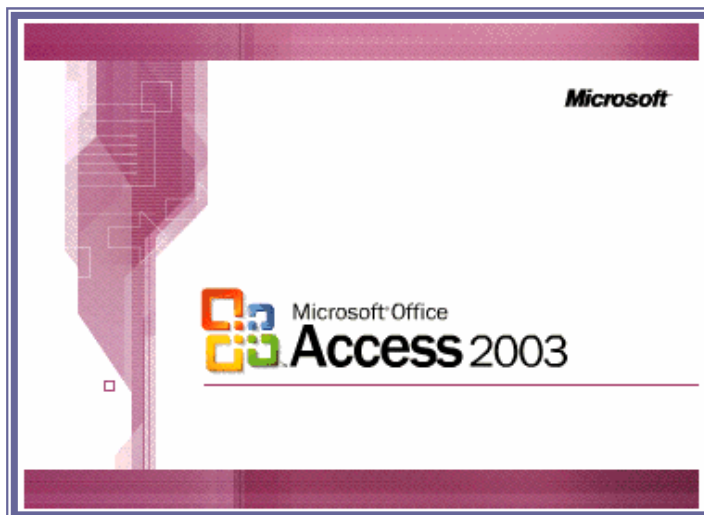
 		<b>FORMATO DE PERSONAL Y UTILIZACION DE AREAS DE TRABAJO</b> <b>OFICINA DE PLANEACION-UIS</b>	
		<b>NIVEL:</b>	<b>3</b>
<b>1. PERSONAL</b>			
NOMBRE:	<u>LILIANA GOMEZ</u>		
CARGO:	<u>SECRETARIA</u>		
IDENTIFICACION:	C. C.: <u>91,365,123</u>	CARNET:	<u>4652</u>
<b>2. AREA DE TRABAJO</b>			
PISO:	TIPO: <u>Cer. 32* 32</u>	AREA:	<u>2,45 m<sup>2</sup></u>
CERRAMIEN:	MURO: <u>-</u>	MODULO:	<u>6.2 m<sup>2</sup></u>
	EXT.: <u>-</u>	INT.:	<u>-</u>
	OTROS: _____		
PUNTOS ELEC.:	<u>2 tomas dobles, 1 toma de datos</u>		
NOMENCLATURA / AREA: <u><b>A452b</b></u>			
USO:	SERVICIOS <u>___</u>	CIRCULACION	<u>___</u>
	SALON <u>___</u>	LAB <u>___</u>	ADMINISTRATIVO <u><b>X</b></u>
	BANO <u>___</u>	OTRO	<u>_____</u>
<b>3. ELEMENTOS</b>			
TIPO:	PC: <u>INV(54344)</u>	ESCRIT:	<u><b>X</b></u>
	MESA: <u><b>X</b></u>		
	DOTACION: <u>Fotocopiad. INV(6325)</u>		

En este caso, dicha finalidad es la de obtener la información que representa de manera detallada, ordenada y precisa las características relacionadas exclusivamente a las áreas de trabajo. Hay que aclarar que dependiendo del objetivo propuesto y del nivel de detalle del estudio, el formato estará sujeto a modificaciones de forma y de fondo.

Nótese que la casilla correspondiente a la nomenclatura del área, hace referencia a una numeración sobre el plano análogo, definida por el usuario que permite establecer un orden a seguir en campo.

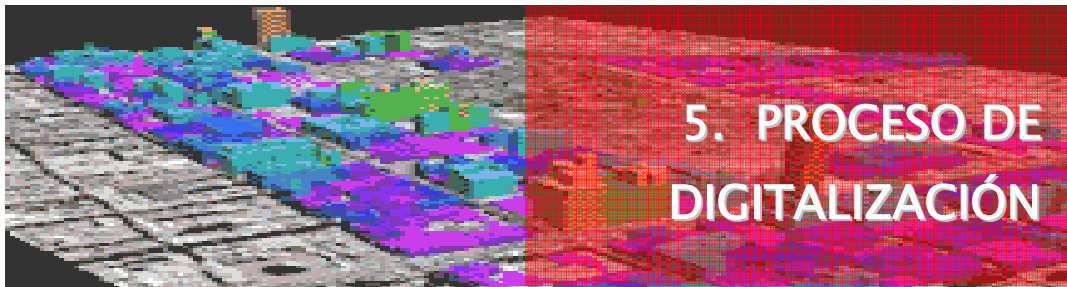
**4.3.3 SOFTWARE EMPLEADO: Microsoft® Office Access 2003\***. Access es una base de datos visual que constituye quizás una de las aplicaciones más potentes y prácticas del paquete Office, sin descartar los demás software para bases de datos modernas tales como Excel, Oracle o Mysql entre otros. Para este proyecto en particular, se implementó Excel que es la hoja electrónica de mayor uso comercial además que permite importación de archivos a Microsoft Access el cual cuenta con avanzadas herramientas de diseño y programación dirigida a usuarios con mayor experiencia, además de incluir bases de datos listas para ser usadas por usuarios en general.

**Figura 24.** *Presentación Microsoft Access 2003.*



---

\* Ver Anexo 3: EJEMPLO DE CREACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE BASES DE DATOS EN ACCESS.



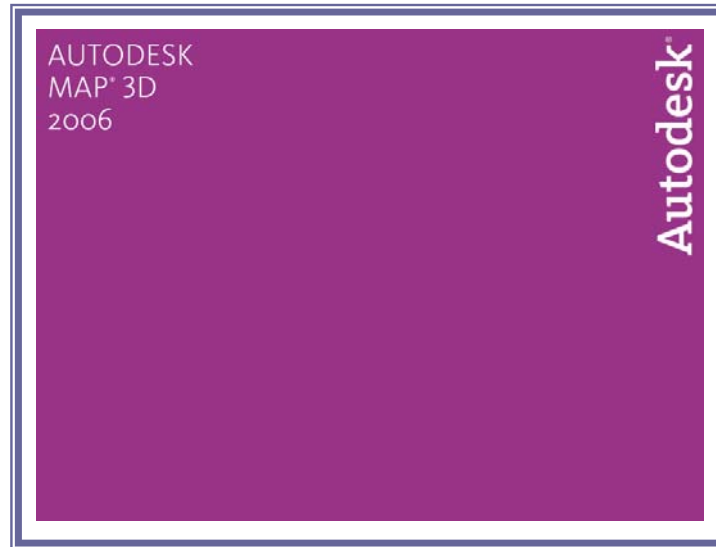
Finalizadas las etapas de recolección en campo de información no existente y el control de la información existente, además de las labores que involucran la creación de la base de datos; se da inicio al cambio de formato de toda la información acumulada hasta el momento, el cual se denomina como proceso digitalización. Esta nueva etapa, es de vital importancia en el proyecto, ya que en ella se podrán evidenciar y corregir posibles fallas existentes hasta el momento con el fin de garantizar de aquí en adelante el correcto funcionamiento de toda la información integrada.

Se debe considerar que el proceso de digitalización constituye el punto de partida para la creación de topologías, las cuáles se fundamentan en información tanto gráfica como de datos que será obtenida de éste proceso.

#### **5.1 SOFTWARE EMPLEADO: Autodesk MAP® 2006.**

El proceso de digitalización se realizó utilizando el software Autodesk MAP 2006, dado que es una de las mejores herramientas para integrar las tecnologías CAD y GIS, permitiendo tanto a ingenieros como diseñadores, trabajar virtualmente con distintos tipos de datos sin importar el formato de procedencia.

**Figura 25.** *Presentación de Autodesk MAP 2006.*



**5.1.1 Ventajas.** Una de las ventajas de este software integrado es que ofrece las herramientas más potentes de creación y edición para profesionales de GIS, así como los elementos geo-espaciales que necesitan los técnicos de CAD, facilitando el manejo de formatos **\*.shp** y **\*.dwg** que son los más habituales en estos campos respectivamente.

Dentro de las ventajas que ofrece en el campo de GIS, cabe mencionar el análisis de topologías, análisis de búferes, superposiciones, disoluciones y redes, de manera más ágil y eficiente que otros programas de GIS.

**5.1.2 Requisitos de Sistema\***. Los siguientes requisitos son los recomendados para un óptimo desempeño del software:

- Procesador Intel Pentium III o posterior, a 1 GHz o superior.
- Microsoft Windows XP (Professional o Home Edition, SP1 o posterior) o Microsoft Windows 2000 (SP3 o posterior).
- 512 MB de memoria RAM.
- 1 GB de espacio en disco para la instalación.
- Pantalla de 1024x768 con color verdadero.
- Dispositivo señalador conforme con MS-Mouse.
- Microsoft Internet Explorer 6.0 (SP1).
- Unidad de CD-ROM.

## **5.2 EJEMPLO DEL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN.**

Este ejemplo ilustra paso a paso, el proceso de digitalización de la cartografía análoga. Cabe anotar, que a medida que el plano es alimentando con toda la información recolectada, ésta debe ser clasificada por categorías, para éste fin se hace necesario el uso de capas a las cuales se les puede asignar características tales como color y grosor de línea entre otras, útiles para la diferenciación de objetos.

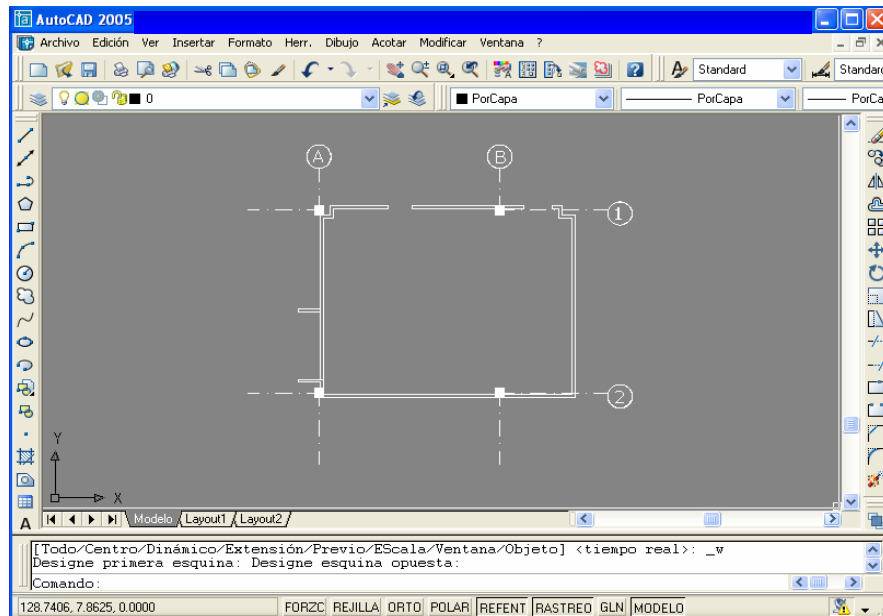
Para mayor información acerca de las capas y bloques a utilizar para la presentación de proyectos o planos, se recomienda remitirse al Manual de Normalización y Estandarización para Cartografía Digital de la Universidad Industrial de Santander que se encuentra en proceso de elaboración por parte de la Oficina de Planeación.

---

\* Tomado de Autodesk®, Autodesk MAP 2006.  
[www.autodesk.es](http://www.autodesk.es)

- **Paso 1.** Una vez se ha realizado el proceso de campo descrito en secciones anteriores, se procede a la digitalización de la configuración estructural (muros y columnas) con sus respectivos ejes de referencia sin tener en cuenta detalles arquitectónicos internos como divisiones, muebles, equipos, etc., ya que éstos pueden causar confusión durante la transcripción de la información.

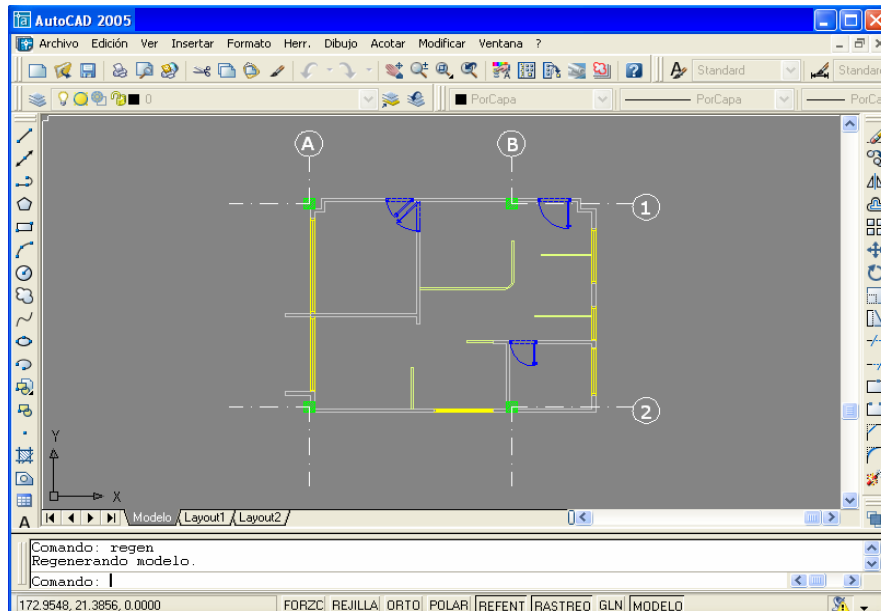
**Figura 26.** Digitalización del perímetro y de la configuración estructural.



Autodesk MAP 2006.

- **Paso 2.** Al igual que la recolección de datos en campo, en este proceso se debe empezar por detallar el perímetro de la edificación incluyendo poco a poco los detalles arquitectónicos que ésta tenga tales como ventanas, puertas y salientes debido a que éstos pueden servir como referencia para la posterior ubicación de otros elementos de consideración en el proyecto.

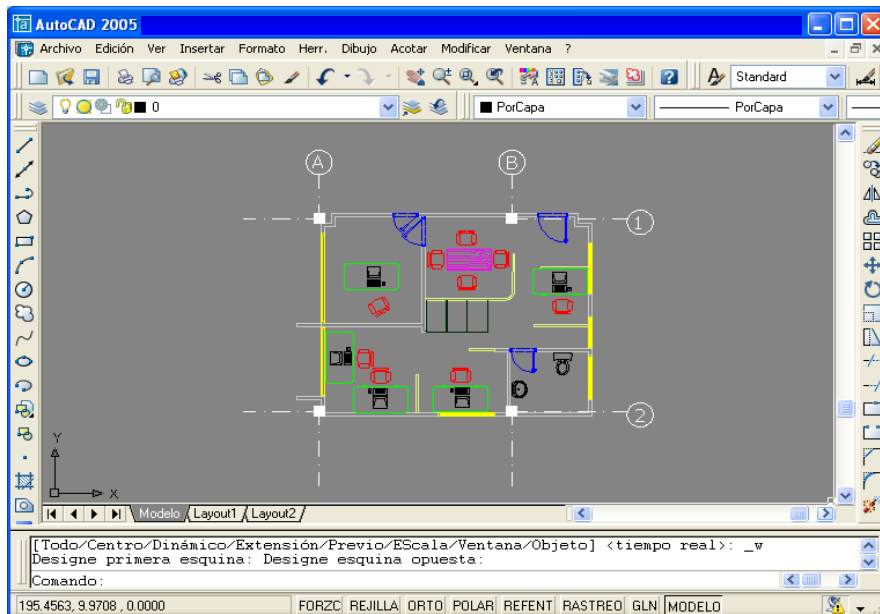
**Figura 27.** Detalles arquitectónicos útiles.



Autodesk MAP 2006.

- **Paso 3.** Los equipos y muebles, hacen parte de la arquitectura de un espacio; por esto deben estar registrados de manera clara en los planos. Para mayor seguridad, se recomienda que éstos estén definidos como bloques, evitando así la presencia de puntos o líneas aisladas al momento de ser desplazados, dado que pueden constituir una fuente de error en la etapa de creación de topologías.

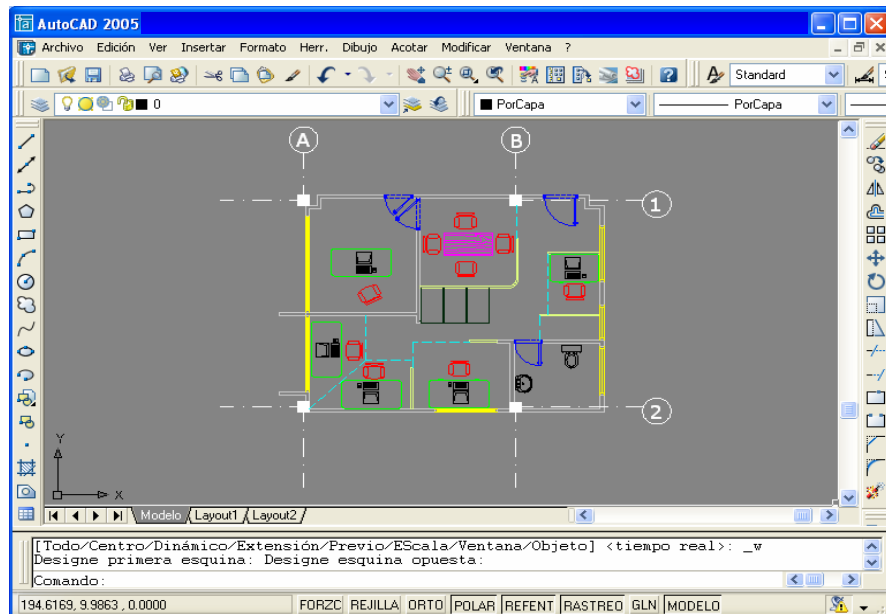
**Figura 28.** Inserción de bloques.



Autodesk MAP 2006.

- **Paso 4.** Por último, se realiza la delimitación de las áreas para cada estación de trabajo, esta debe ser cuidadosa y su chequeo debe estar acorde con los criterios mencionados ya que con posterioridad se le asignará a cada una de estas, información de carácter único.

**Figura 29.** Delimitación de las áreas de trabajo.

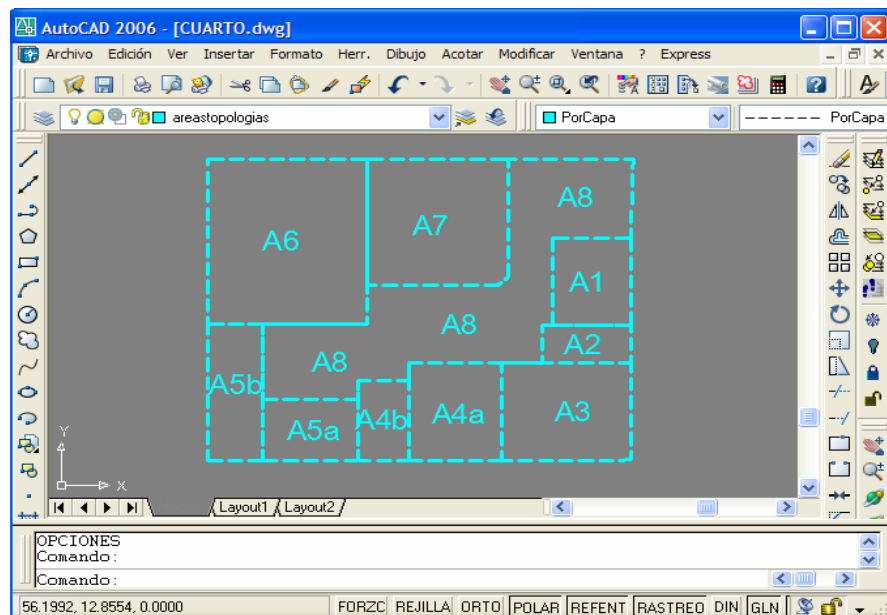


Autodesk MAP 2006.

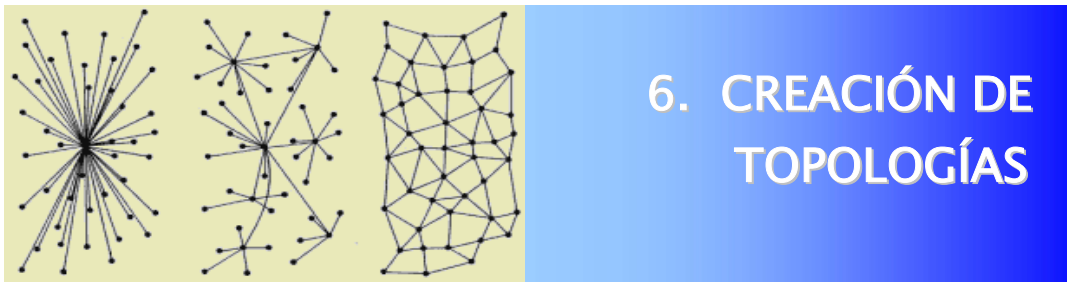
- **Paso 5.** Concluidos los cuatro primeros pasos correspondientes a la digitalización de la información arquitectónica actualizada, es importante reiterar que ésta es íntegra y verídica en todos sus aspectos; dando paso de esta manera a la creación de las topologías que alimentaran el SIG.

Ahora se debe extraer la capa que contiene la delimitación de áreas de trabajo, ya que debido a su sencillez resulta útil para dar inicio a la etapa de creación de topologías, para la cual se recomienda trabajar en un nuevo archivo, asegurando de esta manera que las actividades realizadas hasta el momento no sufran ningún tipo de modificaciones indeseadas.

**Figura 30.** Capa utilizada para la creación de topologías.



Autodesk MAP 2006.



## 6.1 DEFINICIÓN DE TOPOLOGÍA.

La estructuración en capas de la información espacial procedente del mundo real conlleva cierto nivel de dificultad. En primer lugar, la necesidad de abstracción que requieren las máquinas implica trabajar con primitivas básicas de dibujo, de tal forma que toda la complejidad de la realidad ha de ser reducida a puntos, líneas o polígonos.

En segundo lugar, existen relaciones espaciales entre los objetos geográficos que el sistema no puede obviar; la topología, que en realidad es el método matemático-lógico usado para definir las relaciones espaciales entre los objetos geográficos puede llegar a ser muy compleja, ya que son muchos los elementos que interactúan sobre cada aspecto de la realidad<sup>7</sup>.

Es decir, la topología se entiende como la capacidad de los SIG para relacionar diferentes elementos en el espacio, y es la encargada de la construcción de los atributos de relación entre los puntos, líneas y polígonos.

---

<sup>7</sup> Tomado de: <http://usuarios.lycos.es/geografia2/twodescphotos.html>

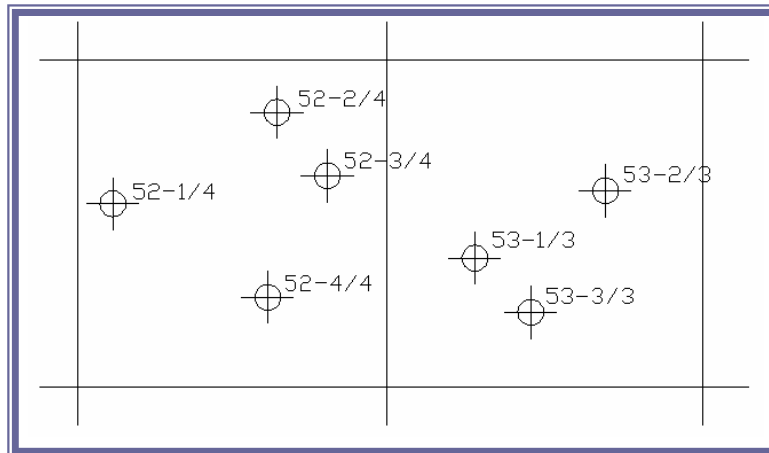
## 6.2 TIPOS DE TOPOLOGÍAS

Existen tres tipos de topologías<sup>8</sup>: la topología de nodos, la topología de redes y la topología de polígonos.

- **Topología de Nodos**

Define la relación mutua de los nodos (objetos punto). La topología de nodos se utiliza con frecuencia junto con otras topologías del análisis. Los pozos de alcantarillado o los puntos eléctricos en una edificación son un ejemplo de una topología de nodos.

**Figura 31.** *Ejemplo de topología de nodos: pozos de alcantarillado.*



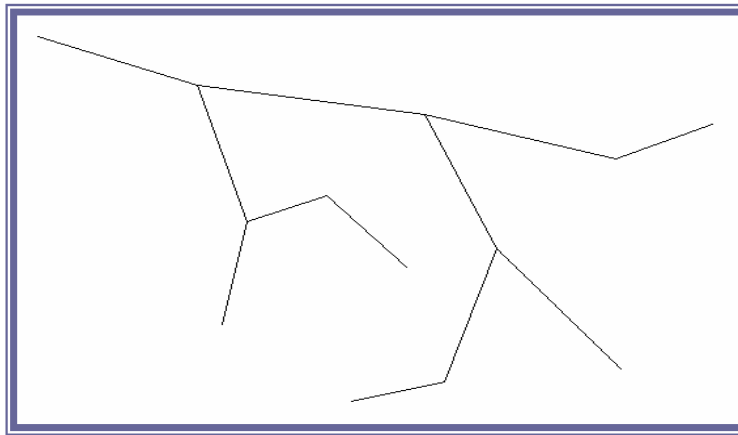
---

<sup>8</sup> Tomado de Autodesk MAP 2006, Manual de Usuario (Versión en Español).

- **Topología de Redes**

Estudia la interconexión de vínculos (líneas) que forman una red lineal. Los vínculos pueden conectar nodos entre sí. Un ejemplo de red es una aplicación de distribución de agua en la que se traza el flujo de agua desde una estación de bombeo a las viviendas.

**Figura 32.** *Ejemplo de topología de redes: red hidráulica.*



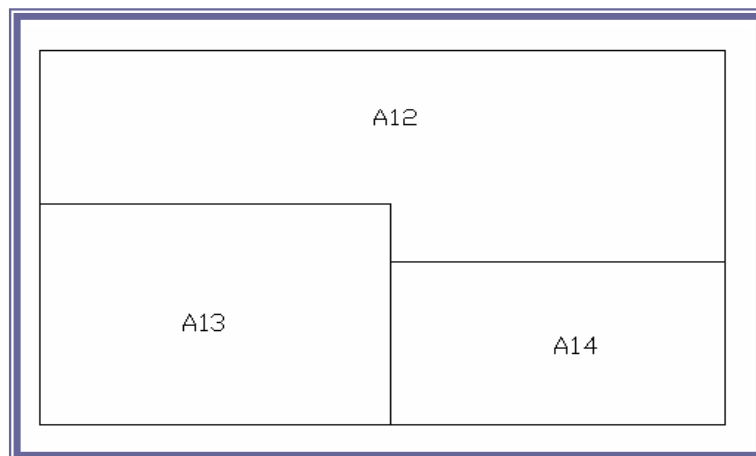
- **Topología de Polígonos**

Define polígonos que representan áreas delimitadas, como parcelas de terreno y zonas censales. Un único vínculo define el contorno común existente entre dos áreas adyacentes.

Entre los usos posibles de la topología de polígonos se encuentran el uso adecuado del espacio y la planificación para ampliaciones de los mismos, donde cada uno de éstos se representa con un polígono. Los límites administrativos, límites urbanos, estatales o provinciales, distritos

escolares y las unidades de trabajo en una oficina son otros ejemplos de la utilización de la topología de polígonos.

**Figura 33.** *Ejemplo de topología de polígonos: áreas de trabajo en una oficina.*



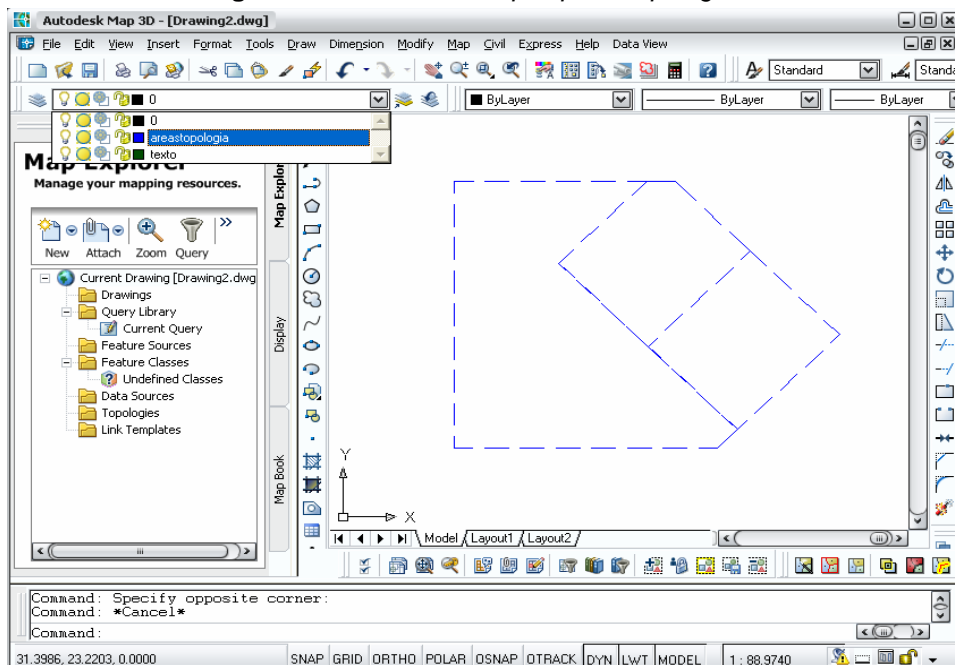
### **6.3 EJEMPLO DE CREACIÓN DE TOPOLOGÍAS**

A continuación se presenta un ejemplo básico detallado acerca del proceso de creación de topologías de polígonos para un determinado número de áreas de trabajo que contienen información relacionada a sus recursos tecnológicos y humanos.

### **Paso 1: Definir las Capas para la Creación de Topologías.**

Una vez más se hace notoria la importancia en la creación de capas durante los procesos que comprenden la digitalización dado que éstas permiten otorgar características propias a cada elemento que compone el trabajo que se está realizando.

**Figura 34. Creación de capas para Topologías.**



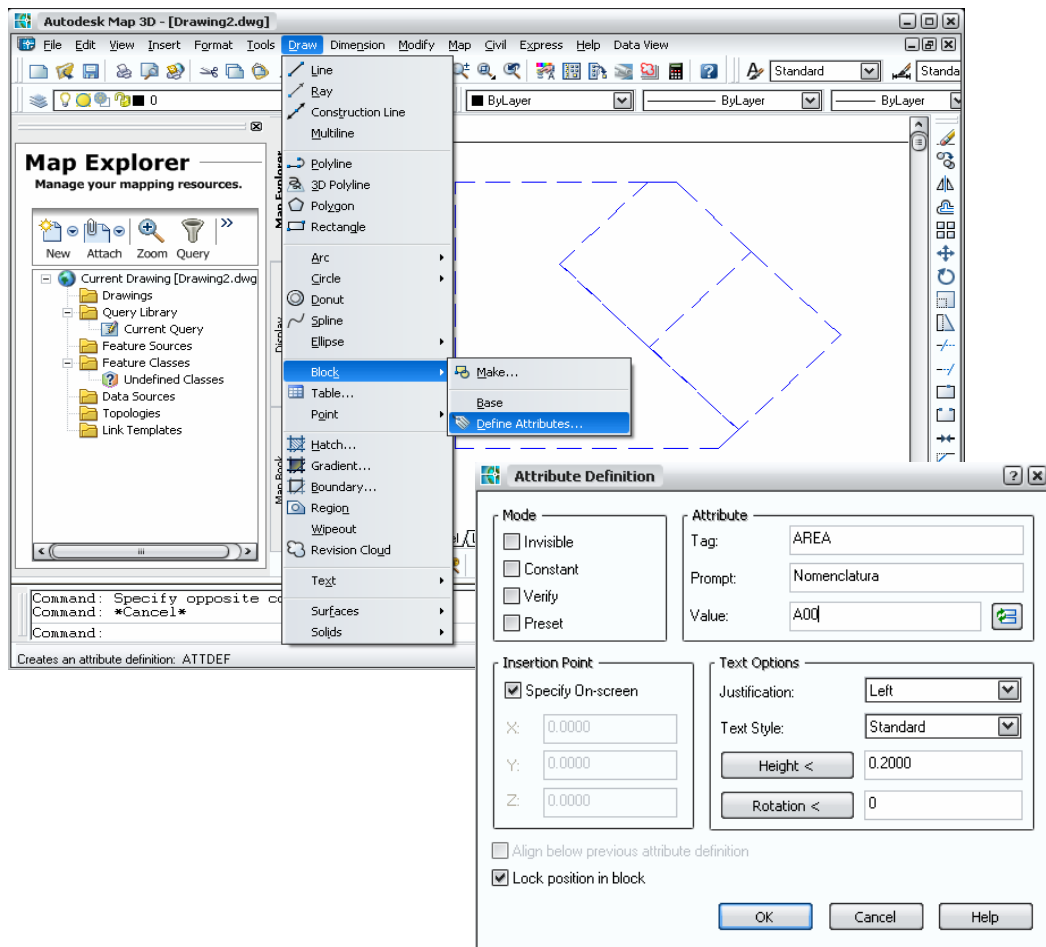
## **Paso 2: Definir los Atributos del Bloque.**

Antes de crear los bloques es necesario definir los atributos de los mismos, es decir, las características que debe tener cada uno de estos en el momento de su creación.

En el recuadro *Attribute* del cuadro de diálogo *Attribute Definition*, se observan tres atributos:

- **Tag.** Debe corresponder al mismo nombre del campo que posee la llave en la base de datos.
- **Prompt.** Es el atributo que el usuario desea que aparezca en la línea de comandos.
- **Value.** Es el atributo que por defecto se asigna a un bloque, en el caso de no haber sido definido un valor.

Figura 35. Definición de atributos para bloques.

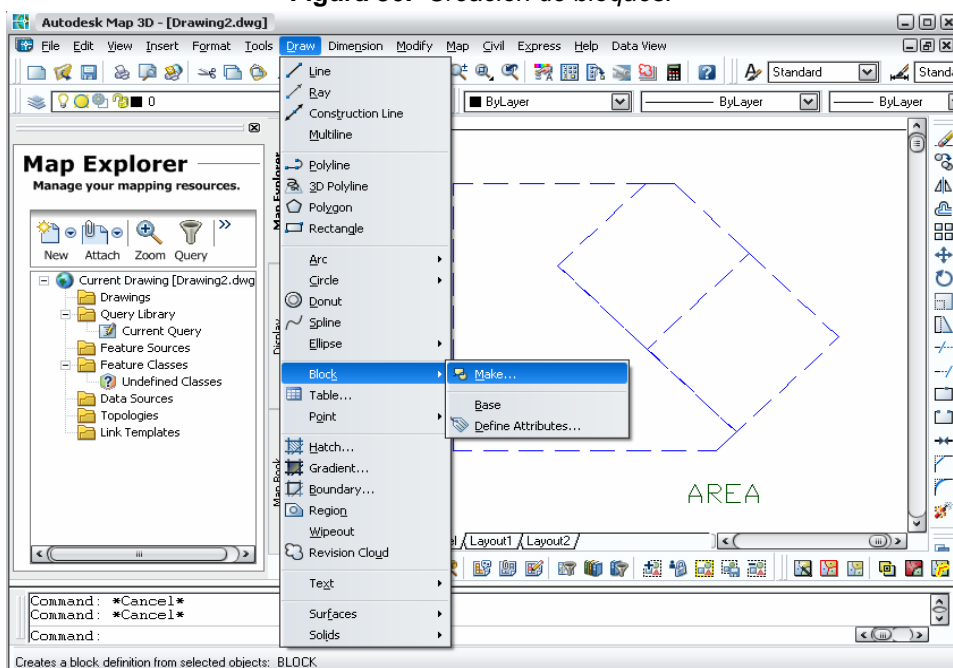


Una vez definidos dichos atributos se finaliza el proceso seleccionando un punto de inserción del bloque en una zona de la plantilla de Autodesk Map cercana al dibujo, dando así paso a la creación de los bloques.

### Paso 3: Creación de Bloques.

Los bloques son de utilidad a la hora de obtener información asociada al dibujo o una sección de éste, ya que estos pueden congregarse en un punto, determinados atributos o propiedades del dibujo.

Figura 36. Creación de bloques.

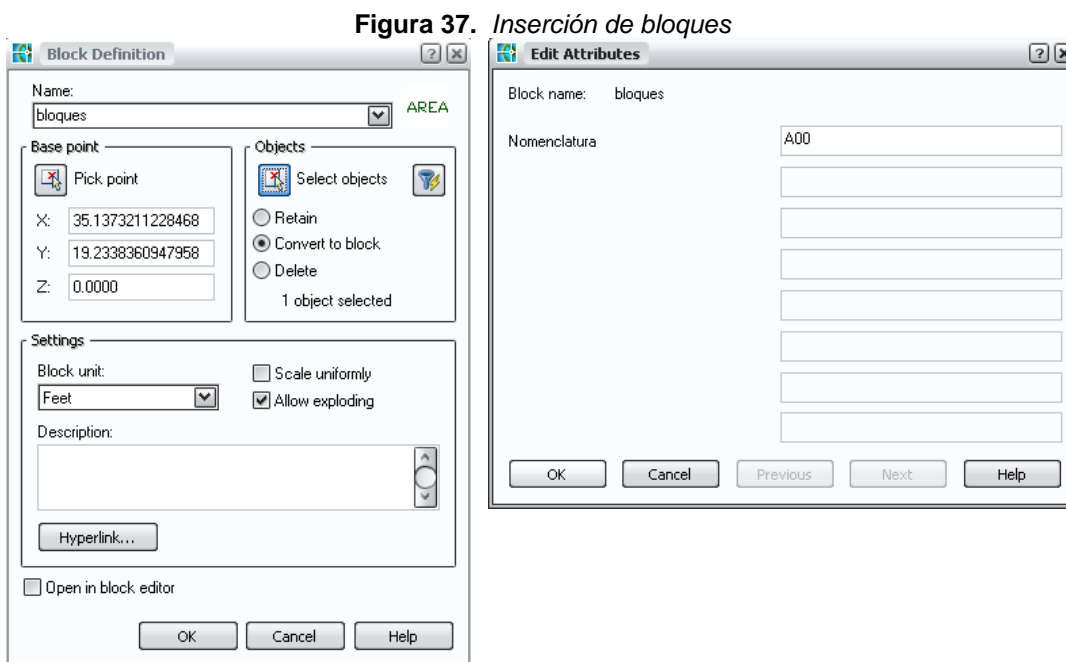


Para la creación de los bloques es necesario:

- Definir el nombre (*Name*) del bloque según criterio del usuario.
- Establecer el punto base (*Base Point*) del bloque en la plantilla de dibujo: clic sobre el botón *Pick Point*, elegir el punto sobre la plantilla.

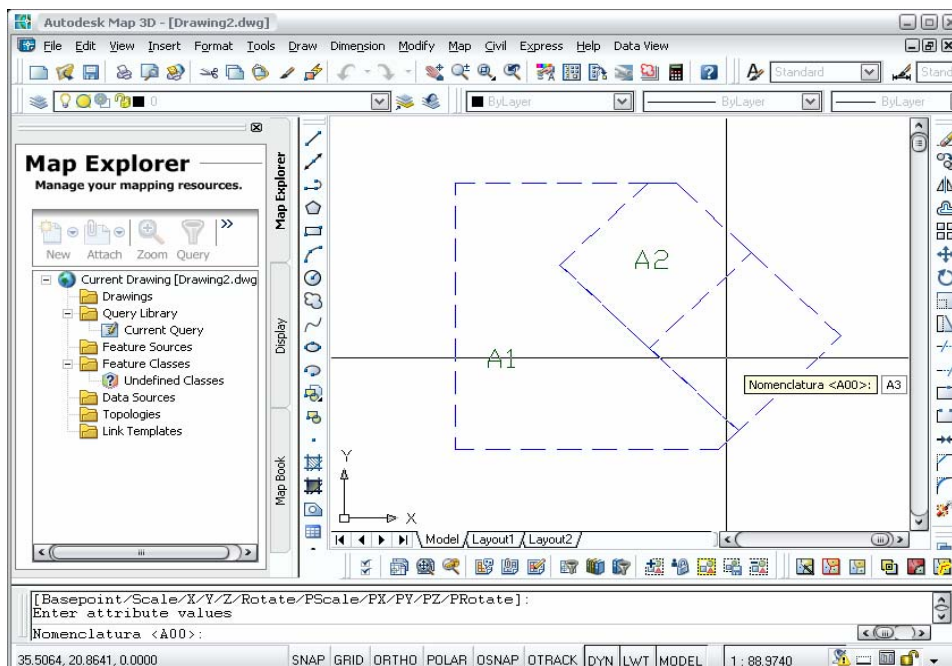
NOTA: Se recomienda que el punto de inserción del bloque se encuentre lo más cercano al texto guía preferiblemente en el margen inferior izquierdo.

- Seleccionar el objeto que se desea convertir en bloque: *Select objects* > Seleccionar el objeto a convertir > *Enter* > *OK*.
- De igual manera se da clic en *OK* en la ventana *Edit Attributes*.
- El bloque producto de este proceso, que aparece en la plantilla de dibujo se debe suprimir para dar paso a la inserción de los bloques definitivos para cada área.



Para insertar un bloque se ejecuta el comando insertar, se escoge un punto dentro del área y se digita la nomenclatura correspondiente. Esto se debe hacer con todas y cada una de las áreas que constituyen el dibujo.

Figura 38. Punto de inserción de bloque.

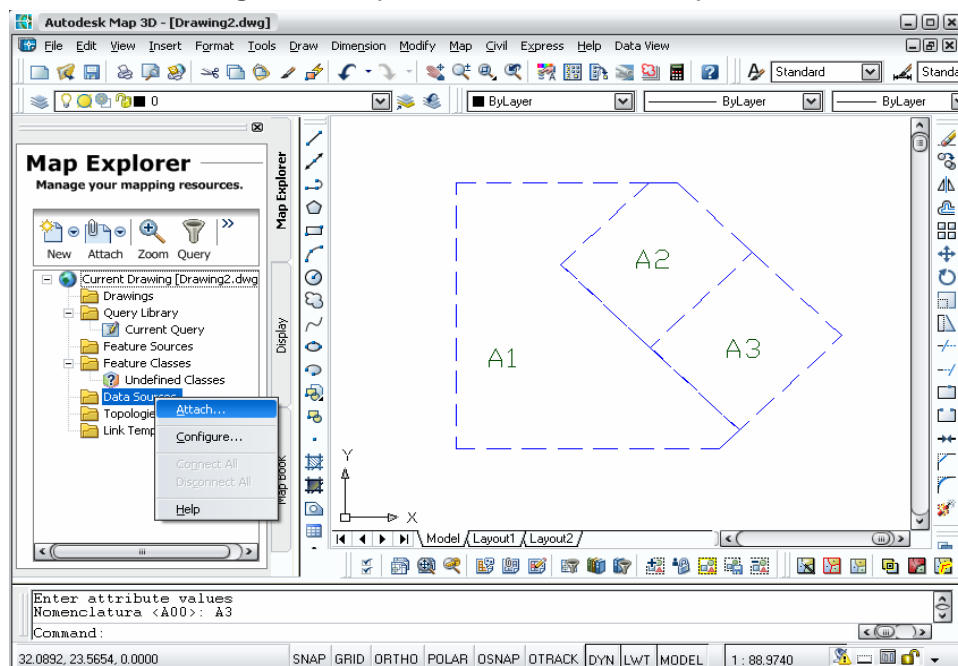


#### Paso 4: Adjuntar la Base de Datos.

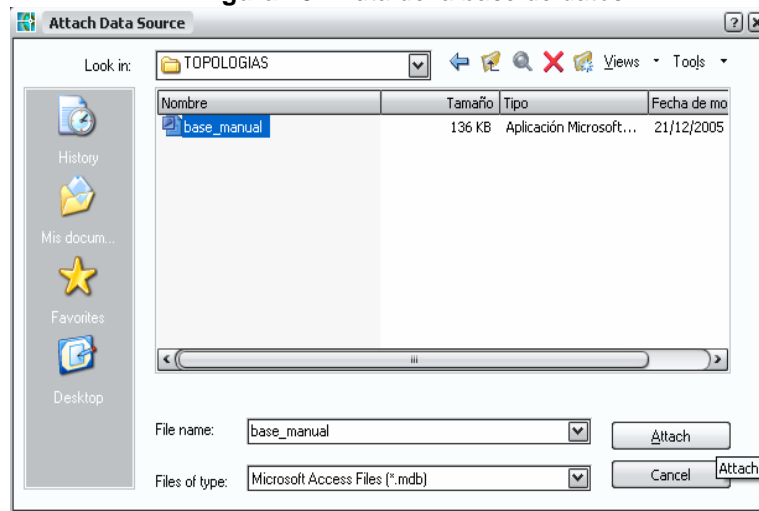
Para la asociación de una base de datos predeterminada que contiene la información correspondiente a las áreas del dibujo se deben seguir los siguientes pasos:

- Clic derecho sobre la carpeta *Data Source* del menú izquierdo y seleccionar *Attach*.
- En la ventana *Attach Data Source* se especifica la ruta del archivo de la base de datos y se finaliza con *Attach*.

Figura 39. Adjuntar base de datos al dibujo.



**Figura 40. Ruta de la base de datos.**

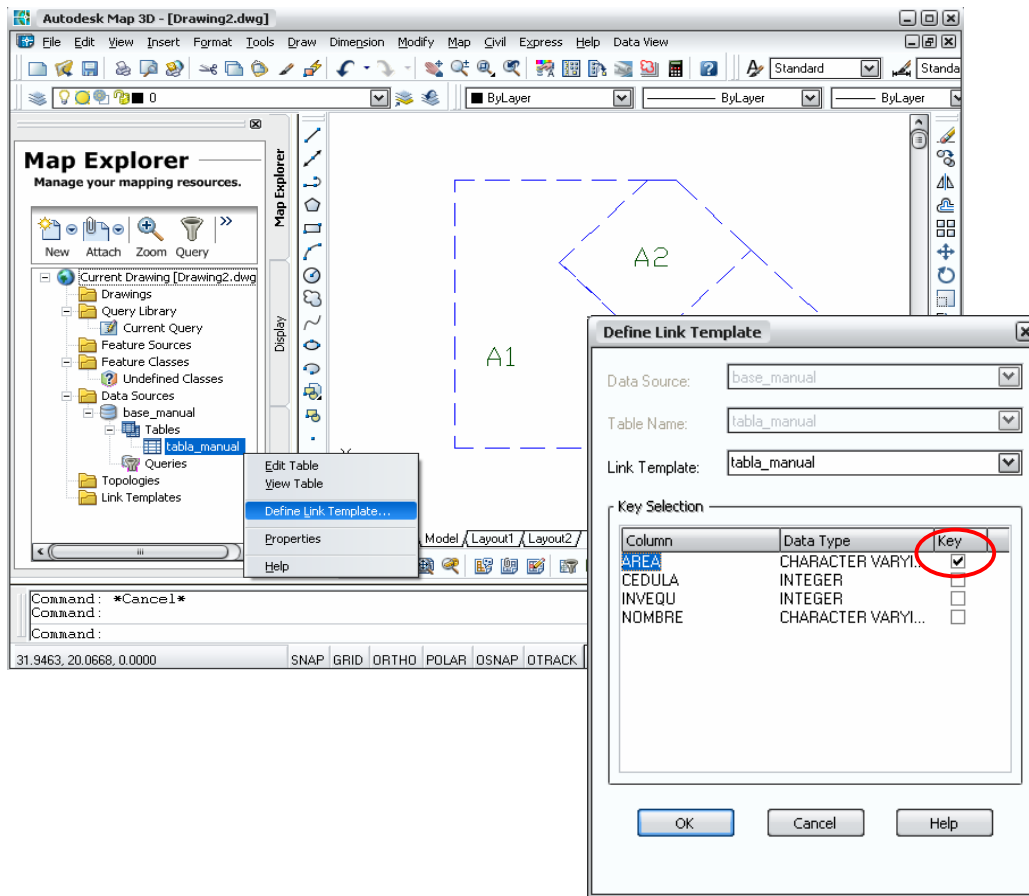


### **Paso 5: Definición de la Plantilla de Vínculos (Link Template).**

Para la generación del vínculo entre el dibujo y la correspondiente base de datos es necesario definir la plantilla que contendrá el vínculo respectivo:

- Clic derecho sobre la tabla a vincular (contenida en *Data Source*) > *Define Link Template*.
- En la ventana *Define Link Template* se selecciona el *Link Template* correspondiente y se asigna la llave al mismo campo al que se le asignó en la base de datos > *OK*.

Figura 41. Definición de link template.

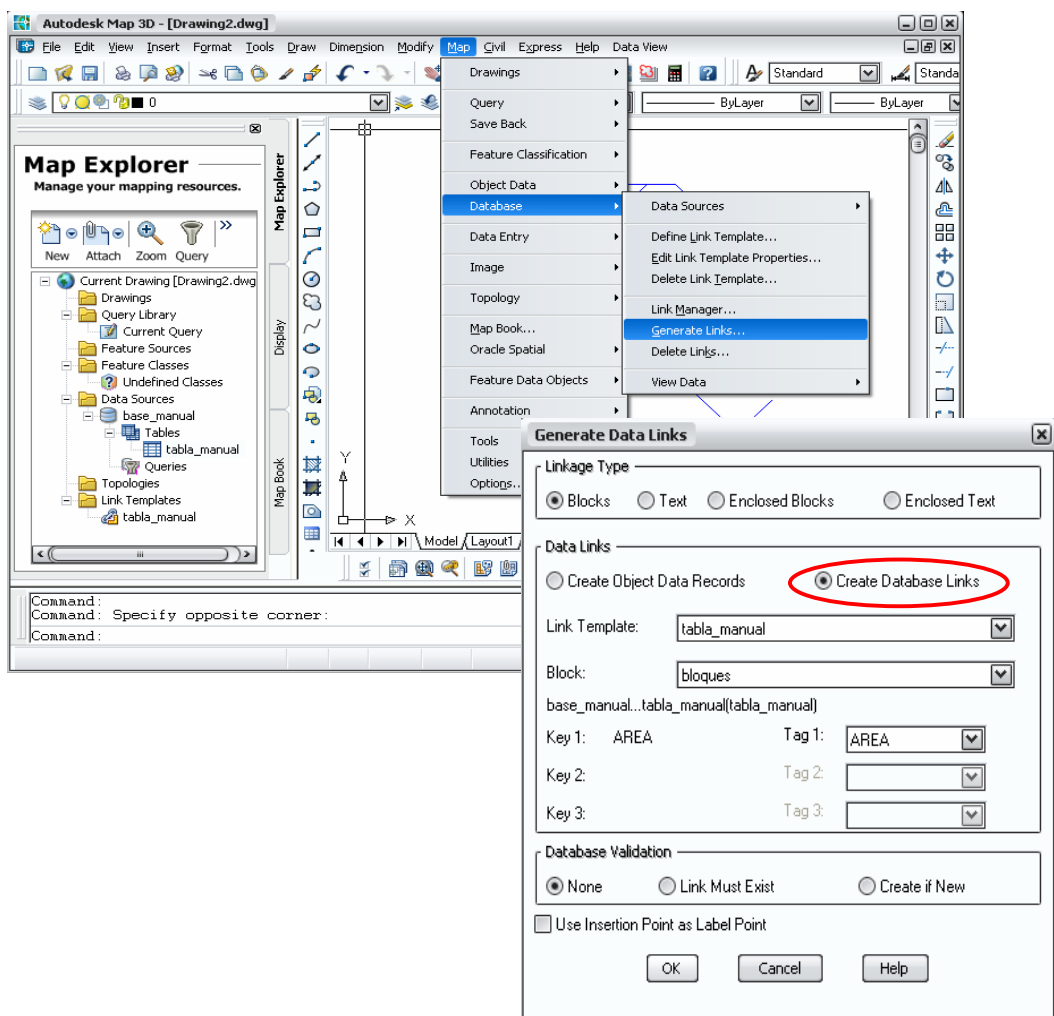


## Paso 6: *Generación del Vínculo.*

Después de definida la plantilla se procede a generar el vínculo:

- *Map > Database > Generate Links.*
- En el recuadro *Data Links* de la ventana *Generate Data Links* se selecciona la opción *Create Database Links.*
- En este mismo, se selecciona el *Link Template* y el *Block* respectivos > *OK.*

Figura 42. *Generación del vínculo de la base de datos con el dibujo.*



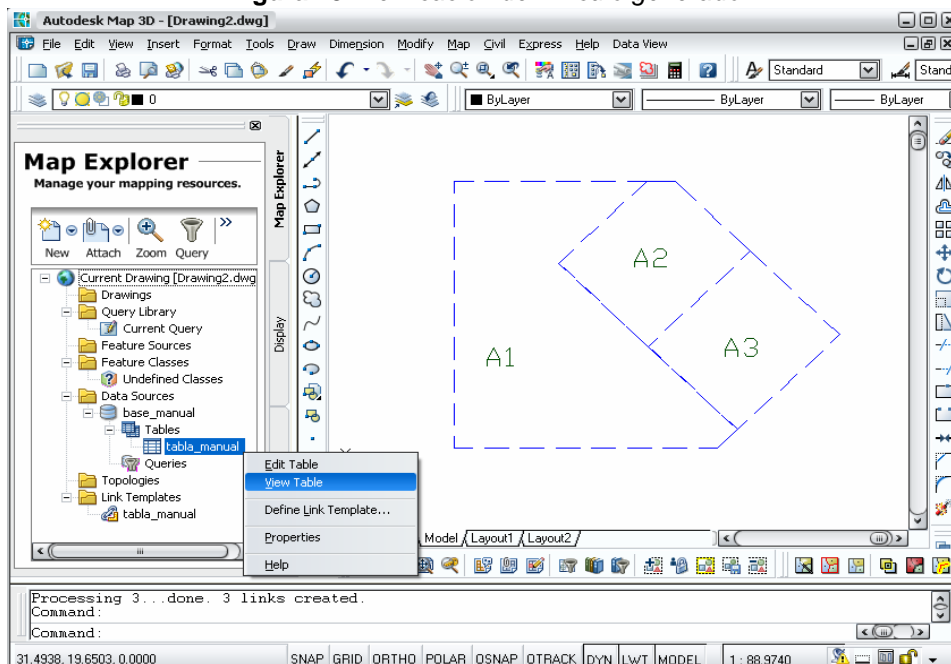
- Una vez desplegada la plantilla de dibujo se señala *All* en el recuadro que aparece en pantalla.

### Paso 7: Verificación del Vínculo.

Una vez generado el vínculo entre el dibujo y la base de datos es recomendable verificar este proceso:

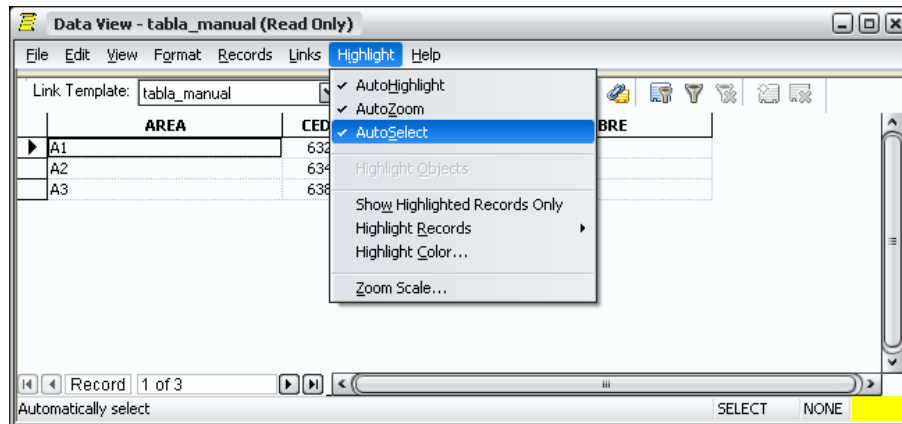
- Clic derecho en la tabla relacionada, clic sobre la opción *View Table*.

Figura 43. Verificación del vínculo generado.



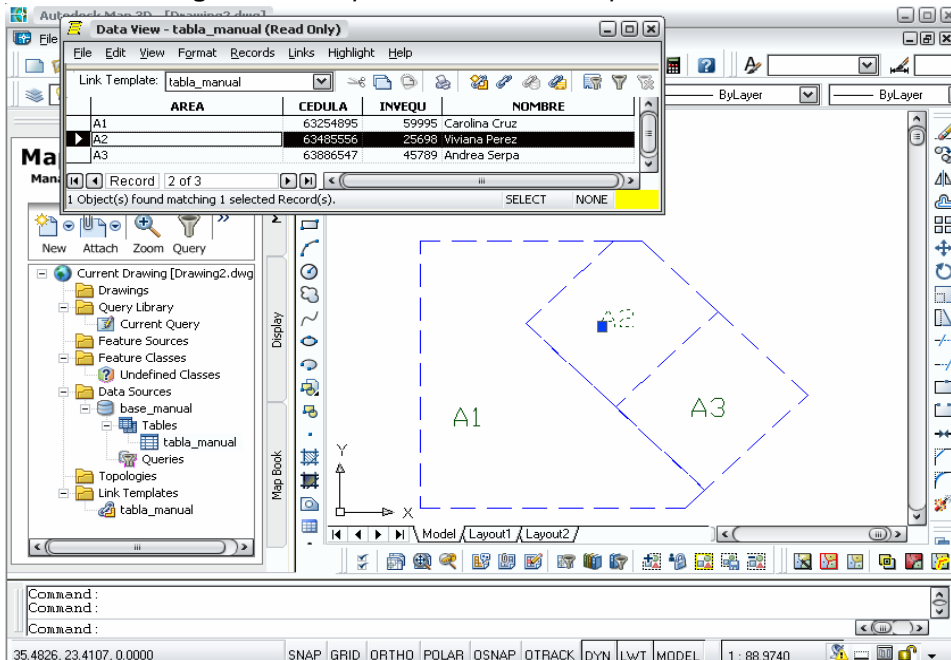
- En la ventana *Data View* seleccionar la herramienta *Highlight*, activar las opciones *AutoHighlight*, *AutoZoom* y *AutoSelect*.

Figura 44. Herramienta de selección.



- Seleccionar el campo y comprobar que el área correspondiente al campo señalado resalte en la pantalla.

Figura 45. Comprobación en la correspondencia de áreas.



### **Paso 8: Limpieza del Dibujo<sup>9</sup>.**

Antes de crear la topología, el usuario debe asegurarse de la no existencia de errores en la geometría del dibujo. Por esto es esencial hacer uso de las herramientas de limpieza brindadas por el Autodesk Map 2006 para depurar la información que se pretende utilizar en topologías.

A continuación se muestra una lista de posibles problemas<sup>10</sup> que evitan la creación de topologías de redes o de polígonos:

- **Objetos Insuficientes:** Son los que se encuentran dentro de una determinada tolerancia con respecto de otro.
- **Objetos Suelto:** Son aquellos que tienen al menos un punto final que no es compartido con otro objeto.
- **Objetos Cortados:** Son aquellos que se encuentran cruzados con otros sin tener un nodo de intersección.
- **Objetos Duplicados:** Hace referencia a aquellos que comparten el mismo punto de inicio y final.
- **Objetos Cortos:** Constituyen todos aquellos cuya longitud es inferior a la tolerancia especificada.

---

<sup>9</sup> Autodesk MAP 2006. Manual del Usuario Versión Español. Bucaramanga, 2005. p. 93-118.

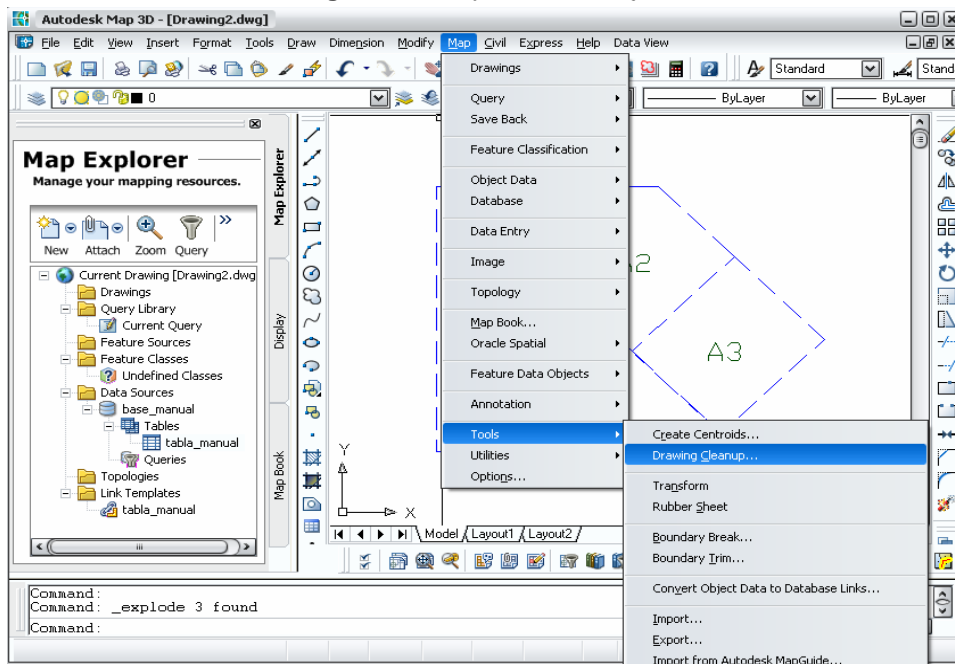
<sup>10</sup> GUALTERROS, Giovani y MATEUS, Miguel. Levantamiento y Actualización de la Información Necesaria para el Diseño de Una Base de Datos de las Redes Vial, Hidráulica y Sanitaria del Campus Central de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2004. Trabajo de Grado (Ingeniero Civil). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- **Nodos Agrupados:** Son los nodos que se encuentran dentro de una tolerancia uno del otro.

Los anteriores problemas, se pueden solucionar por medio del proceso de limpieza del dibujo que se menciona a continuación:

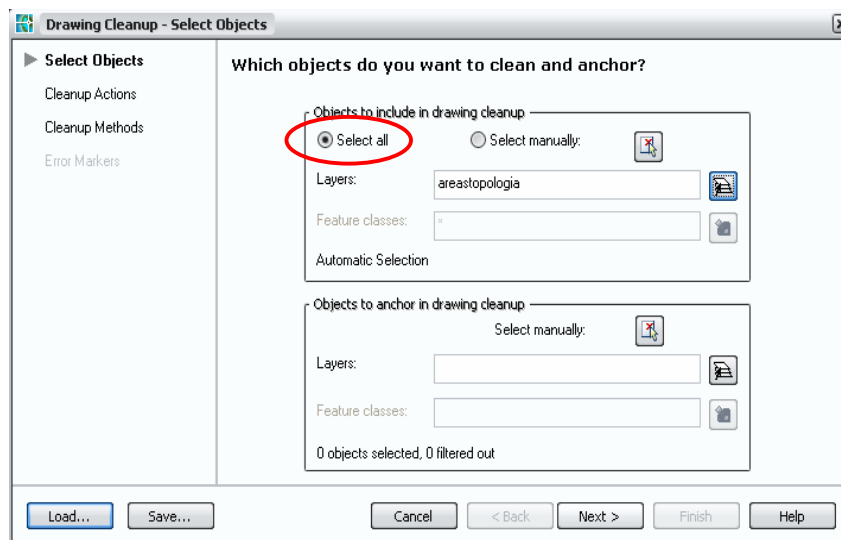
- Explotar en el dibujo las polilíneas contenidas en las capas a las cuales se les va a efectuar la limpieza.
- *Map > Tools > Drawing Cleanup.*

Figura 46. Limpieza del dibujo.



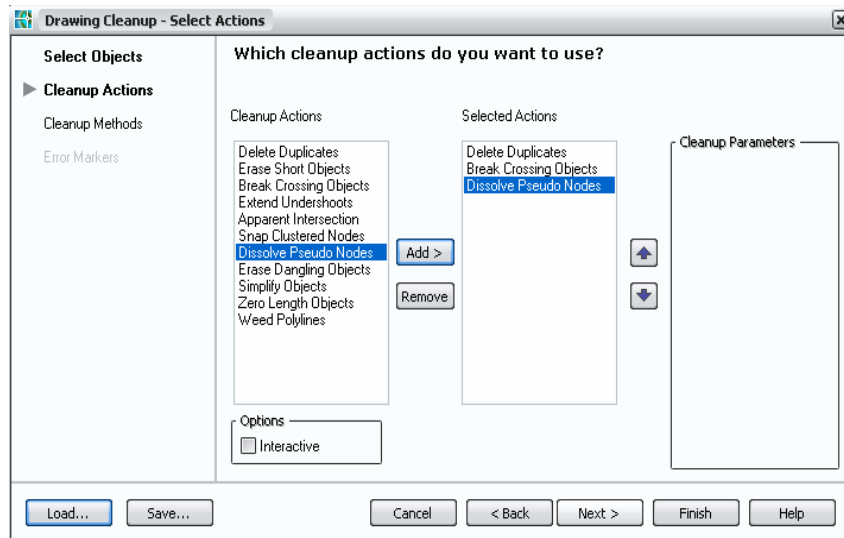
- En el recuadro *Objects to include in drawing cleanup* activar la opción *Select all* y escoger la capa a la cual se le ve a efectuar la limpieza > *Next*.

**Figura 47.** Selección del layer para la limpieza.



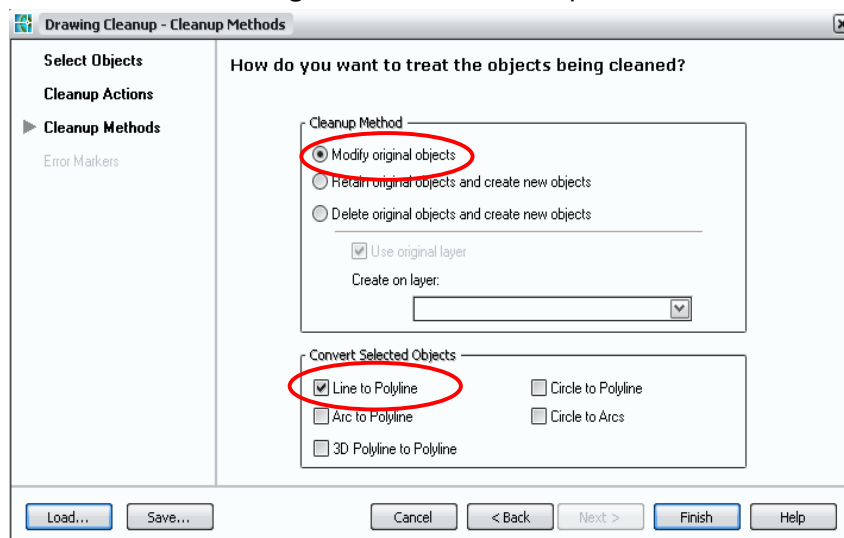
- Escoger las acciones de limpieza del recuadro *Cleanup Actions* y adicionarlas al recuadro *Selected Actions* haciendo clic en *Add > Next*.

**Figura 48.** Acciones de limpieza del dibujo.



- En la ventana *Cleanup Method*, se selecciona la opción *Modify original objects*.

**Figura 49.** Métodos de limpieza.



- En el recuadro *Convert Selected Objects* activar la opción *Line to Polyline > Finish*.

Se debe verificar en el dibujo, que no existan duplicados ni pseudonodos (nodos intermedios), de no ser así es necesario repetir este procedimiento hasta eliminar los errores del dibujo.

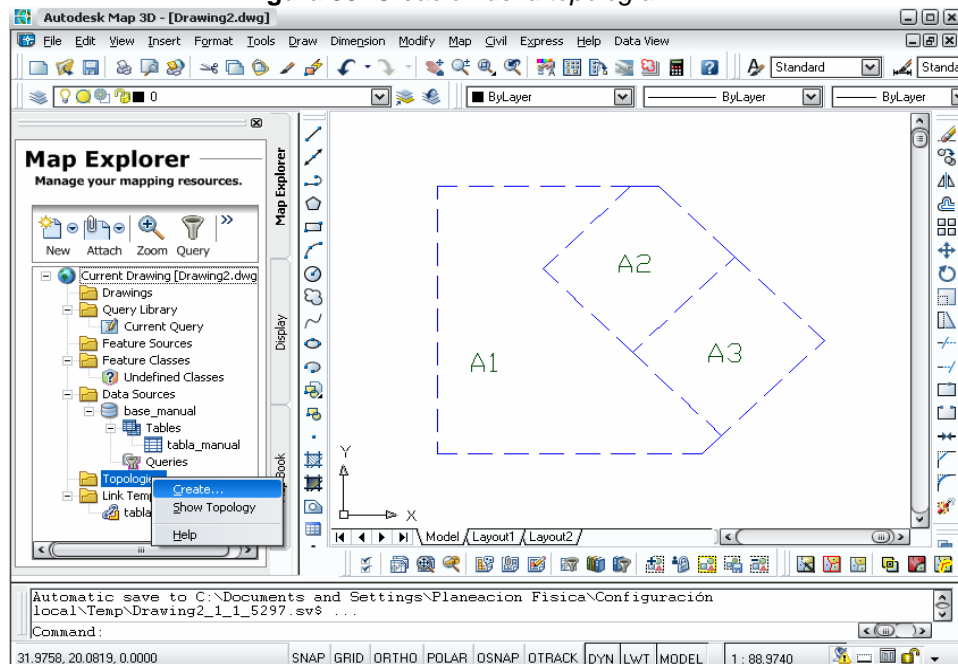
### **Paso 9: Etapa de Creación.**

Una vez garantizado la correcta geometría del dibujo se da paso a la creación de la topología, objetivo principal del presente capítulo.

Para la creación de la topología, el procedimiento a seguir es el siguiente:

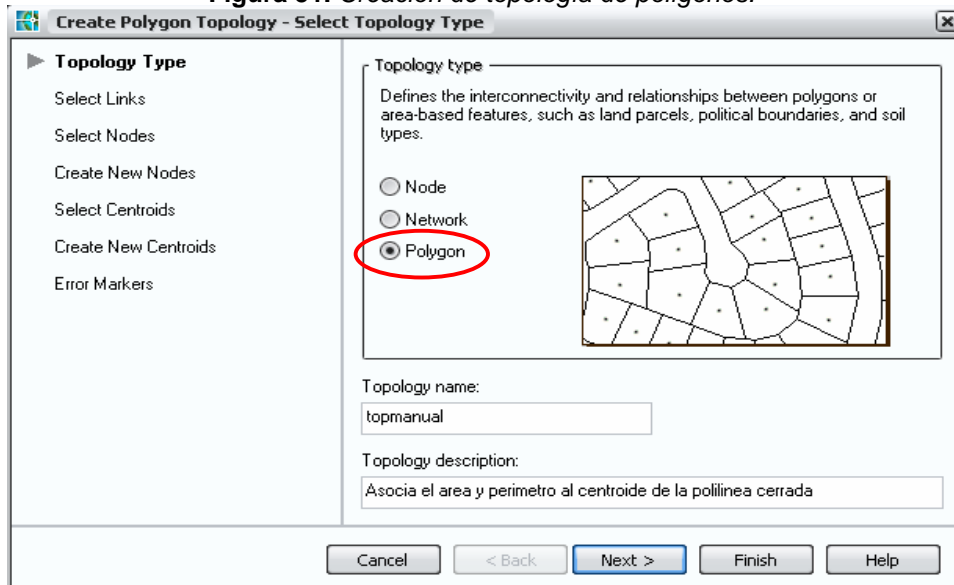
- *Topologies > Create*.

**Figura 50. Creación de la topología.**



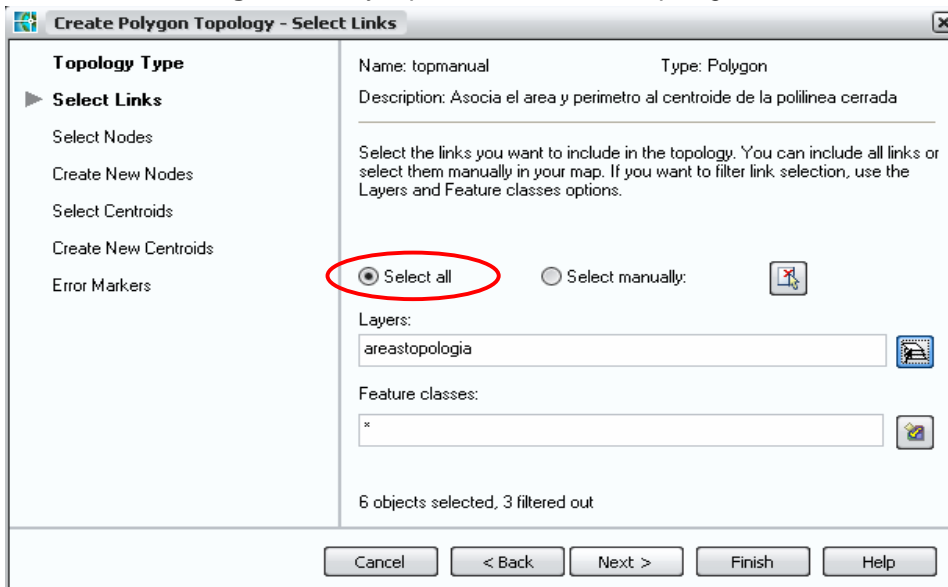
- En el recuadro *Topology type* seleccionar la opción *Polygon*.
- En el espacio *Topology name* escribir el nombre que el usuario decida para la topología.
- En el espacio *Topology description* escribir una corta descripción de la topología a crear, no es indispensable para la creación de la topología llenar este campo > Next.

**Figura 51.** Creación de topología de polígonos.



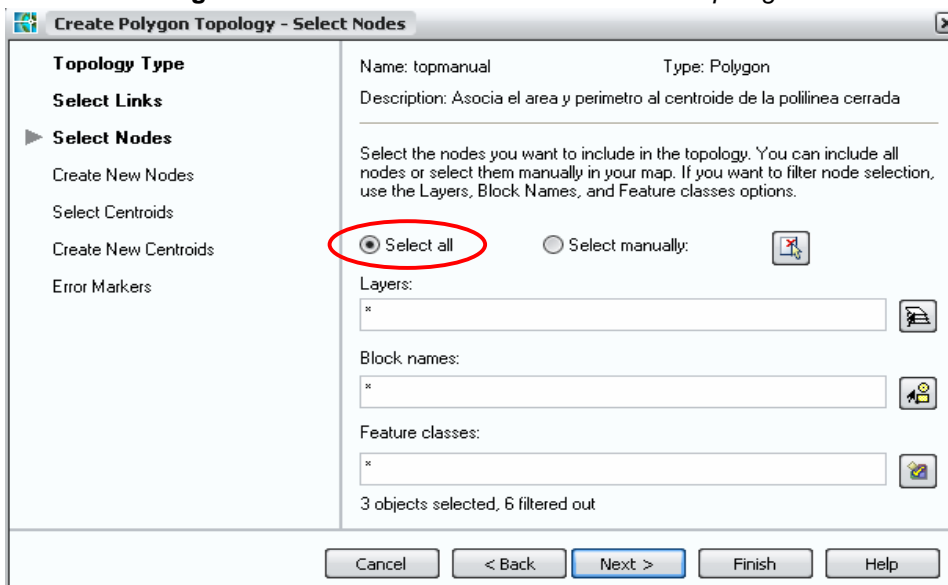
- Activar la opción *Select all*
- Escoger la capa en la cual se van a crear las topologías > *Next*.

Figura 52. Layer para la creación de topologías.



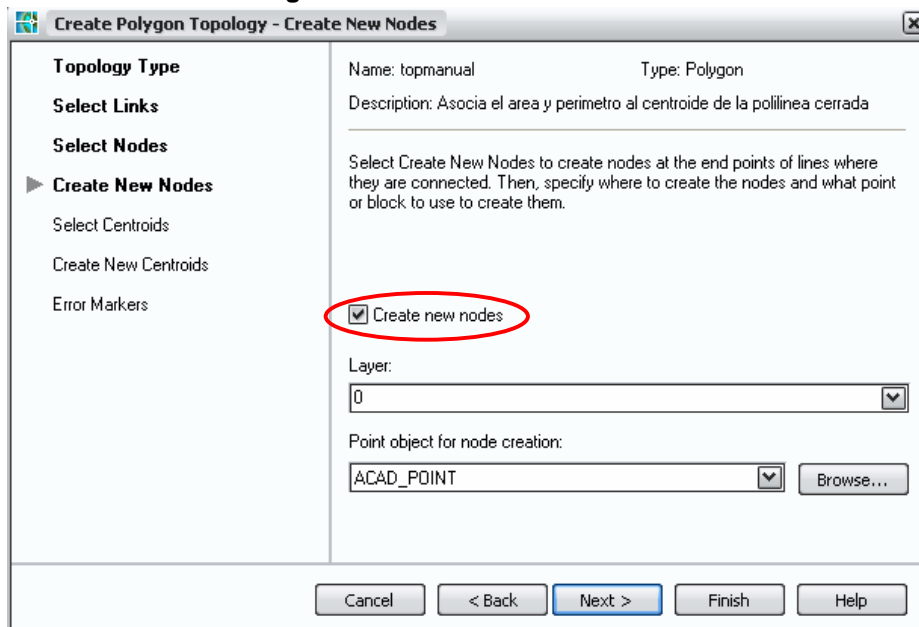
- Activar la opción *Select all* > *Next*.

Figura 53. Selección de nodos a incluir en la topología.



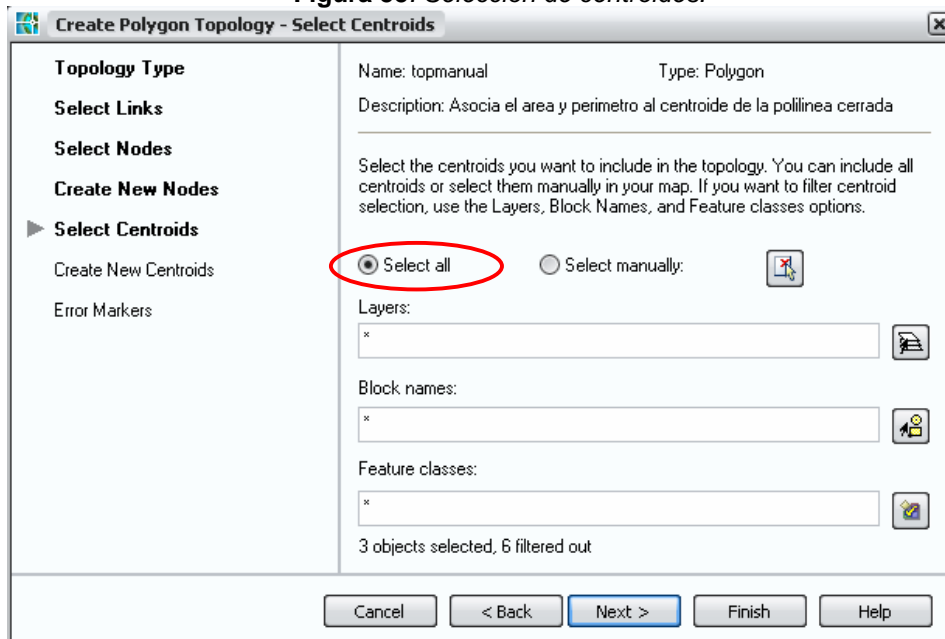
- Activar la opción *Create new nodes* > Next.

Figura 54. Creación de nuevos nodos.



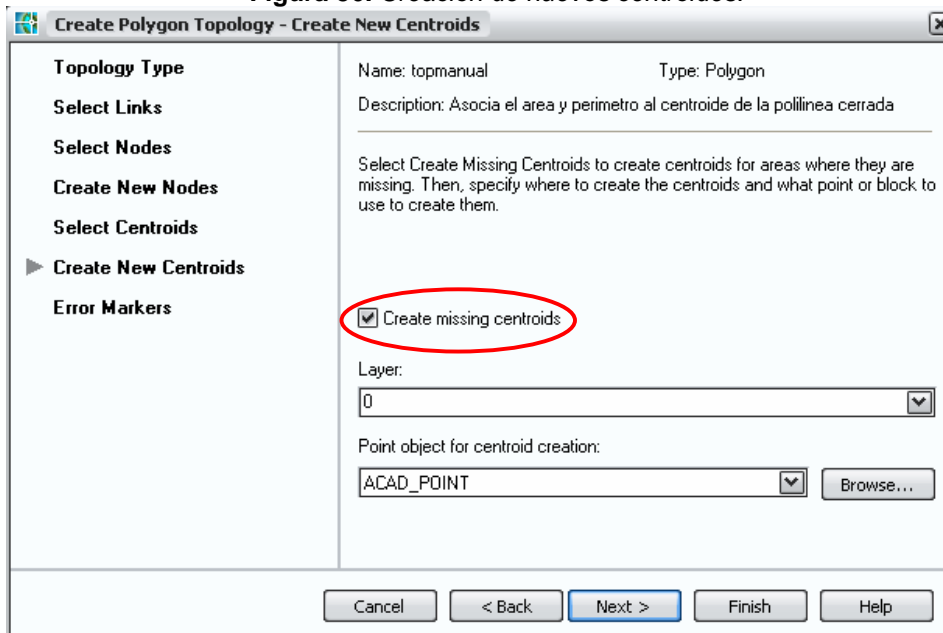
- Activar la opción *Select all* > Next.

Figura 55. Selección de centroides.



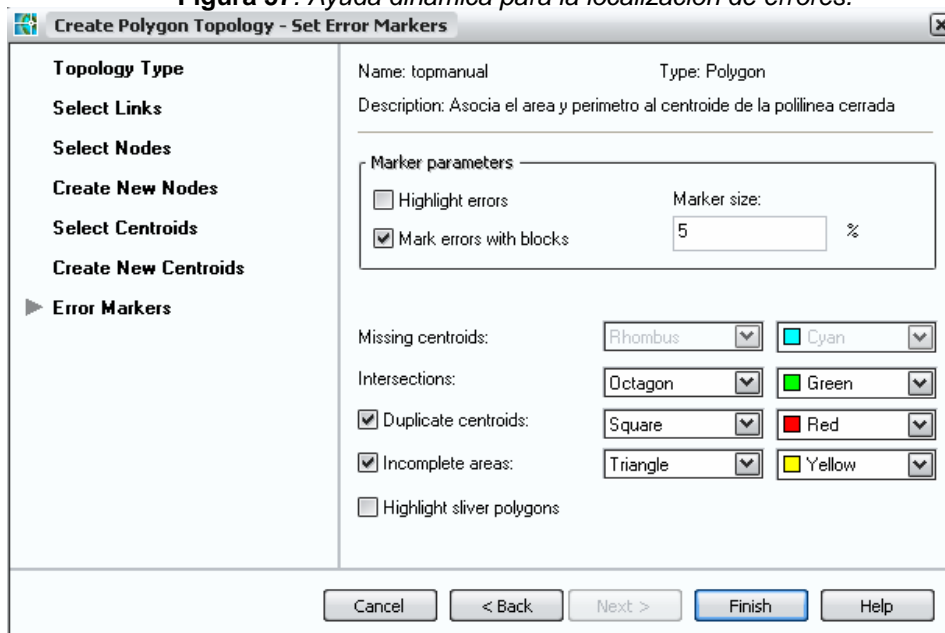
- Activar la opción *Create missing centroids* > *Next*.

Figura 56. Creación de nuevos centroides.



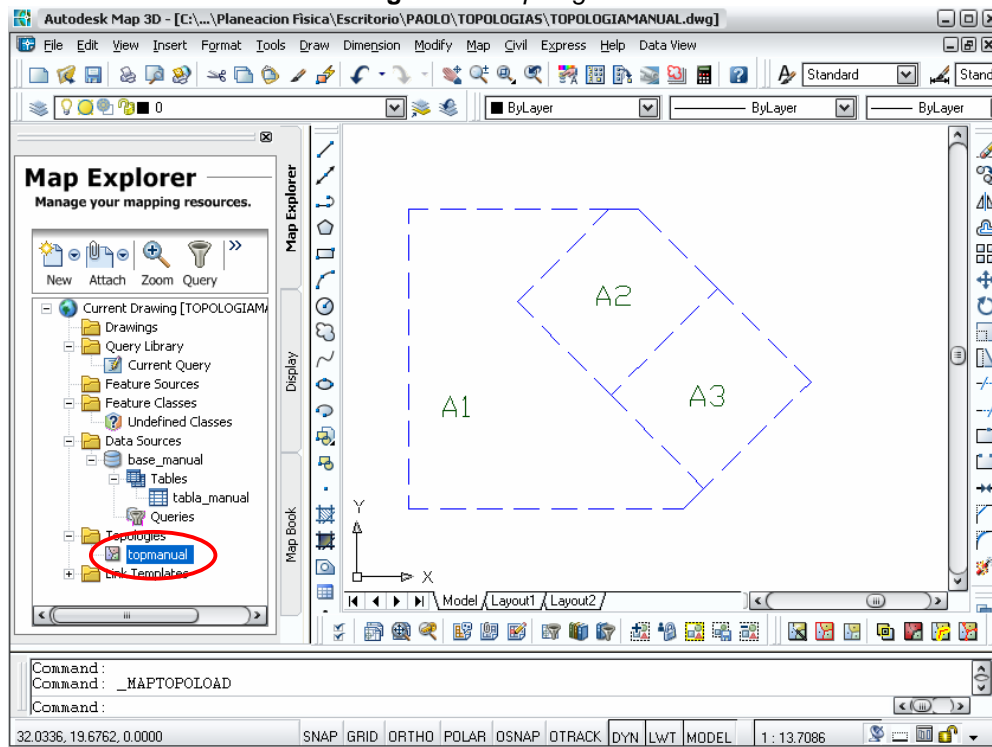
- *Finish*

Figura 57. Ayuda dinámica para la localización de errores.



Al finalizar la creación de topologías, se puede observar en la carpeta *Topologies* la existencia de la misma.

Figura 58. Topologías creadas.



Hasta el momento se ha culminado la etapa de creación de la topología, los autores aclaran que este proceso puede estar sujeto a modificaciones dependiendo de las necesidades técnicas del proyecto a realizar.

### **Paso 10: *Exportación a Shape.***

Para que los archivos generados en Autodesk Map puedan ser interpretados y leídos por programas especializados en SIG, es necesario convertirlos a shapes. Un archivo shape es un conjunto comprendido por tres archivos del mismo nombre y con extensión SHP, DBF y SHX los cuáles hacen referencia a la información gráfica, a las bases de datos y a la conexión entre estas dos respectivamente.

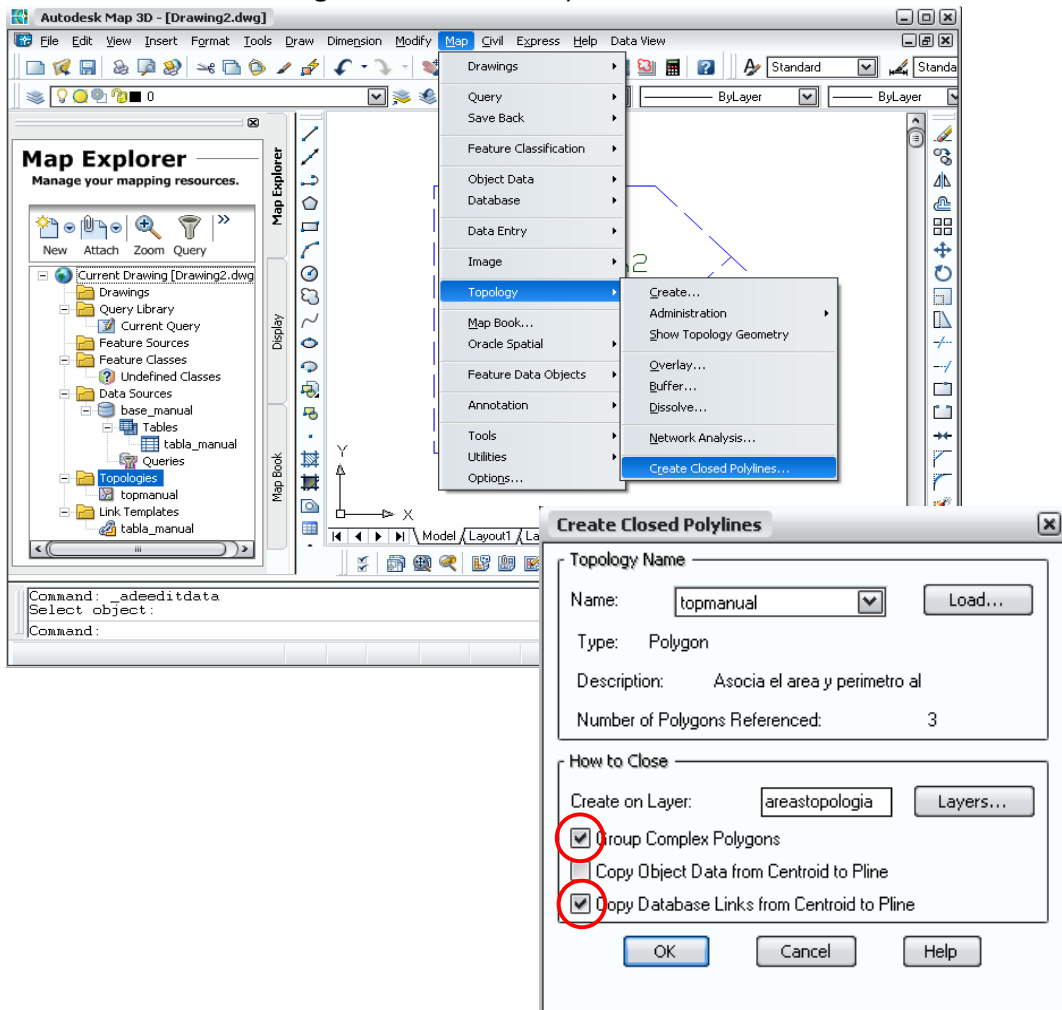
Para la exportación del archivo como tipo shape, es necesaria la creación de polilíneas cerradas en el dibujo, debido a que la asignación de propiedades y atributos se realiza en este caso para polígonos cerrados o áreas, así:

- *Map > Topology > Create Closed Polylines.*

A continuación, en la ventana emergente:

- Escoger la topología en el espacio *Name*.
- Seleccionar el *layer* en el que se van a crear las polilíneas cerradas.
- Activar las opciones *Group Complex Polygons* y *Copy Database Links from Centroid to Pline > OK*.

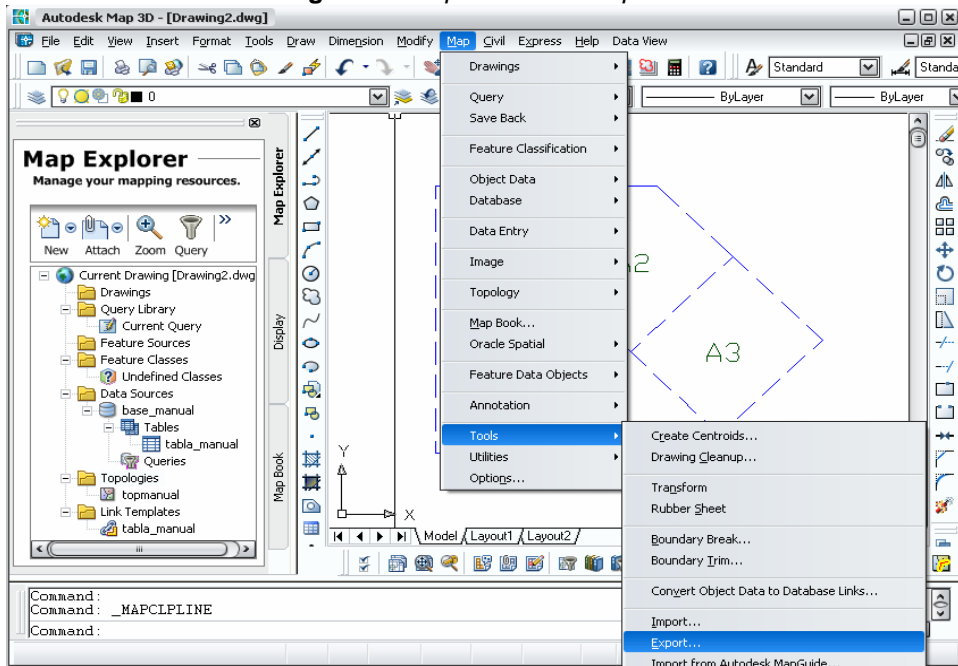
Figura 59. Creación de polilíneas cerradas.



Luego de la creación de las polilíneas cerradas se procede a exportar a Shape el dibujo:

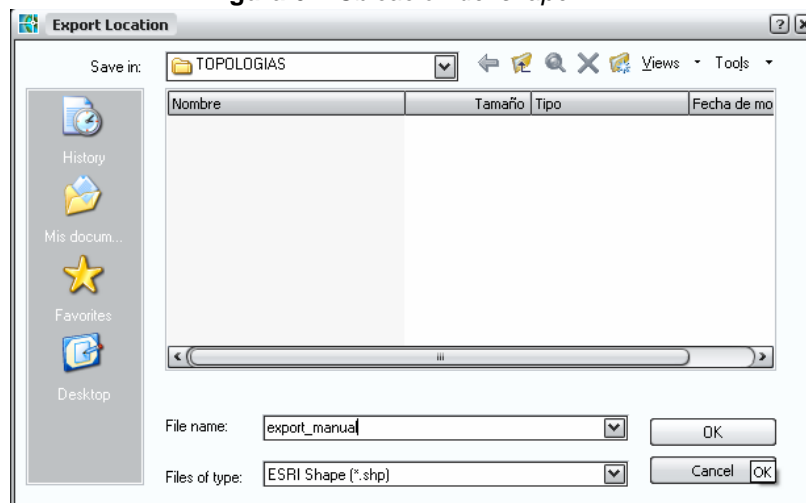
- *Map > Tools > Export.*

Figura 60. Exportación a shape.



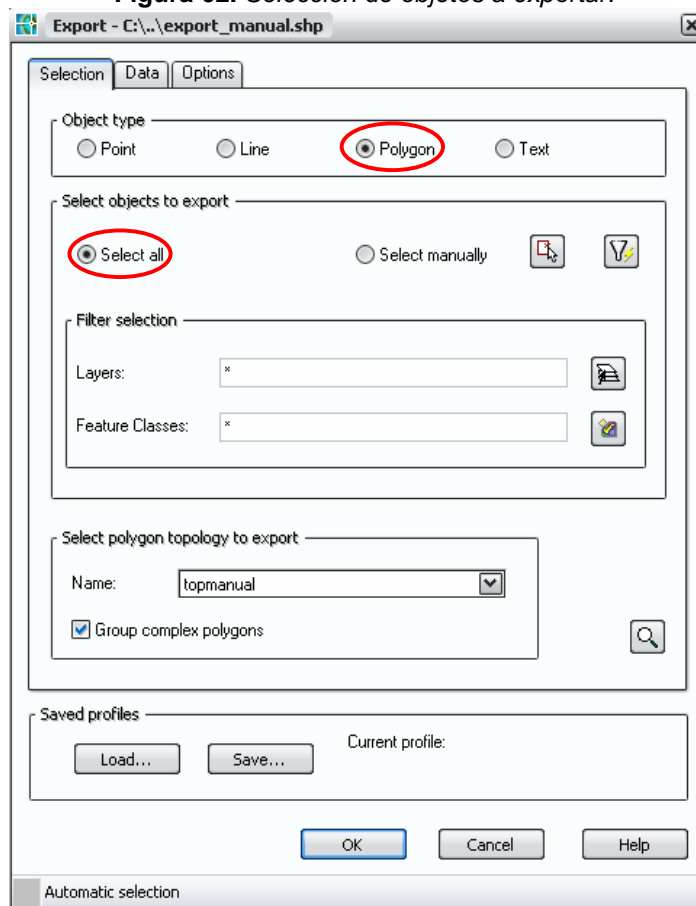
- En la ventana *Export Location* escoger la ubicación donde va a quedar el archivo shape y el nombre con el que se va a guardar.

Figura 61. Ubicación del shape.



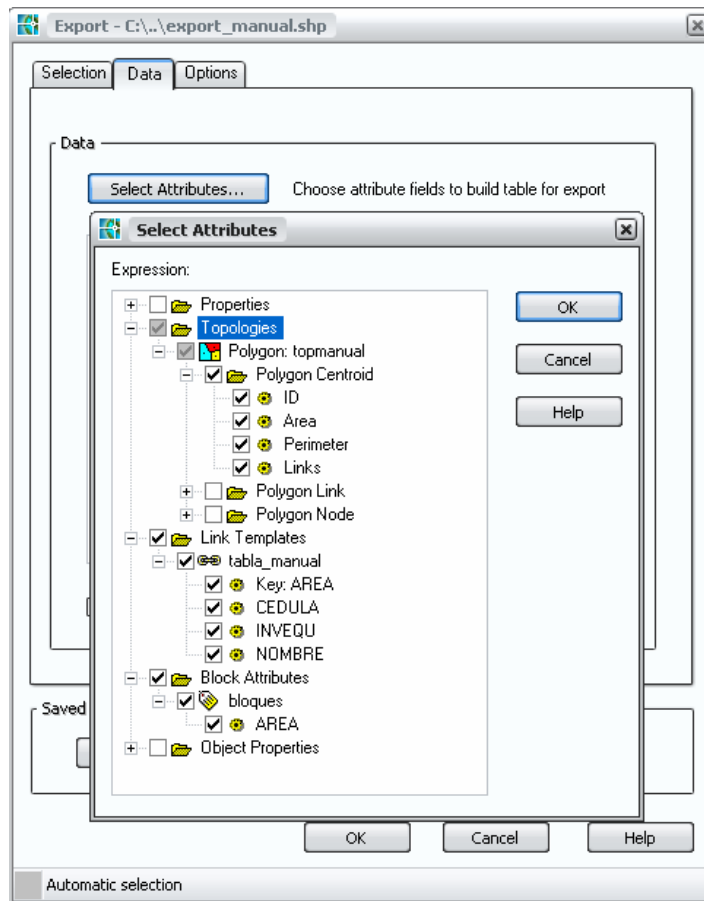
- Escoger la pestaña *Selection*.
- En el recuadro *Object type* seleccionar la opción correspondiente al caso en particular, en este caso sería la opción *Polygon*.
- En el recuadro *Select objects to export* activar la opción *Select all*.
- En el recuadro *Select polygon topology to export* seleccionar la topología en el espacio *Name* y activar la opción *Group complex polygons*.

**Figura 62.** Selección de objetos a exportar.



- Escoger la pestaña *Data*.
- Clic en el botón *Select Attributes*.
- Señalar la carpeta *Polygon Centroid* que se encuentra contenida en la carpeta *Topologies*.
- Señalar la carpeta *Link Templates*.
- Señalar la carpeta *Block Attributes* > *OK* > *OK*.

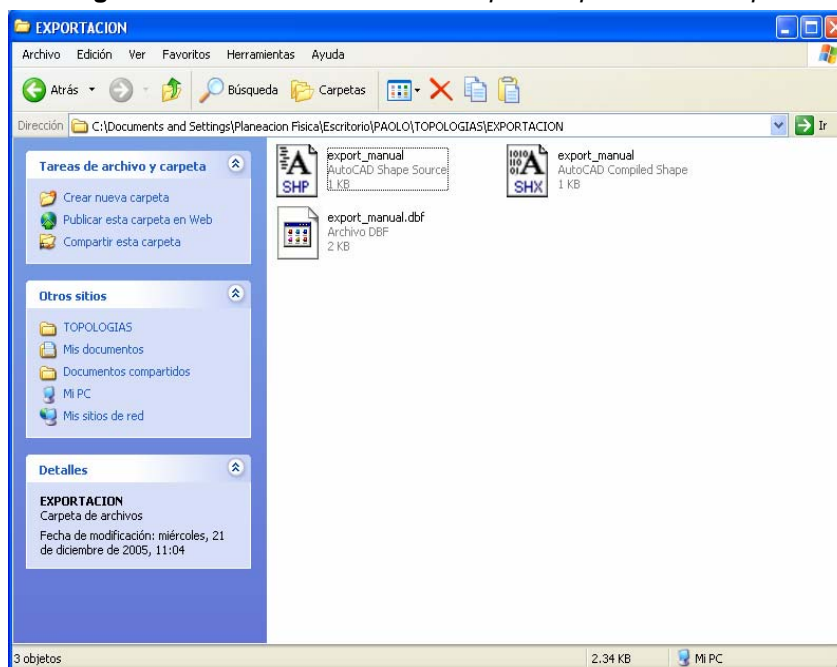
**Figura 63.** Selección de atributos a exportar.



Al exportar a shape el dibujo se crean tres archivos:

- Un archivo con extensión *.shp*, que contiene la información gráfica.
- Un archivo con extensión *.dbf*, correspondiente a la base de datos.
- Un archivo con extensión *.shx*, que representa la conexión entre el dibujo y su base de datos

**Figura 64.** Verificación de archivos que comprenden el shape.



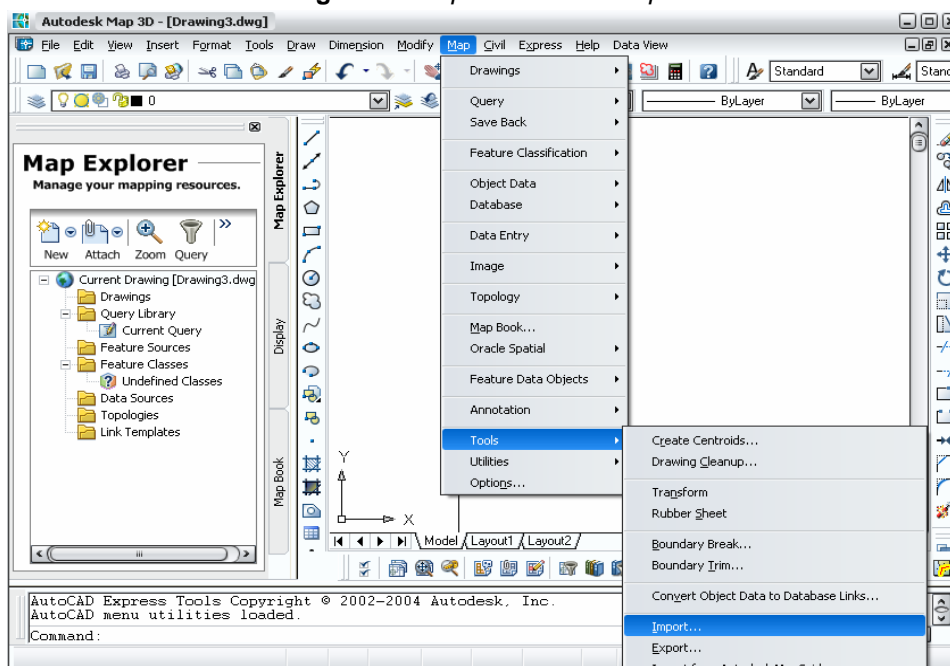
## Paso 11: Verificación del Proceso Terminado.

### a) Importación del Shape.

Una manera de controlar la exportación a shape y por lo tanto de la topología es la importación del shape exportado. Este proceso es el siguiente:

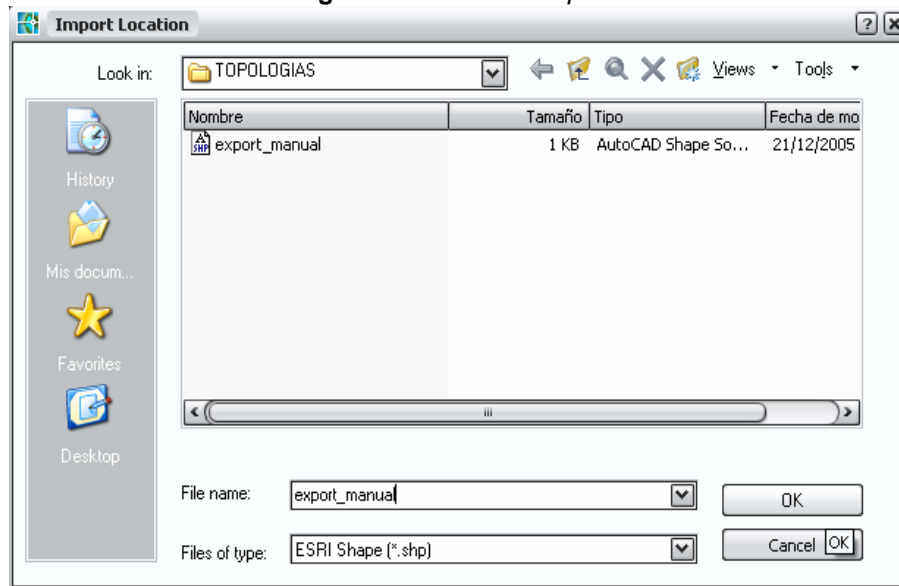
- Abrir un nuevo documento en AutoDesk Map 2006.
- *Map > Tools > Import.*

Figura 65. Importación del shape.



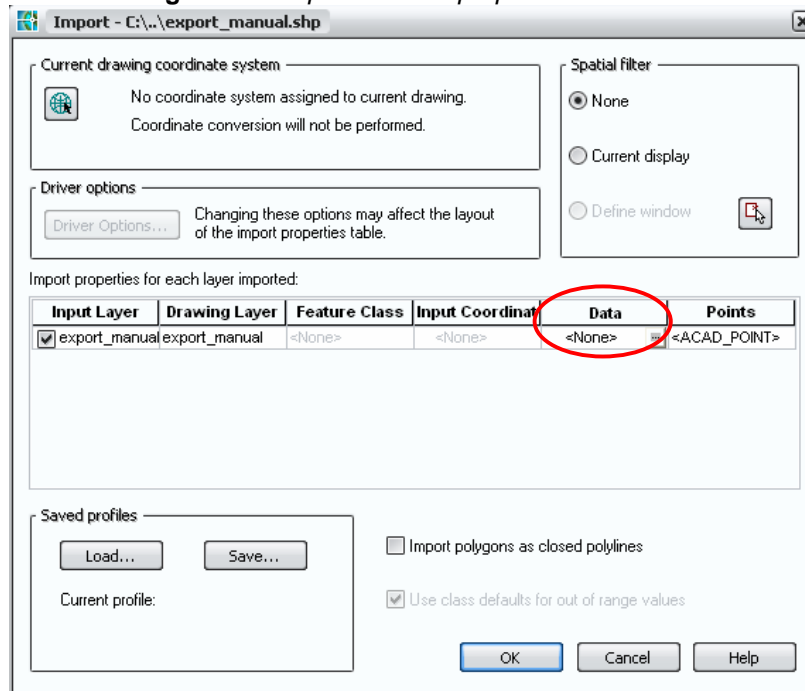
- En la ventana *Import Location* buscar el archivo shape que se exportó en el paso anterior > OK.

Figura 66. Archivo a importar.



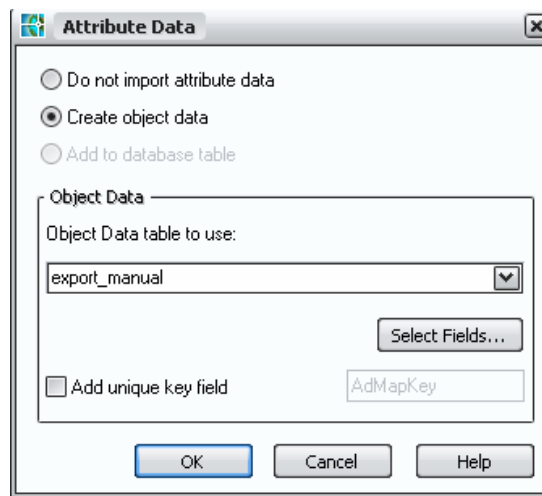
- En la ventana *Import*, en la casilla *Data* hacer clic en el botón de la derecha de esta misma.

**Figura 67.** *Importación de propiedades.*



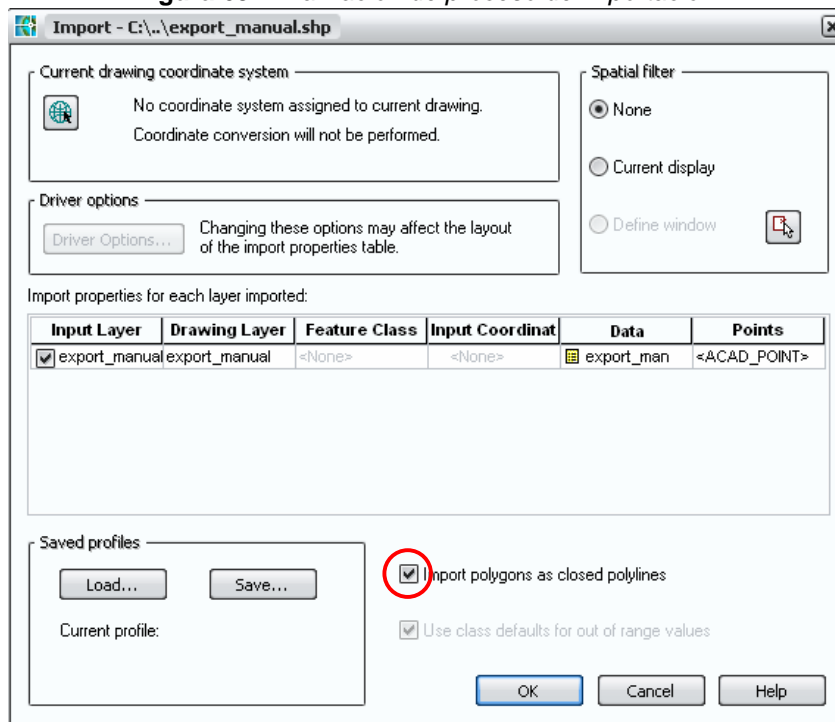
- En la ventana que se despliega a continuación, *Attribute Data*, se selecciona la opción *Create object data* > *OK*.

Figura 68. Atributos de la información a importar.



Al volver a la ventana *Import*, se debe activar la opción *Import polygons as closed polylines* y finalizar con *OK*, ya que la topología se creó y exportó en calidad de polilínea cerrada; tal como se mencionó en el Paso 10.

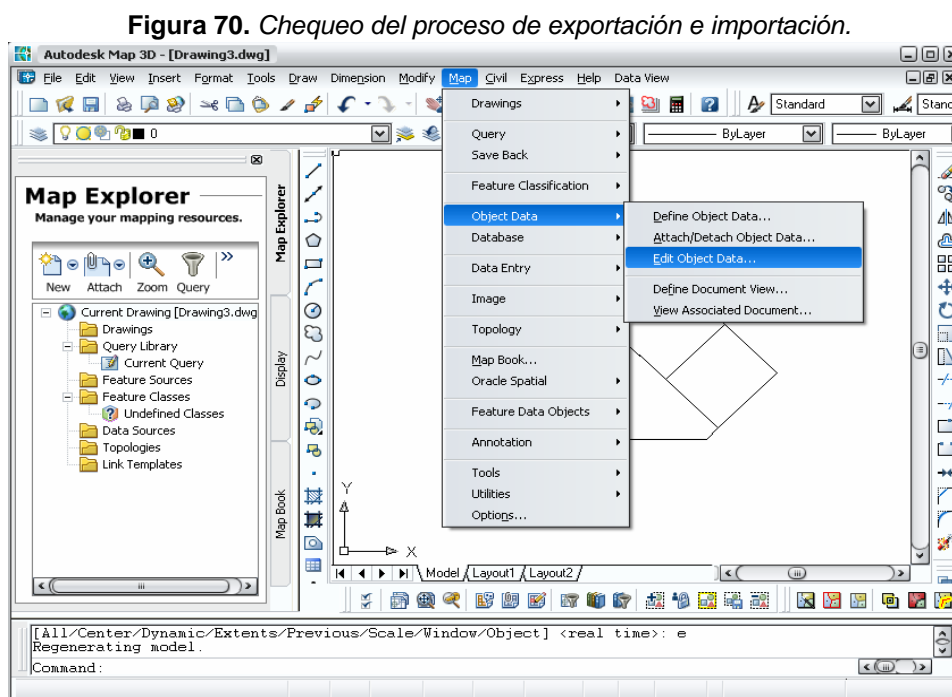
Figura 69. Finalización de proceso de importación.



## b) Comprobación de la Exportación e Importación del Shape.

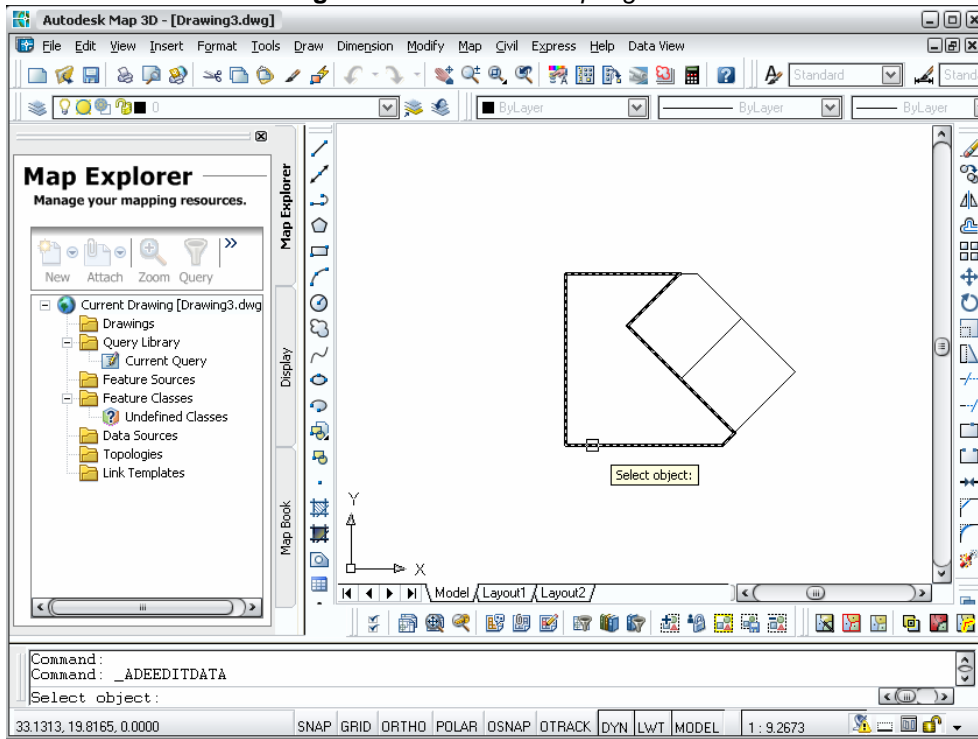
Una correcta exportación e importación del shape debe asociar al dibujo importado todas las propiedades de la topología y de la base de datos. La prueba de calidad del mismo, se realiza mediante la función *Object Data*:

- *Map > Object Data > Edit Object Data*



- Se hace clic sobre la polilínea a comprobar.

Figura 71. Selección del polígono.



- En la ventana *Edit Object Data* se observan las propiedades de la base datos y de la topología asociadas a la polilínea.

**Figura 72.** Verificación de datos resultantes de la importación.

The screenshot shows the 'Edit Object Data' dialog box. At the top, it displays 'Table: export\_manual', 'Nested Data' (checked), and 'LWPOLYLINE'. Below this is a table with two columns: 'Object Data Field' and 'Value'. The table contains the following data:

Object Data Field	Value
AREA	5.8981
AREA1	A1
AREA2	A1
CEDULA	63254895.0000
ID	5.0000
INVEQU	59995.0000
LINKS_QTY	3.0000
NOMBRE	Carolina Cruz
PERIMETER	12.0865

Below the table, there are navigation buttons: 'Next', 'Prior', 'First', and 'Last'. A 'Record #: 1 of 1' indicator is also present. At the bottom, there is a 'Name: AREA' field and a 'Value: 5.8981' input field. Below these are buttons for 'Select Object <', 'Insert Record', 'Delete Record', 'OK', 'Cancel', and 'Help'.

Los datos resultantes que aparecen en la figura anterior corresponden a la Base de Datos y a las características propias de la topología.

Para continuar con la revisión de las polilíneas se deben realizar los últimos dos pasos para cada una de las áreas del dibujo.

## **ANEXO 1. TIPOS DE PROGRAMAS<sup>11</sup> DE SIG EXISTENTES EN EL MERCADO.**

En la actualidad, se pueden encontrar varios programas especializados en el área, pero unos difieren de otros dependiendo de sus aplicaciones y de la forma en la que manejan la información gráfica y alfanumérica. Debido a esto, una vez definidas las variables a incluir en el diseño del SIG, se debe hacer la elección del software más adecuado para el objetivo trazado.

- Programas Comerciales. Constituyen todos aquellos que han sido desarrollados por diferentes empresas con el fin de comercializarlos.
  - AUTODESK MAP (Estados Unidos)
  - ASCODES (Francia)
  - ARC VIEW - ESRI (Estados Unidos)
  - GENAMAP – GENASYS (Australia)
  - ILWIS (Holanda)
  - OVERMAP – SISCAM (Italia)
  - SALADIN – IRIS (Holanda)
  - TIGRIS – INTERGRAPH (Estados Unidos)
  - GEOMEDIA (Estados Unidos)
  - INFOCAM (Suiza): Empleado para el catastro Nacional Colombiano.
  - SIGEPI (Estados Unidos)

---

<sup>11</sup> MORENO, Aura y ORTIZ, Rafael. Aplicación de SIG para el estudio de la accidentalidad vial y la señalización electrónica en el municipio de Bucaramanga. Bucaramanga, 2003. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Programas de libre distribución. Son aquellos diseñados por instituciones del gobierno para el dominio público.
  - GRASS, Militar (Estados unidos)
  - MOSS, Oficina de gestión de Tierras (Estados Unidos)
  - SAGIS, Servicio de Parques (Estados Unidos)
  - MAP MAKER (Estados Unidos)
  - SPRING (Brasil)
  - ODYSSEY, Universidad de Harvard (Estados Unidos)
  
- Institucionales. Son diseñados para la enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica.
  - OSU-MAP, Ohio State University (Estados Unidos)
  - IDRISI, Clark University (Estados Unidos)

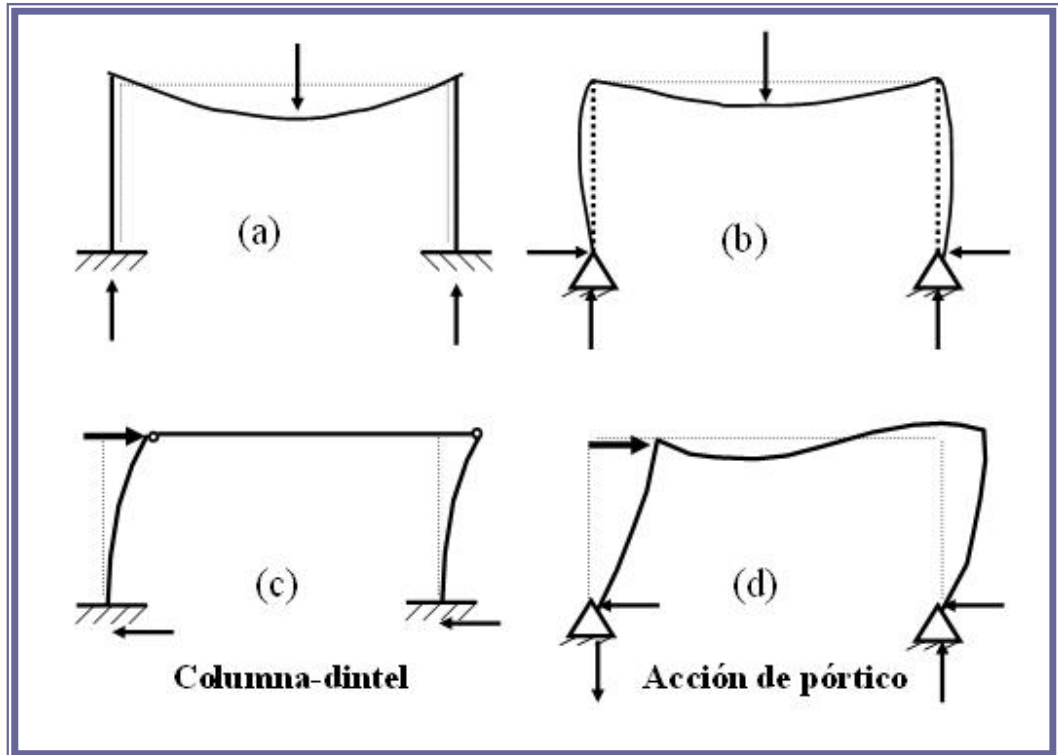
## **ANEXO 2. SISTEMA ESTRUCTURAL TIPO PÓRTICO.**

El propósito de este anexo es brindar una idea en general a aquellas personas ajenas al campo de la Ingeniería Civil y Arquitectura acerca del sistema estructural tipo pórtico por tratarse del más común empleado en las construcciones a nivel Nacional.

Las edificaciones aporticadas son estructuras cuyo comportamiento está gobernado por la flexión y están conformados por la unión rígida de vigas y columnas. Es una de las formas más populares en la construcción de estructuras de concreto reforzado y acero estructural para edificaciones de vivienda multifamiliar u oficinas; en nuestro medio había sido tradicional la construcción en concreto reforzado, pero después de 1991, con la «apertura económica» se hacen cada vez más populares las estructuras aporticadas construidas con perfiles estructurales importados, desde nuestros países vecinos: Venezuela, Brasil, Ecuador y de otros, tan lejanos como el Japón o Polonia.

Los pórticos tienen su origen en el primitivo conjunto de la columna y el dintel de piedra usado por los antiguos, en las construcciones clásicas de los griegos, como en el Partenón y aún más atrás. En éstos la flexión solo se presenta en el elemento horizontal (viga) para cargas verticales y en los elementos verticales (columnas) para el caso de fuerzas horizontales. Ver Figura 73a y 73c.

**Figura 73.** Acción de pórtico bajo cargas verticales y horizontales vs. Acción en voladizo



Con la unión rígida de la columna y el dintel (viga) se logra que los dos miembros participen a flexión en el soporte de las cargas Figuras 73b y 73d, no solamente verticales, sino horizontales, dándole al conjunto una mayor resistencia, y una mayor rigidez o capacidad de limitar los desplazamientos horizontales. Materiales como el concreto reforzado y el acero estructural facilitaron la construcción de los nudos rígidos que unen la viga y la columna.

La combinación de una serie de marcos rectangulares permite desarrollar el denominado entramado de varios pisos; combinando marcos en dos planos perpendiculares se forman entramados espaciales. Estos sistemas estructurales son muy populares en la construcción, a pesar de que no sean tan eficientes como otras formas, pero permiten aberturas rectangulares

útiles para la conformación de espacios funcionales y áreas libres necesarias para muchas actividades humanas. Ver Figura 74.

**Figura 74.** Edificio aporticado de concreto reforzado.



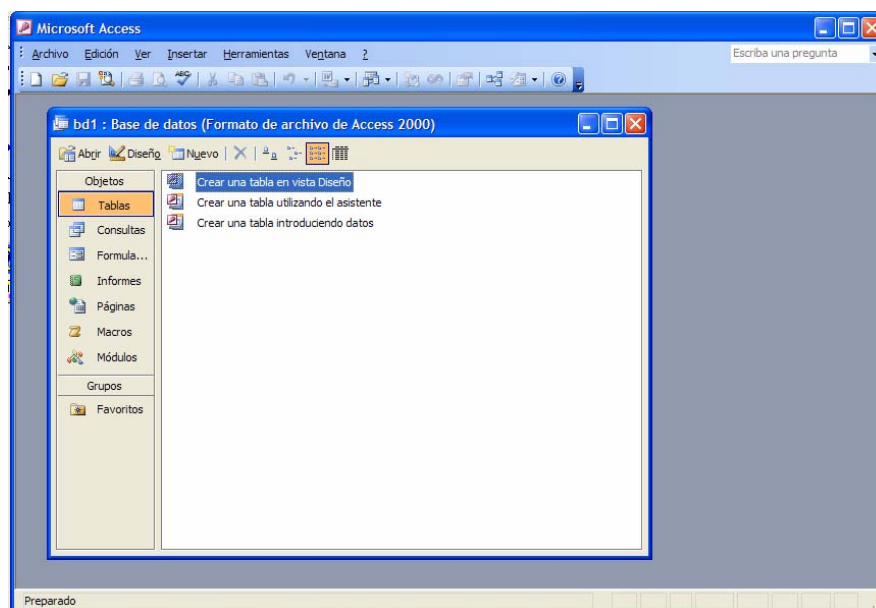
Los métodos clásicos para el análisis de estructuras aporticadas son: método de las fuerzas o de las flexibilidades; métodos de ángulos de giro y método de la distribución de momentos o de CROSS. Hoy día las herramientas tecnológicas existentes han reducido las tediosas operaciones rutinarias haciendo del método Matricial de Rigidez el preferido por los sistemas de análisis de estructuras por computador al igual que el Método de los Elementos Finitos, que es la mejor herramienta con la que disponen los ingenieros para el estudio de esfuerzos en estructuras complejas.

### ANEXO 3. EJEMPLO DE CREACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE BASES DE DATOS EN MICROSOFT ACCESS.

En esta sección se ilustra un ejemplo básico de cómo cargar la base de datos con la información adquirida a través del formato.

- **Paso 1.** *Archivo > Nuevo > Base de datos en blanco > Guardar (Nombre asignado por el usuario a la base de datos) »»*

**Figura 75.** *Creación de base de datos.*

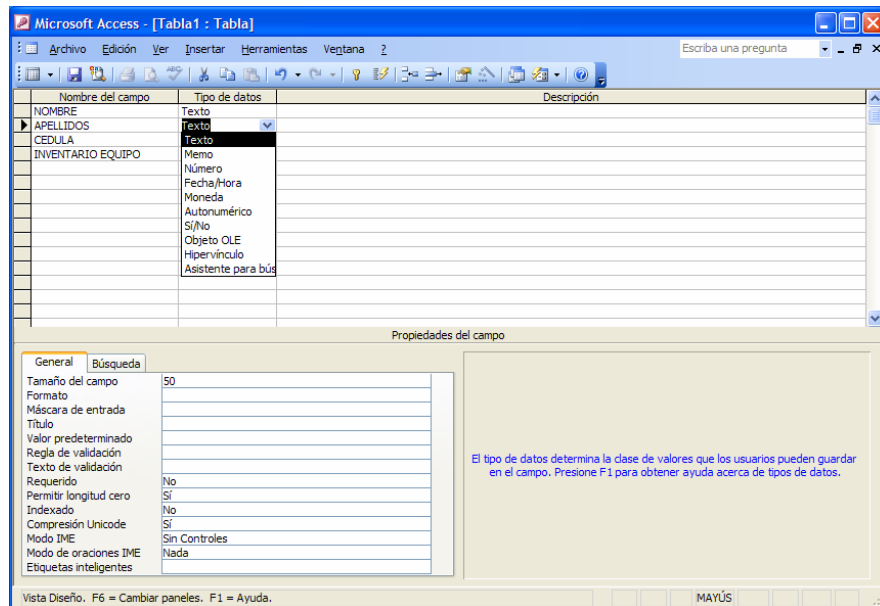


*Microsoft Access 2003*

Una vez realizado el primer paso, aparecerá en pantalla las opciones para la creación de las tablas que contendrán los registros en donde se debe seleccionar “*Crear una tabla en vista de diseño*”.

- Paso 2.** A continuación se desplegará una tabla en blanco en la que se anotarán los campos necesarios según el tipo de datos recolectados, a éstos se les debe definir una categoría, ya sea numérica, de texto o de fecha, entre otros. Después de definir la categoría a la que pertenece, se debe especificar las características del campo, por ejemplo: *Número > Entero largo o Texto > 50 caracteres.*

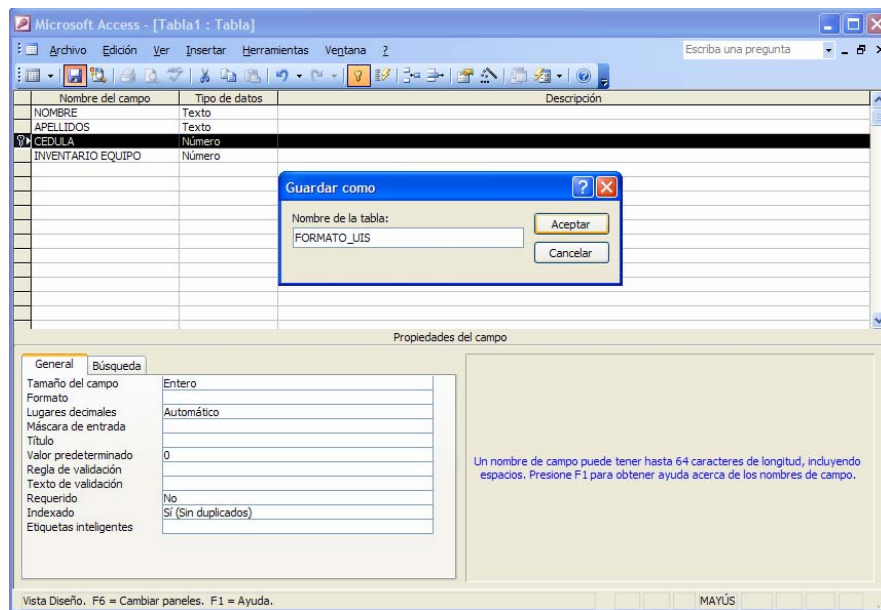
Figura 76. Definición de campos.



Microsoft Access 2003.

- **Paso 3.** Es necesario definir que campo controla el carácter único de la información, es decir, que se identifique por tener propiedades de único e irrepetible, como puede suceder con números de cédula, códigos estudiantiles, matrículas de autos, etc.

**Figura 77.** Asignación de llave a la tabla.

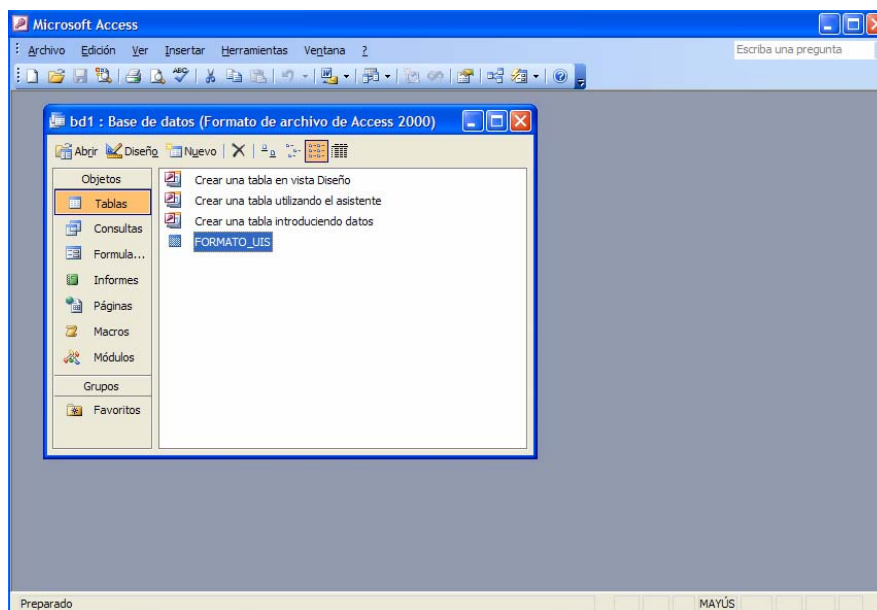


*Microsoft Access 2003.*

Una vez se haya seleccionado el campo y aplicado la llave que lo define como único, se procede a guardar la tabla con su respectivo nombre.

- **Paso 4.** Definidos los campos que contendrá la tabla, aparecerá un submenú en donde se podrá observar que ésta ha sido creada y está lista para almacenar los datos que constituyen cada registro o fila.

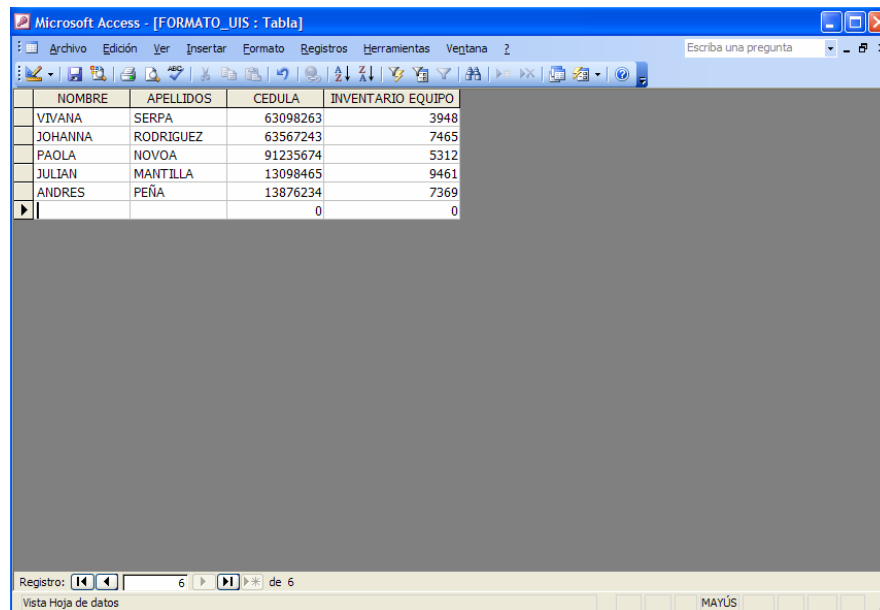
**Figura 78.** Tabla creada en la base de datos.



*Microsoft Access 2003.*

- **Paso 5.** Abrir la tabla creada para cargar la información correspondiente a cada registro definido en el paso 2, y de ésta manera alimentar una de las múltiples tablas que podría contener una base de datos.

**Figura 79.** Llenado de campos de la base de datos.



NOMBRE	APELLIDOS	CEDULA	INVENTARIO EQUIPO
VIVANA	SERPA	63098263	3948
JOHANNA	RODRIGUEZ	63567243	7465
PAOLA	NOVOA	91235674	5312
JULIAN	MANTILLA	13098465	9461
ANDRES	PEÑA	13876234	7369
		0	0

Microsoft Access 2003.

# **ANEXO B**

## ANEXO B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN – UIS.

		<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b> <b>OFICINA DE PLANEACIÓN</b>	Elaboró: Ing. Carlos Camargo Mantilla    Junio de 2005
---	---	--	--

Edificio:	<b>ADMINISTRACION</b>	Destinación:	<b>OFICINAS</b>	Edificio No:	<b>3</b>
-----------	-----------------------	--------------	-----------------	--------------	----------

DESCRIPCIÓN DEL LOTE			
Frente:	39 Mts	Norte:	52 Mts
Fondo:	52 Mts	Sur:	52 Mts
Superficie:	1365 M2	Este:	19 Mts
		Oeste:	39 Mts

DESCRIPCION DE LA CONTRUCCION
Número de Pisos: 4
Superficie: 2907 M2
Fachada: Rústico, concreto vivo, esterilla.
Muros: Ladrillo Prensado.
Columnas y Vigas: Concreto Reforzado.
Pisos: Baldosa Granito, B. Cemento.
Entrepisos: Concreto Armado.
Cubierta: Concreto Armado.
Estructura Cubierta: Concreto Armado.
Puertas y Ventanas: Triplex, Lámina Metálica.
Revestimiento Cubierta: Impermeabilización.
Escaleras: Concreto Armado.
Pintura: Viniltex.

PROTECCIONES		
	SI	NO
Extintores:	X	
Celadores:	X	
Hidrantes Internos:		X
Hidrantes Externos:	X	
Alarma Contra Incendio:		X
Brigada Contra Incendio:		X
Tanque de Almacenamiento:	X	
Rociadores Automáticos:		X
Bombas de Agua:		X

CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO					
REDES	CAPACIDAD	ESTADO	GENERALES	ESTADO	OBS.
ELECTRICAS	Normal	Buena	ILUMINACION	Buena	
HIDROSANITARIAS	Normal	Buena	VENTILACION	Buena	
TELECOMUNICACIONES	Normal	Buena	SEÑALIZACION	Buena	
GAS Y AIRE	Normal	Buena	HIGIENE Y ASEO	Buena	

# **ANEXO C**

**ANEXO C. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: SISTEMA DE INFORMACION GEOGRÁFICA BAJO AMBIENTE WEB PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS FISICO ACADÉMICOS DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<sup>12</sup>.**

**INTRODUCCION**

La Universidad Industrial de Santander presenta un crecimiento de infraestructura siendo la Institución Superior con mayor cobertura regional, por lo que se hace cada vez más compleja la administración, regulación y control de los recursos físico - académicos. A pesar de esta complejidad no hay un manejo integral de la información por lo que se hace necesario diseñar un sistema como una medida de solución y centralización de la información.

**OBJETIVO**

Diseñar e implementar un sistema de información geográfico bajo ambiente Web, para la administración de los recursos físicos y académicos en el campus central.

---

<sup>12</sup> OFICINA DE PLANEACION – UIS, Sede Principal.

## **PROYECTO**

- Capacidad instalada: 1
- Unidad: Software
- Año cero: 2005 Último año 2007
- Usuarios atendidos: 1000
- Financiación: estampilla pro-UIS.
- Población beneficiada: trabajadores y estudiantes.
- Fecha de radicación: 02/02/2005
- Aprobación: 04/04/2005
- Recursos proyectados: \$170.250.000
  - Equipos de computo: \$ 19'600.000
  - Licencias de Software: \$ 15'300.000
  - Desarrollo de Software: \$135.350.000

## **EQUIPOS DE CÓMPUTO**

- Servidor Power Edge 2800:
  - 2 procesadores Xeon 2.8 GHz
  - Memoria Ram de 4096 MB
  - 2 Discos Duros de 73 GB
  - Sistema Operativo Red Hat Linux 9.2

## **SOFTWARE**

- Software Libre:
  - MAPSERVER
  - LINUX
  - APACHE
  - POSTGRESQL
  - POSTGIS
- Software Licenciado:
  - Windows XP
  - Autodesk Map

## **FASES**

**Fase I:** Análisis y digitalización de la información.

**Fase II:** Desarrollo del Software.

**Fase III:** implantación del SIG

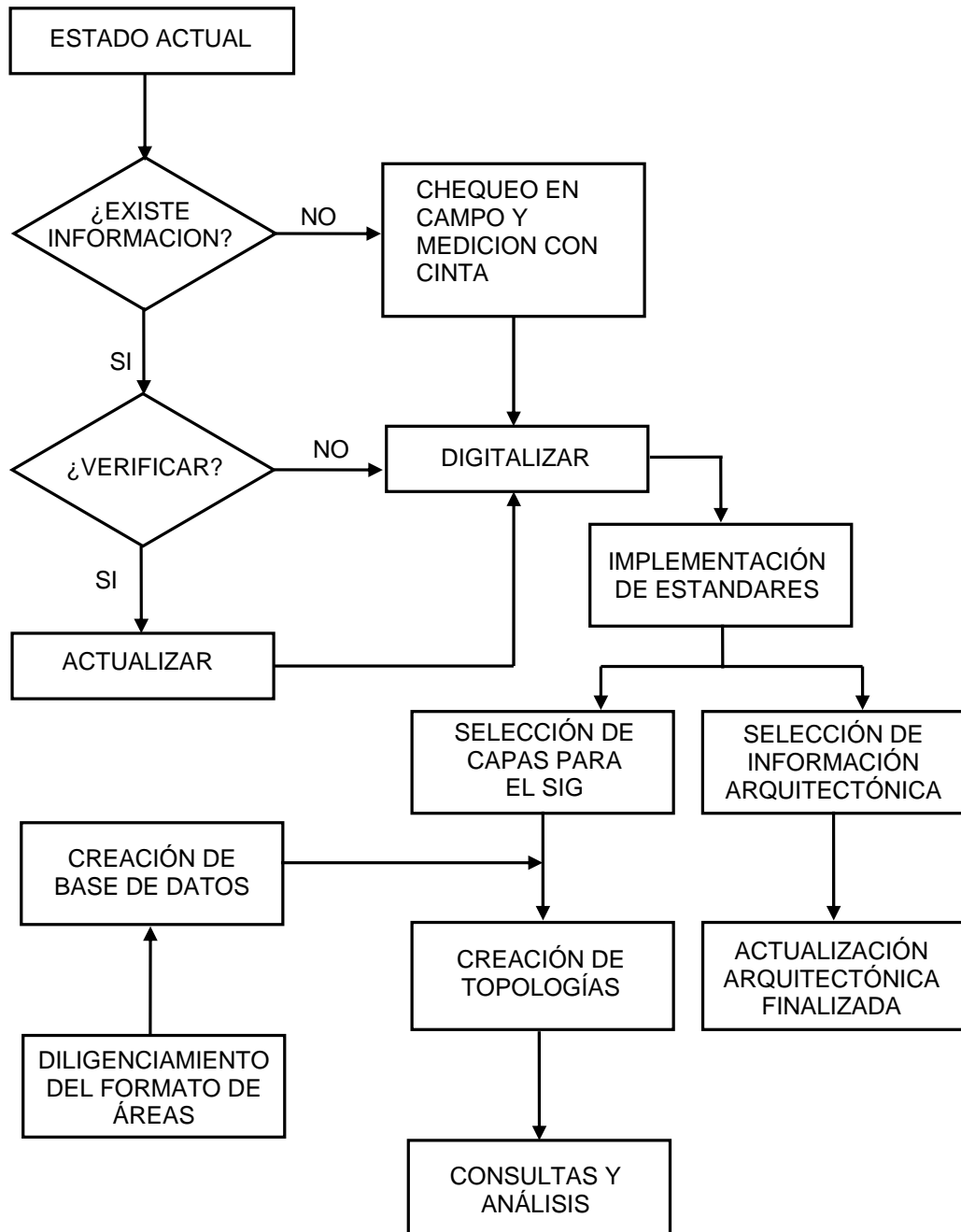
## **ACTIVIDADES**

- Recopilación información
  - Planos análogos
  - Planos digitales
  - Revisión bibliográfica SIG
  - Normalización y estandarización de los planos
- Digitalización de la cartografía
  - Planos arquitectónicos

- Planos eléctricos
  - Planos hidráulicos
  - Planos sanitarios
  - Planos Estructurales
- Inventario de elementos mayores.
  - Registro de localización.
  - Creación de topologías
  - Creación de shapes.

# **ANEXO D**

**ANEXO D. DIAGRAMA DE FLUJO DE ACTIVIDADES  
DESARROLLADAS**



# **ANEXO E**

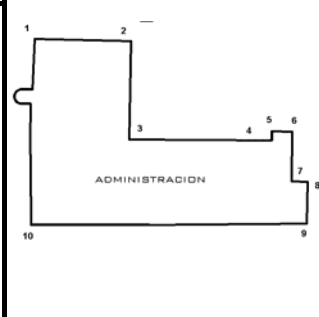
## **ANEXO E. COORDENADAS GEOGRÁFICAS PARA LAS EFICACIONES DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UIS.**

A lo largo de la historia de la Universidad Industrial de Santander, se han realizado numerosos levantamientos topográficos con el fin de obtener las coordenadas correspondientes a las poligonales que delimitan tanto el entorno del campus central de la UIS como a cada una de sus edificaciones. Esta tarea también cumple con el propósito de determinar las áreas totales y las áreas reales construidas de cada una de estas.

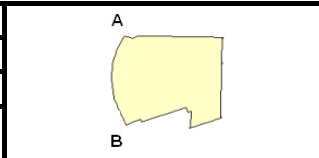
El más reciente trabajo realizado con tal finalidad fue realizado en Junio de 2005 por el Topógrafo Guillermo Londoño con la revisión y aprobación del Ingeniero Iván Rojas, Jefe de la División de Planta Física; el Ingeniero Carlos Camargo, Profesional de Planeación UIS, y el Ingeniero y Topógrafo Fernando Caballero García. Esta última actualización se encuentra registrada en la cartografía del IGAC.

El trabajo de los numerosos levantamientos topográficos arrojan como resultado la georeferencia de las edificaciones, cuyas coordenadas se presentan en el siguiente cuadro, cabe aclarar que para este proyecto, en particular para el Edificio de Administración, se encuentran detallados todos los vértices de la edificación mientras que, para el resto de edificios se muestran dos parejas de coordenadas norte-este, que corresponden a la línea del plano que demarca la fachada principal de cada construcción.

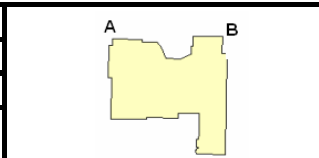
<b>EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN (03)</b>		
<b>VERTICE</b>	<b>COORDENADAS (m)</b>	
	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
1	1281493,3	1105782,1
2	1281492,9	1105801,3
3	1281472,3	1105800,9
4	1281472,1	1105829,3
5	1281474,0	1105829,3
6	1281473,9	1105833,5
7	1281463,5	1105833,4
8	1281463,5	1105836,6
9	1281454,7	1105836,4
10	1281454,1	1105781,3



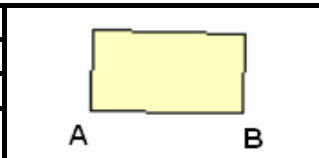
<b>AUDITORIO LUIS A. CALVO (02)</b>		
<b>VERTICE</b>	<b>COORDENADAS (m)</b>	
	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
A	1281391,8	1105776,5
B	1281351,9	1105777,3




<b>PRODUCCIONES AUDIOVISUALES (04)</b>		
<b>VERTICE</b>	<b>COORDENADAS (m)</b>	
	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
A	1281541,2	1105804,0
B	1281542,2	1105848,8



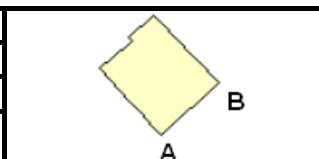
<b>CIENCIAS HUMANAS (06)</b>		
<b>VERTICE</b>	<b>COORDENADAS (m)</b>	
	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
A	1281545,9	1105833,3
B	1281545,4	1105856,5



<b>BIENESTAR UNIVERSITARIO (07)</b>		
<b>VERTICE</b>	<b>COORDENADAS (m)</b>	
	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
A	1281571,3	1105791,9
B	1281590,3	1105845,9



<b>LA PERLA (08)</b>		
<b>VERTICE</b>	<b>COORDENADAS (m)</b>	
	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
A	1281581,5	1105774,3
B	1281602,2	1105795,2



<b>MANTENIMIENTO Y PLANTA FISICA (09)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281381,6	1105664,9	
B	1281343,8	1105664,0	

<b>INGENIERIA MECANICA (10)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281425,8	1105666,1	
B	1281424,9	1105728,4	

<b>AULA MAXIMA DE MECANICA (11)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281445,6	1105680,4	
B	1281429,2	1105680,1	

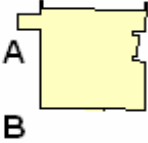
<b>BIBLIOTECA (12)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281495,0	1105659,5	
B	1281494,3	1105702,1	

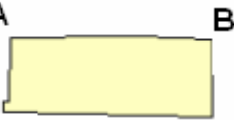
<b>MATEMATICAS (14)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281552,2	1105669,9	
B	1281550,9	1105730,3	

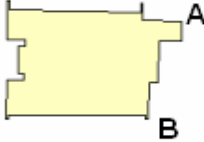
<b>INGENIERIA INDUSTRIAL (15)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281599,3	1105687,7	
B	1281597,3	1105728,4	

<b>LABORATORIO DE MORFOLOGIA VEG. (16)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281696,2	1105670,8	
B	1281691,1	1105683,2	

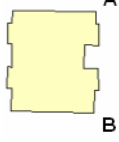
<b>LABORATORIOS LIVIANOS (17)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281419,1	1105552,3	
B	1281411,7	1105610,4	

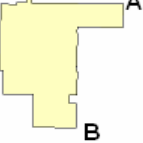
<b>CAMILO TORRES (18)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281440,9	1105610,6	
B	1281411,7	1105610,4	

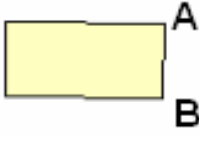
<b>CAPRUIS Y FAVUIS (20)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281542,6	1105586,5	
B	1281542,5	1105625,7	

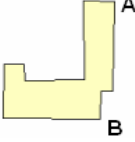
<b>FEDERICO MAMITZA (21)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281578,2	1105657,8	
B	1281551,3	1105649,2	

<b>INGENIERIA ELÉCTRICA (22)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281624,6	1105620,8	
B	1281622,2	1105673,6	

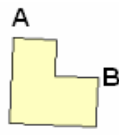
<b>LABORATORIO DE POSTGRADO (23)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281433,2	1105546,4	
B	1281395,2	1105545,7	

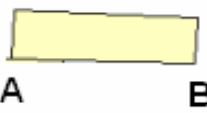
<b>LABORATORIOS DE QUIMICA (24)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281522,5	1105578,8	
B	1281459,5	1105556,3	


<b>AULA MAXIMA DE FISICA (25)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281545,1	1105577,8	
B	1281532,3	110577,5	


<b>INVESTIGACIÓN Y ASESORÍAS (26)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281581,8	1105536,8	
B	1281537,9	1105531,7	

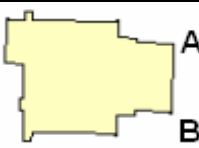
<b>LABORATORIO DE ALTA TENSION (27)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281601,0	1105524,9	
B	1281599,5	1105569,5	

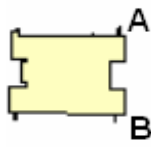
<b>LABORATORIO DE HIDRAULICA (28)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281626,5	1105546,4	
B	1281614,1	1105545,7	

<b>LABORATORIO DE DISEÑO INDUSTRIAL (29)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281630,8	1105542,2	
B	1281629,5	1105570,4	

<b>PLANTA DE ACEROS (30)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	128420,1	1105489,7	
B	1281373,9	1105485,1	

<b>JORGE BAUTISTA VESGA (31)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281470,3	1105508,5	
B	1281441,0	1105508,0	

<b>LABORATORIO DE PESADOS (32)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281501,1	1105501,9	
B	1281489,4	1105443,6	

<b>DANIEL CASAS (33)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281579,1	1105490,9	
B	1281554,5	1105490,9	

<b>RESIDENCIAS UNIVERSITARIAS (34)</b>			
VERTICE	COORDENADAS (m)		
	NORTE	ESTE	
A	1281410,6	1106032,9	
B	1281432,4	1106031,6	