

LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEO-REFERENCIACIÓN DE LA
INFORMACIÓN ARQUITECTÓNICA Y ESTRUCTURAL DE LA DENOMINADA
ZONA 4 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER

MARICARMEN CRESPO ARIÑO
INGRID JOHANA MURCIA RUEDA
XIMENA ALEJANDRA TRUJILLO PEÑA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2006

LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEO-REFERENCIACIÓN DE LA
INFORMACIÓN ARQUITECTÓNICA Y ESTRUCTURAL DE LA DENOMINADA
ZONA 4 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER

MARICARMEN CRESPO ARIÑO
INGRID JOHANA MURCIA RUEDA
XIMENA ALEJANDRA TRUJILLO PEÑA

Modalidad Práctica Empresarial presentado como requisito
para optar el título de Ingeniero Civil

Director:
JORGE HERNANDO GÓMEZ GÓMEZ
Ing. en Vías y Transporte, Msc

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2006

Gracias,

A Dios

Por hacerme la persona que soy y por
cada una de las personas especiales que coloco en mi camino.

A mis padres y hermanos

Por comprenderme y apoyarme en la
lucha por alcanzar cada una de mis metas, por tenerme
paciencia cuando tanto lo necesite y por darme
su amor en cada momento; los amo.

A mi familia

Por la comprensión y solidaridad que
me demostraron cada instante, con su cariño me hicieron ver que
todo lo que nos proponemos se puede lograr.

A Xime y Mary

Por aceptarme con mis errores, acompañarme
durante este proceso y ayudarme hacer una mejor persona.

A mis amigos

Porque cada uno de ustedes apporto un granito
de arena y estuvieron ahí firmes cuando me sentí sola.

INGRID JOHANA

A Dios,
que me dio la sabiduría para descubrir lo correcto,
la voluntad para elegirlo y la fuerza para hacer que perdure.

A mi Mamá y mi Abuela,
por ser mi soporte durante toda la vida e incentivarme
a luchar por lo que quiero haciendo realidad mis sueños, las amo.

A Ocha y Chava,
por ser como mis madres y apoyarme durante este proceso
de tantos sacrificios para ser una mejor y más sabia persona, las quiero mucho.

A mis hermanos Fercho y Jose,
por ser una extensión más de lo bueno que pudieron
dar mis padres y por ser mis seguidores número 1.

A Martha, Edgar, y sus Hijos,
por considerarme un miembro más
de su familia y acogerme al estar lejos de mi casa.

A toda mi familia,
porque cada uno aportó algo en mi para ser cada vez mejor.

A Ingrid y Ximena,
porque fueron realmente el apoyo que necesitaba para salir adelante a pesar de todos los
problemas presentados, por reírse de mis malos chistes y por ser amigas que creyeron en mí

A mis verdaderos amigos,
porque siempre están ahí para brindarme momentos de alegría y apoyo en los
instantes difíciles, espero que se queden cuando los demás hayan desaparecido.

No hay nada imposible, porque los sueños de ayer son las esperanzas de hoy y pueden
convertirse en realidad mañana...

MARICARMEN

A Dios,
que ha sido mi guía y ha hecho que todos mis sueños
se hagan realidad.

A mis padres,
que simplemente me lo han dado todo y son todo para mí.

A todos los que me han acompañado en
este proceso, especialmente mi tía y mi hermana,
y a aquellos que ya no están pero dejaron huella en mi vida.

A Ingrid y Maricarmen,
por ser el complemento en mi trabajo y darme el apoyo que
necesitaba para hacer realidad este sueño.

XIMENA

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Jorge Gómez Gómez por la paciencia y por los conocimientos brindados durante esta etapa.

Al Ingeniero Alfonso Rueda por su constante acompañamiento en el desarrollo de la práctica y la realización del aporte.

A Soluciones Geoinfórmáticas, especialmente al Ingeniero Mauricio Meza y al Ingeniero Carlos Osorio por su colaboración en el proceso de implementación de la red geodésica.

Al profesor Álvaro Castellanos por el apoyo y guía en la realización del aporte.

A la División de Planta Física de la UIS, por la disposición de recursos y en especial al Ingeniero Carlos Camargo también por compartimos su experiencia profesional.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	20
OBJETIVOS	21
OBJETIVO GENERAL	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1. GENERALIDADES	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 MARCO TEÓRICO	3
1.3.1 Sistemas de Información Geográfica.	3
1.3.2 Tipos de SIG.	4
1.3.3 Funciones de un SIG.	5
1.3.4 Aplicaciones de un SIG	6
1.3.5 Topología.	7
1.3.6 Software utilizados en los SIG.	10
2. CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS EN CAMPO Y OFICINA	16
2.1 FUENTES DE CAPTURA DE DATOS	16
2.2 LEVANTAMIENTOS EN CAMPO	18
2.2.1 Herramientas para los levantamientos en campo.	19
2.2.2 Levantamiento de la Información Arquitectónica y Estructural.	20
2.3 ACTUALIZACIÓN DE PLANOS ARQUITECTONICOS	25
2.3.1 Proceso de Digitalización.	26

2.3.2 Errores encontrados en el proceso de medición y verificación en campo.	29
2.4 CREACIÓN DE BASES DE DATOS	33
2.4.1 Captura de Datos No Espaciales.	33
2.4.2 Bases de Datos en Microsoft® Office Access.	35
2.5 REALIZACIÓN DE TOPOLOGÍAS Y EXPORTACIÓN A FORMATO SHAPE	40
2.5.1 Delimitación de áreas.	40
2.5.2 Creación de Topologías.	41
3. APORTE DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	53
“IMPLEMENTACION DE LA RED GEODESICA DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER”	53
3.1 CONCEPTO DE GEODESIA	53
3.2 SISTEMAS DE REFERENCIA	54
3.2.1 Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS).	55
3.2.2 Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS)	56
3.2.3 Sistemas de Coordenadas y Proyecciones en Colombia	57
3.3 SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)	60
3.3.1 Componentes de los sistemas de posicionamiento Global.	61
3.3.2 Funcionamiento de los sistemas de Posicionamiento Global.	62
3.3.3 Ventajas de los sistemas de posicionamiento global.	63
3.4 TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS ENTRE SISTEMAS	63
3.4.1 Transformación del sistema a coordenadas cartesianas.	63
3.4.2 Conversión de Coordenadas Elipsoidales a Coordenadas Cartesianas.	63
3.5 RED GEODÉSICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	64
3.5.1 Establecimiento y materialización de los Vértices Geodésicos	65

3.6.2	Proceso de Levantamiento GPS	75
3.6.3	Manejo de los datos GPS	76
3.7	NIVELACIÓN GEOMÉTRICA	78
3.7.1	Alturas Ortométricas	78
3.7.2	Reconocimiento en campo	79
3.7.3	Procedimiento de Campo	80
4.	CONCLUSIONES	81
5.	RECOMENDACIONES	82
6.	BIBLIOGRAFIA	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de Capas Temáticas	3
Figura 2. Datos tipo Raster y tipo Vectoriales	4
Figura 3. Partes de MapServer	12
Figura 4. Niveles de la IMS	14
Figura 5. Planta General de la UIS con divisiones por zonas	18
Figura 6. Herramienta para los levantamientos en campo.....	19
Figura 7. Ejemplo de sistema pórtico con simetría	21
Figura 8. Edificio de Ciencias Humanas construido por sectores	22
Figura 9. Ejemplo de refuerzo con muros estructurales al edificio de Livianos.....	23
Figura 10. Tipos de divisiones Arquitectónicas encontradas	24
Figura 11. Base de Datos empleada para elementos arquitectónicos	25
Figura 12. Definición de capas en Autodesk Map®	26
Figura 13. Proceso de digitalización, Paso 1: elementos constructivos.....	27
Figura 14. Proceso de digitalización, Paso 2: elementos arquitectónicos.....	28
Figura 15. Proceso de digitalización, Paso 3: inserción de bloques	28
Figura 16. Elementos Estructurales No Registrados	30
Figura 17. Errores en las dimensiones de los espacios.....	32
Figura 18. Divisiones en los espacios sin registrar	33
Figura 19. Formato de Recolección de Datos.....	34
Figura 20. Codificación de áreas	36
Figura 21. Codificación de elementos constructivos	36
Figura 22. Creación de una base de datos en vista en Diseño.....	37
Figura 23. Vista de hoja de datos en Microsoft® Office Access	39
Figura 24. Capa utilizada para la creación de topologías	40
Figura 25. Tipos de errores en la digitalización	42
Figura 26. Opción de limpieza en Autodesk Map®.....	43

Figura 27. Primer paso del cuadro de diálogo para realizar Limpieza al dibujo	43
Figura 28. Segundo paso del cuadro de diálogo para realizar Limpieza al dibujo .	44
Figura 29. Tercer paso del cuadro de diálogo para realizar limpieza al dibujo	45
Figura 30. Definición de atributos	46
Figura 31. Cuadro de diálogo para la creación de topologías.....	47
Figura 32. Topología creada	47
Figura 33. Definición del Link Template	48
Figura 34. Cuadro de diálogo “Generate Links”	49
Figura 35. Vista de la tabla adjuntada.....	50
Figura 36. Herramienta para exportación a formato Shape	51
Figura 37. Selección de Atributos	52
Figura 38. Relación entre Elipsoide, Geoide y Superficie topográfica	53
Figura 39. Diferencia entre el Sistema de Referencia Satelital instantáneo y el ITRF.	55
Figura 40. SIRGAS	57
Figura 41. Red MAGNA SIRGAS Y MAGNA-ECO (Estado en Abril de 2005).....	58
Figura 42. Configuración Constelación GPS	60
Figura 43. Componentes del sistema GPS.....	61
Figura 44. Especificaciones para colocación de mojones.....	67
Figura 45. Zona escogida para la ubicación del vértice geodésico principal y su señal de azimut.....	67
Figura 46. Zonas escogidas para la ubicación de los vértices 3, 4, 5 y 6	68
Figura 47. Materialización de los vértices 1 y 2	70
Figura 48. Especificaciones vértices principales.....	71
Figura 49. Red Geodésica	72
Figura 50. Planta del vértice GPS-UIS1 con su respectiva señal de azimut.....	73
Figura 51. Vértices Geodésicos GPS-UIS1 y GPS-UIS2.....	73
Figura 52. Visualización de los vértices en la cobertura de la UIS.....	74
Figura 53. Equipo Topcon.....	76
Figura 54. Alturas Ortométricas	79
Figura 55. Procedimiento de alturas niveladas	80

ANEXOS

ANEXO A. MEMORIAS DEL PROCESO DE GEO-REFERENCIACIÓN.....	85
ANEXO B. RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS Y COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE LA RED GEODÉSICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	109
ANEXO C. RESULTADOS DE LA NIVELACIÓN ORTOMÉTRICA	116

RESUMEN

TÍTULO

LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEO-REFERENCIACIÓN DE LA INFORMACIÓN ARQUITECTÓNICA Y ESTRUCTURAL DE LA DENOMINADA ZONA 4 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.*

AUTORES

MARICARMEN CRESPO ARIÑO

INGRID JOHANA MURCIA RUEDA

XIMENA ALEJANDRA TRUJILLO PEÑA**

PALABRAS CLAVES

Georeferenciación, GPS, Red Geodésica, Topologías, Autodesk Map, Shape, Sistemas de Información Geográfica (SIG).

DESCRIPCIÓN

Este proyecto presenta las actividades y resultados de la práctica realizada en la Oficina de Planeación de la UIS que consistió en el levantamiento de información arquitectónica y estructural para la actualización de los planos digitales de los edificios ubicados en la zona cuatro de la UIS, buscando que la información que se incorpore al sistema de información geográfica de la universidad sea información confiable y veraz.

El SIG que se está realizando para la UIS utilizará como datos de entrada la información recolectada en campo y posteriormente llevada a un proceso de digitalización. En este libro se habla de los procesos llevados a cabo, tanto en campo como en oficina, para la obtención de la información que alimentará al SIG, la cual será información gráfica como planos que representen las diferentes áreas con que cuenta la universidad con sus respectivos atributos o datos no espaciales, que describirán características de las áreas

* Proyecto de Grado en la modalidad práctica empresarial

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

como tipo de pintura, tipo de piso, áreas de pintura, los cuales serán útiles para el sistema de administración de recursos físicos de la universidad.

También se realizó la implementación de la red geodésica del campus central de la Universidad Industrial de Santander, que consiste en seis puntos materializados a los que se les definió la ubicación en los tres ejes coordenados, amarrados al marco de referencia que rige a Colombia, el MAGNA-SIRGAS; para la obtención de estas coordenadas se utilizó equipo GPS de doble frecuencia y a los datos se le hizo una corrección diferencial en postproceso, obteniendo coordenadas muy precisas para estos puntos y siguiendo los requerimientos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Los puntos de la red servirán para que a partir de ellos se realice la georeferenciación de los edificios y elementos que se incorporarán al sistema de información geográfica de la UIS.

ABSTRACT

TITLE

RISING, UPDATING AND GEO-REFERENCE ABOUT STRUCTURAL AND ARCHITECTONIC INFORMATION FROM THE FOURTH ZONE OF THE INDUSTRIAL SANTANDER UNIVERSITY CAMPUS.*

AUTHORS

MARICARMEN CRESPO ARIÑO

INGRID JOHANA MURCIA RUEDA

XIMENA ALEJANDRA TRUJILLO PEÑA**

KEY WORDS

Geo-reference, GPS, Geodesic network, Topologies, Autodesk Map, Shape, Geographic Information Systems (GIS).

DESCRIPTION

This Project shows the activities and studies from a practice that took place in the Industrial Santander University. Basically this work was about the research of architectural and structural information from the fourth zone, in the campus. The main subject was to update the digital planes from the buildings, and try to make them more understandable, and efficient, to someone that could be interested.

The GIS that its taking place in the Industrial Santander University, will take as initial information, the data that has been taking from the outside. The next step it's to digitize this information. The meaning of the book it's to write about all the process that has to

* Degree Project in modality of Enterprise Practice.

** Faculty of Physical-Mechanical Engineerings, School of civil engineering, Jorge Gómez Gómez

been taking, from the beginning. So it's important to compile the information that was took from outside, and Inside (in the office). The most important info you can get it's the graphics, like the planes that shows the different areas and describe characteristics like paint, kind of floor, paint areas, which are more useful for the Physical Resource Administration System in the University.

Also the implementation of the Geodesic network from the main campus, consist in six points that were locate with the three axes, tied to the frame that has to be follow in Colombia, the MAGNA-SIRGAS; to obtain these locations, was used a double frequency GPS, but the data was transformed because the idea was to make the information as perfect as possible by a post-process method. It's important to keep in mind that the rules ordered by the Agustin Codazzi Institute must be follow. The nodes from the network will be used to take information and do the buildings Geo-referencing, and some elements that will be restored in the Geographic Information System in the University.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Industrial de Santander por medio de la Oficina de Planeación busca implementar el sistema de información geográfica del campus central, para lo cual inicialmente se realiza el levantamiento, actualización y geo-referenciación de la información arquitectónica y estructural de los elementos que conforman la zona 4.

El libro se enfoca en las actividades correspondientes a la primera etapa del SIG desarrollados para la denominada zona 4 del campus central de la Universidad Industrial de Santander, como resultado de lo realizado en la práctica empresarial en la Oficina de Planeación, aprobada por la Escuela de Ingeniería Civil. Como complemento se realiza la Implementación de la Red Geodésica del campus central de la universidad, que consiste en la ubicación de seis vértices densificados en todo el campus, dentro de estos seis puntos un punto principal con su respectiva señal de azimuth ubicados en tierra y cuatro puntos en las terrazas de algunos edificios.

Los procesos que se realizan para efectuar la primera etapa de recolección de la información para la implementación del SIG son: documentación de la información existente, levantamiento de edificios y elementos del campus, digitalización de planos con datos actualizados, topologías de planos y exportación a formato shape.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Recopilar la información arquitectónica y estructural actualizada de la denominada ZONA 4 perteneciente a la Universidad Industrial de Santander, alimentando así la base de datos de los recursos físicos de la institución, reestructurando el archivo digital de los planos del campus central, lo que es fundamental para la realización del Sistema de Información Geográfica de la misma.

Realizar y documentar el procedimiento para la localización y ubicación de puntos de referencia pertinentes dentro del campus de la Universidad Industrial de Santander con coordenadas geodésicas y relativas que permitan la detallada georeferenciación de edificios y elementos de la misma, este proceso es el instrumento fundamental para dar inicio al proyecto del SIG desarrollándolo como complemento a la práctica empresarial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ♦ Actualizar los planos de la zona 4 del campus central mediante la verificación, el registro y digitalización de los elementos estructurales y arquitectónicos para cada edificio.
 - ♦ Realizar topologías que permitan la vinculación de bases de datos arquitectónicos y estructurales con los planos actualizados para posteriormente convertirlos a formato shape.
-

-
- ♦ Investigar a cerca de los procedimientos, especificaciones y normas existentes para la determinación de los puntos de referencia con la ayuda de sistemas de posicionamiento global (GPS).

 - ♦ Localizar y materializar en campo la Red Geodésica de la UIS ajustada a la red geodésica nacional, a partir de la cual se realizará la geo-referenciación de los elementos que componen el campus.
-

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Debido a la necesidad existente de contar con un sistema de información organizada que permita ser consultado en cualquier momento, la Oficina de Planeación de la Universidad Industrial de Santander, como dependencia encargada de controlar el uso del terreno en el campus, ha buscado mecanismos que permitan dar solución a esta necesidad centralizando la información, para ello está realizando un diseño e implementación de un sistema de información geográfica que busca darle un manejo integral a la información y que esté al alcance de la comunidad universitaria, en especial de las dependencias encargadas de la administración y control de recursos físicos, humanos y académicos.

En este diseño e implementación del SIG se ha venido trabajando desde el año 2005 y se encuentra en la fase de recolección, digitalización y análisis de la información, el presente trabajo dará continuidad al trabajo de levantamiento y actualización iniciado por algunos estudiantes de Ingeniería Civil en el Edificio de Administración, para ello se recurrirá a las guías creadas como aporte por ellos y se utilizará la información con que cuenta la Oficina de Planeación de la UIS en el momento de iniciar las tareas de verificación de datos, para comparar la información existente con la realidad.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La Universidad Industrial de Santander como una de las principales instituciones de formación universitaria del oriente colombiano y destacada en el país por su alta calidad académica, se ha enfrentado con el paso de los años a un proceso de crecimiento y evolución, compromiso adquirido con la sociedad santandereana, haciéndose por lo tanto necesaria la transformación de su campus universitario, para lograr así brindar a todo el personal vinculado el espacio adecuado permitiendo que se desarrolle en las mejores condiciones físicas.

Ante esta necesidad y las transformaciones llevadas a cabo, el departamento de planeación tiene el deber de mantenerse actualizado para poder cumplir satisfactoriamente con las necesidades de espacio físico e informar a la sociedad el crecimiento y los cambios del campus de una manera rápida y segura, evitándose los dispendiosos procesos que puedan existir en la actualidad; con este fin se busca crear un sistema de información que pueda ser modificable y actualizable ante cambios futuros y que a la vez le permita conocer a los interesados la ubicación y características de cada una de las dependencias con que cuenta la universidad, por lo tanto nuestra labor está encaminada a fortalecer y verificar la información existente (planos y bases de datos) pues en base ésta se harán las correcciones necesarias y pertinentes ya que la información con la que se cuenta en este momento es insuficiente lo que daría lugar a errores en la implementación del sistema en la red.

1.3 MARCO TEÓRICO

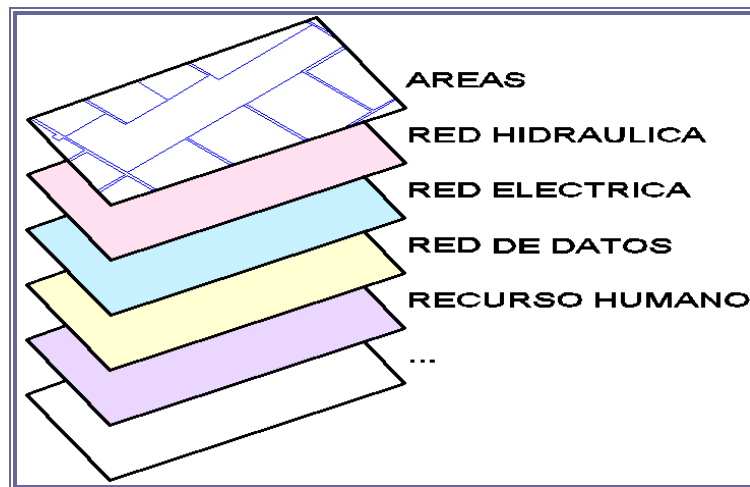
1.3.1 Sistemas de Información Geográfica.

Son sistemas que constan de hardware, software, personal, información espacial y procedimientos computarizados, que permite y facilita la recolección, el análisis, gestión o representación de datos espaciales referidos a la tierra.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica que se relaciona con un plano digital por medio de un identificador común, así es posible obtener los atributos de un objeto con solo señalarlo y ubicar su localización en planimetría.

El sistema de información geográfica separa la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo realizar análisis multicriterios y análisis complejos de manera rápida y sencilla.

Figura 1. Ejemplo de Capas Temáticas



Fuente: Documento de Oficina de Planeación "Diseño SIG-UIS"

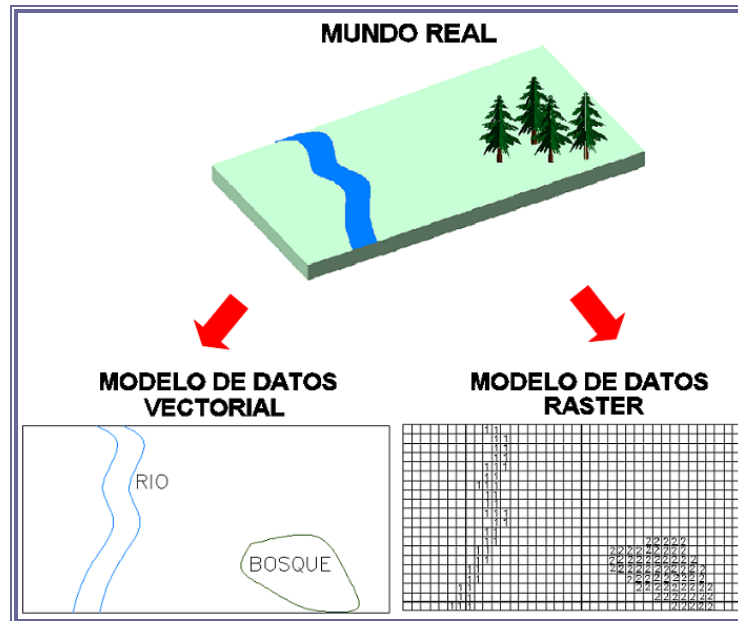
Las ventajas que ofrece implementar un SIG son innumerables, entre las cuales cabe resaltar que su elaboración es rápida y de bajo costo con respecto al servicio que ofrece, permite generar mapas para necesidades específicas, facilita la

realización de análisis y toma de decisiones, minimiza el uso de mapas impresos como almacén de información, permite la creación de mapas en 3D, admite la actualización y revisión de la información al estar en una base de datos digital y modificable.

1.3.2 Tipos de SIG.

Los SIG pueden ser de tipo RASTER o VECTORIALES.

Figura 2. Datos tipo Raster y tipo Vectoriales



Fuente: Autores del proyecto

- ♦ SIG Raster: El modelo de SIG raster se enfoca en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización, en este modelo el espacio se divide en celdas donde cada una representa un único valor, si estas son muy grandes menor es la resolución o detalle en la representación gráfica del espacio geográfico. Se obtienen archivos en formato raster cuando se

digitaliza un mapa o una fotografía o cuando se obtienen imágenes digitales capturadas por satélites.

- ♦ SIG Vectorial: usa una combinación de puntos, líneas y polígonos para representar los objetos espaciales. El SIG vectorial centra su interés en la precisión de la localización de los elementos sobre el espacio.

Los SIG vectorial son los más populares y comerciales sin embargo la aplicación de los SIG raster es amplia, pues se emplea en estudios ambientales donde la precisión espacial no es muy requerida por ejemplo en estudios de la contaminación atmosférica, localización de especies marinas, análisis geológicos, entre otros.

1.3.3 Funciones de un SIG.

Además de las funciones de análisis espacial, la mayoría de los programas SIG disponen de muchas otras funciones. Las principales preguntas que puede resolver un sistema de información geográfica son:¹

- ♦ Localización: Preguntar por las características de un lugar concreto.
- ♦ Condición: El cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- ♦ Tendencia: Comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- ♦ Rutas: Cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
- ♦ Pautas: Detección de pautas espaciales.
- ♦ Modelos: Generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_de_Informacion_Geografica

1.3.4 Aplicaciones de un SIG

Los sistemas de información geográfica se utilizan para la captura, almacenamiento, chequeo, integración, manipulación, análisis y despliegue de datos que están referidos espacialmente a la tierra.²

Son aplicables a una amplia variedad de disciplinas como cartografía, topografía, geografía, ingeniería civil, planificación rural y urbana, inventariado, fotogrametría, entre otras; lo cual los convierte en una herramienta muy útil para desarrollar consultas en diferentes campos facilitando la precisión y rapidez en la toma de decisiones. Algunos ejemplos de sus aplicaciones son el seguimiento e interpretación del avance de erosiones de terrenos, expansión de ciudades, operaciones militares, ubicar zonas de conflicto para que las ONG puedan intervenir, controlar la erradicación de cultivos no permitidos por el gobierno, cambios físicos en las entidades que lo implementen, prefactibilidad y factibilidad de proyectos sectoriales y actividades de manejo de recursos naturales.

Los SIG realizan y ejecutan las siguientes tareas:

- ◆ Organización de datos: lo que se busca es tener toda la información y mapas en formato digital, pues esto reduce el espacio físico que ocuparía la información y los mapas en papel, además se evita el deterioro que se produce en el papel, se puede recuperar con facilidad la información y se pueden realizar copias de ésta sin que se pierda la calidad.

- ◆ Visualización de datos: se puede decidir el nivel y tipo de información deseada, mirar los planos con facilidad y acoplarlos lo que no es tan fácil realizar con planos impresos.

² GOMEZ GOMEZ, Jorge Hernando. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica.

- ◆ Producción de mapas: por medio de un SIG se pueden producir mapas cartográficos bien completos y de simple realización porque a diferencia de los archivos CAD el SIG permite la inclusión de rejillas de coordenadas, escala gráfica y numérica, leyenda, flecha del norte, textos diversos.

- ◆ Consulta espacial: la principal función de un SIG es suministrar información sobre las propiedades de un objeto y mostrar en que lugar tiene esas propiedades.

- ◆ Análisis espacial: es una forma de inferir significado a partir del cruce de datos, con el conjunto de técnicas de combinación de los niveles de información con el fin de evidenciar relaciones entre los datos.

- ◆ Previsión: el SIG tiene como propósito también el de simular situaciones o eventos que se puedan presentar de acuerdo con diferentes condiciones en áreas específicas facilitando la prevención de desastres y las acciones necesarias para subsanar los que no se puedan evitar.

1.3.5 Topología.

Es una disciplina que tiene sus orígenes en la matemática y que se encarga de comparar y clasificar elementos gráficos de acuerdo con sus propiedades, sirve para interrelacionar objetos de acuerdo con su disposición espacial, (cerca de, entre, adyacente a, entre otras), estas relaciones se deben establecer en el software mediante un lenguaje y reglas de geometría matemática, pues lo que es evidente a simple vista para una persona, el software tiene que asimilarlo con programación.

Por medio de la topología se pueden describir las relaciones espaciales que existen entre los diferentes segmentos de forma explícita sin necesidad de recurrir a complejas comparaciones espaciales. Por ejemplo un segmento será adyacente a otro simplemente por el hecho de tener un lado en común. La topología es un tipo de geometría donde los cambios que se realicen a un objeto afectan a los que están contiguos a este, estas transformaciones se pueden realizar pero sin separar los objetos que estaban unidos y sin unir los que estaban separados.

La diferencia de un sistema de información geográfica con otros sistemas de gestión de la información es que este puede crear topologías referenciando objetos con respecto a su ubicación espacial. Cuando se habla de topología en el campo de los sistemas de información geográfica, se denota su importancia pues históricamente ha sido considerada como una organización de datos espaciales empleada principalmente para asegurar que objetos asociadas geoméricamente, forman una estructura topológica bien definida.

Con el desarrollo de los sistemas de información geográfica orientados a objetos y la implementación de las bases de datos, se da un nuevo sentido al uso de la topología y surge, como un conjunto de reglas y relaciones entre los elementos de una misma o distintas capas de información, que junto con un extenso número de herramientas y tareas de edición, permiten modelar de manera más veraz las entidades presentes en el mundo real.

Existen varios tipos de topología según el campo en el que sea empleado, los más empleados son: la topología de las redes, de polígonos y de nodos.

- ◆ Topología de redes: la topología, del griego tópos (lugar), es la descripción de algo en términos de su distribución física. En redes de comunicaciones, la topología describe gráficamente la configuración o la manera en que está construida una red, incluyendo sus nodos y enlaces de comunicación. La

topología de una red está estrechamente relacionada con la forma en que se pueden interconectar los nodos.

- ♦ Topología de nodos: con un par de coordenadas y su altitud correspondiente se puede ubicar un punto espacialmente (vértice geodésico), dos puntos generan una línea, y con una agrupación de líneas se forman polígonos.

De todos los métodos para formar topología vectorial la forma más común es la topología arco-nodo, cuya lógica de funcionamiento se basa en la estructuración de toda la información geográfica en pares de coordenadas, que son el ente básico de información para este modelo de datos. Para poder implementar esta topología en un ordenador, se requiere interconectar varias bases de datos a través de identificadores comunes. Estas bases de datos, contienen columnas comunes a partir de las cuales se pueden relacionar datos no comunes entre una y otra tabla.

- ♦ Topología de polígonos: con pares de coordenadas (puntos) se forman vértices y nodos, y con agrupaciones de éstos puntos se crean líneas, con las que a su vez se pueden construir polígonos. La topología de polígonos es la más utilizada, pues esta es de gran utilidad cuando se desea referenciar una área específica a una base de datos que contiene información considerada como uniforme para este polígono o región, lo que realiza esta topología es la interconexión de bases de datos con mapas buscando que tenga funcionalidad el SIG.

1.3.6 Software utilizados en los SIG.

Algunos de los programas que sirven de soporte para los sistemas de información geográfica son:

- ◆ Software no libre comercial: ArcGIS (ArcView, ArcInfo), Mapinfo, Maptitude, Geomedia, Geoconcept, GenaMap, Autodesk Map, MicroStation Geographics, GeoWeb Publisher, SmallWorld, Manifold, Idrisi, MapPoint, TatukGIS, TNT mips, MiraMon.

- ◆ Software libre: GRASS GIS, JUMP, Map Server, Quantum GIS, gvSIG, SAGA GIS, Map Window GIS, Kosmo, Spring

- ◆ Software no libre comercialmente restringido: FGIS

Para la implementación del SIG UIS se utilizará software libre que permita el manejo bajo ambiente Web llamado MAPSERVER.

a. Definición y características de MapServer

MapServer es una aplicación que sirve para trabajar en un ambiente de internet que corre bajo plataformas Linux/Apache, Windows NT/98/95, fue inicialmente desarrollado por la Universidad de Minnesota y existen diferentes versiones que se pueden obtener en la página MapServer Homepage.

El sistema MapServer está constituido por formatos Raster que se soportan en: TIFF/GeoTIFF, GIF, PNG, ERDAS, JPEG y EPPL7, también posee formatos vectoriales que se soportan en Shapefiles, soporta fuentes, trae Type y permite dibujar sobrecargas en datos raster o vectoriales.

Se ofrecen nuevas versiones de forma seguida pero la versión 3.5 soporta Web Map Service (WMS) que sirve para producir datos geo-referenciados, los mapas

son la representación gráfica de los datos y se generan en formatos de imagen populares como PNG, GIF ó JPEG buscando que la información sea de fácil respuesta cuando el usuario la necesite y el mapa sea visualmente agradable.

La información visualizada por el servidor es archivos shape, sólo las imágenes PNG, GIF, ó JPEG se usan cuando se va a establecer la conexión de un servidor cliente a un servidor Web, en el caso de querer establecer comunicación entre dos servidores.

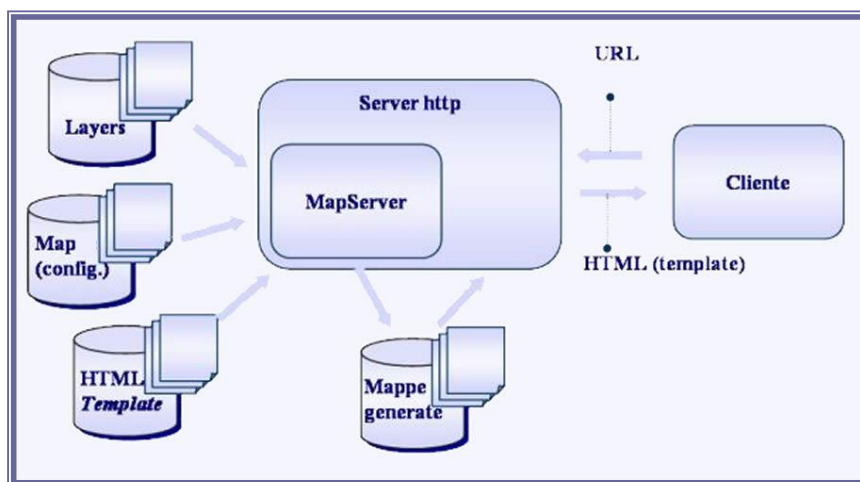
Para la generación de una interfaz, se puede utilizar programación HTML, y JavaScript. El MapServer utiliza un lenguaje propio que facilita: que las capas geográficas se desplieguen, la clasificación de la leyenda, simbología y componentes adicionales como colores, ancho de línea etc., cada uno de los componentes se debe definir en el archivo *.map. El protocolo OGC de servicios es el que se utiliza para hacer el despliegue de los datos, de acuerdo a la versión empleada, este protocolo es el que permitirá que se realice la conexión fácilmente con otro servidor.

b. Partes de una Aplicación MapServer

El sistema está dirigido al servidor Web, que se encarga de almacenar mapas y páginas, recibir las solicitudes del cliente y responderlas y el MapServer principalmente se encarga de generar los mapas, esto se ve reflejado en la Figura 3.

MapServer generalmente funciona como una aplicación CGI (CGI es una norma para instaurar comunicación entre un Servidor Web y un programa, de forma que este último pueda interactuar con Internet) y corre dentro de un servidor http.

Figura 3. Partes de MapServer



Fuente: Documentación de la Oficina de Planeación UIS, MapServer

El CGI de MapServer utiliza los siguientes recursos: un servidor http como Apache o Internet Information Server, Software MapServer, un archivo de inicialización que active la primera vista de la aplicación de MapServer (opcional), un archivo "Mapfile" que controle lo que MapServer hace con los datos. (Archivo de Extensión *.map), un archivo Template que controle la aplicación de MapServer en la ventana del Browser (Navegador de Internet), una fuente de datos SIG. (ShapeFile).³

Finalmente, las partes de una aplicación MapServer se enuncian a continuación con su respectiva definición.

- ◆ Archivo de Inicialización: inicialmente MapServer posee este archivo que es independiente de otro archivo html por simplificación, se utiliza para enviar una consulta inicial al servidor http que retorna un resultado del servidor de mapas, MapServer no posee estado permanente, lo cambia cuando el usuario le da una orden de consulta para ejecutar, el archivo de inicialización se hace

³ Documentación de la Oficina de Planeación UIS, MapServer

necesario para que realice lo anteriormente descrito, este archivo es de formato html comúnmente y su extensión es html ó htm.

- ◆ MapFile: el MapFile tiene como función definir los datos que se utilizarán en el sistema MapServer, también muestra y consulta de parámetros. El Mapfile posee información muy útil que es como se debe dibujar el mapa, las capas y el resultado de realizar consultas, este archivo tiene la extensión "*.map".

- ◆ El Template File: el archivo TemplateFile es el que permite las salidas de mapas y las leyendas de MapServer que deben aparecer en la página html, este opera como cualquier otro archivo html. El Template File le permite al autor del mapa colocar la posición de presentación del mapa, las leyendas y determina que vías son disponibles para que el usuario interactúe con la aplicación MapServer (browse, query, zoom, etc.). Para producir el documento html que se envía al browser MapServer usa las palabras clave del archivo html y las reemplaza con información que se encuentra en la fuente de datos SIG.

- ◆ Conjunto de Datos SIG: el CGI MapServer usa archivos de formatos ESRI-Shapefile como formato vector por defecto, en formato Raster se pueden utilizar algunos otros formatos dependiendo de como MapServer es compilado. Por defecto MapServer soporta archivos geoTiff y archivos Tiff. El conjunto de datos SIG puede ser ubicado en un directorio, el cual es referenciado en el Mapfile.

c. Tecnología Internet Map Server (IMS)

Con la tecnología IMS, se busca que la información espacial publicada en la red sea dinámica. La distribución de información geográfica vía Internet permite la

integración en tiempo real de datos procedentes de cualquier parte del mundo. El acceso a la página depende del tipo de usuario que se establezca, pero el más limitado tiene acceso a los recursos de la página desplazándose con herramientas muy funcionales y a realizar cambios a la representación gráfica en línea, enlaza elementos gráficos con informaciones que provienen de bases de datos, y trabaja en tiempo real con funciones de análisis.

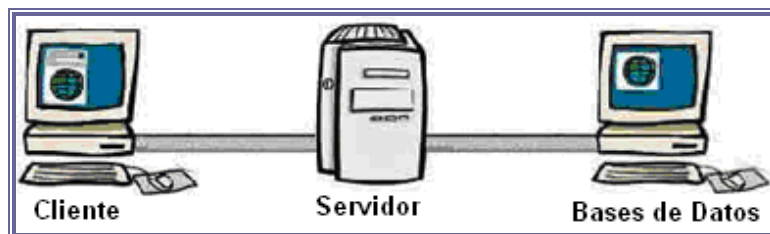
Se pueden intercambiar, integrar o analizar datos de una nueva forma a través de la red facilitando el proceso para la toma de decisiones, los usuarios pueden analizar situaciones y tomar medidas con respecto a estas de acuerdo a lo que muestran las imágenes con su respectivas bases de datos.

Este sistema distribuido de información, en comparación con herramientas instaladas en un ordenador personal ofrece, varias ventajas como las siguientes:

- ◆ Compartir e intercambiar datos.
- ◆ Facilitar el acceso a una gran cantidad de usuarios a las aplicaciones y herramientas que favorecen la toma de decisiones.
- ◆ Se puede actualizar la información fácilmente y de forma continua buscando la disminución de de errores tales como duplicación en ella.
- ◆ Facilitar la actualización de aplicaciones e información divulgada.

La Tecnología Internet Map Server (IMS) consta de tres niveles:

Figura 4. Niveles de la IMS



Fuente: Documentación de la Oficina de Planeación UIS, MapServer

- ◆ **Aplicaciones Cliente:** Ambiente de trabajo del usuario, pudiendo ser el cliente cualquier navegador que tenga soporte para el formato HTML, Applet (Plugin) de Java o tecnología ActiveX si los servicios a los que se accede contienen estos componentes; por medio de Internet y con el navegador como interfaz, el usuario puede enviar su solicitud a la Aplicación Servidor (Encargada de canalizar y atender las operaciones que el usuario solicita sobre los datos de ArcView IMS, MapObjects IMS, ArcIMS, MapGuide, Geomedia, MMS, entre otros) para obtener la información que le interesa visualizar, consultar o analizar de las bases de datos.

- ◆ **Aplicaciones Servidor:** Son las encargadas de canalizar y atender las operaciones que el usuario solicita sobre los datos: ArcView IMS, MapObjects IMS, ArcIMS, MapGuide, Geomedia, MMS, etc.

- ◆ **Bases de Datos:** Las aplicaciones servidoras acceden a los datos que pueden estar almacenados en archivos o en bases de datos espaciales (Spatial Data Engine, SDE).

2. CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS EN CAMPO Y OFICINA

Los datos de entrada en los sistemas de información geográfica deben ser de alta confiabilidad, pueden provenir de diferentes fuentes tales como fotografía, cartografía convencional o digital, GPS, levantamientos de campo, imágenes de satélite, otros SIG, etc. El SIG que se está realizando para Universidad Industrial de Santander utilizará como datos de entrada la información recolectada en campo y posteriormente llevada a un proceso de digitalización. En este capítulo se hablará de los procesos llevados a cabo, tanto en campo como en oficina, para la obtención de la información que alimentará al SIG.

2.1 FUENTES DE CAPTURA DE DATOS

La información representada en un sistema de información geográfica es principalmente de dos tipos:

- ◆ Información Gráfica: se refiere a los datos espaciales que representan geometría y relaciones entre los objetos (polígonos, líneas y puntos). Esta información gráfica permite una representación esquemática de una realidad compleja. La información gráfica se puede plasmar a través de mapas y planos.

- ◆ Datos no espaciales: se refiere a cualquier tipo de característica que se pueda decir de un objeto y que no dependa de su geometría. Son variables temáticas que van ligadas a los objetos como por ejemplo el recurso humano asociado a un área, características del espacio como tipo de piso, pintura, etc.

Para recoger la información gráfica, esencial para el desarrollo del SIG, se buscan fuentes confiables que permitan identificar la información disponible y a partir de ésta la información faltante y las posibles fuentes de captura.

Algunas fuentes de captura de datos son: fotografías aéreas, escaneadas, fotogrametría, imágenes de satélite, mapas existentes, bases de datos existentes, trabajos en campo, y otros más modernos como sistemas de posicionamiento global (GPS) y modelos digitales de terreno, entre otros. Según el tipo de información que se va a manejar en el SIG de la UIS, que es principalmente información sobre los edificios existentes en el campus, las redes de servicios y recursos físicos y humanos, se descartan varias de estas y se consideran como posibles fuentes planos y bases de datos existentes y trabajos en campo.

En la Universidad Industrial de Santander la cartografía es recogida y almacenada por la Oficina de planeación de la UIS, para ello cuenta con un archivo en formato impreso (planoteca) y también digital de los planos de los diferentes edificios que conforman el campus central así como las diferentes sedes de la Universidad, al analizar esta información se pudo verificar que muchos de estos planos no habían sido sometidos a revisiones recientes y que otros contenían información errada, por esto la información gráfica que alimentará al SIG será capturada completamente en campo para luego ser llevada a un proceso de digitalización.

En cuanto a las características de los espacios, que constituyen los datos no espaciales o atributos, no existía en la universidad un registro sobre datos que sirvieran para el mantenimiento como tipo de pisos en un espacio, tipo de pintura, y otro tipo de información que permitiera asociar a un área de trabajo específica al personal y equipos, es por esta razón que los datos no espaciales también serán recolectados en campo empleando bases de datos.

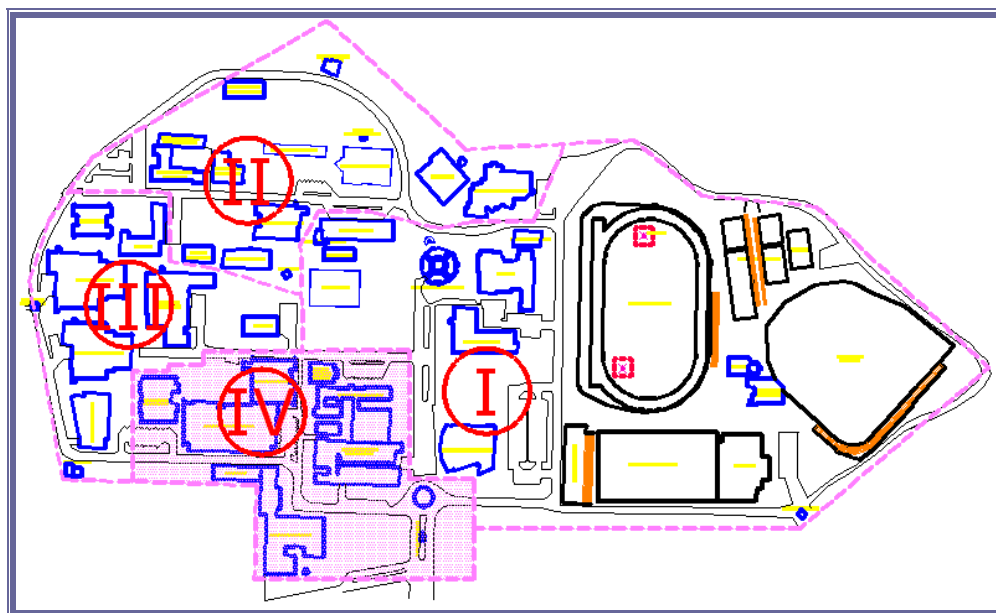
2.2 LEVANTAMIENTOS EN CAMPO

La UIS en su campus central cuenta con 49 edificios construidos en un área aproximada de 249.000 m², para facilitar el trabajo de recolección de datos en campo fue dividido en cuatro zonas (Ver Figura 5).

La zona a la cual se hará referencia es la Zona 4, correspondiente a la parte Sur del campus y conformada por los siguientes edificios:

- Portería de la carrera 27
- Mantenimiento y Planta física
- Ingeniería Mecánica
- Aula Máxima de Mecánica
- Laboratorio de Livianos
- Camilo Torres
- Laboratorio de Postgrados
- Ciencias Humanas

Figura 5. Planta General de la UIS con divisiones por zonas



Fuente: Autores del proyecto

2.2.1 Herramientas para los levantamientos en campo.

Para el trabajo en campo que consistió en el levantamiento de los edificios de la Zona 4 se utilizó la siguiente herramienta:

- ♦ Cinta métrica y Flexómetro: para la medición de grandes espacios se empleaba la cinta métrica teniendo especial cuidado en que siempre estuviera tensionada y recta para de esta forma evitar errores en las medidas, el flexómetro se utilizó para medir elementos más pequeños y detalles como ventanas, puertas, columnas, etc.
- ♦ Planos impresos: la impresión de los planos antiguos se convirtió en una herramienta útil para ir marcando sobre el papel los cambios y las observaciones realizadas.
- ♦ Cámara fotográfica digital: esta herramienta es útil para registrar detalles encontrados y para la recordación de éstos en el momento de realizar la digitalización.

Figura 6. Herramienta para los levantamientos en campo.



Fuente: Autores del proyecto

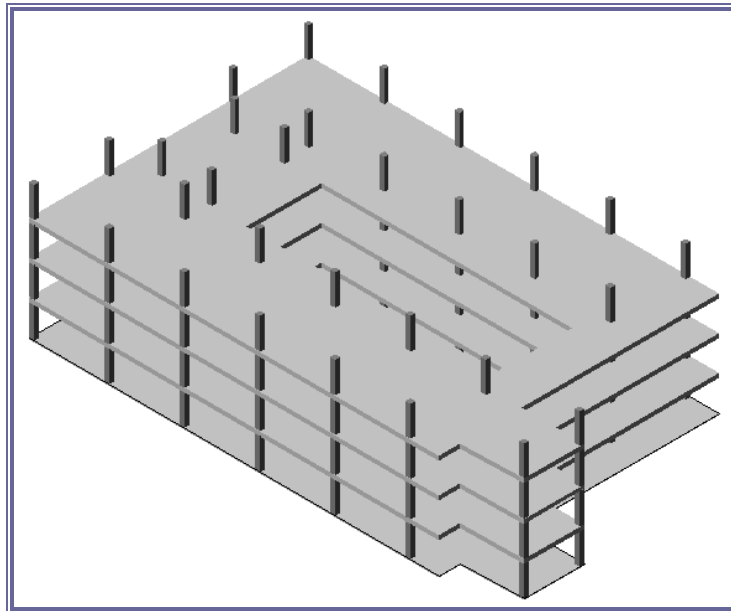
2.2.2 Levantamiento de la Información Arquitectónica y Estructural.

Los levantamientos en campo de todos los elementos que se incorporarán al SIG deben realizarse con una buena precisión, pero se puede decir que la información arquitectónica y estructural debe ser la más confiable, porque será la que nos sirva para la delimitación de áreas y será la capa base sobre la que se añadirá otra información como redes hidráulicas, sanitarias, eléctricas o datos, etc. Es por esto que el proceso de medición es de gran importancia y es un proceso en que debemos aplicar todos los conocimientos en diferentes áreas de la ingeniería; el proceso de medición consta de los siguientes pasos:

- ♦ **Identificación de Elementos Estructurales:** consiste en identificar el sistema estructural, que como lo define la NSR-98⁴ hay cuatro tipos que son muros de carga, sistema combinado, sistema pórtico y dual. Esta clasificación se hace según los tipos de elementos verticales utilizados para resistir las cargas verticales y las fuerzas sísmicas. El sistema estructural predominante en las edificaciones de la UIS, sobre todo en las más antiguas, es el sistema de pórtico (Ver Figura 7), el cual está compuesto por un pórtico espacial que generalmente tiene un arreglo definido para cada uno de los sentidos, X y Y, para hacer la identificación de los elementos estructurales se procedía a medir por lo menos un eje representativo en cada sentido, y así por cada piso de la edificación para verificar la continuidad del sistema estructural por piso.

⁴ Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente

Figura 7. Ejemplo de sistema pórtico con simetría



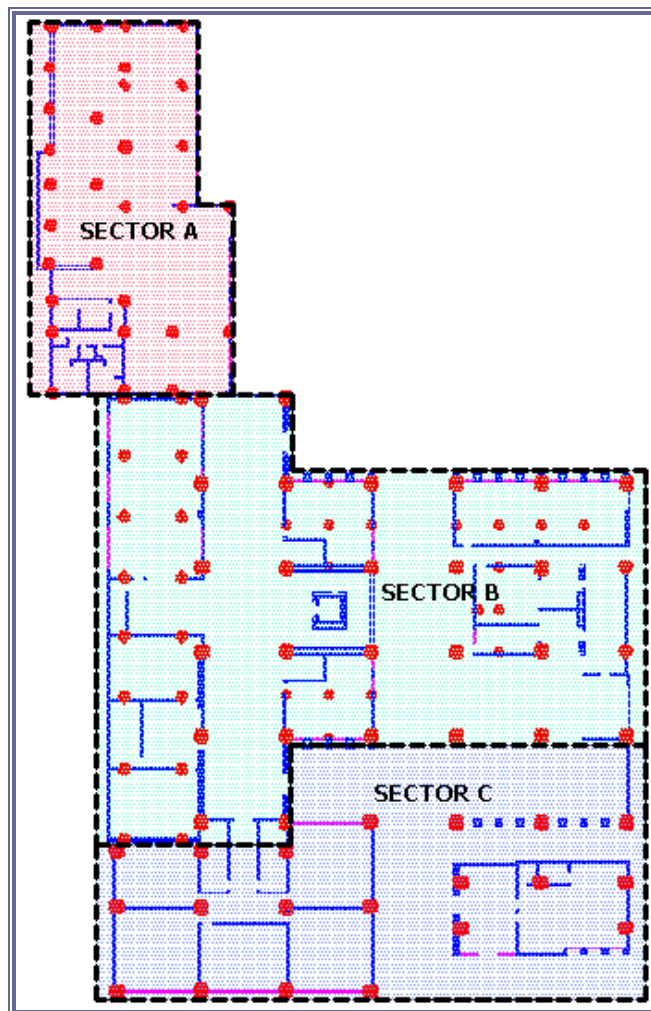
Fuente: Autores del proyecto

También se da el caso que el arreglo de los pórticos no sea regular por algunas razones como la construcción en diferentes etapas o diferentes sectores en un mismo edificio, este caso fue encontrado en el primer piso del edificio de Ingeniería Mecánica y primer piso de Ciencias Humanas, en estos casos al no existir un arreglo uniforme de las columnas ni tampoco uniformidad en las dimensiones se hace necesario identificar cada una e ir registrándola para su posterior digitalización.

El primer piso del edificio de Ingeniería Mecánica consta de dos sectores, el primero que tiene el mismo tamaño de los demás pisos y se observa que hay simetría de los pórticos, el otro sector es donde se encuentran los laboratorios y no hay regularidad en los pórticos y las columnas son de diversos tamaños. Similar es el caso de la estructura del edificio de Ciencias Humanas el cual tiene un sector A construido sobre una antigua edificación, como lo era el edificio de Trabajo Social, allí muchas columnas fueron reforzadas para

aumentar su sección y existe variedad en las dimensiones de las columnas. El sector B es la parte del edificio que continúa en los demás pisos y el sector C sólo se observa en el primer piso, pues no continúa en los pisos superiores. (Ver Figura 8). Este tipo de casos son más dispendiosos para realizar el levantamiento y requieren de mucha observación y cuidado.

Figura 8. Edificio de Ciencias Humanas construido por sectores



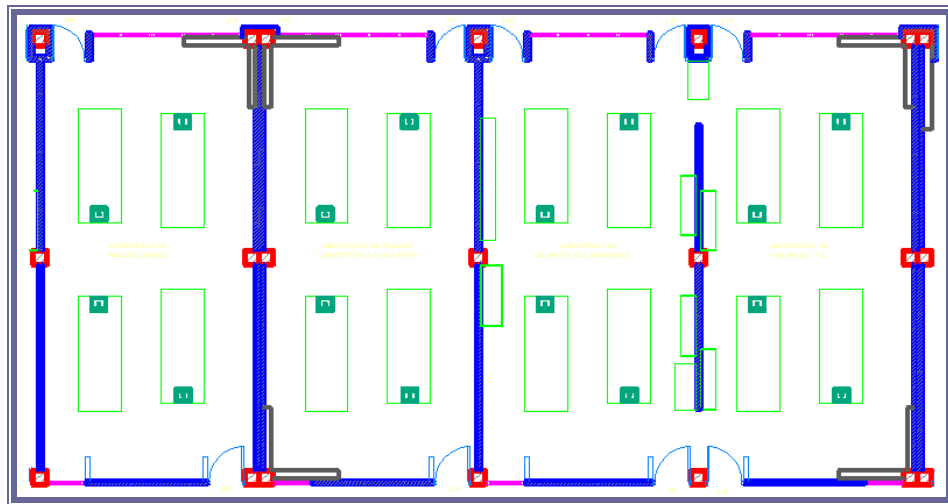
Fuente: Autores del proyecto

En edificios más nuevos como Ciencias Humanas y en otros que han sido reforzados como el Laboratorio de Livianos, han sido construidos con normas más

recientes en las cuales se ha querido dar solución al inconveniente que tiene el sistema p $\acute{o$ rtico debido a su excesiva flexibilidad, implementando el uso de muros estructurales que le dan mayor rigidez a la estructura.

Para la identificaci $\acute{o$ n de muros de carga hay que tener especial cuidado pues en ocasiones si no se hace una observaci $\acute{o$ n detallada pueden confundirse con muros divisorios; la diferencia principal se da en las dimensiones ya que un muro estructural tendr \acute{a} mayores dimensiones, tambi \acute{e} n es aconsejable verificar la continuidad en los diferentes pisos.

Figura 9. Ejemplo de refuerzo con muros estructurales al edificio de Livianos



Fuente: Autores del proyecto

- ♦ Registro de Divisiones de Áreas: con el fin de delimitar las áreas cuando éstas son destinadas a usos diferentes se utilizan las divisiones arquitectónicas, que pueden ser de varios tipos como muros divisorios en mampostería, divisiones modulares, divisiones en madera, en reja o acrílicas. Para hacer el levantamiento de las divisiones se procedía a entrar a cada uno de los espacios para verificar las dimensiones, así como el tipo de divisi $\acute{o$ n arquitectónica.

Cuando las áreas no tienen una frontera visible si no que son límites imaginarios, para realizar la división por áreas es necesario seguir un criterio lógico, en ese caso se debe tener en cuenta aspectos como el espacio de trabajo de una persona o un grupo, o si cambia el uso que se le da al área, entre otros.

Figura 10. Tipos de divisiones Arquitectónicas encontradas



Divisiones en Mampostería

Divisiones Modulares

Divisiones en Madera

Divisiones en Reja

Fuente: Autores del proyecto

- ◆ Registro de elementos arquitectónicos: como ya se ha mencionado uno de los objetivos del SIG UIS es facilitar la administración de los recursos físicos

de la Universidad, para esto se quiere contar con información como áreas de pintura y áreas de piso que sean útiles a la hora de realizar mantenimiento a la planta física de la Universidad; para registrar áreas de pintura lo más aproximado posible se hacía necesario restar el área de elementos arquitectónicos como ventanas y puertas, para hacer el registro de estos elementos se utilizó una base de datos sencilla la cual fue de fácil manejo al momento de hacer el cálculo de áreas de pintura.

Figura 11. Base de Datos empleada para elementos arquitectónicos

Cod. Área: _____		Edificio: _____					
VENTANAS	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	PUERTAS	Tipo 1	Tipo 2
Alto:					Alto:		
Ancho:					Ancho:		
Cantidad:					Cantidad:		
Descripción:					Descripción:		

Fuente: Autores del proyecto

- ◆ Verificación de Perímetros: luego de medir el interior de la edificación el último paso es el chequeo de la geometría externa del edificio, con esto se comprobará que las medidas sean correctas y permitirá en el momento en que se ensamble el plano general de la Universidad tener el espacio total que ocupa cada edificio.

2.3 ACTUALIZACIÓN DE PLANOS ARQUITECTONICOS

Después del proceso en campo empieza el trabajo de oficina con la digitalización de la información gráfica obtenida, empleando Autodesk Map® 3D 2006.

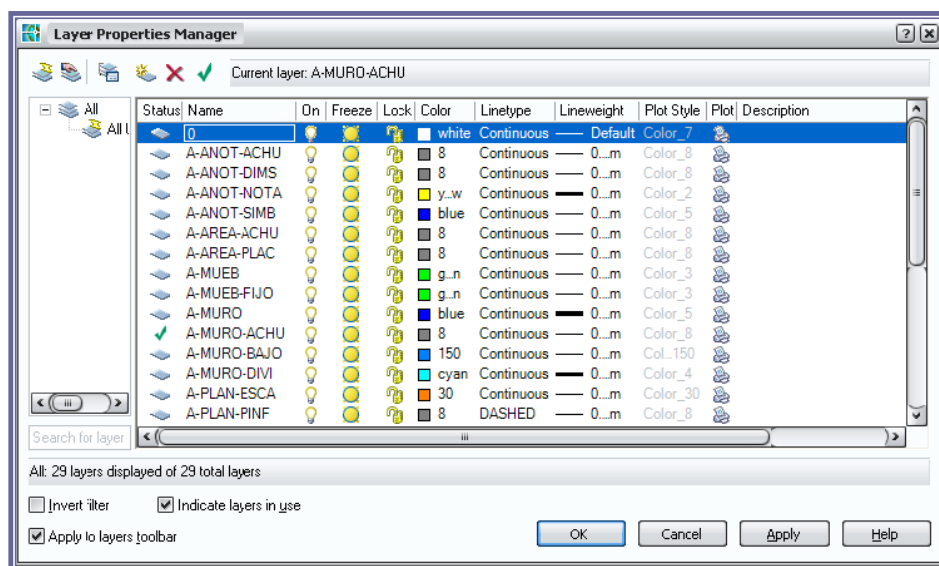
2.3.1 Proceso de Digitalización.

Este proceso consiste en transformar la información análoga que se recolectó en campo a un formato digital.

Buscando que exista uniformidad en la información que maneja la Oficina de Planeación de la UIS se creó el Manual para la Normalización y Estandarización de la Cartografía Digital de la UIS donde se definen las capas y bloques de una manera estandarizada que facilite la comprensión y utilización de los planos.

Con el fin de organizar por categorías los elementos de un plano se crean las capas o layers a los cuales fácilmente se les pueden dar características como color, tipo de línea y grosor de línea. La definición de las capas con los nombres y características de acuerdo con el Manual para la Normalización y Estandarización de la Cartografía Digital de la UIS es el primer paso en el proceso de digitalización.

Figura 12. Definición de capas en Autodesk Map®

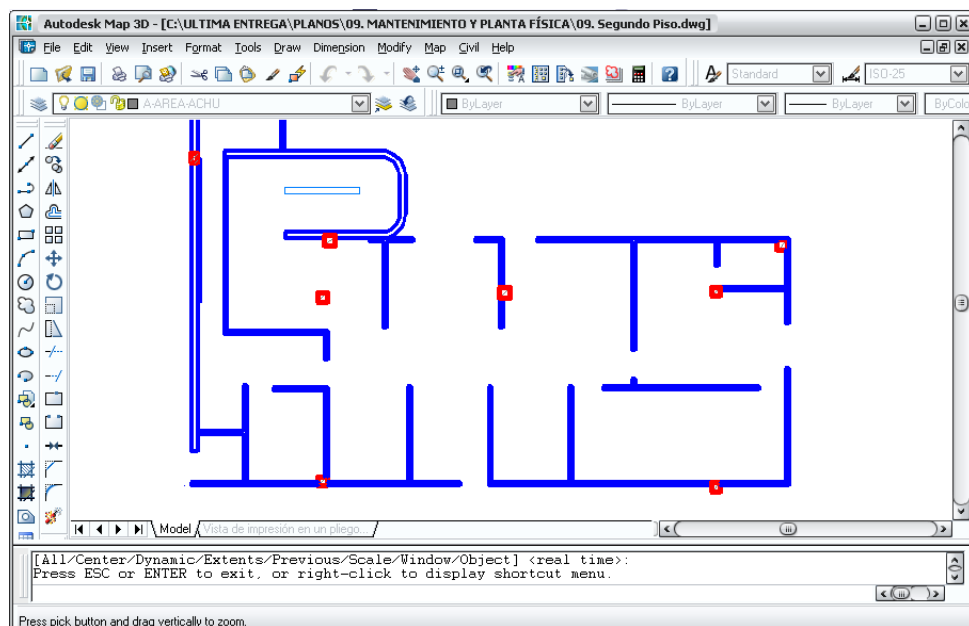


Fuente: Autores del proyecto

No hay una secuencia ni pasos establecidos para realizar una digitalización de un plano arquitectónico, pero si algunas sugerencias tratando de llevar un orden lógico que va desde los elementos que sirven como esqueleto al plano, es decir elementos constructivos, hasta llegar a los detalles y amoblamiento.

PASO 1: Es aconsejable empezar por los elementos estructurales, escaleras y muros, pues estos servirán para la delimitación del perímetro total del edificio y también de las áreas interiores.

Figura 13. Proceso de digitalización, Paso 1: elementos constructivos

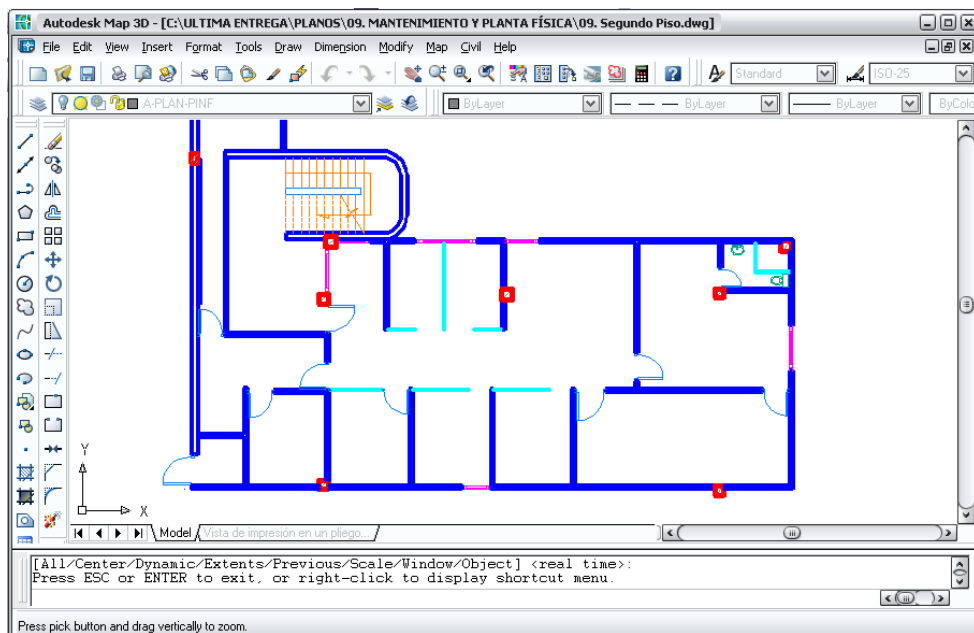


Fuente: Autores del proyecto

PASO 2: Luego se van añadiendo todos los tipos de divisiones arquitectónicas que se hayan encontrado y otros elementos como puertas y ventanas.

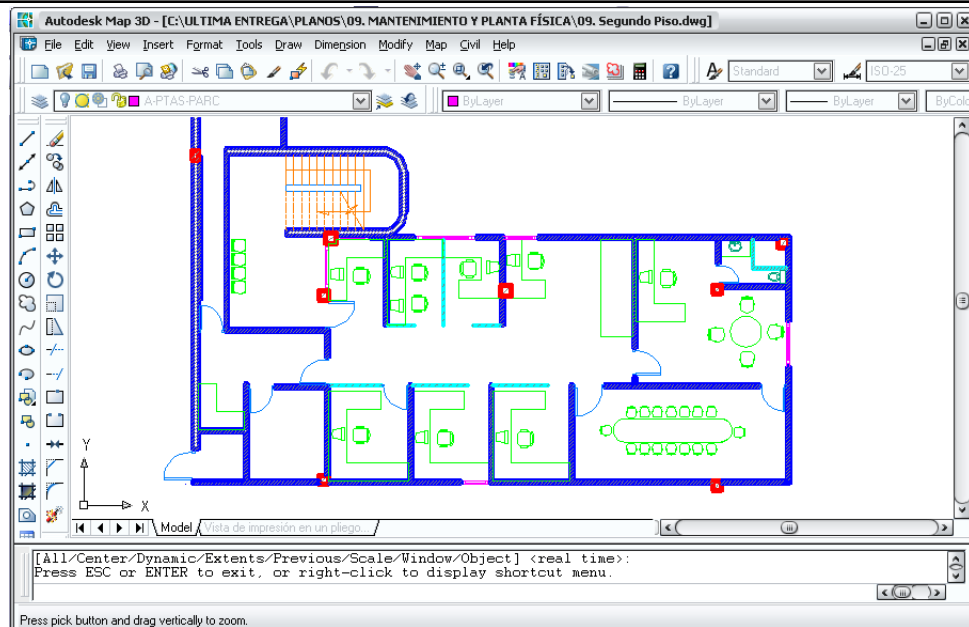
PASO 3: El siguiente paso es realizar la inserción de los bloques que representan principalmente el amoblamiento de los espacios y por último realizar todos los achurados de muros.

Figura 14. Proceso de digitalización, Paso 2: elementos arquitectónicos



Fuente: Autores del proyecto

Figura 15. Proceso de digitalización, Paso 3: inserción de bloques



Fuente: Autores del proyecto

2.3.2 Errores encontrados en el proceso de medición y verificación en campo.

Realizar la actualización de la cartografía digital de la UIS era una necesidad evidente puesto que ésta se convierte en la base de los datos de entrada al SIG por lo que se requiere que sean confiables, los errores encontrados en proceso de medición se pueden resumir en los siguientes casos:

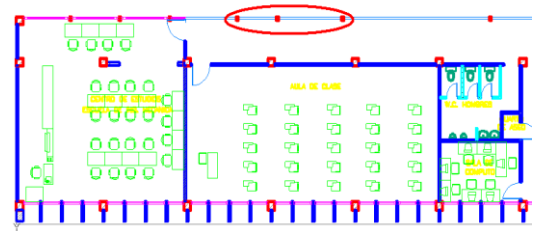
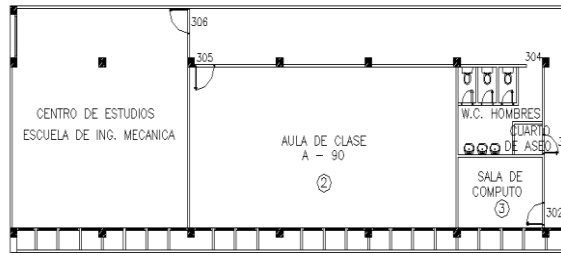
- ◆ Elementos estructurales no registrados: los elementos constructivos, como se sabe, no es algo que sea cambiante para una edificación, solo en el caso preciso de un refuerzo estructural o una ampliación se realizan modificaciones a éstos. Por esta razón el hecho que se encuentren errores de este tipo es bastante grave, pues es indispensable que la información estructural que se tenga sea veraz, pues en el caso de que esta se utilice para realizar un modelamiento del comportamiento de la estructura, si no coincide con lo realmente construido no tendrá ninguna validez.

Algunos de los casos encontrados en la zona 4 de elementos estructurales no registrados, fueron:

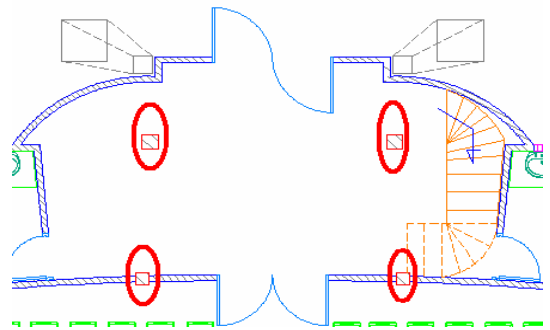
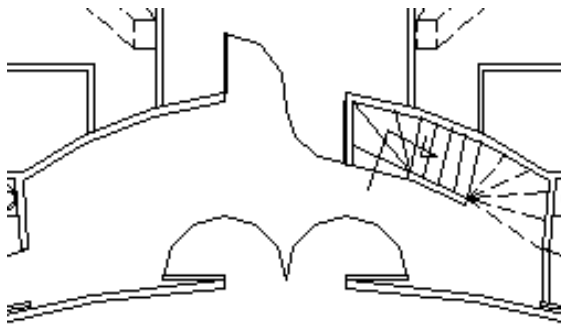
- Edificio de Ingeniería Mecánica: se localizaron varias columnetas de los balcones del segundo y tercer piso ya que en los anteriores planos no aparecían registradas.
- Aula Máxima de Mecánica: al interior del auditorio se ubicaron cuatro columnas que se encontraron y que no estaban registradas en los planos.
- Edificio Camilo Torres: se encontró diferencia entre la dimensión de las columnas registradas en los planos iniciales en los cuales aparecía que las columnas eran de 40*40 cm y lo que se encontró en campo fueron columnas de dimensiones 45*45 cm.
- Edificio Laboratorio de Livianos: las columnas del sistema estructural del edificio tienen una dimensión de 45*45 cm, y no de 50*50 cm como se mostraba en los planos antiguos. En los ejes 5 y 8 existe doble columna de dimensión 45*45 cm y también doble muro de 15 cm de espesor cada uno, en los planos existentes no aparecían registrados estos elementos. Se registró el refuerzo hecho al edificio debido a la construcción de los laboratorios del cuarto piso, los cuales consisten en muros estructurales o pantallas en los pisos 1, 2 y 3 en los ejes donde existe doble columna.

Figura 16. Elementos Estructurales No Registrados

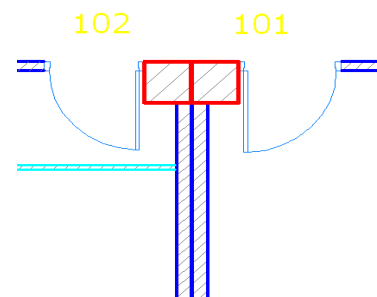
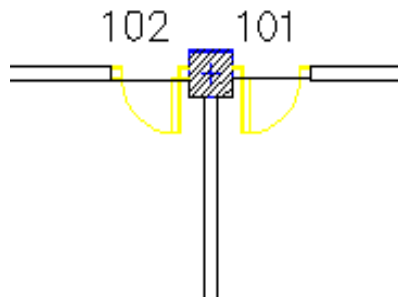
Edificio de Ingeniería Mecánica



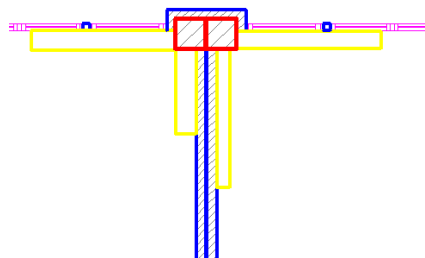
Aula Máxima de Mecánica



Laboratorio de Livianos: registro de doble columna



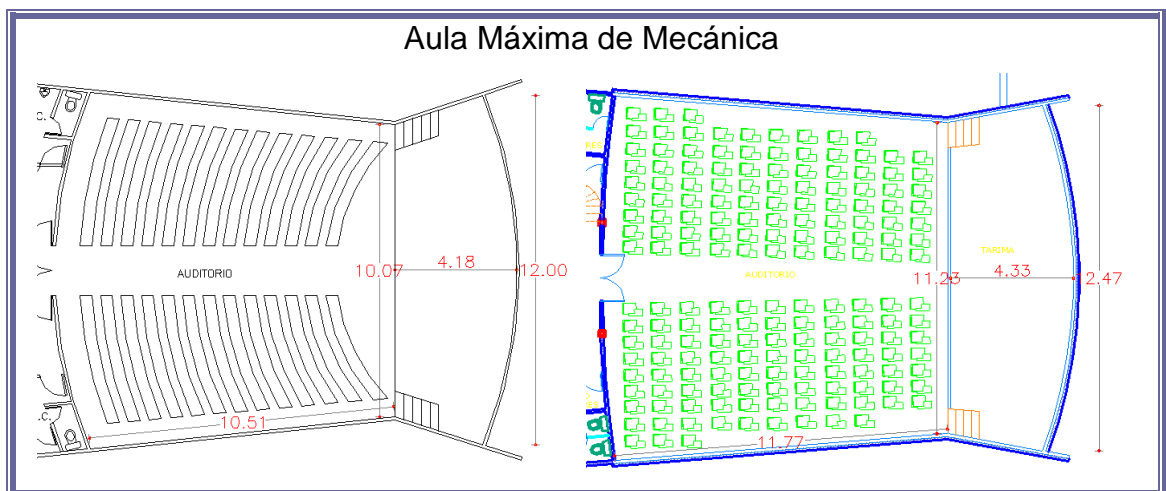
Laboratorio de Livianos: refuerzo con muros estructurales



Fuente: Autores del proyecto

- ◆ Errores en las dimensiones de los espacios: este error fue bastante común en el levantamiento que se le hizo a los edificios de la zona 4, los errores en las dimensiones de los espacios traen como consecuencia cambios de áreas que pueden ser significativos en ocasiones. El caso más representativo se dio en el Aula Máxima de Mecánica, se comprobó que algunas medidas internas estaban incorrectas, lo cual da lugar a un cambio de área de aproximadamente 27 m². Fueron rectificadas la totalidad de las medidas de la tarima, el largo del auditorio se verificó que era 1.26 m más que lo registrado.

Figura 17. Errores en las dimensiones de los espacios

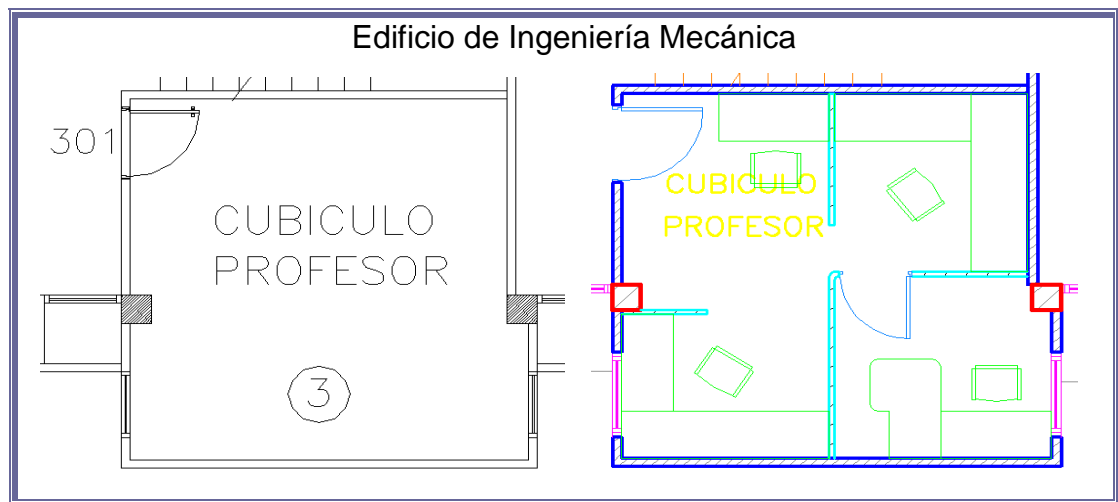


Fuente: Autores del proyecto

- ◆ Divisiones en los espacios sin registrar: ciertos cambios en la planta física de la universidad se realizan sin que se comuniquen y se tenga registro en la Oficina de Planeación, por esto fue muy común encontrar divisiones a los espacios que no se encontraban consignadas en los planos, especialmente de tipo modular pues estas son una opción sencilla, económica y agradable a la vista, que se emplea principalmente para delimitar espacios en oficinas.
- ◆ Cambios de uso a los espacios: ocurre muy comúnmente que se realicen cambios de uso a los diferentes espacios de la Universidad, por ejemplo que

un aula de clase se convierta en sala de cómputo, se traslade hacia otro sitio un laboratorio u oficina, oficinas se conviertan en grupos de investigación, etc., en el levantamiento en campo se recolectó información para que el SIG sea alimentado con datos reales de la utilización de los espacios dentro de los edificios, así como de la capacidad de éstos.

Figura 18. Divisiones en los espacios sin registrar



Fuente: Autores del proyecto

2.4 CREACIÓN DE BASES DE DATOS

2.4.1 Captura de Datos No Espaciales.

Al mismo tiempo que se iba recolectando los datos espaciales en campo, se iba realizando la captura de datos no espaciales. Los datos no espaciales son los atributos de las áreas pertenecientes a cada edificio y definen las características del espacio, en este caso para el SIG UIS son de interés las características que sirvan para la administración de los recursos tanto físicos como humanos, para la recolección de esta información se utilizó un formato establecido por la Oficina de Planeación (Ver Figura 19), el cual se iba diligenciando a medida que se iban realizando las mediciones en los espacios y cuando se ingresaba a cada uno de

ellos, parte de esta información podía diligenciarse observando las características pero otra información, como la relacionada con el personal, requería encuestar directamente a las personas encargadas del área; a continuación se muestra el Formato de Recolección de Datos y se explican los campos que este contiene.

Primero el formato incluye información que sirve de identificación al área, como localización del edificio, nivel, código de área y UAA. Contiene también espacio para la información a cerca del personal encargado del área de trabajo junto con sus datos de identificación como cédula y carné de la universidad, a corto plazo esta información se utilizará para asignar a cada área un responsable y en un futuro para la vinculación de cualquier otra base de datos sobre el recurso humano con que cuente la Universidad. Por último el formato contiene una parte para consignar características como tipo de piso, tipo de pintura y cerramiento, esta información será útil a la hora de realizar remodelaciones y mantenimiento a la planta física pues cuando éstos se vayan a realizar ya no será necesario ir hasta el sitio si no que el SIG contendrá la información necesaria como áreas de pintura y áreas de piso que permitirán conocer la cantidad de material necesario para llevar a cabo la remodelación. En el campo tipo de piso debe especificarse lo mejor posible, si se trata de piso en baldosa el tipo, el color y dimensiones o especificar cualquier otro material del que esté hecho el piso. En el tipo de pintura si se trata de pintura de agua o aceite. Y en el tipo de cerramiento, como ya se mencionó, si es en mampostería, con división modular, en madera, en reja o en acrílico.

Figura 19. Formato de Recolección de Datos

1. Localización

Ingeniería					
Edificio:	<u>Mecánica</u>	Nivel:	<u>01</u>	Cod. Área:	<u>103</u> U.A.A: <u>6560</u>
2. Personal					
C.C:	<u>63'545.680</u>	Carnet:	<u>1584</u>	Nombre:	<u>Claudia Pérez</u> Dedicación: <u>Secretaria</u>
3. Descriptores Área					
	Piso	Pintura:			
Tipo:	<u>Cerámica Blanca 40*40</u>	Tipo:	<u>Pintura de agua</u>	Cerramiento:	<u>Mampostería y división modular</u> Capacidad: <u>1</u>
Área:	<u></u>	Área:	<u></u>	Descripción:	<u>Puesto de trabajo secretaria</u>

Fuente: Oficina de Planeación UIS

2.4.2 Bases de Datos en Microsoft® Office Access.

Una base de datos es una recopilación de información relativa a un asunto o propósito particular, como la información del personal vinculado laboralmente a una empresa o el inventario de equipos con que cuenta una organización. Microsoft® Office Access es un programa creado para controlar y administrar la información a través de bases de datos. Para llevar a formato digital la información recogida en campo en el Formato de Recolección de Datos se utilizó éste programa, el cual permite de una manera sencilla almacenar la información y atributos de los espacios para luego ser vinculados con la información espacial que será llevada a formato Shape.

En general, los datos espaciales tienen atributos no espaciales relacionados, por lo que alguna conexión entre los dos tipos de información debe establecerse, esto se logra con un identificador o llave primaria, la cual debe ser única e irrepetible y debe estar contenida tanto en los datos espaciales como en los no espaciales.

Como llave primaria de la base de datos se utilizó una cadena de diez dígitos con los que se etiquetan y nomencian las áreas, las nomenclaturas se asignan en sentido horario. Los dos primeros dígitos representan la sede, los dos siguientes el numero del edificio, los dígitos cinco y seis el nivel, los dígitos siete y ocho la agrupación en un área mayor y los últimos dos las subdivisiones de áreas.

Figura 20. Codificación de áreas



Fuente: Diseño SIG UIS, Documento de la Oficina de Planeación

El ejemplo de la Figura 20 corresponde a un área ubicada en el campus central de la UIS identificado con 01, en el edificio de administración identificado con 03 y ubicado en el cuarto nivel.

Teniendo en cuenta que los muros y columnas que conforman los elementos constructivos, ocupan un área importante, también se debe realizar un identificador para estos, el cual sigue las mismas reglas anteriores pero al inicio se agregan las letras EC (Elemento Constructivo) y la nomenclatura se realiza de afuera hacia adentro.

Figura 21. Codificación de elementos constructivos



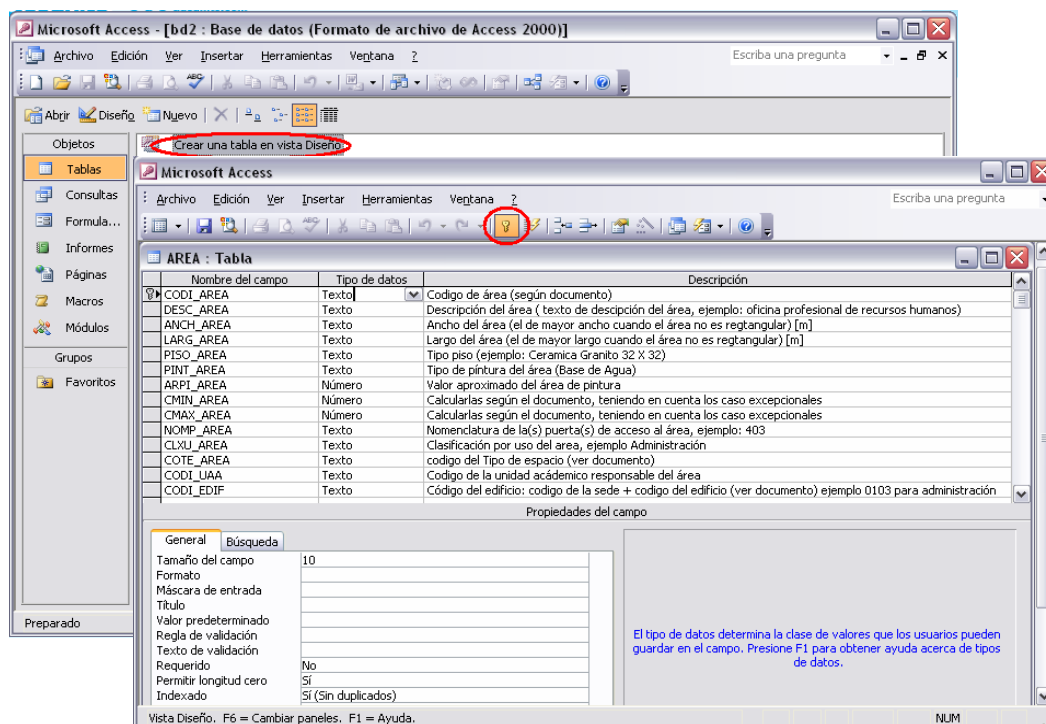
Fuente: Diseño SIG UIS, Documento de la Oficina de Planeación

A continuación se ilustrará el proceso que se realizó para la creación de la base de datos que almacenará la información que se recogió en campo sobre el recurso

físico; la información que se recolectó sobre el recurso humano se elaborará las bases de datos en otra etapa del proyecto SIG UIS.

Para la creación de bases de datos en Microsoft® Office Access se recomienda la opción Crear una tabla en vista de Diseño, al escoger esta opción se despliega una pantalla en la que es posible definir el nombre de cada campo, el tipo de datos esto se refiere si es Texto (combinación de texto y número hasta 255 caracteres), Memo (combinación extensa de texto y número hasta 65535 caracteres), Numérico (datos numéricos utilizados en cálculos matemáticos) y permite realizar también una descripción del campo lo cual es una explicación sobre lo que debe contener el campo, muy útil para quien está introduciendo la información.

Figura 22. Creación de una base de datos en vista en Diseño



Fuente: Autores del proyecto

A continuación se muestra la definición de los campos que se utilizaron para la elaboración de las bases de datos correspondientes a cada nivel de los diferentes edificios de la zona 4.

El campo CODI_AREA corresponde a la nomenclatura de las áreas y como ya se dijo es la llave primaria que servirá de vínculo con los datos espaciales, para definirla se debe escoger el campo que corresponde, en este caso CODI_AREA y después hacer clic sobre el símbolo de clave principal en el menú de herramientas. Después se pasa a la Vista de hoja de datos (Ver Figura 23) donde se empiezan a llenar los diferentes campos que se habían definido anteriormente, teniendo en cuenta de no repetir el valor de la llave principal.

Tabla 1. Tabla de Áreas

Nombre del Campo	Tipo de datos	Descripción
CODI_AREA	Texto (10)	Identificador del área.
DESC_AREA	Texto (8)	Descripción del área. Debe hacerse tipo oración ejemplo: Oficina profesional de recursos humanos.
ANCH_AREA	Real (4)	Ancho del área en metros, si el área no es rectangular debe tomarse el mayor valor con precisión de dos decimales, ejemplo: 21,43
LARG_AREA	Real (4)	Largo del área en metros, si el área no es rectangular debe tomarse el mayor valor con precisión de dos decimales, ejemplo: 11,03
PISO_AREA	Texto (30)	Describe el tipo de piso, debe hacerse tipo oración siguiendo el siguiente formato [tipo piso dimensión] ejemplo: Cerámica granito 32X32
PINT_AREA	Texto (20)	Describe el tipo de pintura que cubre las fachadas de las diferentes unidades estructurales, deben hacerse en formato tipo oración, ejemplo: Base de Agua, Base de Aceite, Laca, etc.
ARPI_AREA	Real (4)	Representa el valor aproximado del área de pintura con precisión de dos decimales; en el caso de los módulos mobiliarios no existe éste valor dado que no necesitan de este tipo de

		materiales para su preservación. Ejemplo: 14,05
CMIN_AREA	Entero (3)	Hace referencia a la capacidad mínima del área, se utiliza para salones de clase y se calcula: $\text{área}/1.5$.
CMAX_AREA	Entero (3)	Hace referencia a la capacidad mínima del área, se utiliza para salones de clase y demás elementos que lo ameriten, se calcula: $\text{área}/1.2$; cuando se tratan de oficinas administrativas la capacidad tanto máxima como mínima debe ser uno.
NOMP_AREA	Texto (10)	Nomenclatura de las puertas, por las cuales se tiene acceso a esa área. Si son varias se separan con “;”. Ejemplo: 403
CLXU_AREA	Texto (2)	Clasificación por uso del área, ejemplo si es administrativa se escribe 01.
COTE_AREA	Texto (4)	Codificación del tipo de espacio según anexos. Ejemplo: para un espacio de un decano es D001.
CODI_UAA	Texto (4)	Código de la unidad académico administrativa responsable de área, ejemplo: 3160 división de planta física.
CODI_EDIF	Texto (4)	Código del edificio. Ejemplo 03 para administración.

Fuente: Diseño SIG UIS, Documento de la Oficina de Planeación

Figura 23. Vista de hoja de datos en Microsoft® Office Access

CODI_AREA	DESC_AREA	PISO_AREA	PINT_AREA	ARPI_AREA	CMIN_AREA	CMAX_AREA	INOMP_AREA
0117020201	Cuarto del servidor de la Escuela de Matemáticas	Baldosa Blanca 30x30	Base de Agua	10.73	1	1	202
0117020301	Oficina de profesor	Tableta Verde 20x20	Base de Agua		1	1	203
0117020401	Oficina de profesor	Tableta Verde 20x20	Base de Agua	11.25	1	1	204
0117020501	Oficina de profesor	Tableta Verde 20x20	Base de Agua	11.25	1	1	205
0117020601	Oficina de profesor	Tableta Verde 20x20			1	1	206
0117020701	Oficina de profesor	Tableta Verde 20x20	Base de Agua	10.73	1	1	207
0117020801	Baño de hombres	Tableta Naranja 20x20	Base de Agua	48.88	8	8	208
0117020901	Cuarto de asno	Tableta Naranja 20x20	Base de Agua	24.36	1	1	209
0117021001	Baño de mujeres	Tableta	Base de Agua	47.17	6	6	210

Fuente: Autores del proyecto

El resultado es una Tabla que contiene todos los campos necesarios de los atributos de un área, que posteriormente se vinculará con los datos espaciales cuando se realicen las topologías y después la exportación a formato shape.

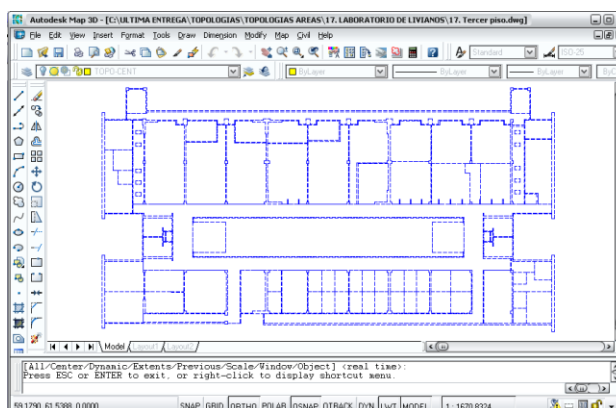
2.5 REALIZACIÓN DE TOPOLOGÍAS Y EXPORTACIÓN A FORMATO SHAPE

2.5.1 Delimitación de áreas.

Los planos arquitectónicos se convierten en la base para hacer las delimitaciones de las áreas, como ya se dijo un área puede delimitarse por un límite físico como un muro en mampostería, una división modular, en madera, acrílica o en reja, o también por una frontera virtual con un criterio lógico como el área de trabajo de una persona o un grupo, o por el cambio de uso de un espacio.

A partir de un plano arquitectónico se realiza en una capa diferente el esqueleto que servirá para la realización de las topologías. Las características de esta capa como su nombre, color, tipo y grosor de línea también están definidas en el Manual para la Normalización y Estandarización de la Cartografía Digital de la UIS. El resultado es un plano que por su sencillez servirá para dar inicio al proceso de creación de topologías.

Figura 24. Capa utilizada para la creación de topologías



Fuente: Autores del proyecto

2.5.2 Creación de Topologías.

Teniendo una representación de la realidad a través del un plano como el de la Figura 33 se da inicio al proceso de crear las topologías, en este caso se realiza una topología de polígonos pues todas las áreas, ya sean salones, oficinas, laboratorios se representan por polígonos.

El proceso empieza con la realización de la Limpieza del Dibujo, esta opción proporciona varias herramientas que permiten convertir los datos digitalizados o dibujados de forma imprecisa en información completa y adecuada para su uso en trabajos de cartografía y topología. Este paso es indispensable pues si Autodesk Map® detecta algún error en la digitalización no permite la creación de la topología.

Entre los errores más frecuentes se encuentran: (Ver Figura 25)

- ◆ Mapas digitalizados en exceso: la digitalización excesiva se produce cuando un área de gran tamaño se digitaliza con un alto grado de detalle. La acción de limpieza que soluciona esto es Simplificación de Objetos (Simplify objects) el cual reduce la complejidad innecesaria en líneas de contorno

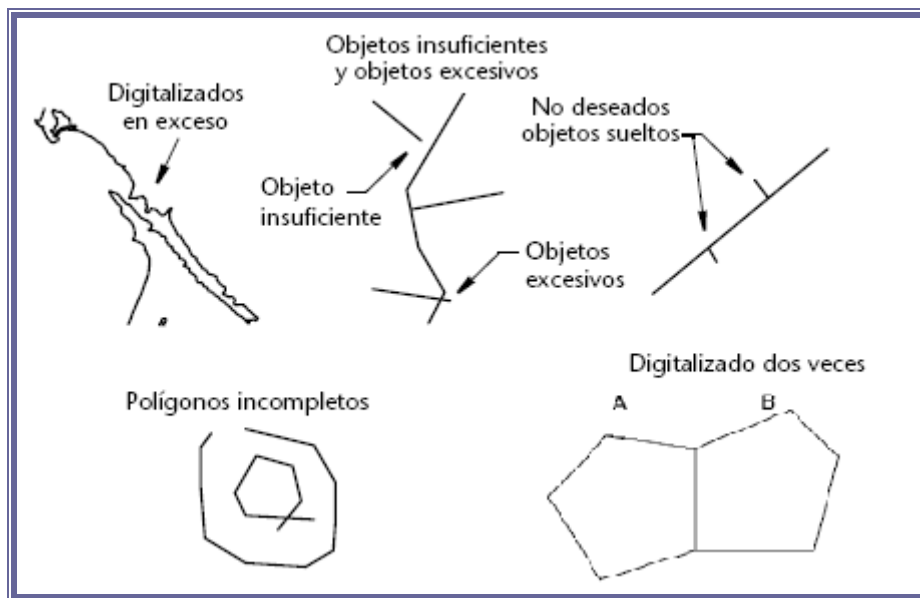
- ◆ Objetos insuficientes, objetos excesivos u objetos sueltos no deseados: varias acciones de limpieza existen para corregir estos errores, como Partir objetos cortados (Break crossing objects), Borrar objetos cortos (Erase short objects), Alargar objetos insuficientes (Extend undershoots) y Borrar objetos sueltos (Erase danling objects).

- ◆ Polígonos o polilíneas abiertos e incompletos: frecuentemente estas aberturas son mínimas y no se ven a simple vista, se utiliza la acción Alargar

objetos insuficientes (Extend undershoots) y Corrección de nodos (Snap clustered nodes).

- ♦ Líneas duplicadas: por ejemplo, las parcelas o áreas cerradas que comparten contornos pueden tener líneas duplicadas en dichos contornos. La acción de limpieza que soluciona este error se llama Supresión de duplicados (Delete duplicates).
- ♦ Nodos Agrupados y Seudonodos: los seudonodos son nodos que unen solamente dos objetos lineales. La opción Dissolver Seudonodos (Dissolve Pseudos Nodes) elimina los nodos que se encuentran en las intersecciones de dos objetos lineales, pero deja el vértice en su lugar.

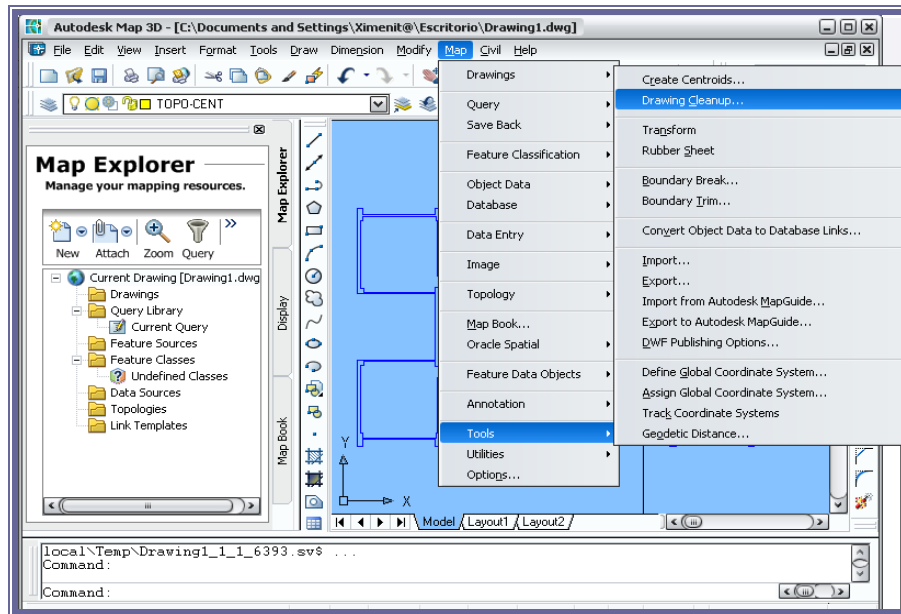
Figura 25. Tipos de errores en la digitalización



Fuente: Autores del proyecto

La opción de Limpieza del dibujo en Autodesk Map® se encuentra en el menú “Map” luego “Tools” y la opción “Drawing Cleanup”

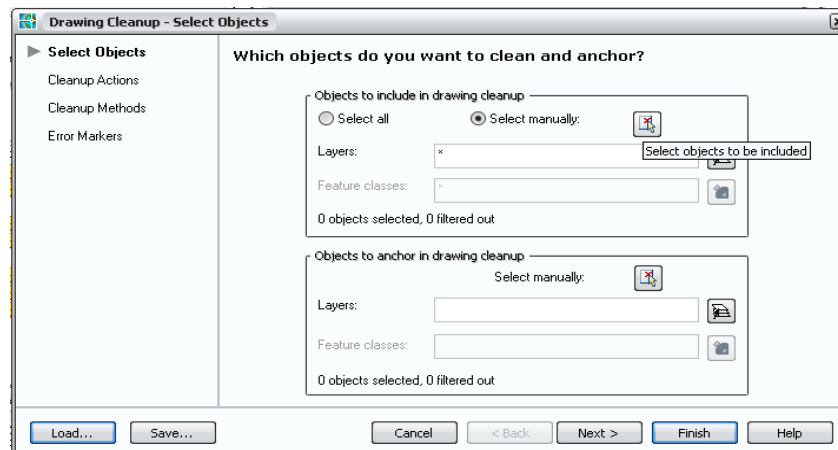
Figura 26. Opción de limpieza en Autodesk Map®



Fuente: Autores del proyecto

Se despliega un cuadro de diálogo en el que se realizan tres pasos, el primero es "Select Objects" donde se seleccionarán las capas a las que se le realizará la limpieza y se puede escoger manualmente en qué parte del dibujo se realizará dicha limpieza.

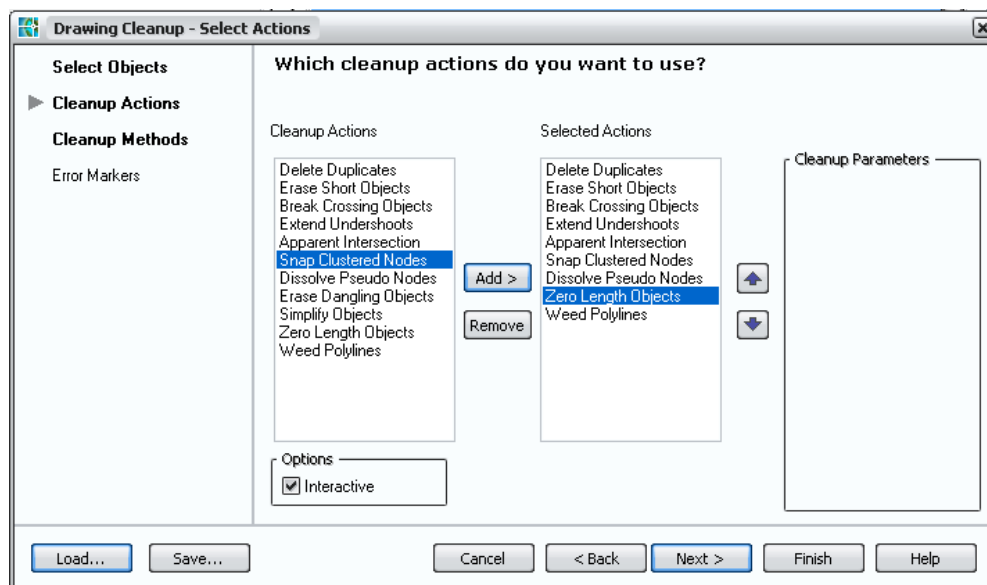
Figura 27. Primer paso del cuadro de diálogo para realizar Limpieza al dibujo



Fuente: Autores del proyecto

El segundo paso es “Cleanup Actions” donde se escogen todas las acciones de limpieza que se desean realizar, se pueden realizar todas al tiempo o una por una, es aconsejable realizar Simplificar objetos de manera individual y primero que las demás acciones; también se puede escoger la forma de realización de la limpieza si automática o de forma interactiva, cuando se escoge la forma interactiva se utilizan marcas de error para hacerlos más visibles y de más fácil identificación.

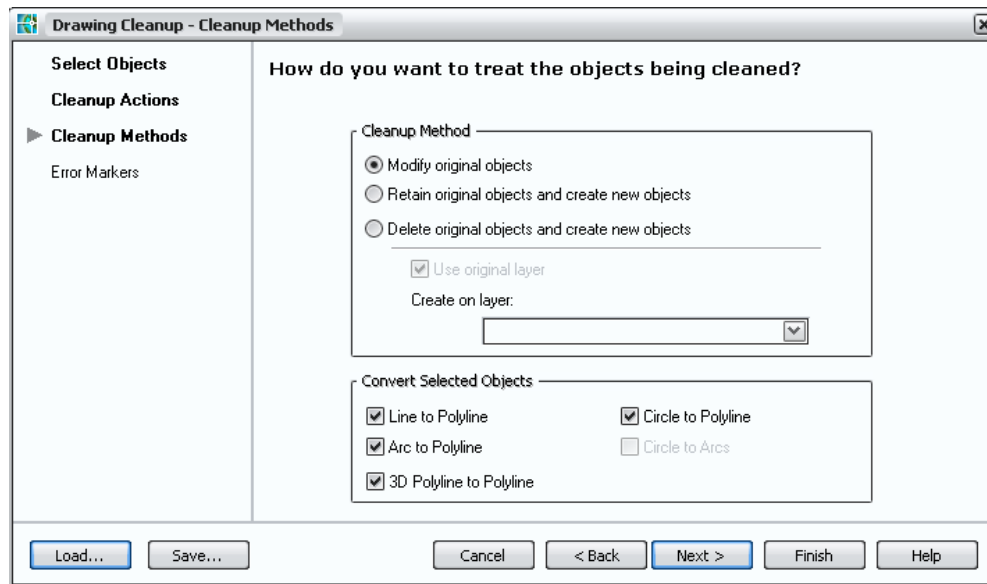
Figura 28. Segundo paso del cuadro de diálogo para realizar Limpieza al dibujo



Fuente: Autores del proyecto

Un tercer paso es “Cleanup Methods” consiste en definir los métodos de limpieza y se debe escoger la opción “Modify original objects” y en la selección de objetos a convertir (Convert Selected Objects) se deben escoger todas las opciones disponibles (líneas, arcos, círculos y polilíneas 3d).

Figura 29. Tercer paso del cuadro de diálogo para realizar limpieza al dibujo



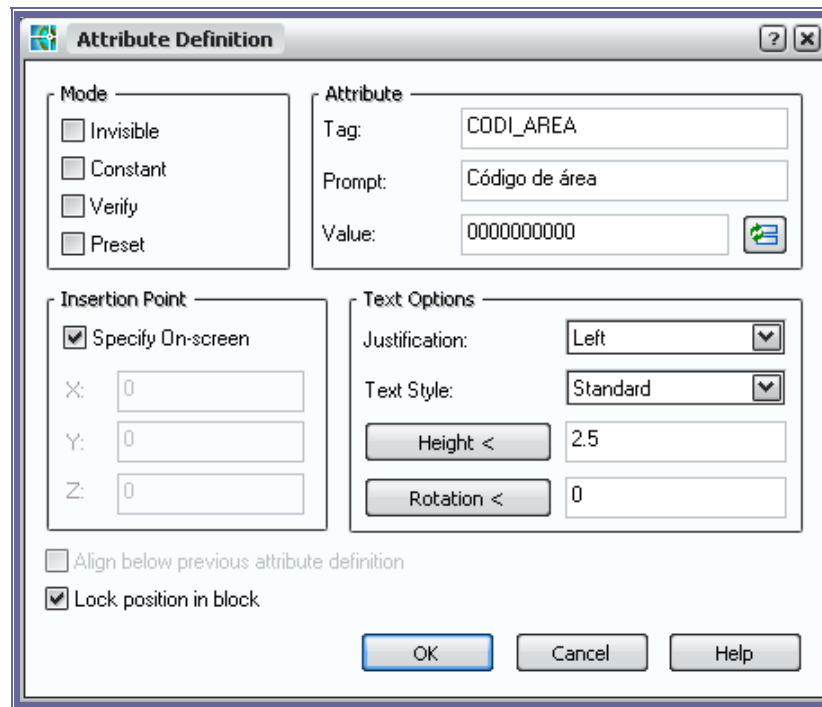
Fuente: Autores del proyecto

Después de terminar la Limpieza del dibujo, se prosigue a asignarle a las diferentes áreas el identificador que servirá como llave primaria para realizar la vinculación con la base de datos que se tiene en Microsoft Office Access®. Este identificador es un Bloque con Atributos que estará compuesto por un punto de inserción y la cadena de 10 dígitos que se definió para nomenciar las áreas (Ver 2.4.2).

Para realizar la definición de un atributo, se va al menú Draw- Block- Define Attributes en el cuadro de diálogo que se despliega se deben definir tres parámetros del atributo:

- Tag: este es el valor que va a pedir el bloque cuando sea insertado, debe contener el mismo nombre de la llave primaria de la base de datos, en nuestro caso corresponde al campo CODI_AREA.
- Prompt: es una descripción del atributo o tag, sirve solo de explicación para quien digita el valor.
- Value: es un valor por defecto en caso de que no se digite ningún valor por el usuario.

Figura 30. Definición de atributos



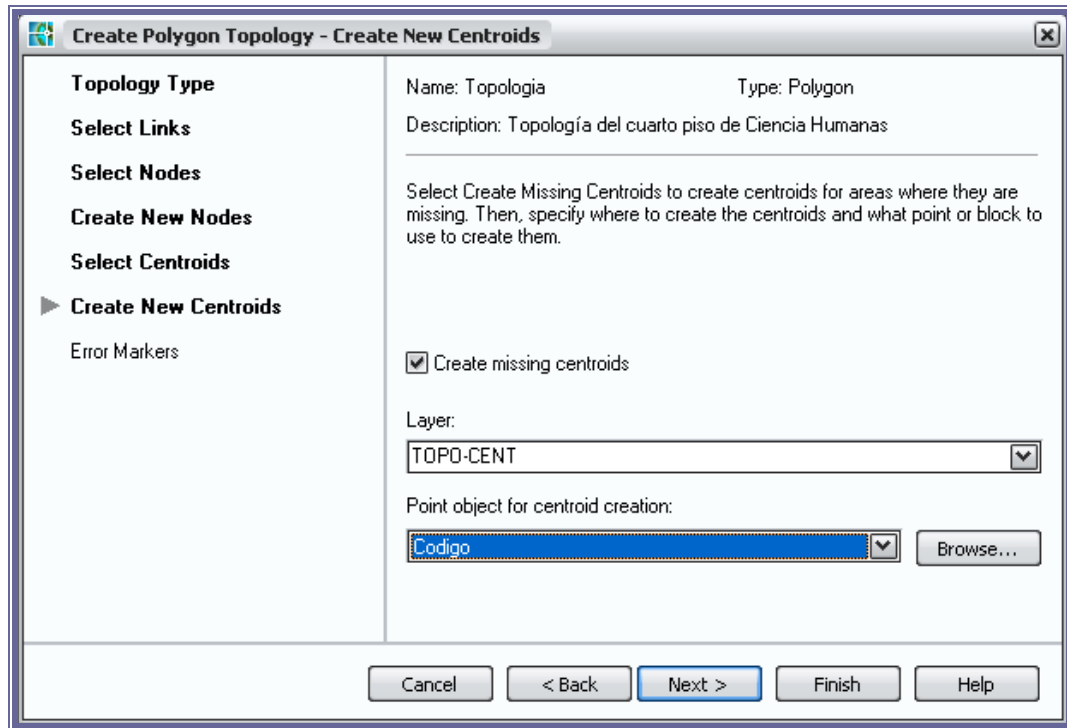
Fuente: Autores del proyecto

Una vez creado el atributo se debe crear el bloque junto con el punto de inserción, este bloque se crea con el comando “block”, y se utilizará más adelante cuando se creen los centroides de todas las áreas, en la realización de la topología que se explicará a continuación.

Para la creación de la topología se acude al menú “Map” luego la opción “Topology” y por último “Create” y se extiende un cuadro de diálogo en el que deben seguirse siete pasos para lograr la creación de la topología; el Paso 1 llamado “Topology type”, es donde se debe dar un nombre a la topología y escoger el tipo, puede ser de Nodos, de Redes o Polígonos, en este caso se trata de topología de polígonos. En el Paso 6 “Create New Centroids”, se escoge la opción crear centroides perdidos, en ellos se ubicará el bloque con atributos creado para asignar la nomenclatura, la escogencia del bloque se realiza en la

opción “Point object for centroid creation” también debe escogerse la capa en la que se colocarán los centroides.

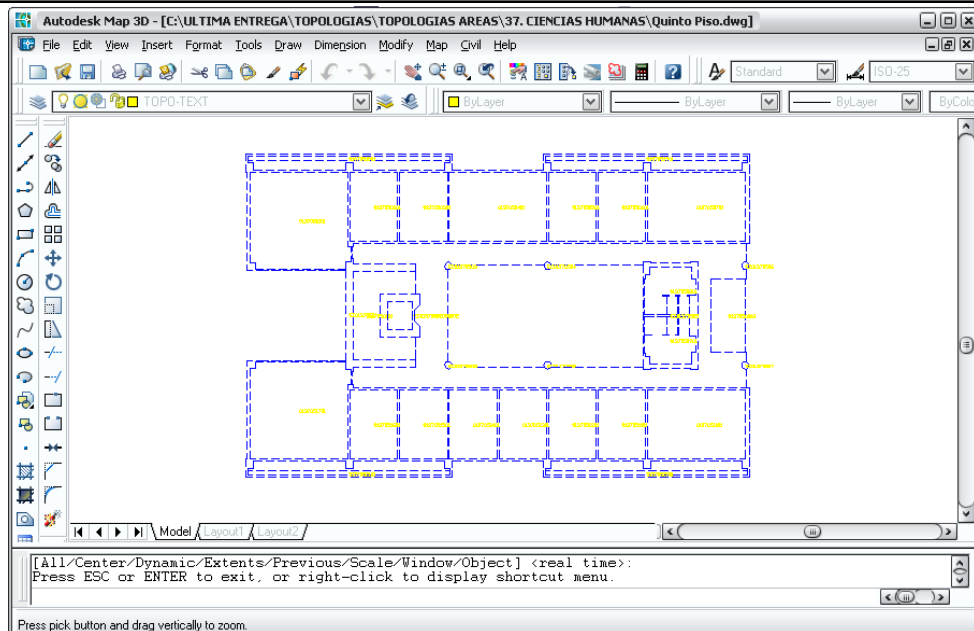
Figura 31. Cuadro de diálogo para la creación de topologías



Fuente: Autores del proyecto

Si la topología se crea correctamente se muestra en el cuadro de Map Explorer el nombre que se estableció y también se asignarán los centroides respectivos con el valor por defecto, el cual se tendrá que modificar manualmente.

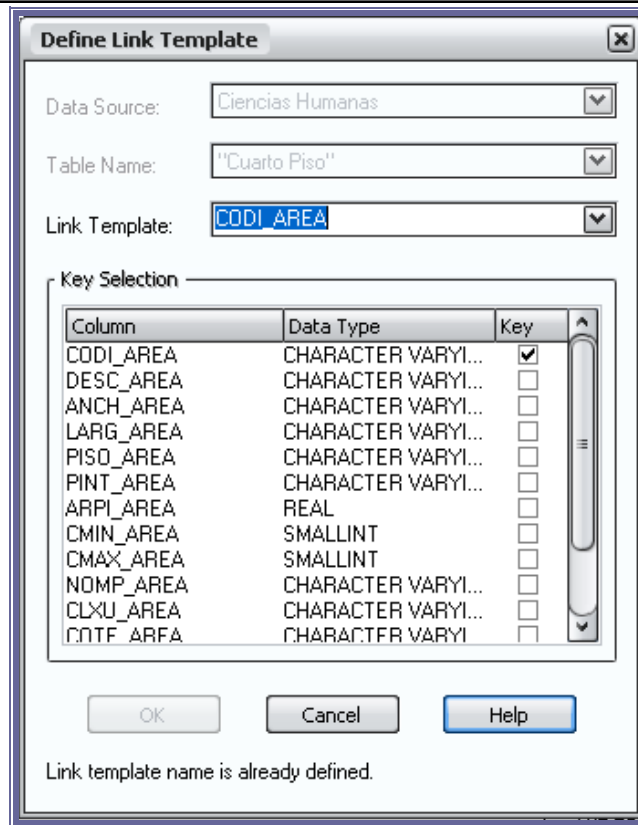
Figura 32. Topología creada



Fuente: Autores del proyecto

Para que la información espacial contenida en el plano con topologías pueda vincularse con la información No espacial, es necesario que se adjunte la base de datos. En el cuadro Map Explorer se encuentra la opción "Data Source", al hacer clic derecho se escoge "Attach" aparece un cuadro donde se debe buscar el nombre de la base de datos que contenga la información deseada, en este caso la base de datos está en formato *.mdb de Microsoft® Office Access. En el cuadro de Map Explorer se mostrará el nombre de la base de datos adjuntada con todas las tablas que contenga, la tabla que corresponda a la topología creada debe crearse un "Link Template" haciendo clic derecho sobre la tabla adecuada, que permitirá la vinculación de la topología y la base de datos. En el cuadro de diálogo que se despliega debe darse un nombre al "Link Template" y escogerse la llave primaria de la base de datos, en este caso CODI_AREA.

Figura 33. Definición del Link Template

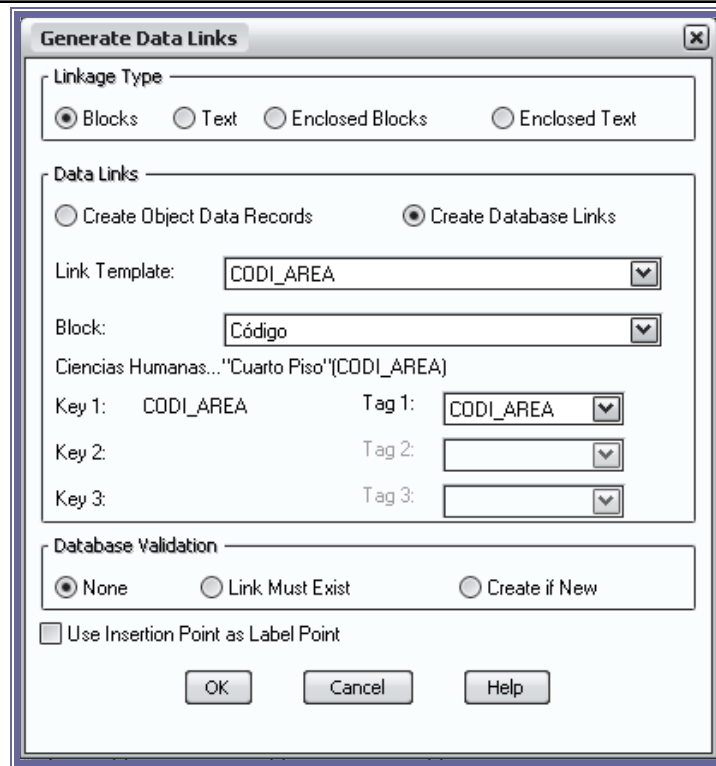


Fuente: Autores del proyecto

Al crearse el “Link Template” también se indica en el cuadro Map Explorer, haciendo clic derecho sobre el nombre del link se escoge la opción “Generate Links” la cual unirá el bloque que contiene el plano con la llave primaria de la base de datos.

En el cuadro de diálogo que se despliega con la opción “Generate Links” hay unas opciones para escoger entre ellas “Linkage Type” donde se debe señalar la opción “blocks”; en “Data Links” de las dos posibles opciones se escoge “Create Database Links”, por tratarse de un vínculo realizado con una base de datos, debe especificarse también el nombre del “Link Template” creado, así como del bloque con atributos.

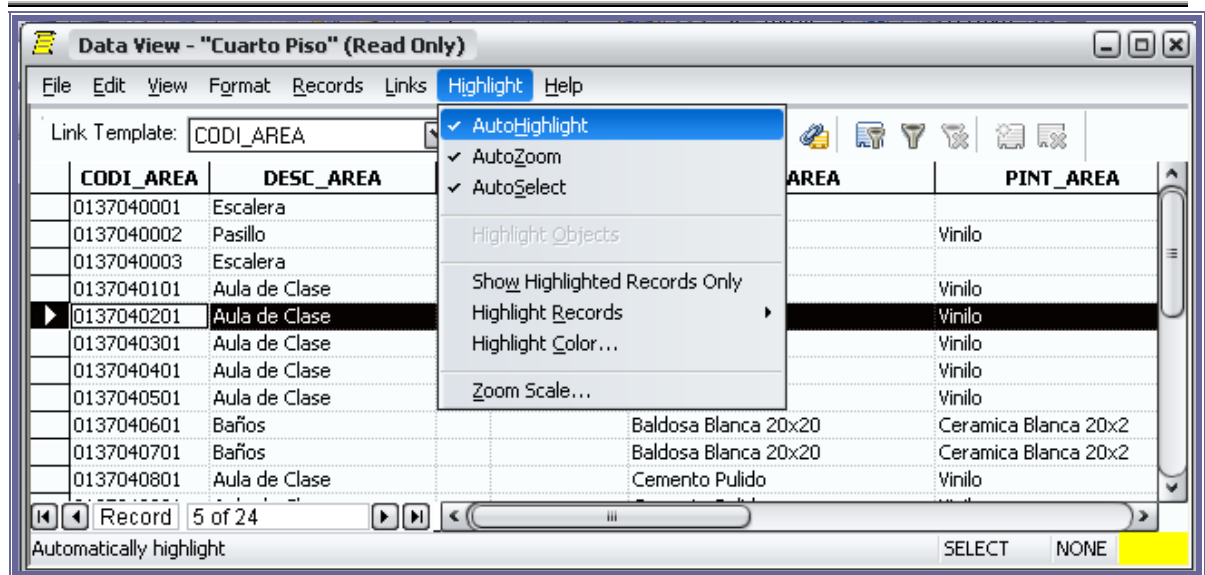
Figura 34. Cuadro de diálogo “Generate Links”



Fuente: Autores del proyecto

Al dar OK y cerrar el cuadro de diálogo, en la barra de comandos se pregunta a qué objetos generar el link “Block objects to generate from: [Select/All]” y se debe escoger a todos los objetos (opción “All”). De esta forma ya queda vinculado el plano que contiene las topologías y la base de datos que contiene los atributos de las áreas. Para comprobar que se realizó satisfactoriamente el proceso se puede visualizar la tabla adjuntada, para ello se hace clic derecho sobre la tabla correspondiente y se escoge la opción “View table” donde se muestran los datos contenidos en la tabla, para observar que haya correspondencia entre la tabla y las áreas, se activan las 3 opciones de Highlight (AutoHighlight, AutoZoom y Autoselect), de esta manera para verificar los datos se hace clic sobre cualquiera y debe corresponder al mismo identificador en la topología.

Figura 35. Vista de la tabla adjuntada

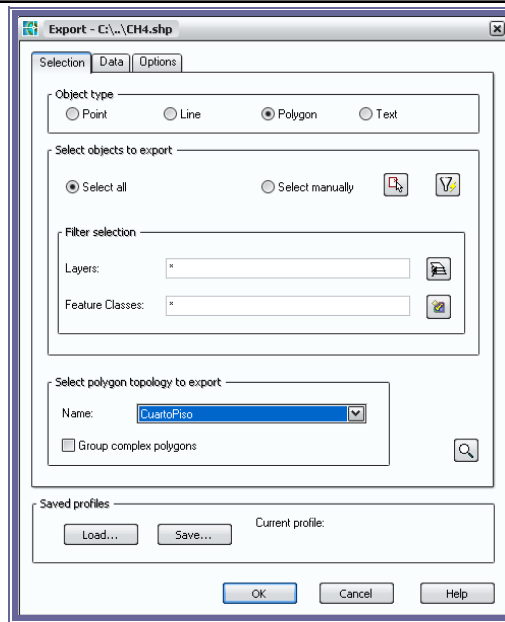


Fuente: Autores del proyecto

Terminado el proceso de adjuntar la base de datos, ya la topología está lista para exportarse a formato Shape, para ello en el menú Map- Tools y la opción Export, aparece un cuadro donde debe definirse la ubicación y el nombre de los tres archivos *.shp, *.shx y *.dbf que se generan con la exportación. Luego de definirse la ubicación del archivo que será creado, se muestra un cuadro de diálogo donde en la pestaña Selection debe señalarse la opción Polygon y en "Select polygon topology to export" el nombre de la topología que se había definido cuando ésta se creó (Ver Figura 36).

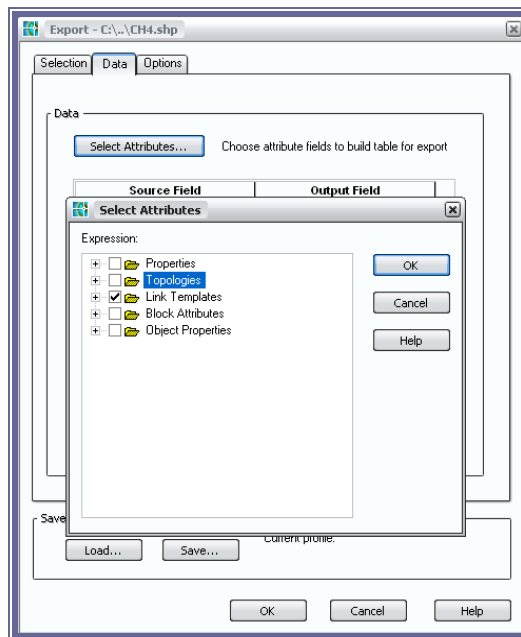
En la pestaña "Data" se escogen los atributos que se desean exportar, existen varias opciones, pero para este caso que todos los atributos requeridos se encuentran en la base de datos se escoge la opción Link Template (Ver Figura 37) se finaliza la exportación dando OK, quedando listo el formato Shape para ser abierto en cualquier aplicación o programa para sistemas de información geográfica.

Figura 36. Herramienta para exportación a formato Shape



Fuente: Autores del proyecto

Figura 37. Selección de Atributos



Fuente: Autores del proyecto

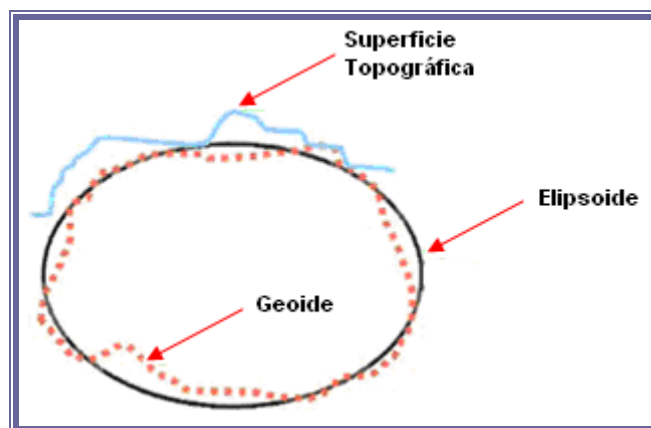
3. APORTE DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL “IMPLEMENTACION DE LA RED GEODESICA DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER”

3.1 CONCEPTO DE GEODESIA

La Geodesia es la ciencia que estudia la forma, dimensiones y el campo gravitatorio de la tierra. Debido a las irregularidades que presenta la superficie terrestre fue necesario definir un modelo, este modelo es el Elipsoide de Revolución sobre el cual se determina los sistemas de coordenadas, además existe otra superficie conocida como Geoide, esta superficie equipotencial coincide con el nivel medio del mar; por lo tanto es necesario conocer las relaciones que se producen entre estas con respecto a la superficie terrestre.

Para la materialización de coordenadas planas, se debe tener en cuenta que la tierra funciona como un elipsoide de revolución achatado en los polos que gira con movimiento uniforme.

Figura 38. Relación entre Elipsoide, Geoide y Superficie topográfica



3.2 SISTEMAS DE REFERENCIA

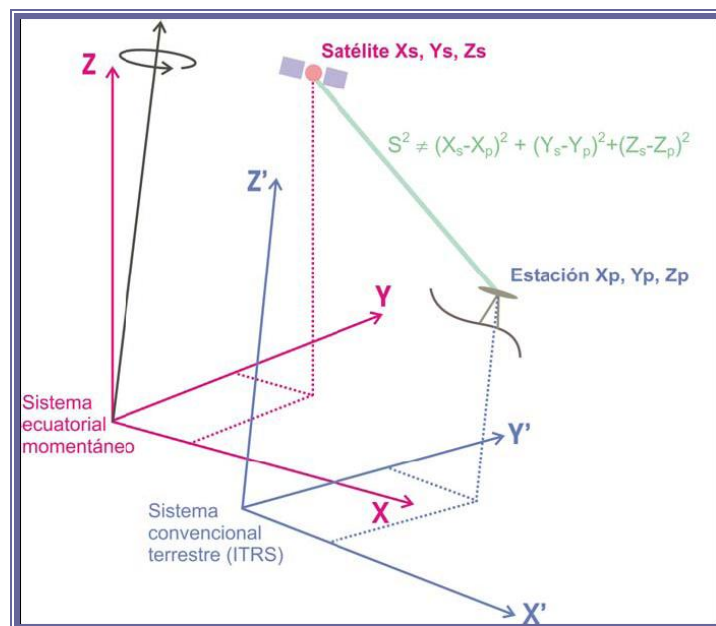
Los sistemas de referencia permiten conocer la ubicación, orientación y escala en los tres ejes de coordenadas por medio de la materialización de puntos reales, la materialización de estos puntos se conoce como marco de referencia y unidos forman la base para la geo-referenciación, para la ubicación y orientación dentro del marco de referencia se utilizan los datums.

Los datums son puntos que coinciden normales al geoide y al elipsoide; Anteriormente cada país manejaba un sistema de referencia diferente, debido a la inexistencia de un sistema en coordenadas globales que permitiera el empalme entre los países así estuvieran en zonas fronterizas, esto se daba porque cada uno adoptaba un datum horizontal y vertical de acuerdo a su conveniencia, por esto surgió la idea de crear un sistema que unificará las coordenadas a nivel mundial, para lo cual se creó un sistema Global de Referencia, para facilitar dicha labor el Departamento de Defensa de los Estados Unidos implementó la serie WGS, que cuenta con los satélites WGS60, WGS66, WGS72 y WGS84, que se caracterizan por tener un origen de coordenadas cartesianas geocéntrico, esto quiere decir que el eje Z coincide con el eje rotación terrestre, el plano XY está perpendicular al eje Z y coincide con el plano ecuatorial terrestre, el plano XZ coincide con el plano del meridiano de Greenwich y el eje Y es perpendicular a los ejes X y Z, además este tipo de elipsoide de referencia proporcionan características físicas (La velocidad angular de rotación del elipsoide es igual a la velocidad de rotación terrestre, la masa contenida por el elipsoide debe ser numéricamente igual a la masa terrestre y el potencial gravitacional generado por el elipsoide debe corresponder con una distribución radial de densidad) y geométricas (Radio Ecuatorial y aplanamiento del elipsoide).

3.2.1 Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS).

El sistema de referencia ITRS realizado en base al ITRF (Marco Internacional de Referencia Terrestre) se define con origen en el centro de masas terrestre y su marco de referencia trabaja con las coordenadas cartesianas geocéntricas (X, Y, Z) y velocidades (Vx, Vy, Vz), cuyas unidades están dadas en el sistema Internacional; la incorporación de las velocidades es por el desplazamiento constante de las placas tectónicas y sus deformaciones, lo que produce un cambio en las coordenadas, haciendo que varíen los datos entre el marco de referencia y el sistema de referencia satelital; el sistema celeste (ICRS) y el marco de referencia celeste (ICRF) son los encargados de fijar la orientación del eje de rotación terrestre en el espacio, estos definen la ubicación del sistema de referencia terrestre (ITRS).

Figura 39. Diferencia entre el Sistema de Referencia Satelital instantáneo y el ITRF.



Fuente: ADOPCIÓN DEL MARCO GEOCÉNTRICO NACIONAL DE REFERENCIA MAGNA-SIRGAS COMO DATUM OFICIAL DE COLOMBIA. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI.

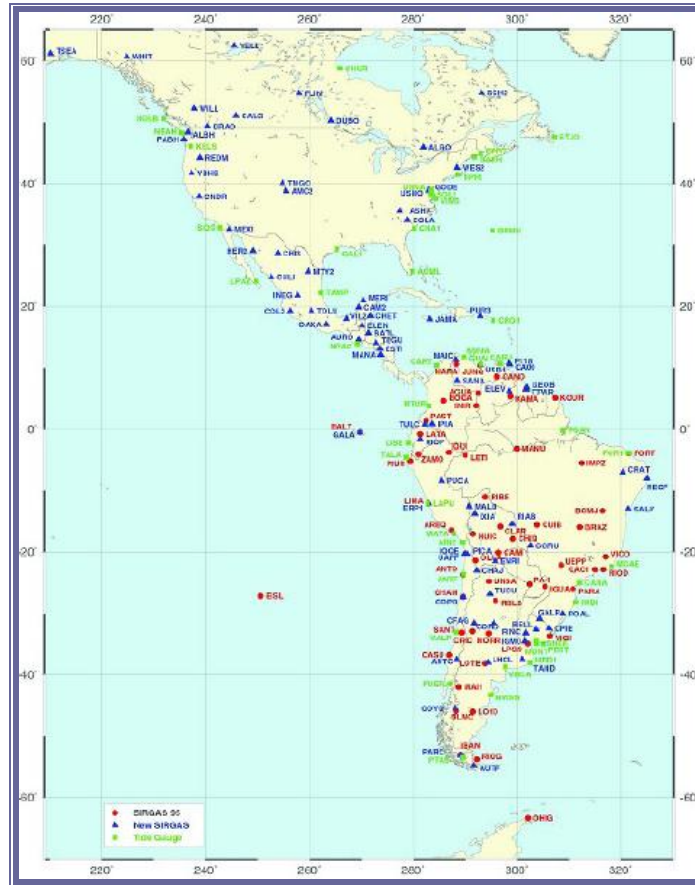
3.2.2 Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS)

El sistema SIRGAS es el sistema establecido en América del Sur para lograr un mayor cubrimiento, este proyecto consiste en la integración de las redes geodésicas nacionales de los países de América del Sur, este sistema se establecerá con respecto al elipsoide GRS80.⁵

SIRGAS cumple la función de ser la continuación del ITRF para América, el ITRF es insuficiente dentro de los continentes ya que maneja grandes radios entre un punto y otro lo que no permite un cubrimiento adecuado de las zonas y una obtención suficiente de información geo-referenciada, por esto es necesario densificarlo para satisfacer las demandas de los usuarios. Utilizando tecnología GPS a estos puntos se les han calculado las velocidades con base a los sistemas que se encuentran en funcionamiento con el objetivo de mantener actualizada la ubicación de los puntos. La implementación del sistema consistió en dos fases, la primera en la definición del sistema geodésico de referencia para América del Sur (coincidente con el definido por el ITRS) y el establecimiento y mantenimiento del marco de referencia (red de estaciones GPS de alta precisión) y la segunda en se encargó de establecer un datum geocéntrico mediante la extensión de la red GPS SIRGAS a través de la integración de las redes geodésicas nacionales de cada uno de los países suramericanos.

⁵ GRS80: Sistema geodésico desarrollado por el departamento de la Defensa de los EUA y definido a partir de: coordenadas de puntos obtenidas por observación Doppler a partir de satélites, de un conjunto de definiciones de datos: constantes fundamentales, desarrollo del campo de armónicos esféricos, etc.

Figura 40. SIRGAS



Fuente: ADOPCIÓN DEL MARCO GEOCÉNTRICO NACIONAL DE REFERENCIA MAGNA-SIRGAS COMO DATUM OFICIAL DE COLOMBIA. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

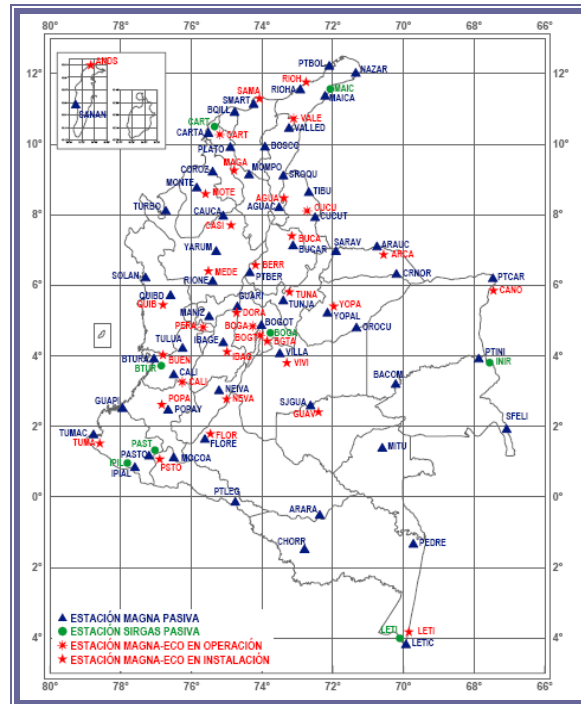
3.2.3 Sistemas de Coordenadas y Proyecciones en Colombia

Actualmente en Colombia se está implementando el sistema MAGNA-SIRGAS (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia), gracias al trabajo realizado por el Instituto Agustín Codazzi que es en este país el encargado de determinar, establecer, mantener y proporcionar los sistemas de referencia geodésico, gravimétrico y magnético, este sistema es a su vez es una densificación de la red SIRGAS.

Esta nueva red básica de GPS se halla formada por 60 estaciones GPS de cubrimiento nacional de las cuales, 8 son vértices SIRGAS y 16 corresponden con la red geodinámica CASA⁶, además se adelanta la instalación de una red de estaciones GPS de funcionamiento continuo (Red MAGNA-ECO), para lograr que los datos tomados en cualquier momento sean conformes al ITRF vigente, el cual se pretende tenga una totalidad de 32 estaciones sobre el área nacional, esta iniciativa surge dado que Colombia es un país que se encuentra ubicado en una zona donde chocan tres placas tectónicas y donde se presentan continuos cambios en la corteza terrestre; por lo tanto es propensa a continuos desplazamientos, sin contar cambios por terremotos.

Es común encontrar en Colombia desplazamientos de 1 o 2 cm. por año en los vértices geodésicos.

Figura 41. Red MAGNA SIRGAS Y MAGNA-ECO (Estado en Abril de 2005)



Fuente: ADOPCIÓN DEL MARCO GEOCÉNTRICO NACIONAL DE REFERENCIA MAGNA-SIRGAS COMO DATUM OFICIAL DE COLOMBIA. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

⁶ CASA: Red Geodinámica Centro América y Sur América

Con la ejecución de este sistema se logró unificar las coordenadas de Colombia con los sistemas de referencia nivel mundial, ya que la red para Colombia anteriormente funcionaba referenciada a un datum geodésico horizontal que se encontraba ubicado en el Observatorio Astronómico de Bogotá y el elipsoide asociado era el Internacional de 1924, a partir de este punto se le daba inicio a la Antigua Red Nacional (ARENA), esta se encontraba constituida por alrededor de 11000 puntos o vértices, entre los cuales se podían encontrar vértices de primer, segundo o tercer orden, de acuerdo con las especificaciones en su colocación.

Lo que llevó a la implementación de la nueva Red Básica de GPS, fueron las fallas que esta presentaba al trabajarse con sistemas GPS en el país; algunos de los errores fueron, que el Datum Bogotá materializa al Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS, éste es el origen en el centro de masas terrestre) posee un error de 250 m y esta desplazado con el geocentro 530 m, por lo tanto los datos para MAGNA-SIRGAS se encuentran desplazados estas distancia, los errores se corrigen de acuerdo con el país en el que se esta haciendo el levantamiento y además este permite levantamiento en 3d, algo con lo que no contaba la red Antigua ya que este marco era bidimensional y la altura manejada era con respecto al nivel del mar, no era posible la determinación de la altura elipsoidal o geodésica.

Con base en esto, esta será red utilizada para el levantamiento de vértices geodésicos lo largo y ancho del país, ya que se sirve de apoyo a aquellos proyectos que pretenden incrementar la densificación de estos por medio de la creación de redes a nivel local y regional.

3.3 SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

Los sistemas de posicionamiento global se dan a partir del uso de satélites, dado que estos son el elemento principal para la transmisión de datos y señales, las cuales a su vez son recogidas por estaciones o receptores terrestres. La relación con estos permite la determinación de coordenadas sobre la superficie terrestre, basados en sistemas de referencia que permiten gracias a un previo modelamiento conocer la orientación y ubicación de cualquier punto en los tres ejes de coordenadas que permitan la ubicación de estos en 3D.

Figura 42. Configuración Constelación GPS



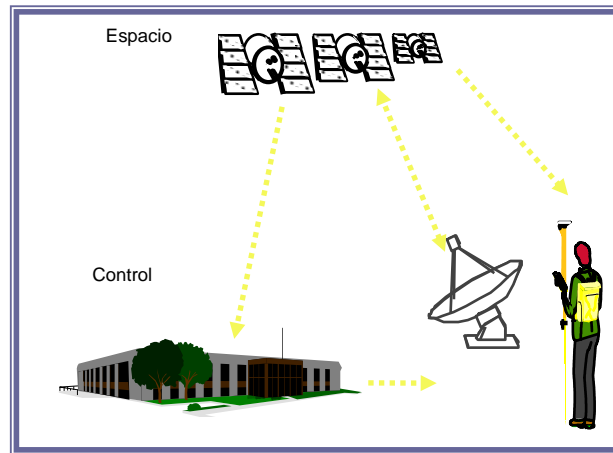
Fuente: <http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp?Info=039>

El GPS es un sistema muy preciso ya que tiene muchas ventajas sobre las técnicas convencionales utilizadas para realizar cualquier tipo de levantamientos, ya que estas técnicas tradicionalistas requieren cumplir ciertas condiciones para poder llevarse a cabo, algunas son que exista visibilidad entre el instrumento de medición y la señal, lo cual no es necesario con GPS.

3.3.1 Componentes de los sistemas de posicionamiento Global.

Los sistemas GPS requieren tres componentes para su correcto funcionamiento, Segmento Control, Segmento Espacio y Segmento Usuario.

Figura 43. Componentes del sistema GPS



Fuente: Autores del Proyecto

El segmento espacio esta conformado por 30 Satélites en la constelación, donde se encuentran 5 satélites por planos, en 6 planos con rotación de 55° en cada uno y se caracteriza por orbitas muy elevadas, se habla de 20,183 Km. aproximadamente y una revolución cada 12 horas, cada satélite cuenta con relojes atómicos de alta precisión que transmiten constantemente señales de radio utilizando un código único de identificación, estos relojes son necesarios para medir el tiempo de viaje, haciendo que el sistema dependa de los relojes

El segmento de control son todas las infraestructuras en tierra necesarias para el control de la constelación de satélites, mantenidas por la fuerza aérea estadounidense. Dichas infraestructuras tienen coordenadas terrestres de muy alta precisión y consisten en cinco instalaciones repartidas por todo el planeta, para tener un control homogéneo de toda la constelación de satélites; estas

infraestructuras realizan un seguimiento continuo de los satélites que pasan por su región del cielo, acumulando los datos necesarios para el cálculo preciso de sus órbitas.

El segmento Usuario está constituido por el hardware (equipos de recepción) y el software que se utilizan para captar y procesar las señales de los satélites. Es quizá la parte que más interesa a los usuarios del sistema GPS, puesto que del tipo de instrumental y métodos utilizados depende la precisión alcanzada.

3.3.2 Funcionamiento de los sistemas de Posicionamiento Global.

La ubicación de los puntos de un punto con GPS se da mediante un proceso de trilateración en el cual una medida nos ubica dentro de una esfera en un radio de aproximadamente 18000 Km, la segunda medida nos ubica en una área mas reducida, la tercera medida nos reduce aun mas la probabilidad dándonos como posible dos puntos y finalmente con una cuarta medida se puede conocer el punto exacto sobre el que se esta tomando información, con esta información se pueden constituir un sistema de 4 ecuaciones, que nos permite satisfacer las 3 incógnitas; por otro lado al obtenerse señal de mas satélites se aumenta la precisión de los datos obtenidos.

La corrección de estos datos se puede hacer mediante un proceso de corrección diferencial, esta se puede hacer en tiempo real o en post-proceso utilizando la estación base, esta estación base se debe escoger teniendo en cuenta que tenga visibilidad hacia los satélites, que posea coordenadas conocidas, se encuentre libre de transmisores.

3.3.3 Ventajas de los sistemas de posicionamiento global.

Los sistemas GPS presentan múltiples ventajas con respecto a los sistemas tradicionales, ya que brindan precisión geodésica, las señales obtenidas a partir de los son totalmente libres, por lo tanto contará con usuarios ilimitados, no tienen horario de uso en consecuencia se puede operar de noche, maneja un sistema de Coordenadas Único y se caracteriza por tener un rango amplio de aplicaciones.

3.4 TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS ENTRE SISTEMAS

3.4.1 Transformación del sistema a coordenadas cartesianas.

Teniendo en cuenta que es mucho mas fácil manejar datos en coordenadas cartesianas que geodésicas, pues no es necesario contar con superficies de referencia ni tampoco los parámetros de geometría del elipsoide, ante esto surge la necesidad de realizar la conversión dado que los datos proporcionados por GPS se encuentran en coordenadas geodésicas; para esto se necesita contar con tres operaciones: rotación de ejes, traslación y un factor de escala.

3.4.2 Conversión de Coordenadas Elipsoidales a Coordenadas Cartesianas.

El método mediante el cual se realizó la transformación de coordenadas se encuentra en el proyecto Red Geodésica de la Universidad Industrial de Santander de 2006, elaborado por la empresa Soluciones Geoinformáticas.

3.5 RED GEODÉSICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

La Geo-referenciación consiste en lograr una definición geográfica precisa de la ubicación de puntos, líneas y polígonos presentes en un mapa o imagen satelital. Para facilitar este proceso que permitirá ubicar los edificios y otros elementos pertenecientes al campus central de la Universidad Industrial de Santander se estableció una Red Geodésica interna, la cual traerá las siguientes ventajas:

- Permite posicionar cualquier objeto en el campus, redes de servicio y realizar levantamientos cartográficos mediante coordenadas precisas.
- Servir de apoyo para la delimitación de la Universidad y la construcción de cualquier obra de ingeniería que se realice dentro del campus.
- Servirá como base para la implementación del sistema de información geográfica ya que relaciona espacialmente los elementos del campus.
- Es fundamental para la vinculación del sistema de información geográfica con otros sistemas en Colombia y el mundo.

Para la ubicación de la una red geodésica es necesario conocer algunos conceptos de geodesia, al igual que las especificaciones del IGAC para su materialización, al igual que era necesario determinar un lugar estratégico para localizarlo, dado que este se utilizará para posteriores levantamientos y a la vez cumplirá la función de estación base en el momento en que sea necesario realizar correcciones diferenciales a nuevos puntos tomados con GPS; por este motivo fue necesario diseñar y seguir una metodología que llevaran al mejor establecimiento del punto base y por lo tanto que permitiera desde éste el levantamiento de la información geográfica.

La Red Geodésica horizontal implementada en el campus consta de un vértice principal (GPS-UIS01), con su respectiva señal de azimut (GPS-UIS02) que será útil no solo para levantamientos con GPS sino también para levantamientos con equipos convencionales, además, densificados dentro del campus, otros cuatro vértices de tipo incrustaciones en las terrazas de los edificios.

3.5.1 Establecimiento y materialización de los Vértices Geodésicos

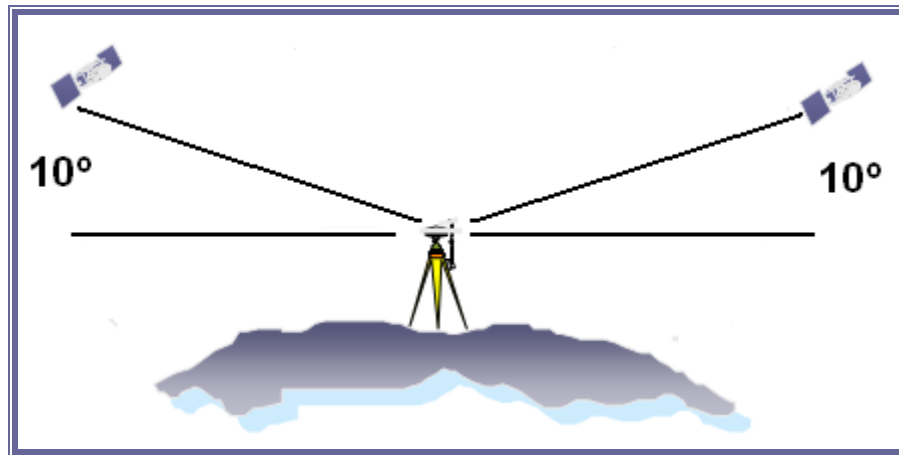
Con el objetivo de que el trabajo realizado incluya procedimientos que garanticen la calidad y pueda brindar seguridad en el momento de realizar nuevos trabajos relacionados con levantamientos, se realizó la materialización los seis vértices de acuerdo a los requisitos ordenados por el IGAC y que darán como resultado la posible certificación e implementación del vértice No.1 y su respectiva señal de azimut como puntos IGAC, dentro de la Red Geodésica Nacional.

La información presentada a continuación, es la brindada por el IGAC como requisitos para la colocación de vértices geodésicos:

- Todos los puntos del marco de referencia o vértices geodésicos de primer orden deben ser referenciados con dos o tres señales, procurando que la distancia de cada señal de referencia al vértice geodésico no sea inferior a 10 m, ni superior a 100 m. Su orientación debe ser, en lo posible, colocando la referencia uno a 0° , la referencia dos a 120° y la referencia tres a 240° de azimut con respecto al vértice principal; este requisito puede obviarse en zonas de sencilla identificación y acceso, como es el caso del punto principal de la red al que solo fue necesario el establecimiento de una señal de azimut a más de 100 m de distancia.

- Establecer las servidumbres legales sobre las áreas donde se sitúen los mojones o puntos fijos catastrales de acuerdo con el artículo 5 del decreto número 803 de 1940 que dice:
“Todo mojón que materialice un punto fijo catastral, estará rodeado permanentemente por una zona no cultivada hasta de dos metros de radio según la importancia y localización del punto, y cuyo centro estará constituido por el mojón de referencia.”
- Consultar la cartografía de suelos con el fin de ubicar los mojones en áreas que no sean susceptibles a erosión en lo posible suelos de tipo rocoso, no arcilloso y que no sean áreas fáciles de inundación.
- Establecer con las oficinas de planeación departamentales y municipales las áreas de posible desarrollo urbanístico o cultural que no afecten la perdurabilidad, durabilidad y estabilidad de los mojones y con restricciones mínimas de acceso, este ítem fue tenido en cuenta para el caso de la UIS con el permiso de la División de Planta Física, que es la encargada en la institución del manejo de los espacios.
- El mojón debe estar libre de obstáculos en un giro de 360 grados en un ángulo de elevación de 10 grados formado con la horizontal (Ver Figura 44), por esta razón se ubicaron en la parte Oriental de la universidad donde se encuentran los campos deportivos y en las terrazas.

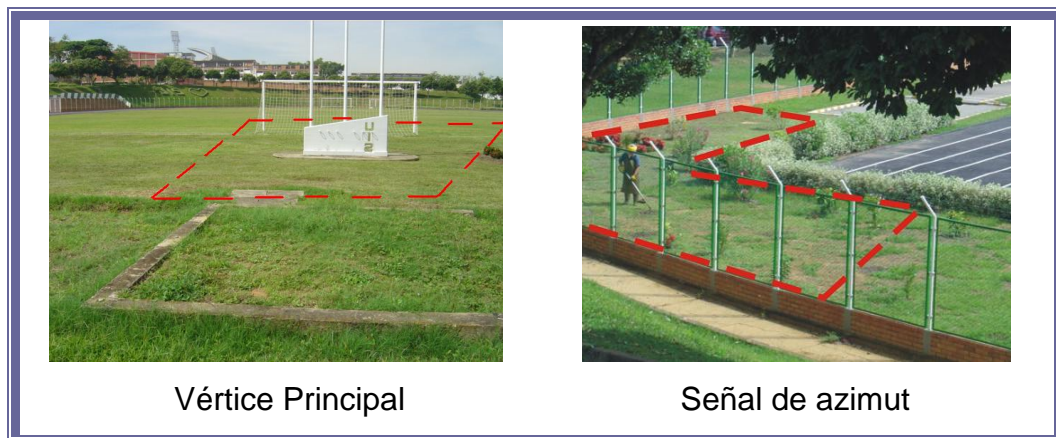
Figura 44. Especificaciones para colocación de mojones



Fuente: Autores del Proyecto

Se analizaron los posibles lugares para la materialización del punto y su señal de azimut, cuidando que cumplieran con los requisitos ya mencionados para una red geodésica de primer orden, después de observar algunos lugares y con el fin de que se tratara de un sitio seguro se escogió la cancha primero de marzo en la parte oriental de la Universidad ya que esta es el área mas despejada dentro del campus, además en esta zona no se aprecia gran número de edificios.

Figura 45. Zona escogida para la ubicación del vértice geodésico principal y su señal de azimut



Vértice Principal

Señal de azimut

Fuente: Autores del proyecto

Después de localizar los respectivos lugares para el mojón principal con su señal de azimut, se procedió a ubicar los lugares para los vértices 3, 4, 5 y 6 sobre las terrazas de los edificios, previendo que sobre estos no se tuvieran proyectadas futuras ampliaciones verticales, que pudieran ocasionar la pérdida del punto y por las especificaciones dadas en el IGAC, se planteó que los lugares mas adecuados para la toma de datos con GPS de los puntos eran las terrazas de los edificios, ya que en tierra se dificultaba por la alta densificación de edificios y arbustos, teniendo esto claro, se gestionaron los respectivos permisos para las materializaciones de los puntos.

Figura 46. Zonas escogidas para la ubicación de los vértices 3, 4, 5 y 6



Fuente: Autores del Proyecto

Actualmente los puntos geodésicos de la antigua red nacional (Arena), los puntos que conforman el macro geocéntrico de referencia nacional (MAGNA), los vértices geodésicos de primer orden y de segundo orden, topográficos y de nivelación están materializados mediante mojones, incrustaciones, pilastras o hitos y se encuentran registrados en las bases de datos de la unidad de Métodos Geodésicos del IGAC.

En el momento de realizar la materialización se debe tener en cuenta que los materiales a utilizar tengan propiedades que los hagan resistentes a la corrosión; además estos deben estar alejados de antenas de radio, TV, radares y tomas de energía.

Materiales o especificaciones que se deben tener en cuenta para la construcción del mojón son:

- Concreto simple de codificación 1:2:3*.
- Formaleta de madera de acuerdo a el orden del vértice a colocar, si se trata de un vértice de primer orden la formaleta debe ser de 0.4 * 0.4, con una altura de 0.35 m y si se trata de un vértice de segundo orden debe ser de 0.3 * 0.3, con un altura de 0.3 m.
- Varilla de acero inoxidable 1.1 m de longitud por ¼ de pulgada de diámetro con un perforado en el centro.
- Acople de madera

El procedimiento se realizó in situ, se inició realizando una excavación de 0.4 x 0.4 x 1 m en forma de pata de elefante, esta excavación debe ensancharse a partir de los 0.7 metros hasta su profundidad establecida (1 m) de modo que la base mida 0.6 x 0.6 m y tenga forma abultada, se procedió a hincar la barra de acero con el acople de madera, el cual permite mantener centrada la barra de acero sobre la

placa, se rellena con una capa de 20 cm. de tierra, se instala la formaleta en la excavación empotrando en el suelo 5 cm. y el resto quedando por fuera, se vacía el concreto simple, teniendo cuidado en mantener la verticalidad de la barra, ayudándose de una plomada y controlando su centrado con una plomada óptica, se llena la formaleta, de tal forma que sobresalga .25 m sobre el nivel del suelo y se deja sobresalir la varilla 2 o 3 cm. sobre la base superior del concreto, se incrusta la placa de identificación del punto con su estampado (nomenclatura) orientado al norte y finalmente en impermeabilización del mojón y pintura reflectiva de color naranja.

Figura 47. Materialización de los vértices 1 y 2

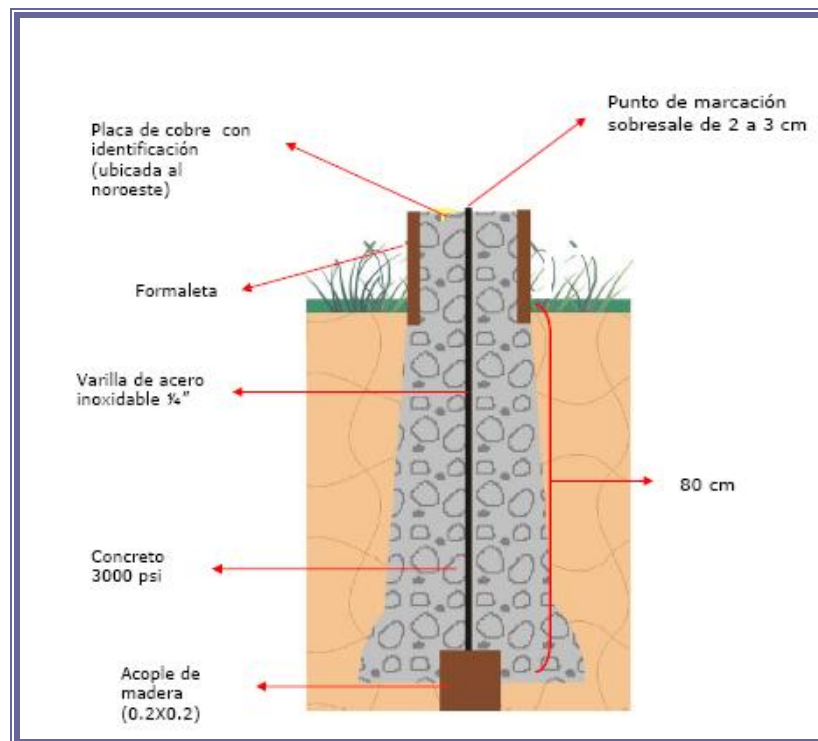


Fuente: Autores del Proyecto

Las especificaciones de los mojones varían de acuerdo al tipo de red que se esté proyectando que pueden ser:

- Marco de referencia, vértices geodésicos de primer y segundo orden 0.4 x 0.4 x 1 m, placa subterránea, sobresale 0.25 metros, terreno normal.
- Segundo orden 0.3 x 0.3 x 1 m; sobresale 0.2 m, terreno normal.
- Nivelación (NP) 0.25 x 0.25 x 0.8 m; sobresale 0.2 m, terreno normal ó a ras en incrustación.

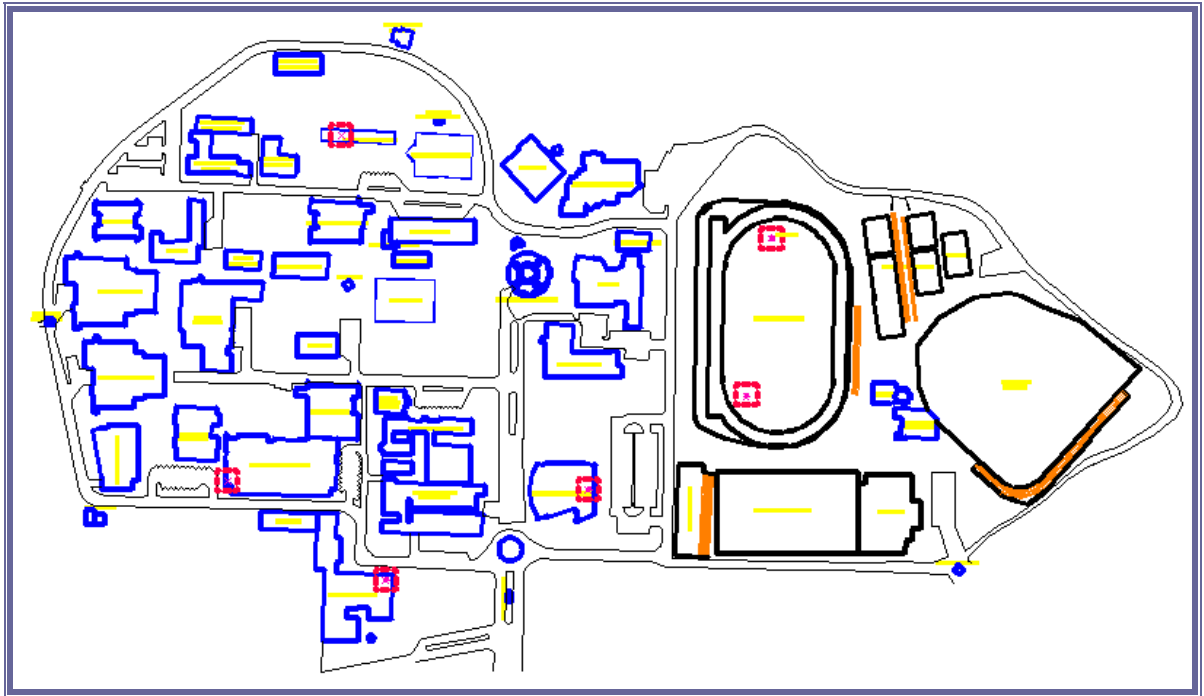
Figura 48. Especificaciones vértices principales



Se puede ver a continuación a nivel general la red localizada al interior de la Universidad, la cual cuenta con seis vértices geodésicos, dos en tierra ubicados en los extremos de la cancha primero de marzo y cuatro ubicados sobre las

terrazas de los Edificios de Ciencias Humanas, Eléctrica, Laboratorio de Livianos y el Auditorio Luís A. Calvo, estos se resaltan en los cuadros rojos.

Figura 49. Red Geodésica



Fuente: Autores del Proyecto

El punto principal o primer vértice geodésico, como se dijo se encuentra ubicado al interior de la cancha primero de marzo, la localización se hizo en esta zona para cumplir las especificaciones dadas por el IGAC, mencionadas anteriormente y por la seguridad que esta ubicación le prestaba al punto, ya que estamos hablando de un lugar con acceso restringido y vigilancia permanente.

Este punto de referencia principal está localizado en coordenadas geográficas, esto quiere decir que posee latitud, longitud y altura; estos datos están determinados con respecto al sistema MAGNA-SIRGAS (WGS 84), cuyos datos están relacionados al elipsoide GRS80, este es el sistema utilizado por el

Instituto Geográfico Agustín Codazzi en Colombia para la ubicación de la red Geodesia a nivel Nacional, la cuál esta conformada por puntos de primer orden; como se mencionó anteriormente estos puntos tienen su respectiva señal de azimut, ésta facilita la localización de los vértices en búsquedas futuras y ayudan a determinar la ubicación del norte, pues debe considerarse la posibilidad que estos puntos sean utilizados para realizar levantamientos convencionales con equipo topográfico, para lo cual es indispensable saber la dirección del norte.

Figura 50. Planta del vértice GPS-UIS1 con su respectiva señal de azimut

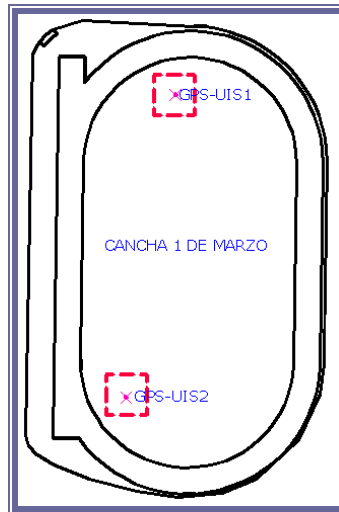


Figura 51. Vértices Geodésicos GPS-UIS1 y GPS-UIS2

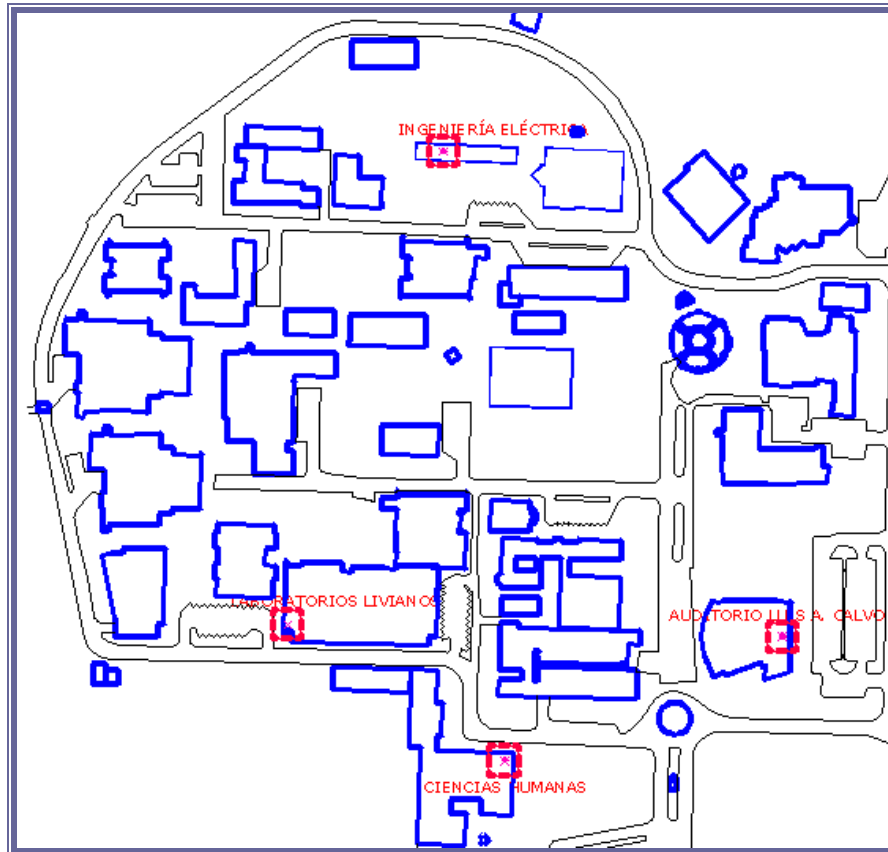


Fuente: Autores del Proyecto

El segundo vértice geodésico, cumple la función de servir como señal de azimuth al punto principal o primer vértice geodésico y cumple con las características de un mojón de segundo orden.

Los vértices 3, 4, 5 y 6 se ubicaron sobre las terrazas de los edificios de tal forma que se logrará abarcar el área total perteneciente al campus universitario y con el fin de que cumplieran las especificaciones establecidas por las normas IGAC, en la Figura 52 se puede apreciar la posición de cada uno de los puntos a nivel de planta general.

Figura 52. Visualización de los vértices en la cobertura de la UIS



Fuente: Autores del Proyecto

3.6.2 Proceso de Levantamiento GPS

El levantamiento de la información geográfica se realizó utilizando tres puntos base cercanos a la UIS; dado que se contaba con el suministro constante de los puntos tomados por la estación permanente de la CDMB sólo se instalaron dos puntos, se trata de el GPS-ST-001 ubicado en la puerta del sol, cuyas coordenadas son E 1106439291, N 1277716724 y el punto GPS-D-ST-013 ubicado en la toma del acueducto la flora, en la vereda la maraña con coordenadas E 1107288544, N1282264498.

Se tomaron datos en cada una de las estaciones instaladas como estaciones base, además de los vértices GPS-UIS-1 y GPS-UIS-2 haciendo rastreo continuo sobre estos por 10 horas, a los puntos GPS-UIS-3, GPS-UIS-4, GPS-UIS-5 y GPS-UIS-6 durante 1 hora a cada uno utilizando los puntos GPS-UIS-1 y GPS-UIS-2 ya establecidos.

La toma de datos se realizó utilizando equipos GPS de doble frecuencia marca TOPCON y referencia HIPER GGD, algunas de las características del equipo son: receptor integrado y compacto en una sola unidad y tecnología Paradigm® de 40 canales universales para rastreo de todos los observables Navstar GPS C/A, L1 y L2; marca Topcon modelo Hiper GD, fabricados en Estados Unidos de América. Este GPS incorpora las últimas innovaciones en rastreo y procesamiento de señal, logrando el mejor desempeño del mercado en zonas de alta obstrucción al cielo o con baja recepción de señal (por ejemplo bajo árboles). Opcionalmente ampliable a RTK y/o rastreo de satélites GLONASS.

Figura 53. Equipo Topcon



Fuente: Autores del Proyecto

El software utilizado para realizar los cálculos y ajustes pertinentes es el SKI, se caracteriza por ser un software que trabaja con Windows™ 95, 98 y NT, proporcionando un completo soporte a nuestro trabajo ya que garantiza que el sistema esté ligado a la red MAGNA-SIRGAS, gestión de datos y proyectos, un completo proceso de datos, debido a su estilo completamente Windows, SKI-Pro es extremadamente fácil de aprender y utilizar. Sus componentes incluyen la planificación, importación de datos, gestión de proyectos, sistemas de coordenadas, ajuste de redes por mínimos cuadrados, transformaciones, visualización y edición de datos, informes de trabajo, gestión de códigos y atributos, exportación de ficheros ASCII, exportación en formatos GIS/CAD. SKI-Procesa todo tipo de datos GPS tomados en cualquier modo de medición y combina tiempo real con los resultados de post-proceso. SKI-Pro proporciona todo el apoyo necesario para realizar topografía GPS con éxito.

3.6.3 Manejo de los datos GPS

En el momento de bajar los datos se verificaron: altura instrumental de la estación, fecha, hora de apertura y hora de cierre de la sesión, operador y modo de armado del equipo, la información recogida en campo se consigna en formatos RINEX.

Se organizó la información en directorios por día y dentro de estos por estaciones, se calcularon vectores independientes, con mas de una base lo que permite realizar el calculo de diferentes formas, utilizando el software SKI Pro de Leyca se procesa la información.

Para verificar que los resultados obtenidos son apropiados se tuvieron en cuenta los errores de cierre de la red, para esto se observó la magnitud del error en cada grupo de datos realizando diferentes combinaciones y finalmente se realizó el ajuste, para realizar este proceso se utilizaron los datos de la estación base desde las semanas 1338 y 1339, al igual que las efemérides de la pagina del IGS.

Los parámetros tenidos en cuenta fueron:

- Límite promedio de posición= 0.075
- Límite promedio de altura= 0.10 m
- Mascara de elevación mínima= 15°
- Frecuencias Utilizadas= Dependían de los receptores (Automática; L1; I1 + L2)
- Efemérides de los satélites= Precisas del IGS
- Modelo Ionosférico=Calculado para líneas base < 10 Km, libre ionosfera para líneas base > 10 Km.
- Longitud máxima para resolver ambigüedades = 30 Km
- Las líneas base oscilaron de posición entre 0.0252 y 0.048m

Durante el proceso de toma de la información y tratamiento de datos se contó con el acompañamiento de Soluciones Geoinformáticas.

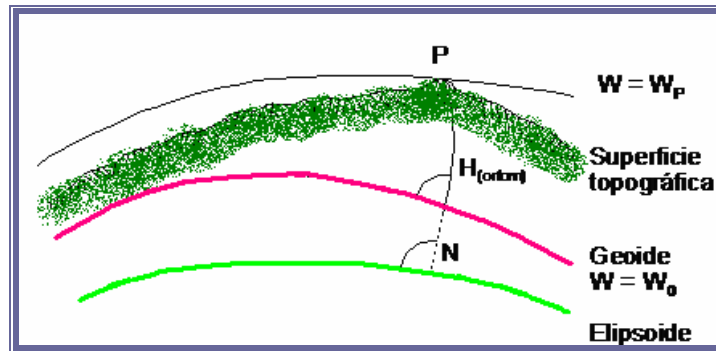
3.7 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA

Como parte del proceso de implementación de la Red por medio del cual se le dio coordenadas geodésicas y planas cartesianas a la red primaria instalada en el campus universitario, también se buscaba dar cota geométrica al punto principal GPS-UIS-1 y a su respectiva señal de azimuth GPS-UIS-2; por lo tanto se realizó un procedimiento de nivelación geométrica o directa, el cual nos permite obtener alturas ortométricas con precisión centimétrica, esta se realizará a partir de puntos de nivelación Geodésica de Primer Orden del IGAC, por medio de lo cual se garantizara los resultados de los puntos de la red primaria, los vértices 3, 4, 5 y 6 ubicados sobre las terrazas y que pertenecen a la red secundaria fueron calculados utilizando la rutina diseñada por el IGAC y las ondulaciones interpoladas del modelo GEOCOL 2004; por medio del cual se logran precisiones de +/- 30 cm, claro que se debe tener en cuenta que las alturas elipsoidales no corresponden con la forma del terreno.

3.7.1 Alturas Ortométricas

Las alturas ortométricas se caracterizan por ser de tipo físico y son la representación de la distancia vertical entre la superficie física de la tierra y la superficie del geoide y se mide a lo largo de la línea de plomada, ya que esta tiene dirección tangencial a la dirección de la gravedad en cualquier punto.

Figura 54. Alturas Ortométricas



Fuente: SISTEMA VERTICAL DE REFERENCIA PARA AMÉRICA DEL SUR SIRGAS - Grupo de Trabajo III: Sistema Vertical de Referencia

Para conocer las alturas ortométricas se tiene en cuenta el valor de la gravedad sobre la superficie de la tierra.

Se pueden presentar cambios en la posición vertical, debido a cambios en la superficie topográfica, que son ocasionados por los cambios en la distribución de masas terrestres generadas por choques de placas tectónicas, variaciones debidos a cambios en el nivel medio del mar, debido al deshielo polar o cambios en la temperatura oceánica y movimientos verticales resultantes de deformaciones corticales por la acomodación de las placas sedimentarias y en el relieve topográfico.

3.7.2 Reconocimiento en campo

Durante esta etapa se identificaron los posibles puntos de nivelación (NP), que pudieran ser utilizados para realizar el levantamiento de nivelación geométrica, teniendo en cuenta que para una mayor exactitud se debe hallar la altura utilizando dos o más NPs; en base a esto se utilizaron los puntos de referencia denominados A2TE7 y A3TE7 ubicados en el parque de los niños y el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga AMB; la escogencia de estos se hizo teniendo en

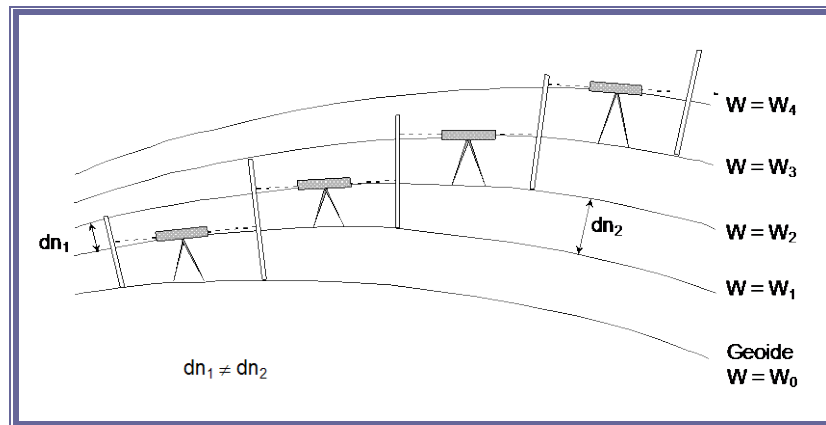
cuenta la facilidad en el acceso y su proximidad a las instalaciones del campus universitario; después de definidos se identificaron las rutas a seguir para el desarrollo del levantamiento.

3.7.3 Procedimiento de Campo

El equipo que se utilizó para llevar a cabo el procedimiento fue un nivel de precisión, una mira con precisión de 5 mm, tachones y pintura roja para la marcación de los puntos de auxiliares.

Para hallar las alturas se realizó un procedimiento de alturas niveladas, éstas se obtienen realizando un proceso de nivelación geométrica, en donde las diferencias oscilan de acuerdo al campo de gravedad presente.

Figura 55. Procedimiento de alturas niveladas



Fuente: SISTEMA VERTICAL DE REFERENCIA PARA AMÉRICA DEL SUR SIRGAS - Grupo de Trabajo III: Sistema Vertical de Referencia

Por medio de este proceso se puede observar que las distancias observadas equivalen a las distancias existentes entre las superficies equipotenciales y varían de acuerdo a la ruta que se este siguiendo para la medición, frecuentemente se utilizan en áreas pequeñas, por lo tanto son útiles en recorridos de aproximadamente 10 km.

4. CONCLUSIONES

- ♦ Se confirmó la importancia de la actualización de la información estructural y arquitectónica para que los datos gráficos y descriptivos incorporados al SIG sean confiables

- ♦ Se dio por terminada la fase de recolección, digitalización y análisis de la información arquitectónica y estructural correspondiente a la Zona 4 del campus central, como fase inicial en el proyecto del Sistema de Información Geográfica de la Universidad Industrial de Santander.

- ♦ Se fortaleció la base de datos de los recursos físicos del campus central de la Universidad Industrial de Santander, para la futura incorporación de información confiable al SIG-UIS.

- ♦ Se implementó la Red con coordenadas geodésicas y alturas ortométricas, dando como resultado puntos referenciados de gran precisión, a partir de los cuales se realizará la geo-referenciación de cada uno de los elementos que conforman el campus.

5. RECOMENDACIONES

- ♦ En caso de realizar actualizaciones a los planos o que se construyan nuevos edificios se recomienda utilizar el procedimiento establecido para la recolección de datos en campo y el trabajo en oficina, de esta forma se logrará mayor efectividad en la labor realizada.
- ♦ Para realizar la geo-referenciación de los elementos que se incorporarán al SIG con equipo topográfico convencional, se recomienda amarrarlos a las coordenadas de los vértices GPS-UIS1 y su respectiva señal de azimuth GPS-UIS2. Se recomienda la utilización de los demás vértices de la red cuando se realicen levantamientos con equipo GPS.

6. BIBLIOGRAFIA

- ♦ BOSQUE, Joaquín. ESCOBAR, Francisco Javier. GARCIA, Ernesto. Sistema de Información Geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI. Editorial RA-MA, 1994.
- ♦ GOMEZ GOMEZ, Jorge Hernando. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica.
- ♦ NOVA ARGUELLO, Paolo. SOTO DUARTE, Hugo. MENGUAL PATERNINA, David. Levantamiento en campo y procesamiento de información Arquitectónica para el “Sistema de Información Geográfica-UIS” Guía del Usuario. Universidad Industrial de Santander, 2006.
- ♦ LLOPIS PEÑA, Juan. Sistemas de Información Geográfica Aplicados a la Gestión del Territorio. Editorial ECU.
- ♦ Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia Magna-Sirgas como datum Oficial de Colombia. División de Geodesia. Bogotá, D.C., 2004.
- ♦ Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Especificaciones para la materialización de mojones.
- ♦ <http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp?Info=012>

-
- ◆ <http://mx.geocities.com/alfonsoaraujocardenas/topologias.html>

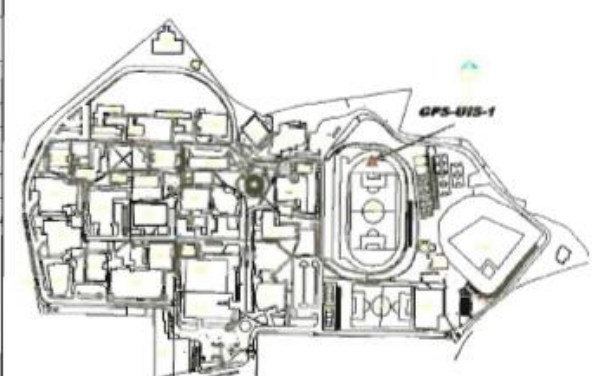

 - ◆ <http://gisweb.ciat.cgiar.org/sig/esp/tecnologias-autodesk-mms-multiviewer.htm>

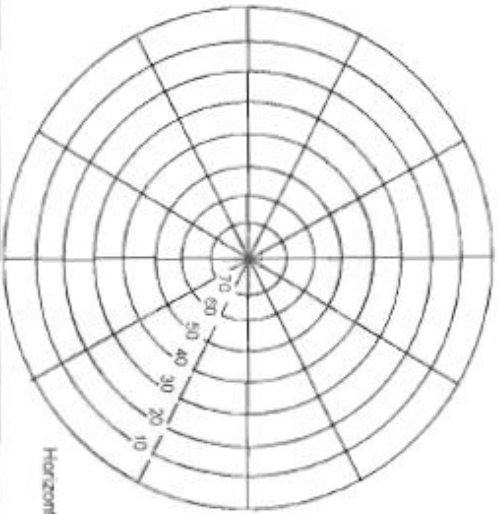
 - ◆ <http://alts.homelinux.net/libreapp.php?id=324>

 - ◆ <http://www.arcesio.net/introduccion/topologia.html>

ANEXO A. MEMORIAS DEL PROCESO DE GEO-
REFERENCIACIÓN

GPS-UIS-1

DESCRIPCIÓN DE PUNTO MATERIALIZADO DE CONTROL HORIZONTAL			DIVISIÓN DE GEODESIA		FECHA (DD/MM/AAAA)	
Departamento SANTANDER		Municipio BUCARAMANGA	Vereda o barrio CIUDADELA UNIVERSITARIA - U.I.S.		Finca o dirección ESTADIO 1° DE MARZO	
Nomenclatura estandarizada GPS-UIS-1			Nombre del punto (Estampado en placa)			
Distancias y direcciones a la señal de Azimut y objetos sobresalientes que pueden observarse desde el vértice						
	OBJETO	AZIMUT MAGNÉTICO	DISTANCIA EN METROS	DIRECCIONES		
1	ESQUINA NE EDIFICIO HUMANIDADES	281°				
2	POSTE DE ILUMINACIÓN	24°	24,19			
3	ESQUINA NW MONUMENTO BANDERAS	202°	3,08			
4						
5						
Acceso (Croquis general): EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, BARRIO SAN ALONSO, CIUDADELA UNIVERSITARIA, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, SE ENCUENTRA EL VÉRTICE GPS-UIS-1						
						
Descripción (Croquis detallado): EL VÉRTICE GPS-UIS-1, SE ENCUENTRA EN EL COSTADO NORTE DEL ESTADIO 1° DE MARZO, JUNTO AL MONUMENTO A LAS BANDERAS.						
						
Determinación GPS <input checked="" type="checkbox"/> CONVENCIONAL <input type="checkbox"/>		Monumentación Incrustación <input type="checkbox"/> Mójón <input checked="" type="checkbox"/> Pílastra <input type="checkbox"/> De concreto _40_x_40_ cm. de lado Otro <input type="checkbox"/> Sobresale _25_ cms.				
Nota: En la fecha _____ se encontró el vértice destruido _____ movido _____			Coordenadas MAGNA-SIRGAS (WGS84) aproximadas: $\phi =$ _____ $\lambda =$ _____ $h =$ _____			
Nombre _____		Firma _____		Describió MAURICIO MEZA RINCÓN		Materializó <input checked="" type="checkbox"/> Actualizó <input type="checkbox"/>



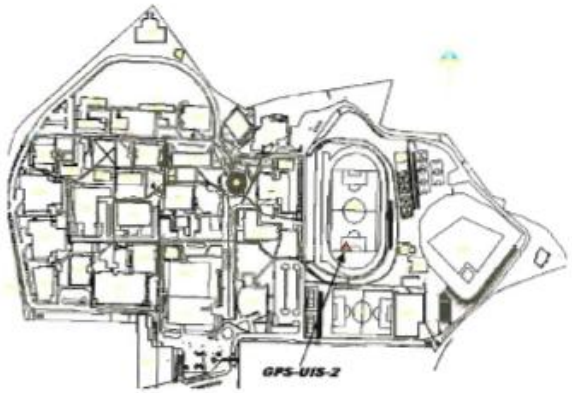
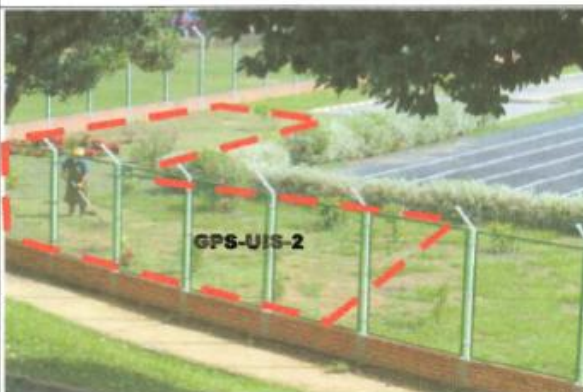


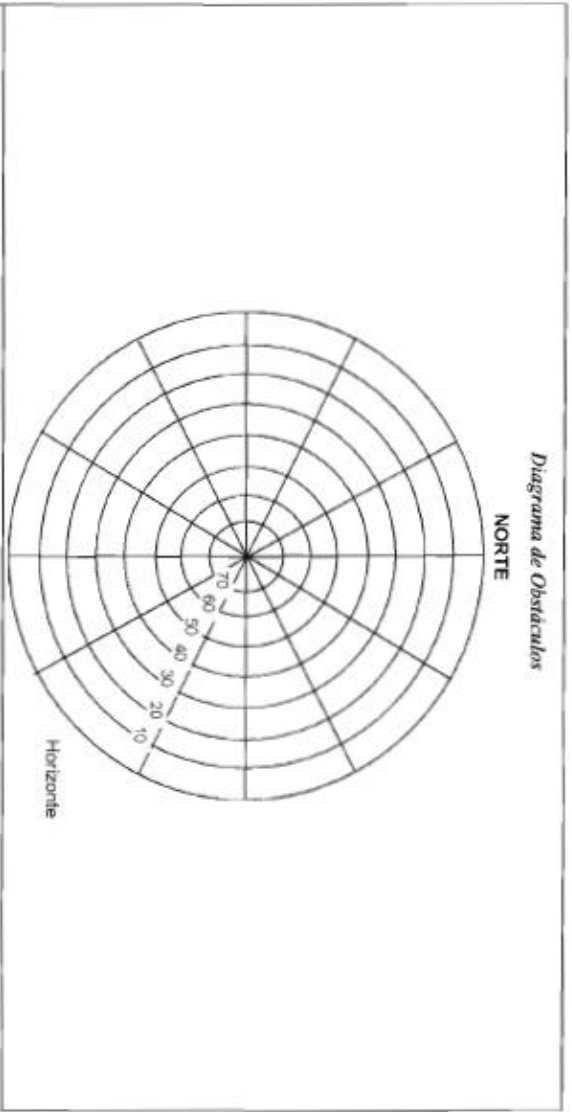
Observaciones: APTO PARA G.P.S

Imprenta



GPS-UIS-2



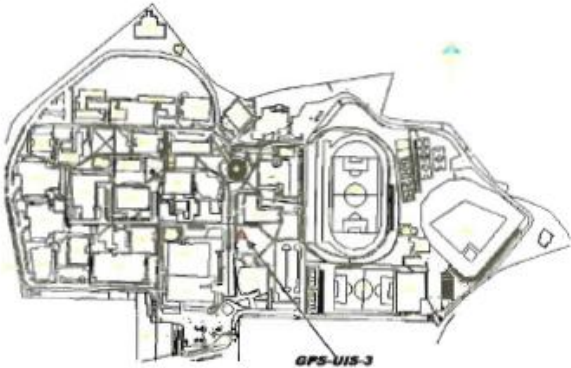
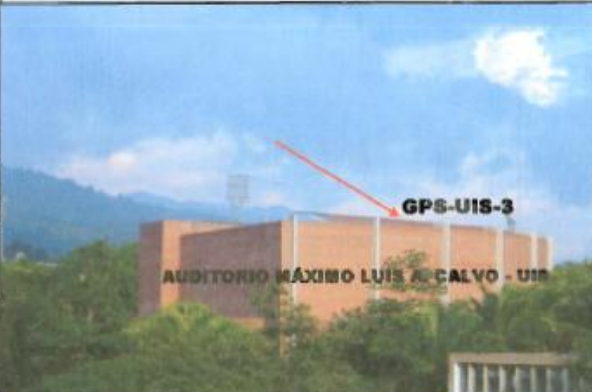
		DESCRIPCIÓN DE PUNTO MATERIALIZADO DE CONTROL HORIZONTAL					FECHA (DD/MM/AAAA)	
		DIVISIÓN DE GEODESIA					01/07/2006	
Departamento	SANTANDER	Municipio	BUCARAMANGA	Vereda o barrio	CIUDADELA UNIVERSITARIA - U.I.S.		Finca o dirección	ESTADIO 1° DE MARZO
Nomenclatura estandarizada	GPS-UIS-2		Nombre del punto (Estampado en placa)					
Distancias y direcciones a la señal de Azimut y objetos sobresalientes que pueden observarse desde el vértice								
	OBJETO	AZIMUT MAGNÉTICO	DISTANCIA EN METROS	DIRECCIONES				
1	POSTE DE ILUMINACIÓN	288°	15.32					
2	POSTE ARCO SUR COSTADO W	88°	43.00					
3								
4								
5								
Acceso (Croquis general): EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, BARRIO SAN ALONSO, CIUDADELA UNIVERSITARIA, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, SE ENCUENTRA EL VÉRTICE GPS-UIS-2								
								
Descripción (Croquis detallado): EL VÉRTICE GPS-UIS-2, SE ENCUENTRA EN EL COSTADO SUR DE LA CANCHA DE FUTBOL 1° DE MARZO JUNTO AL JARDIN								
								
Determinación GPS <input checked="" type="checkbox"/> CONVENCIONAL <input type="checkbox"/>		Monumentación Incrustación <input type="checkbox"/> Pilastro <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>						
		Mojón <input checked="" type="checkbox"/> De concreto 30_x_30_cm. de lado Sobresale 25_cms.						
Nota: En la fecha _____ se encontró el vértice destruido _____ movido _____				Coordenadas MAGNA-SIRGAS (WGS84) aproximadas:				
				φ= _____ λ= _____ h= _____				
Nombre _____		Firma _____		Describió MAURICIO MEZA RINCÓN		Materializó <input checked="" type="checkbox"/> Actualizó <input type="checkbox"/>		

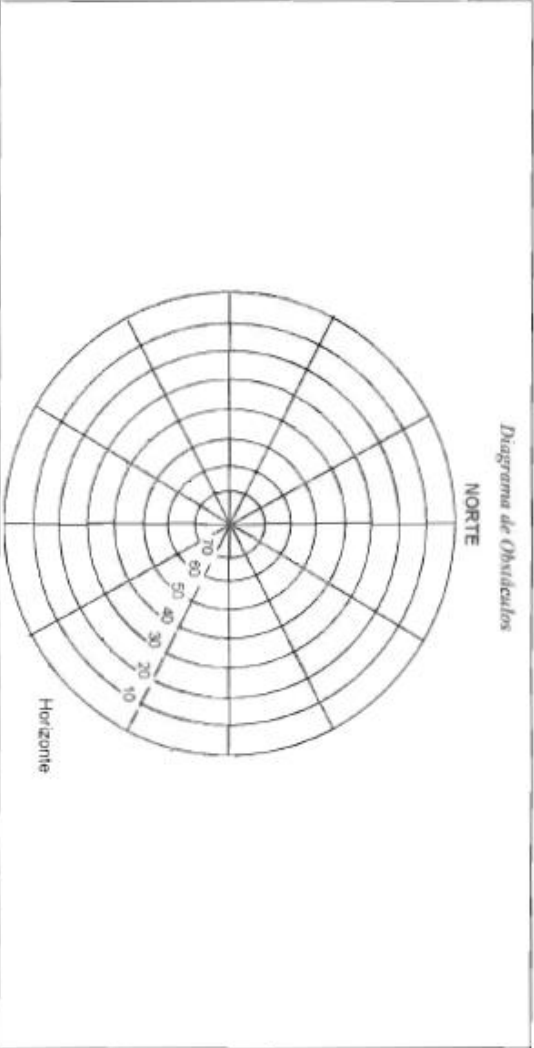


Observaciones: **APTO PARA G.P.S**



GPS-UIS-3



		DESCRIPCIÓN DE PUNTO MATERIALIZADO DE CONTROL HORIZONTAL		 RELACIONES GEOMÁTICAS LTDA.		FECHA (DD/MM/AAAA) 01/07/2008			
DIVISIÓN DE GEODESIA									
Departamento SANTANDER		Municipio BUCARAMANGA		Vereda o barrio CIUDADELA UNIVERSITARIA - U.I.S.		Finca o dirección EDIFICIO AUDITORIO LUIS A. CALVO			
Nomenclatura estandarizada GPS-UIS-3		Nombre del punto (Estampado en placa)		CROQUIS GENERAL					
Distancias y direcciones a la señal de Azimut y objetos sobresalientes que pueden observarse desde el vértice									
OBJETO		AZIMUT MAGNÉTICO	DISTANCIA EN METROS	DIRECCIONES					
1	GPS-UIS-1	36°24'50"	234,65						
2	GPS-UIS-2	62°07'00"	109,18						
3	GPS-UIS-5	248°02'16"	173,33						
4	GPS-D-ST-013	58°57'53"	1727,53						
5									
Acceso (Croquis general): EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, BARRIO SAN ALONSO, CIUDADELA UNIVERSITARIA, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, SE ENCUENTRA EL VÉRTICE GPS-UIS-3									
Descripción (Croquis detallado): EL VÉRTICE GPS-UIS-3, SE ENCUENTRA EN LA TERRAZA DEL EDIFICIO CORRESPONDIENTE AL AUDITORIO MÁXIMO LUIS A. CALVO.									
Determinación <input checked="" type="checkbox"/> GPS <input type="checkbox"/> CONVENCIONAL		Monumentación Incrustación <input type="checkbox"/> Mojón <input type="checkbox"/> Pilastra <input type="checkbox"/> De concreto ___ x ___ cm. de lado Otro <input type="checkbox"/> Subresale ___ 25 ___ cms.							
Nota: En la fecha _____ se encontró el vértice destruido _____ movido _____		Coordenadas MAGNA-SIRGAS (WGS84) aproximadas: φ = _____ λ = _____ h = _____				Descripción MAURICIO MEZA RINCÓN		Materializó <input checked="" type="checkbox"/> Actualizó <input type="checkbox"/>	
Nombre _____ Firma _____									



Observaciones: **APTO PARA G.P.S**



GPS-UIS-4

		DESCRIPCIÓN DE PUNTO MATERIALIZADO DE CONTROL HORIZONTAL DIVISIÓN DE GEODESIA		 SOLUCIONES GEOMÁTICAS LTDA.		FECHA (DD/MM/AAAA) 01/07/2006	
Departamento SANTANDER		Municipio BUCARAMANGA		Vereda o barrio CIUADELA UNIVERSITARIA - U.I.S.		Finca o dirección EDIFICIO LIVIANOS	
Nomencultura estandarizada GPS-UIS-4		Nombre del punto (Estampado en placa) CROQUIS GENERAL					
Distancias y direcciones a la señal de Azimut y objetos sobresalientes que pueden observarse desde el vértice							
OBJETO		AZIMUT MAGNÉTICO	DISTANCIA EN METROS	DIRECCIONES			
1	ESQUINA S.E. PLANCHÓN TERRAZA EDIFICIO LIVIANOS	161°	5,64				
2	ESQUINA N.E. PLANCHÓN TERRAZA EDIFICIO LIVIANOS	318°	1,66				
3	GPS-UIS-5	127°53'16"	115,47				
4							
5							
Acceso (Croquis general): EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, BARRIO SAN ALONSO, CIUADELA UNIVERSITARIA, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, SE ENCUENTRA EL VÉRTICE GPS-UIS-4							
Descripción (Croquis detallado): EL VÉRTICE GPS-UIS-4, SE ENCUENTRA MATERIALIZADO EN EL ÚLTIMO NIVEL DE LA TERRAZA DEL EDIFICIO DE LIVIANOS DE LA UIS							
Determinación GPS <input checked="" type="checkbox"/> CONVENCIONAL <input type="checkbox"/>		Monumentación Incrustación <input type="checkbox"/> Mojón <input type="checkbox"/> Plasta <input type="checkbox"/> De concreto ___x___ cm. de lado Otro <input type="checkbox"/> Sobresale ___25___ cms.					
Nota: En la fecha _____ se encontró el vértice destruido _____ movido _____				Coordenadas MAGNA-SIRGAS (WGS84) aproximadas: ϕ = _____ λ = _____ h= _____			
Nombre _____		Firma _____		Describió MAURICIO MEZA RINCÓN		Materializó <input checked="" type="checkbox"/> Actualizó <input type="checkbox"/>	

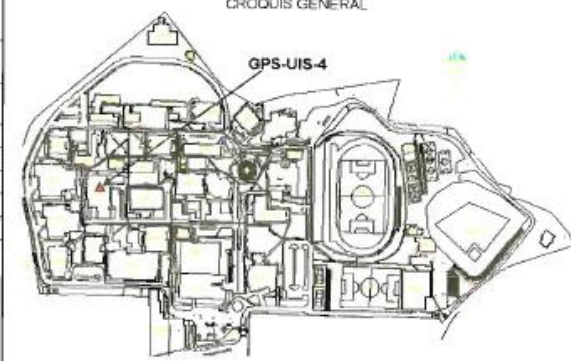
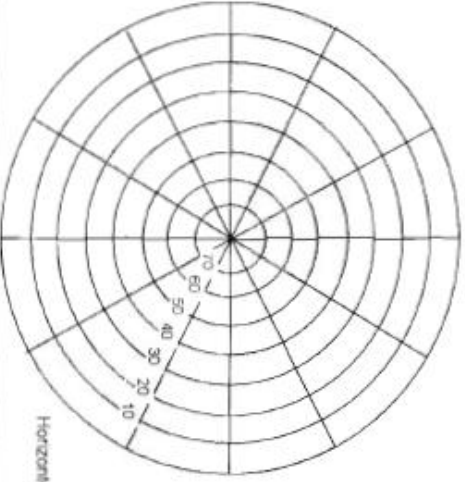


Diagrama de Obstáculos


NORTE



Horizonte

Observaciones: **APTO PARA G.P.S**

Imprenta



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

GPS-UIS-4

2006

GPS-UIS-5



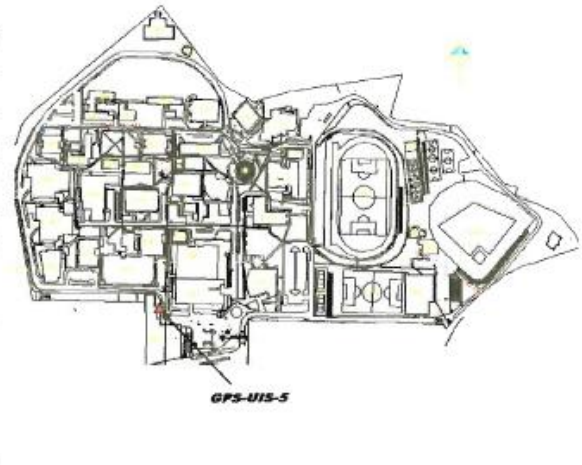

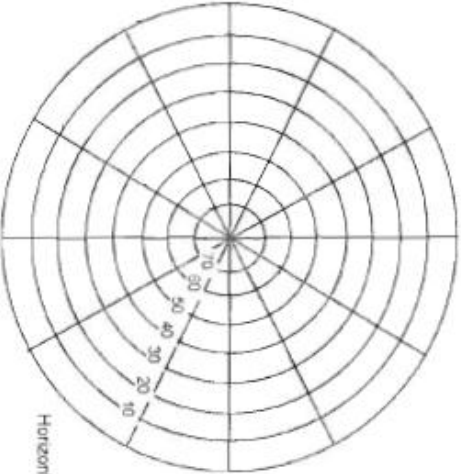

		DESCRIPCIÓN DE PUNTO MATERIALIZADO DE CONTROL HORIZONTAL DIVISIÓN DE GEODESIA		 SOLUCIONES GEODIFORMICAS LTDA.	FECHA (DD/MM/AAAA) 01/07/2006
Departamento SANTANDER	Municipio BUCARAMANGA	Vereda o barrio CIUDADELA UNIVERSITARIA - U.I.S.	Finca o dirección EDIFICIO HUMANIDADES		
Nomenclatura estandarizada GPS-UIS-5		Nombre del punto (Estampado en placa)		CROQUIS GENERAL 	
Distancias y direcciones a la señal de Azimut y objetos sobresalientes que pueden observarse desde el vértice					
OBJETO		AZIMUT MAGNÉTICO	DISTANCIA EN METROS	DIRECCIONES	
1	GPS-UIS-3	68°02'15"	173,33		
2	GPS-D-ST-013	58°47'21"	1898,90		
3	GPS-UIS-6	359°04'47"	323,12		
4	GPS-UIS-4	307°53'16"	115,47		
5					
Acceso (Croquis general): EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, BARRIO SAN ALONSO, CIUDADELA UNIVERSITARIA, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, SE ENCUENTRA EL VÉRTICE GPS-UIS-5					
Descripción (Croquis detallado): EL VÉRTICE GPS-UIS-5, SE ENCUENTRA MATERIALIZADO EN EL COSTADO N-E DE LA TERRAZA DEL EDIFICIO DE HUMANIDADES. PARA ACCEDER A ESTA TERRAZA SE DEBE INGRESAR POR LAS ESCALERAS QUE SE ENCUENTRAN EN EL SALÓN DEL GRUPO HALLEY.					
Determinación		Monumentación			
GPS <input checked="" type="checkbox"/> CONVENCIONAL <input type="checkbox"/>		Incrustación <input type="checkbox"/> Pilastra <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>		Mojón <input type="checkbox"/> De concreto ___ x ___ cm. de lado Sobresale ___ 25 ___ cms.	
Nota: En la fecha _____ se encontró el vértice destruido _____ movido _____			Coordenadas M/GNA-SIRGAS (WGS84) aproximadas: $\phi =$ _____ $\lambda =$ _____ $h =$ _____		
Nombre _____ Firma _____		Describió MAURICIO MEZA RINCÓN		Materializó <input checked="" type="checkbox"/> Actualizó <input type="checkbox"/>	

Diagrama de Observaciones



Observaciones: **APTO PARA G.P.S**

Imprenta

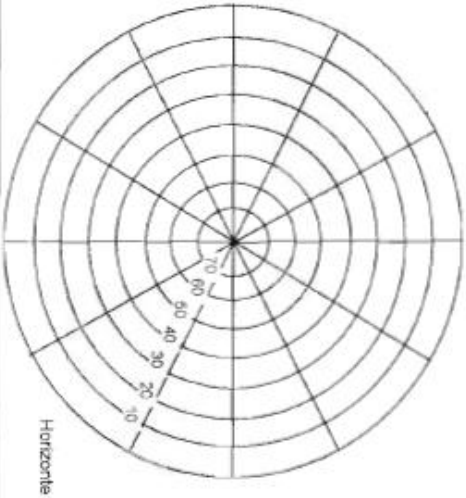


GPS-UIS-6

DESCRIPCIÓN DE PUNTO MATERIALIZADO DE CONTROL HORIZONTAL		SOLUCIONES GEORFOMÁTICAS S.A.	FECHA (DD/MM/AAAA) 01/07/2006
DIVISIÓN DE GEODESIA			
Departamento SANTANDER	Municipio BUCARAMANGA	Vereda o barrio CIUDADELA UNIVERSITARIA - U.I.S.	Finca o dirección EDIFICIO ING. ELÉCTRICA
Nomenclatura estandarizada GPS-UIS-6		Nombre del punto (Estampado en placa)	
Distancias y direcciones a la señal de Azimut y objetos sobresalientes que pueden observarse desde el vértice			
	OBJETO	AZIMUT MAGNÉTICO	DISTANCIA EN METROS
1	GPS-UIS-5	179°04'47"	323,12
2	GPS-D-ST-013	68°59'05"	1763,48
3			
4			
5			
Acceso (Croquis general): EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, BARRIO SAN ALONSO, CIUDADELA UNIVERSITARIA, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, SE ENCUENTRA EL VÉRTICE GPS-UIS-6			
Descripción (Croquis detallado): EL VÉRTICE GPS-UIS-6, SE ENCUENTRA MATERIALIZADO EN EL COSTADO N-E DE LA TERRAZA DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA SOBRE EL TANQUE DE AGUA.			
Determinación		Monumentación	
GPS <input checked="" type="checkbox"/> CONVENCIONAL <input type="checkbox"/>		Incrustación <input checked="" type="checkbox"/> Pilastra <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	
		Mojón <input type="checkbox"/> De concreto ___ x ___ cm. de lado Sobresale ___ 25 ___ cms.	
Nota: En la fecha _____ se encontró el vértice destruido _____ movido _____		Coordenadas MAGNA-SIRGAS (WGS84) aproximadas: $\phi =$ _____ $\lambda =$ _____ $h =$ _____	
Nombre	Firma	Describió MAURICIO MEZA RINCÓN	Materializó <input checked="" type="checkbox"/> Actualizó <input type="checkbox"/>



Imprenta



Observaciones:






APTO PARA G.P.S

Four horizontal lines for handwritten notes.

Hojas de datos Día Uno (1 Julio 2006)




GPS-ST-001

Ubicación: Puerta del Sol

		HOJA DE CAMPO OBSERVACIONES CON GPS				FECHA DÍA MES AÑO 0 1 0 7 2 0 0 6				
PROYECTO: RED GEODÉSICA UIS				PUNTO G P S - S T - 0 0 1						
TIPO DE LEVANTAMIENTO ESTÁTICO <input checked="" type="checkbox"/> CINEMÁTICO <input type="checkbox"/> RÁPIDO ESTÁTICO <input type="checkbox"/>				TIPO DE PUNTO BASE <input checked="" type="checkbox"/> MÓVIL <input type="checkbox"/>						
EQUIPO Marca Modelo Serial				OPERADOR						
RECEPTOR		TOPCON		HIPER GGD		256-1398			MAURICIO MEZA R.	
ANTENA		TOPCON		HIPER GGD		256-1398				
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO						MEDICIÓN DE LA ALTURA				
HORA	No. EPOCAS	GDOP	MEMORIA	BATERÍAS (%)			Tripode: 			
				A	B	EXT	Inicio	<input type="text" value="1.330"/> m		
10:01	N.A.	N.A.	N.A.	100%			Final	<input type="text" value="1.330"/> m		
17:09	N.A.	N.A.	N.A.				Bastón: 			
							Inicio	<input type="text"/> m		
							Final	<input type="text"/> m		
							Pilastra: 			
							Inicio	<input type="text"/> m		
							Final	<input type="text"/> m		
							Otro:			
							Inicio	<input type="text"/> m		
							Final	<input type="text"/> m		
							Tipo de Medición:			
							Inclinaada <input type="checkbox"/>		Vertical <input type="checkbox"/>	
POSICIÓN NAVEGADA		Inicial		LATITUD		LONGITUD (W)		ALTURA (m)		
						N	S			
						N	S			
Final										
DIRECTORIO DE ARCHIVO: _____										
OBSERVACIONES: _____										

GPS-D-ST-013






Ubicación: Toma del acueducto la flora

 		HOJA DE CAMPO OBSERVACIONES CON GPS					FECHA DÍA MES AÑO 0 1 0 7 2 0 0 6		
PROYECTO: RED GEODÉSICA UIS					PUNTO G P S - D - S T - 0 1 3				
TIPO DE LEVANTAMIENTO ESTÁTICO <input checked="" type="checkbox"/> CINEMÁTICO <input type="checkbox"/> RÁPIDO ESTÁTICO <input type="checkbox"/>					TIPO DE PUNTO BASE <input checked="" type="checkbox"/> MÓVIL <input type="checkbox"/>				
EQUIPO Marca Modelo Serial					OPERADOR				
RECEPTOR		TOPCON		HIPER GGD		256-1405			MAURICIO MEZA R.
ANTENA		TOPCON		HIPER GGD		256-1405			
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO					MEDICIÓN DE LA ALTURA				
HORA	Nº EPOCAS	GDOP	MEMORIA	BATERÍAS (%)			Tripode:		
				A	B	EXT	Inicio	<input type="text" value="1.352"/> m	
09:23	N.A.	N.A.	N.A.	100%			Final	<input type="text" value="1.352"/> m	
16:38	N.A.	N.A.	N.A.				Bastón:		
							Inicio	<input type="text"/> m	
							Final	<input type="text"/> m	
							Pilastra:		
							Inicio	<input type="text"/> m	
							Final	<input type="text"/> m	
							Otro:		
							Inicio	<input type="text"/> m	
							Final	<input type="text"/> m	
							Tipo de Medición:		
							Inclinada	<input checked="" type="checkbox"/>	
							Vertical	<input type="checkbox"/>	
POSICIÓN NAVEGADA		Inicial		LATITUD		LONGITUD (W)		ALTURA (m)	
		Final							
DIRECTORIO DE ARCHIVO: _____									
OBSERVACIONES: _____									

GPS-UIS-1












HOJA DE CAMPO OBSERVACIONES CON GPS				FECHA DÍA MES AÑO 0 1 0 7 2 0 0 8		
PROYECTO: RED GEODÉSICA UIS				PUNTO G P S - U I S - 1		
TIPO DE LEVANTAMIENTO ESTÁTICO <input checked="" type="checkbox"/> CINEMÁTICO <input type="checkbox"/> RÁPIDO ESTÁTICO <input type="checkbox"/>			TIPO DE PUNTO BASE <input type="checkbox"/> MÓVIL <input checked="" type="checkbox"/>			
EQUIPO				OPERADOR		
		Marca	Modelo	Serial		
RECEPTOR	TOPCON	HIPER GGD	256-1402			MAURICIO MEZA R.
ANTENA	TOPCON	HIPER GGD	256-1402			
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO				MEDICIÓN DE LA ALTURA		
HORA	No. EPOCAS	GDOP	MEMORIA	BATERÍAS (%)		
				A	B	EXT
08:28	N.A.	N.A.	N.A.	100%		
16:25	N.A.	N.A.	N.A.			
				Trípode:		
				Inicio <input type="text" value="1.308"/> m		
				Final <input type="text" value="1.308"/> m		
				Bastón:		
				Inicio <input type="text"/> m		
				Final <input type="text"/> m		
				Pilastra:		
				Inicio <input type="text"/> m		
				Final <input type="text"/> m		
				Otro:		
				Inicio <input type="text"/> m		
				Final <input type="text"/> m		
				Tipo de Medición:		
				Inclínada <input checked="" type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/>		
POSICIÓN NAVEGADA		Inicial		Final		ALTURA (m)
		LATITUD		LONGITUD (W)		
		°	'	"	N	S
		°	'	"	N	S
DIRECTORIO DE ARCHIVO: _____						
OBSERVACIONES: _____						

GPS-UIS-2

		HOJA DE CAMPO OBSERVACIONES CON GPS				SOLUCIONES GEOMÁTICAS LTDA.		FECHA DÍA MES AÑO 0 1 0 7 2 0 0 6		
PROYECTO: RED GEODÉSICA UIS				PUNTO G P S - U I S - 2						
TIPO DE LEVANTAMIENTO ESTÁTICO <input checked="" type="checkbox"/> CINEMÁTICO <input type="checkbox"/> RÁPIDO ESTÁTICO <input type="checkbox"/> BASE <input type="checkbox"/>				TIPO DE PUNTO MÓVIL <input checked="" type="checkbox"/>						
EQUIPO Marca Modelo Serial				OPERADOR						
RECEPTOR: TOPCON		HIPER GGD		256-1368		CARLOS H. OSORIO				
ANTENA: TOPCON		HIPER GGD		256-168						
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO				MEDICIÓN DE LA ALTURA						
HORA	No. EPOCAS	GDOP	MEMORIA	BATERÍAS (%)			Tripode:			
				A	B	EXT	Inicio	Final		
08:19	N.A.	N.A.	N.A.	100%			Inicio: 1.403 m	Final: 1.403 m		
16:40	N.A.	N.A.	N.A.				Bastón:			
							Inicio: _____ m	Final: _____ m		
							Pilastra:			
							Inicio: _____ m	Final: _____ m		
							Otro:			
							Inicio: _____ m	Final: _____ m		
							Tipo de Medición:			
							Inclínada <input checked="" type="checkbox"/>	Vertical <input type="checkbox"/>		
POSICIÓN NAVEGADA		Inicial		LATITUD		LONGITUD (W)		ALTURA (m)		
		° ' "	N S	° ' "	"					
		Final								
DIRECTORIO DE ARCHIVO: _____										
OBSERVACIONES: _____										

Hojas de datos Día Dos (Julio 2/ 2006)

GPS-UIS-1

		HOJA DE CAMPO OBSERVACIONES CON GPS					FECHA DÍA MES AÑO 0 2 0 7 2 0 0 6			
PROYECTO: RED GEODÉSICA UIS				PUNTO G P S - U I S - 1						
TIPO DE LEVANTAMIENTO ESTÁTICO <input checked="" type="checkbox"/> CINEMÁTICO <input type="checkbox"/> RÁPIDO ESTÁTICO <input type="checkbox"/>				TIPO DE PUNTO BASE <input checked="" type="checkbox"/> MÓVIL <input type="checkbox"/>						
EQUIPO Marca Modelo Serial				OPERADOR						
RECEPTOR: TOPCON		HIPER GGD		256-1402		MAURICIO MEZA R.				
ANTENA: TOPCON		HIPER GGD		256-1402						
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO				MEDICIÓN DE LA ALTURA						
HORA	No. EPOCAS	GDOP	MEMORIA	BATERÍAS (%)			Tripode:			
				A	B	EXT	Inicio			
10:12	N.A.	N.A.	N.A.	100%			Final			
13:51	N.A.	N.A.	N.A.							
								Bastón:		
							Inicio			
							Final			
								Pilastra:		
							Inicio			
							Final			
								Otro:		
							Inicio			
							Final			
							Tipo de Medición:			
							Inclínada <input checked="" type="checkbox"/>		Vertical <input type="checkbox"/>	
POSICIÓN NAVEGADA			Inicial		LATITUD		LONGITUD (W)		ALTURA (m)	
			Final		N S		0 "		0 "	
DIRECTORIO DE ARCHIVO:										
OBSERVACIONES:										

GPS-UIS-2

HOJA DE CAMPO OBSERVACIONES CON GPS		SOLUCIONES GEOPORMÁTICAS LTDA		FECHA DÍA MES AÑO 0 2 0 7 2 0 0 6						
PROYECTO: RED GEODÉSICA UIS		PUNTO G P S - U I S - 2								
TIPO DE LEVANTAMIENTO				TIPO DE PUNTO						
ESTÁTICO <input checked="" type="checkbox"/>		CINEMÁTICO <input type="checkbox"/>		RÁPIDO ESTÁTICO <input type="checkbox"/>		BASE <input checked="" type="checkbox"/>		MÓVIL <input type="checkbox"/>		
EQUIPO						OPERADOR				
Marca		Modelo		Serial		CARLOS H. OSORIO				
RECEPTOR TOPCON		HIPER GGD		256-1368						
ANTENA TOPCON		HIPER GGD		256-168						
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO						MEDICIÓN DE LA ALTURA				
HORA	No. EPOCAS	GDOP	MEMORIA	BATERÍAS (%)			Tripode:			
				A	B	EXT				
10:20	N.A.	N.A.	N.A.	100%			Inicio _1.331_ m			
14:00	N.A.	N.A.	N.A.				Final _1.331_ m			
						Bastón:				
						Inicio _____ m				
						Final _____ m				
						Pilastra:				
						Inicio _____ m				
						Final _____ m				
						Otro:				
						Inicio _____ m				
						Final _____ m				
						Tipo de Medición:				
						Incinada <input checked="" type="checkbox"/>		Vertical <input type="checkbox"/>		
POSICIÓN NAVEGADA		Inicial		LATITUD		LONGITUD (W)		ALTURA (m)		
		° ' "	N S	° ' "	N S	° ' "	° ' "			
Final		° ' "	N S	° ' "	N S	° ' "	° ' "			
DIRECTORIO DE ARCHIVO: _____										
OBSERVACIONES: _____										




GPS-UIS-3

HOJA DE CAMPO OBSERVACIONES CON GPS				FECHA DÍA MES AÑO 0 2 0 7 2 0 0 6			
PROYECTO: RED GEODÉSICA UIS				PUNTO G P S - U I S - 3			
TIPO DE LEVANTAMIENTO ESTÁTICO <input checked="" type="checkbox"/> CINEMÁTICO <input type="checkbox"/> RÁPIDO ESTÁTICO <input type="checkbox"/> BASE <input type="checkbox"/>			TIPO DE PUNTO MÓVIL <input checked="" type="checkbox"/>				
EQUIPO				OPERADOR			
RECEPTOR		Marca: TOPCON	Modelo: HIPER GGD	Serial: 256-1398	CARLOS H. OSORIO		
ANTENA		Marca: TOPCON	Modelo: HIPER GGD	Serial: 256-168			
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO				MEDICIÓN DE LA ALTURA			
HORA	No. EPOCAS	GDOP	MEMORIA	BATERÍAS (%)			Tripode:
				A	B	EXT	Inicio: <input type="text" value="1.602"/> m
10:45	N.A.	N.A.	N.A.	100%			Final: <input type="text" value="1.602"/> m
12:00	N.A.	N.A.	N.A.				
							Bastón:
							Inicio: <input type="text"/> m
							Final: <input type="text"/> m
							Pilastra:
							Inicio: <input type="text"/> m
							Final: <input type="text"/> m
							Otro:
							Inicio: <input type="text"/> m
							Final: <input type="text"/> m
							Tipo de Medición:
							Inclínada <input checked="" type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/>
POSICIÓN NAVEGADA		Inicial	LATITUD		LONGITUD (W)		ALTURA (m)
			°	'	N	S	°
		Final	°	'	N	S	°
DIRECTORIO DE ARCHIVO: _____							
OBSERVACIONES: _____							




GPS-UIS-4

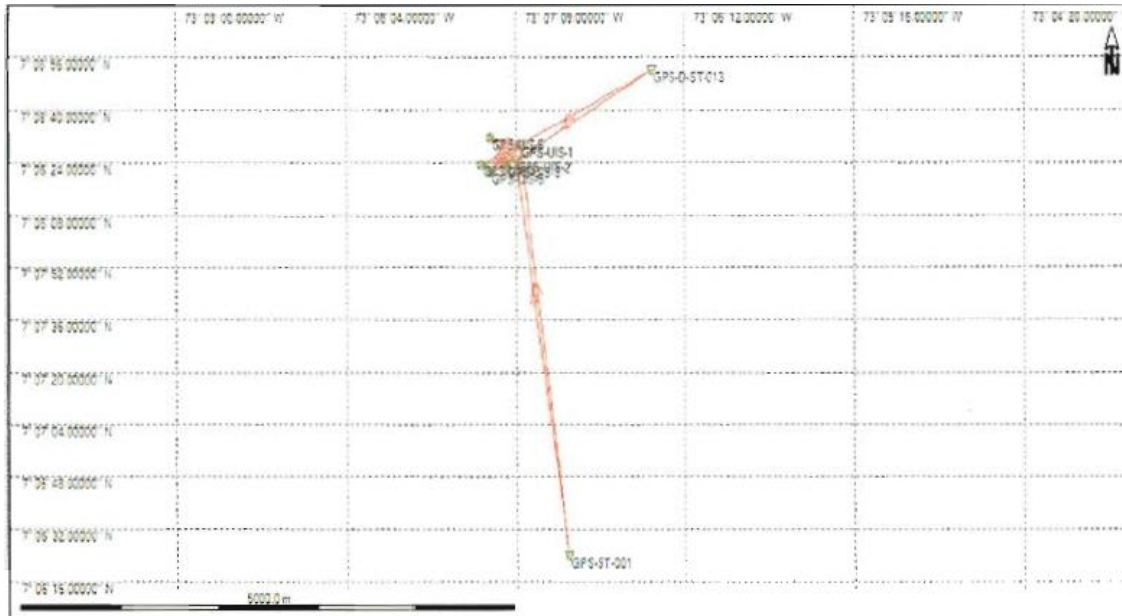
HOJA DE CAMPO OBSERVACIONES CON GPS				FECHA DÍA MES AÑO 0 2 0 7 2 0 0 6								
PROYECTO: RED GEODÉSICA UIS				PUNTO G P S - U I S - 4								
TIPO DE LEVANTAMIENTO ESTÁTICO <input checked="" type="checkbox"/> CINEMÁTICO <input type="checkbox"/> RÁPIDO ESTÁTICO <input type="checkbox"/> BASE <input type="checkbox"/>			TIPO DE PUNTO MÓVIL <input checked="" type="checkbox"/>									
EQUIPO				OPERADOR								
RECEPTOR: Marca TOPCON Modelo HIPER GGD Serial 256-1398		CARLOS H. OSORIO										
ANTENA: TOPCON HIPER GGD 256-168												
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO				MEDICIÓN DE LA ALTURA								
HORA	No. EPOCAS	GDOP	MEMORIA	BATERÍAS (%)			Tripode:					
				A	B	EXT	<input type="text"/> m <input type="text"/> m					
12:33	N.A.	N.A.	N.A.	100%								
13:33	N.A.	N.A.	N.A.									
							Bastón: Inicio <input type="text"/> m Final <input type="text"/> m					
							Pilastra: Inicio <input type="text"/> m Final <input type="text"/> m					
							Otro: Inicio <input type="text"/> m Final <input type="text"/> m					
							Tipo de Medición: Inclinada <input checked="" type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/>					
POSICIÓN NAVEGADA		Inicial		°	'	"	N	S	°	'	"	m
		Final		°	'	"	N	S	°	'	"	m
DIRECTORIO DE ARCHIVO: _____												
OBSERVACIONES: _____												

GPS-UIS-5

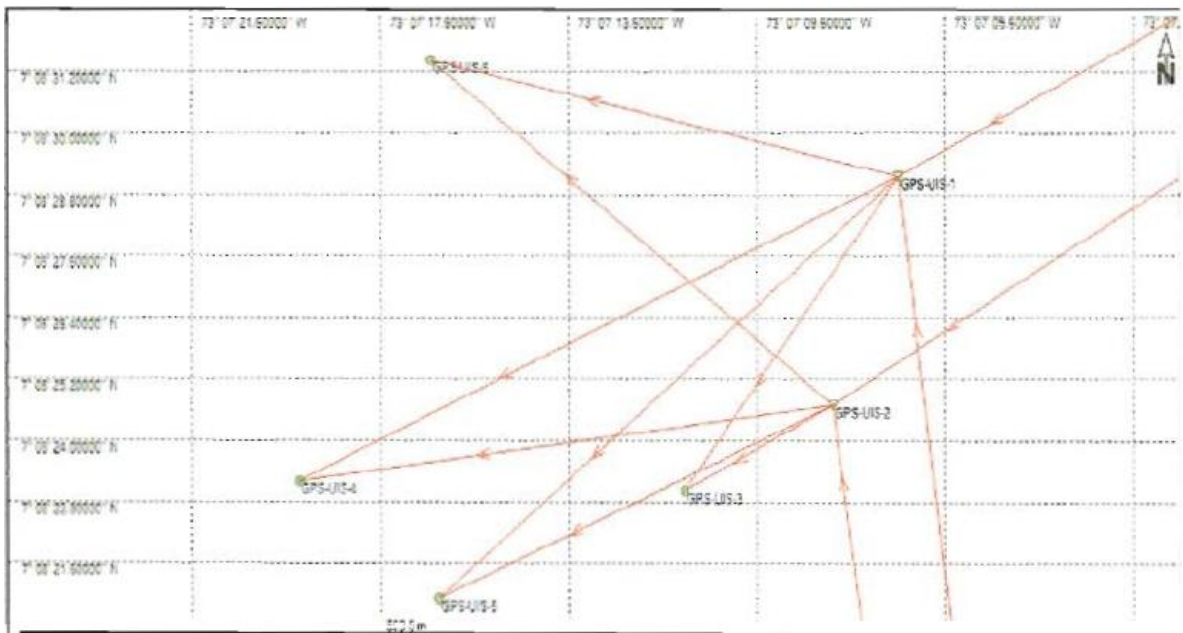
Universidad Industrial de Santander		UIS		HOJA DE CAMPO OBSERVACIONES CON GPS			SOLUCIONES GEOINFORMÁTICAS LTDA.		FECHA							
PROYECTO: RED GEODÉSICA UIS							PUNTO									
							G	P	S	-	U	I	S	-	5	
TIPO DE LEVANTAMIENTO							TIPO DE PUNTO									
ESTÁTICO	<input checked="" type="checkbox"/>	CINEMÁTICO	<input type="checkbox"/>	RÁPIDO ESTÁTICO	<input type="checkbox"/>	BASE	<input type="checkbox"/>	MÓVIL	<input checked="" type="checkbox"/>							
EQUIPO							OPERADOR									
RECEPTOR		Marca	Modelo	Serial				MAURICIO MEZA R.								
ANTENA		TOPCON	HIPER GGD	256-1405												
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO							MEDICIÓN DE LA ALTURA									
HORA	No. EPOCAS	ODOP	MEMORIA	BATERÍAS (%)			Tripode:									
				A	B	EXT	Inicio	Final								
10:47	N.A.	N.A.	N.A.	100%			Inicio	<input type="text" value="1.235"/>	m							
11:47	N.A.	N.A.	N.A.				Final	<input type="text" value="1.235"/>	m							
							Bastón:									
							Inicio	<input type="text"/>	m							
							Final	<input type="text"/>	m							
							Pilastra:									
							Inicio	<input type="text"/>	m							
							Final	<input type="text"/>	m							
							Otro:									
							Inicio	<input type="text"/>	m							
							Final	<input type="text"/>	m							
							Tipo de Medición:									
							Inclinada	<input checked="" type="checkbox"/>	Vertical	<input type="checkbox"/>						
POSICIÓN NAVEGADA		LATITUD				LONGITUD (W)			ALTURA (m)							
Inicial		°	'	"	N	S	°	'	"							
Final		°	'	"	N	S	°	'	"							
DIRECTORIO DE ARCHIVO: _____																
OBSERVACIONES: _____																

GPS-UIS-6

 		HOJA DE CAMPO OBSERVACIONES CON GPS					FECHA DÍA MES AÑO 0 2 0 7 2 0 0 6			
PROYECTO: RED GEODÉSICA UIS				PUNTO G P S - U I S - 6						
TIPO DE LEVANTAMIENTO ESTÁTICO <input checked="" type="checkbox"/> CINEMÁTICO <input type="checkbox"/> RÁPIDO ESTÁTICO <input type="checkbox"/>				TIPO DE PUNTO BASE <input type="checkbox"/> MÓVIL <input checked="" type="checkbox"/>						
EQUIPO Marca Modelo Serial				OPERADOR MAURICIO MEZA R.						
RECEPTOR		TOPCON		HIPER GGD		256-1405				
ANTENA		TOPCON		HIPER GGD		256-1405				
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO						MEDICIÓN DE LA ALTURA				
HORA	No EPOCAS	GDOP	MEMORIA	BATERIAS (%)			Tripode:			
				A	B	EXT	Inicio	<input type="text" value="1.566"/> m		
12:18	N.A.	N.A.	N.A.	100%			Final	<input type="text" value="1.566"/> m		
13:18	N.A.	N.A.	N.A.				Bastón: Inicio <input type="text"/> m Final <input type="text"/> m			
							Pilastra: Inicio <input type="text"/> m Final <input type="text"/> m			
							Otro: Inicio <input type="text"/> m Final <input type="text"/> m			
							Tipo de Medición: Inclinada <input checked="" type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/>			
POSICIÓN NAVEGADA		LATITUD			LONGITUD (W)			ALTURA (m)		
		Inicial	°	'	"	N	S	°	'	"
		Final	°	'	"	N	S	°	'	"
DIRECTORIO DE ARCHIVO: _____ OBSERVACIONES: _____										



Esquema de traslado de coordenadas de los vértices MAGNA GPS-ST-01 y GPS-D-ST-013 a los vértices GPS-UIS-01 y GPS-UIS-02



Esquema de traslado de coordenadas de los vértices GPS-UIS-01 y GPS-UIS-02 a los vértices GPS-UIS-03, GPS-UIS-04, GPS-UIS-05 y GPS-UIS-06.

ANEXO B. RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS Y COORDENADAS
DE LOS PUNTOS DE LA RED GEODÉSICA DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER

COORDENADAS GPS-UIS-1

SISTEMA DE REFERENCIA: OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE BOGOTÁ

GEODÉSICAS

Latitud: 07° 08'29.150563" N

Longitud: 73° 07'06.608718" W

Altura elipsoidal: 1006.342 m

Altura (snm): 997.171m (Nivelación Ortométrica)

GEOCÉNTRICAS VELOCIDADES

X = 1 838 184.0807 m $V_x = 0.0055$ m/añoY = -6 057 207.9163 m $V_y = 0.0030$ m/añoZ = 787 781.3489 m $V_z = 0.0101$ m/año

PLANAS DE GAUSS-KRÜGER

Norte: 1 281 577.229 m

Este: 1 105 938.129 m

PLANAS CARTESIANAS

Norte: 81 551.483 m

Este: 105 949.919 m

Origen de las coordenadas planas de Gauss-Krüger: BOGOTÁ _ MAGNA

Latitud: 04°35'46.32150" N Longitud: 74°04'39.02850" W

Norte: 1000 000.0 m Este: 1000 000.0m

Origen de las Coordenadas Planas Cartesianas: BUCARAMANGA 2002

Latitud: 07°04'43.993710" N Longitud: 73°11'50.435600" W

Norte: 74 632.964 Este: 97 239.765 Plano de proyección: 931.000 m.s.n.m.m.

COORDENADAS GPS-UIS-2

SISTEMA DE REFERENCIA: OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE BOGOTÁ

GEODÉSICAS

Latitud: 07° 08'24.661343" N

Longitud: 73° 07'08.005465" W

Altura elipsoidal: 1006.361 m

Altura (snm): 997.186m (Nivelación ortométrica)

GEOCÉNTRICAS VELOCIDADES

X = 1 838 148.0480 m $V_x = 0.0055$ m/añoY = -6 057 236.7889 m $V_y = 0.0030$ m/añoZ = 787 644.4911 m $V_z = 0.0101$ m/año

PLANAS DE GAUSS-KRÜGER

Norte: 1 281 439.213 m

Este: 1 105 895.552 m

PLANAS CARTESIANAS

Norte: 81 413.548 m

Este: 105 907.079 m

Origen de las coordenadas planas de Gauss-Krüger: BOGOTÁ _ MAGNA

Latitud: 04°35'46.32150" N Longitud: 74°04'39.02850" W

Norte: 1000 000.0 m Este: 1000 000.0m

Origen de las Coordenadas Planas Cartesianas: BUCARAMANGA 2002

Latitud: 07°04'43.993710" N Longitud: 73°11'50.435600" W

Norte: 74 632.964 Este: 97 239.765 Plano de proyección: 931.000 m.s.n.m.m.

COORDENADAS GPS-UIS-3

SISTEMA DE REFERENCIA: OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE BOGOTÁ

GEODÉSICAS

Latitud: 07° 08'22.999131" N

Longitud: 73° 07'11.150772" W

Altura elipsoidal: 1024.385 m

Altura (snm): 1018.21m (Niv. GEOCOL 2004)

GEOCÉNTRICAS VELOCIDADES

X = 1 838 062.7182 m $V_x = 0.0055$ m/añoY = -6 057 288.0064 m $V_y = 0.0030$ m/añoZ = 787 596.0564 m $V_z = 0.0101$ m/año

PLANAS DE GAUSS-KRÜGER

Norte: 1 281 387.942 m

Este: 1 105 799.135 m

PLANAS CARTESIANAS

Norte: 81 362.462 m

Este: 105 810.563 m

Origen de las coordenadas planas de Gauss-Krüger: BOGOTÁ _ MAGNA

Latitud: 04°35'46.32150" N Longitud: 74°04'39.02850" W

Norte: 1000 000.0 m Este: 1000 000.0m

Origen de las Coordenadas Planas Cartesianas: BUCARAMANGA 2002

Latitud: 07°04'43.993710" N Longitud: 73°11'50.435600" W

Norte: 74 632.964 Este: 97 239.765 Plano de proyección: 931.000 m.s.n.m.m.

COORDENADAS GPS-UIS-4

SISTEMA DE REFERENCIA: OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE BOGOTÁ

GEODÉSICAS

Latitud: 07° 08'23.197324" N

Longitud: 73° 07'19.359994" W

Altura elipsoidal: 1008.924 m

Altura (snm): 1003.77m (Niv. GEOCOL 2004)

GEOCÉNTRICAS VELOCIDADES

X = 1 837 816.9662 m $V_x = 0.0055$ m/añoY = -6 057 345.7505 m $V_y = 0.0030$ m/añoZ = 787 600.1769 m $V_z = 0.0101$ m/año

PLANAS DE GAUSS-KRÜGER

Norte: 1 281 393.509 m

Este: 1 105 547.197 m

PLANAS CARTESIANAS

Norte: 81 368.510 m

Este: 105 558.634 m

Origen de las coordenadas planas de Gauss-Krüger: BOGOTÁ _ MAGNA

Latitud: 04°35'46.32150" N Longitud: 74°04'39.02850" W

Norte: 1000 000.0 m Este: 1000 000.0m

Origen de las Coordenadas Planas Cartesianas: BUCARAMANGA 2002

Latitud: 07°04'43.993710" N Longitud: 73°11'50.435600" W

Norte: 74 632.964 Este: 97 239.765 Plano de proyección: 931.000 m.s.n.m.m.

COORDENADAS GPS-UIS-5

SISTEMA DE REFERENCIA: OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE BOGOTÁ

GEODÉSICAS

Latitud: 07° 08'20.888869" N

Longitud: 73° 07'16.389912" W

Altura elipsoidal: 1021.202 m

Altura (snm): 1016.99m (Niv. GEOCOL 2004)

GEOCÉNTRICAS VELOCIDADES

X = 1 837 910.2845 m $V_x = 0.0055$ m/añoY = -6 057 339.3793 m $V_y = 0.0030$ m/añoZ = 787 531.3260 m $V_z = 0.0101$ m/año

PLANAS DE GAUSS-KRÜGER

Norte: 1 281 322.773 m

Este: 1 105 638.490 m

PLANAS CARTESIANAS

Norte: 81 297.599 m

Este: 105 649.793 m

Origen de las coordenadas planas de Gauss-Krüger: BOGOTÁ _ MAGNA

Latitud: 04°35'46.32150" N Longitud: 74°04'39.02850" W

Norte: 1000 000.0 m Este: 1000 000.0m

Origen de las Coordenadas Planas Cartesianas: BUCARAMANGA 2002

Latitud: 07°04'43.993710" N Longitud: 73°11'50.435600" W

Norte: 74 632.964 Este: 97 239.765 Plano de proyección: 931.000 m.s.n.m.m.

COORDENADAS GPS-UIS-6

SISTEMA DE REFERENCIA: OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE BOGOTÁ

GEODÉSICAS

Latitud: 07° 08'31.405871" N

Longitud: 73° 07'16.559070" W

Altura elipsoidal: 1000.985 m

Altura (snm): 997.77m (Niv. GEOCOL 2004)

GEOCÉNTRICAS VELOCIDADES

X = 1 837 887.8302 m $V_x = 0.0055$ m/añoY = -6 057 283.2543 m $V_y = 0.0030$ m/añoZ = 787 849.4390 m $V_z = 0.0101$ m/año

PLANAS DE GAUSS-KRÜGER

Norte: 1 281 645.887 m

Este: 1 105 632.629 m

PLANAS CARTESIANAS

Norte: 81 620.725 m

Este: 105 644.548 m

Origen de las coordenadas planas de Gauss-Krüger: BOGOTÁ _ MAGNA

Latitud: 04°35'46.32150" N Longitud: 74°04'39.02850" W

Norte: 1000 000.0 m Este: 1000 000.0m

Origen de las Coordenadas Planas Cartesianas: BUCARAMANGA 2002

Latitud: 07°04'43.993710" N Longitud: 73°11'50.435600" W

Norte: 74 632.964 Este: 97 239.765 Plano de proyección: 931.000 m.s.n.m.m.

ANEXO C. RESULTADOS DE LA NIVELACIÓN ORTOMÉTRICA

NIVELACIÓN

CONTRANIVELACIÓN

	V. ATRÁS (+)	V. ADELANTE (-)	COTA		V. ATRÁS (+)	V. ADELANTE (-)	COTA	ERROR (mm)
TRAMO 1				TRAMO 1				
BM A2TE7	0.658		1063.534	BM A2TE7	0.713		1063.534	
C# 1A	0.680	3.837	1060.355	C# 1A	0.677	3.893	1060.354	1.000
C# 2A	0.066	4.556	1056.479	C# 2A	0.094	4.553	1056.478	0.000
C# 3A	0.102	4.683	1051.862	C# 3A	0.230	4.711	1051.861	0.000
C# 4A	0.031	4.750	1047.214	C# 4A	0.081	4.879	1047.212	1.000
C# 5A	1.552	3.372	1043.873	C# 5A	1.562	3.421	1043.872	1.000
C# 6A	2.526	3.352	1042.073	C# 6A	2.413	3.362	1042.072	0.000
C# 7A	0.171	0.641	1043.958	C# 7A	0.206	0.528	1043.957	0.000
C# 8A	0.120	4.204	1039.925	C# 8A	0.209	4.239	1039.924	0.000
C# 9A	0.130	4.537	1035.508	C# 9A	0.063	4.626	1035.507	0.000
C# 10A	0.169	3.776	1031.862	C# 10A	0.163	3.709	1031.861	0.000
C# 11A	0.826	1.295	1030.736	C# 11A	0.816	1.289	1030.735	0.000
C# 12A	3.539	0.090	1031.472	C# 12A	3.566	0.08	1031.471	0.000
C# 13A	0.081	1.450	1033.561	C# 13A	0.054	1.478	1033.559	1.000
C# 14A	2.004	1.157	1032.485	C# 14A	1.947	1.130	1032.483	0.000
C# 15A	2.754	0.504	1033.985	C# 15A	2.766	0.447	1033.983	0.000
C# 16A	0.105	3.735	1033.004	C# 16A	0.058	3.748	1033.001	1.000
C# 17A	0.116	4.170	1028.939	C# 17A	0.186	4.123	1028.936	0.000
C# 18A	0.096	4.633	1024.422	C# 18A	0.065	4.703	1024.419	0.000
C# 19A	0.262	4.547	1019.971	C# 19A	0.152	4.516	1019.968	0.000
C# 20A	0.055	4.080	1016.153	C# 20A	0.157	3.970	1016.150	0.000
C# 21A	0.250	4.646	1011.562	C# 21A	0.247	4.748	1011.559	0.000
C# 22A	0.554	2.181	1009.631	C# 22A	0.513	2.178	1009.628	0.000
C# 23A	1.700	0.886	1009.299	C# 23A	1.691	0.845	1009.296	0.000
C# 24A	2.046	1.023	1009.976	C# 24A	1.987	1.014	1009.973	0.000
C# 25A	1.335	1.415	1010.607	C# 25A	1.282	1.356	1010.604	0.000

C# 26A	0.176	1.225	1010.717	C# 26A	0.129	1.172	1010.714	0.000
C# 27A	0.155	4.510	1006.383	C# 27A	0.095	4.463	1006.380	0.000
C# 28A	0.138	3.118	1003.420	C# 28A	0.196	3.058	1003.417	0.000
C# 29A	0.506	2.850	1000.708	C# 29A	0.450	2.908	1000.705	0.000
C# 30A	1.390	4.202	997.012	C# 30A	1.342	4.146	997.009	0.000
GPS-UIS1	1.217	1.231	997.171	GPS-UIS1	1.187	1.183	997.168	0.000
C# 31A	1.394	1.384	997.004	C# 31A	1.392	1.354	997.001	0.000
GPS-UIS2		1.212	997.186	GPS-UIS2		1.210	997.183	0.000

Se toman los resultados de la Nivelación ya que la Contranivelación es una comprobación.