

**SIG PARA LA GESTIÓN Y LA ASIGNACIÓN DE AULAS DE LA UNIVERSIDAD  
DE MANIZALES**

**JULIAN ANDRES ESCOBAR HERRERA  
CARLOS ALEXIS HOYOS DELGADO  
JUAN DAVID HURTADO GIL  
JUAN DAVID RESTREPO ATEHORTUA**



**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
23/08/2013**

**SIG PARA LA GESTIÓN Y LA ASIGNACIÓN DE AULAS DE LA UNIVERSIDAD  
DE MANIZALES**

**JULIAN ANDRES ESCOBAR HERRERA  
CARLOS ALEXIS HOYOS DELGADO  
JUAN DAVID HURTADO GIL  
JUAN DAVID RESTREPO ATEHORTUA**

Proyecto de grado especialización en SIG

**ASESOR**  
Ricardo Sanabria  
Especialista en SIG

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
23/08/2013**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	10
1. ÁREA PROBLEMÁTICA	11
1.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	11
2. HIPOTESIS Y OBJETIVOS	12
2.1 HIPOTESIS	12
2.1 OBJETIVO GENERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA	13
3.1 GENERALIDADES	13
3.2 SIG INSTITUCIONAL	16
3.3 IMPLEMENTACIÓN DE SIG EN UNIVERSIDADES	17
3.4 HERRAMIENTAS DE VISUALIZACION PARA SIG	23
3.5 SIG PARA LA ASIGNACION DE AULAS EN LA UNIVERSIDAD DE MANIZALES	24
3.5.1 Análisis y Diseño	25
3.5.2 Prototipos	27
4. JUSTIFICACIÓN	37
5. METODOLOGÍA	38
5.1 TIPO DE TRABAJO	38
5.2 PROCEDIMIENTO	38
5.2.1 Fase 1. Recolección de Información	38
5.2.2 Fase 2. Organizar información	38
5.2.3 Fase 3. Diseño	38

5.2.4 Fase 4. Escalar el sistema a datos georeferenciados (SIG)	39
5.2.5 Fase 5. Diseño de SIG para la asignación de Aulas	39
6. RESULTADOS ESPERADOS	40
7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	41
BIBLIOGRAFÍA	42

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Procedimiento de asignación de salones, en la Universidad de La Guajira.	19
Figura 2. SIGUA Universidad de Alicante desde su página web.	20
Figura 3. Visualización SIG universidad de duke.	21
Figura 4. SIG Escuela Politécnica del Ejército de Ecuador (ESPE)	22
Figura 5. Modelo Entidad Relación SIG Universidad de Manizales	26
Figura 6. Pantalla de inicio SIG Universidad de Manizales.	27
Figura 7. Login SIG Universidad de Manizales	27
Figura 8. Visualización como Administrador SIG Universidad de Manizales	28
Figura 9. Menú reservas selección de facultad SIG Universidad de Manizales	28
Figura 10. Programa y tipo de reserva SIG Universidad de Manizales	29
Figura 11. Consultar Reserva SIG Universidad de Manizales	29
Figura 12. Confirmación de Reserva SIG Universidad de Manizales	30
Figura 13. Visualización de las Reservas SIG Universidad de Manizales	30
Figura 14. Eliminar Reserva eventual SIG Universidad de Manizales	31
Figura 15. Eliminar Reservas Fija SIG Universidad de Manizales	31
Figura 16. Visualizar Salones SIG Universidad de Manizales	32
Figura 17. Eliminar Reservas Fija SIG Universidad de Manizales	32
Figura 18. Consultar por Salón SIG Universidad de Manizales	33
Figura 19. Consultar por Capacidad SIG Universidad de Manizales	33

Figura 20. Consultar por Amplificación SIG Universidad de Manizales	34
Figura 21. Consultar por Capacidad SIG Universidad de Manizales	34
Figura 22. Consultar por Tablero Electrónico SIG Universidad de Manizales	35
Figura 23. Consultar por Cobertura de red SIG Universidad de Manizales	35
Figura 24. Búsqueda por Docente SIG Universidad de Manizales	36

## GLOSARIO

**Cartografía:** Ciencia encargada del estudio y elaboración de los mapas.

**GeoDatabase:** Conjunto de información organizada, enriquecida con componente geográfico.

**Geografía:** Ciencia que estudia la superficie terrestre.

**Servidor:** Equipo de Cómputo que provee servicios a uno o varios clientes.

**SIG:** Sistema de Información Geográfica: es un conjunto de herramientas de software, de hardware, que apoyados en diferentes ciencias permiten la construcción de un producto final, brindando así una solución a un problema o un conjunto de necesidades de la vida cotidiana.

## **RESUMEN**

Se presenta la implementación de un Sistema de Información Geográfica para la gestión de recursos de la universidad de Manizales, principalmente la asignación de aulas de la universidad, este sistema permite la posibilidad de visualizar, consultar y asignar salones dependiendo de características como la capacidad, si tiene equipos de computo, amplificación, tablero electrónico, entre otros, además de que el Sistema brinda la posibilidad de seleccionar cualquier piso con el que se desee trabajar y realizar posteriormente la consulta y asignación de un espacio seleccionado, gracias a esto el SIG ayuda a tomar decisiones en cuanto a la asignación y uso del recurso, para un mejor manejo y optimización del espacio.

Para una primera prueba del Sistema de Información Geográfica se decidió trabajar con los datos de la Facultad de Ciencias e ingeniería, para de esta forma lograr mostrar como funcionaria la Aplicación de forma real.

La metodología aplicada se desarrolló en varias etapas: primero se realizo la recopilación de Información de cada salón, luego el procesamiento de los planos de la universidad de Manizales, siguiendo con construcción de la base de datos con el componente espacial, luego se realizo un diseño de la aplicación o la forma como se va a visualizar, por último se paso a la etapa de desarrollo de la aplicación y para finalizar se han realizado pruebas de software para verificar que el Sistema funcione correctamente.

Los resultados obtenidos muestran la importancia de tener la información ordenada y estructurada en un SIG el cual permita la actualización permanente de la información y su continuo desarrollo. De esta manera el sistema implementado constituye una valiosa herramienta para la planificación y la gestión de los recursos y asignación de los salones en la universidad de Manizales

**PALABRAS CLAVES:** Asignación, Cartografía, Geodatabase, Geográfica, Horario, Planos, Salones, Servidor, SIG, Sistema.



## **ABSTRACT**

We present the implementation of a Geographic Information System for managing resources Manizales University, mainly the allocation of university classrooms, this system allows the ability to view, query and assign rooms depending on features like the ability, if have computer equipment, amplification, electronic board, among others, and that the system provides the ability to select any apartment they want to work and perform the query and then assign a selected space, because this helps GIS make decisions regarding the allocation and use of resources, for better management and optimization of space.

For a first test of Geographic Information System decided to work with the data of the Faculty of Science and Engineering, and in this way achieve show as an official Real Application form.

The methodology was developed in several stages: first gathering was held every classroom information, then processing planes Manizales University, following construction of the database to the spatial component, then it was designed in application or the way to be displayed, finally revised the development stage of the application and finally have done software testing to verify that the system works properly.

The results show the importance of orderly and structured information in a GIS which allows continuous updating of information and its further development. In this way the system implemented is a valuable tool for planning and management of resources and allocation of rooms at the University of Manizales

## **INTRODUCCIÓN**

Los sistemas de información geográfica utilizados para la gestión de recursos que tienen las instituciones educativas, se constituyen en un programa que cuenta con elementos cartográficos que permiten visualizar por medio de un plano o mapa la estructura física de una institución educativa e interactuar con ella, ya sea realizando consultas o modificaciones a la información, la cual se verá plasmada en el Sistema de Información Geográfica.

Los SIG aplicados a la administración de los recursos de una institución educativa, se ha convertido en una herramienta de gran utilidad e importancia en la actualidad ya que permiten administrar correctamente la planta física, y todos los recursos con los que cuenta la institución.

Con la administración adecuada de la planta física, se logra ofrecer un mejor servicio a sus estudiantes, docentes y administrativos, ya que se puede saber y tener un conocimiento de todo lo que tiene la institución y lo que le brinda a todo el personal educativo, ya que en algunas ocasiones pasan desapercibidos algunos lugares o sitios, que en algún momento se hubiesen podido utilizar para un mayor aprovechamiento de los espacios universitarios. Gracias a este sistema también se facilita el acceso a recursos o salones que cumplan con las expectativas del curso, y que en algún momento nunca pudo ser usada por falta de comunicación, desconocimiento o por una mala administración.

En este proyecto se presenta la aplicación de una metodología orientada a la planificación y la gestión de los recursos en la Universidad de Manizales, en el cual se da a conocer la implementación de un Sistema de Información Geográfica que ofrece la posibilidad de visualizar, consultar y evaluar diferentes escenarios que ayudan a tomar decisiones en cuanto a la asignación de los recursos, como salones que cumplan ciertas condiciones, además de contribuir a mejorar la administración de salones y manejo de horarios de clases de los diferentes Programas y Facultades.

## 1. ÁREA PROBLEMÁTICA

El problema radica en la ineficiencia en el manejo de reservas de aulas, causado por la falta de herramientas tecnológicas para llevar una buena administración y gestión de los espacios en la universidad.

### 1.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

¿Dónde ocurre el problema? El problema se presenta en la Universidad de Manizales.

¿Cuándo se presenta el problema? El problema se presenta cada vez que se va a realizar la asignación de una Aula en la Universidad, sea a comienzo de semestre o en el transcurso del mismo.

¿A quién afecta el problema? El problema afecta a toda la comunidad educativa.

Los recursos disponibles son:

- Planos Universidad de Manizales
- GPS.
- Distanciómetro.
- Suministros de cómputo.
- Especialistas en SIG.

¿Cuáles son las prioridades de los afectados? La disponibilidad de aulas, la georeferenciación de sitios y la optimización de espacios.

## **2. HIPOTESIS Y OBJETIVOS**

### **2.1 HIPOTESIS**

- ¿Permitirá el SIG la fácil manipulación de la información georeferenciada si hubieran cambios a futuro en la infraestructura de la Universidad?
- ¿Un SIG para la administración académica de aulas de la Universidad de Manizales permitirá la correcta gestión de los recursos de la institución?

### **2.2 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar e implementar un Sistema de Información Geográfico para el manejo de aulas en la Universidad de Manizales que permita la correcta gestión de los recursos de la institución.

### **2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICO**

- Recolectar la información física y espacial de las aulas oficinas, servicios (baños y cafeterías), escenarios deportivos, áreas de recreación, bibliotecas, laboratorios, sitios de práctica, talleres, parqueaderos y vías de la Universidad en su sede principal y sede de posgrados.
- Organizar y depurar la información en planos.
- Diseñar un sistema de información que permita reservar aulas, auditorios, laboratorios y sitios de práctica de acuerdo con su capacidad, TICS y disponibilidad.
- Escalar el sistema a datos georeferenciados (SIG)
- Desarrollar el SIG, probar el mismo e implementarlo

### **3. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA**

Los sistemas de información geográfica, son sistemas que permiten la manipulación de la información teniendo en cuenta posiciones geográficas o sistemas de coordenadas, con el fin de tomar decisiones en cuestiones de gestión o para satisfacer necesidades concretas de los usuarios.

#### **3.1 GENERALIDADES**

Los SIG han ido evolucionando y se han convertido en sistemas de alta confiabilidad y de mayor importancia para la toma de decisiones, debido a la necesidad de afrontar problemas globales como los cambios climáticos, análisis y prevención de desastres naturales, además de llevar un control de los tipos de suelo y de la humedad de determinados sitios.

Así como un SIG puede controlar información tan importante y detallada como el seguimiento a fenómenos naturales, también es muy útil para usos de GPS y manejo de cartografía, para determinar rutas más cortas entre diferentes puntos en un mapa, para evaluar costos de transporte, inclusive la implementación de sistemas de información para la gestión de recursos en empresas, instituciones educativas utilizando cartografía y georeferenciación para la toma de decisiones.

Muchos de los problemas que enfrentamos a diario nos presentan un componente de Sistemas y un componente Geográfico, por esta razón aparecen los SIG como respuesta tecnológica a estas problemáticas. Los Sistemas de Información Geográfica nos brindan un completo análisis de la información, una simplificación de los procesos, apoyo a toma de decisiones y una solución más amigable tanto para usuarios como administradores.

De Acuerdo a lo mencionado anteriormente, este artículo está basado en el uso de sistemas de información geográfica para usos en instituciones educativas, para controlar las reservas de las aulas, dependiendo el horario de disponibilidad, el día, cantidad de estudiantes y otros factores que intervengan en el sistema.

Con respecto a esto las instituciones educativas a nivel mundial implementan demótica, además de georeferenciación de los espacios para llevar un control, de aulas, campus deportivos, teatros, permitiendo así un mejor confort de toda la comunidad educativa; también implementan mapas geográficos en 3D de su planta física, los cuales con su respectivo software permiten la asignación de los espacios educativos de una manera más intuitiva y visual.

Los SIG nos brindan algunas de las siguientes características:

- Un método de trabajo que aportará respuestas alternativas a problemas y situaciones específicas.
- La tecnología SIG permite aproximaciones similares a partir de caminos diferentes, permitiendo al desarrollador SIG, o al especialista SIG adentrarse en un análisis más profundo del problema y también en la exploración de las posibles soluciones para la necesidad planteada.
- Pensamiento crítico, por la ejercitación de las habilidades de análisis, síntesis y evaluación de las problemáticas vistas en la comunidad.
- Inteligencia lógica y matemática: puesto que requiere habilidad para interpretar y utilizar variables numéricas y utilizar la tecnología para su adquisición, procesamiento y transformación del dato en información y de la información en conocimiento que brinde una solución.
- Inteligencia espacial, puesto que hace falta transformar la realidad en imágenes mentales o visuales o viceversa y a diferentes escalas.
- Identificar las fuentes de información más adecuadas para solucionar el problema.
- Integrar información procedente de diferentes fuentes y múltiples formatos.
- Entender la naturaleza y calidad de los datos.
- Además de también permitir Gestión de archivos, Manipulación de bases de datos, Operación con hojas de cálculo, Uso de gráficos, Uso de imágenes de satélite o fotografías aéreas, integración de otra tecnología como GPS.

Ahora bien la importancia de los SIG, nos ha llevado a verlo como una solución para la dificultad de gestión de espacios en la Universidad de Manizales, a realizar un especial énfasis en solucionar esta problemática, teniendo en cuenta sus diferentes actividades, como lo son la asignación de aulas magistrales, aulas audiovisuales, aulas especiales, laboratorios y salas de informática. La modificación de la asignación o préstamo de una aula, la eliminación y por supuesto las consultas que se deben poder hacer al SIG.

Hasta este momento la cesión, alquiler y asignación de espacios (aulas) a los usuarios de la universidad conllevaba a una gran variedad de situaciones diferentes, en cuanto a los términos en los que se llevaba a cabo este proceso administrativo, ya que era un proceso centralizado que solo conocía una persona, la cual realizaba esta función con los criterios transmitidos por su predecesor, los cuales finalmente terminaron favoreciendo a un grupo de usuarios.

Lo que se pretende es llevar esto a un estándar de asignación de aulas, que brinde una mayor comodidad para todos los usuarios, de tal manera que se asignen las aulas según un criterio establecido previamente y no de una manera desordenada que entorpezca el sistema y finalmente no utilice la totalidad de sus funciones lo cual lo convertiría en un Sistema inútil.

Hay que tener en cuenta que el crecimiento y la adecuación de nuevos espacios en la Universidad es un reto para la ampliación del SIG, ya que para esto se requiere de un proceso de optimización y adaptación geoespacial de la Universidad en el Sistema de Información Geográfica, lo cual debe ser tenido en cuenta.

El propósito es simplificar la realidad en una estructura de datos que sirva para la obtención de un modelo básico a partir del cual se almacene y se gestione la información de dichos espacios académicos con que cuenta la universidad.

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por nombrar unos de sus pocas implementaciones.

Por ejemplo, un SIG podría permitir a los grupos de emergencia calcular fácilmente los tiempos de respuesta en caso de un desastre natural, o para encontrar los humedales que necesitan protección contra la contaminación, o pueden ser utilizados por una empresa para ubicar un nuevo negocio y aprovechar las ventajas de una zona de mercado con escasa competencia.

Hasta el presente momento las experiencias observadas con los docentes durante la especialización nos han hecho constatar que los SIG se han implantado en diferentes entornos, con objetivos muy determinados, ya sean en el transporte, en el ambiente, en la prevención de desastres y fenómenos, en la planeación de recursos, en la gestión de procesos.

Se trata de proyectos que se han iniciado, mayormente, en los departamentos de urbanismo o de empresas muy dedicadas a los SIG y a la tecnología como la solución de problemáticas cotidianas. Es esta alta demanda de cartografía, de georeferenciación, de datos y de falta de organización de la información la que nos lleva como especialistas a darle solución con la implementación de un Sistema de Información Geográfica.

En las universidades del siglo XXI, existen una gran cantidad de recursos los cuales necesitan de un correcto manejo, por esto es de vital importancia efectuar una correcta administración y crear así un potencial el cual sirva y ayude a la mejora continua de la institución.

Este fenómeno se ve reflejado no solo en los recursos económicos sino también en los físicos, una buena gestión de los espacios académicos, gimnasios, laboratorios y aulas, ayuda no solo a potencializar la calidad académica, sino que también ayuda a mejorar la eficiencia en el consumo de los recursos institucionales, tales como computadores, elementos de laboratorio, audiovisuales entre otros.

La Universidad de Alicante ha creado un sistema el cual permite monitorear y administrar las diferentes aulas de la institución teniendo como principales características los siguientes aspectos:

- Visualización de horarios de diferentes grupos (disponibilidad).
- Reservas de Aulas por parte de los profesores.
- Generación de Reportes en caso de daños de equipos u otros instrumentos.
- Especificación de recursos para las clases (instalación de nuevo software, equipos o instrumentación para la clase)
- Control de asistencia de los alumnos.
- Asignación de turnos de prácticas para estudiantes.

Este sistema cuenta además con varios tipos de usuarios en los cuales se destacan los profesores, técnicos y estudiantes. Estos tipos de usuarios, cuentan con diferentes roles y están constantemente utilizando el sistema. Los profesores se encargan de la mayor parte de acciones tales como reservas, asignaciones entre otras. Los estudiantes tienen un perfil para visualización de datos, conocer sus horarios de clase o turnos de práctica en caso de que haya sido asignado por el profesor, y los técnicos que se encargan de manejar las solicitudes de cada uno de los profesores, el sistema les mostrará una serie de especificaciones para la clase, las cuales se deben de cumplir para no tener ningún tipo de inconveniente.

### **3.2 SIG INSTITUCIONAL**

Borja define un sig. Institucional como un conjunto de herramientas y procesos para el manejo de la información geográfica permitiendo conocer, gestionar, y tomar decisiones efectivas sobre los espacios geográficos. Aunque se han hecho intentos de implementar varios SIG en universidades muchos han fracasado ya que según Anderson dice que “luego de conseguir software SIG y adquirir o automatizar sus bases de datos, muchas instituciones parecen estar menos que



satisfechas con los resultados”, ya que se centran más en las herramientas y la tecnología y no tanto en la solución del problema o la optimización de lo que ya se tiene.

Debido a esta problemática Borja planteo cinco temas críticos los cuales son indispensables a la hora de implementar un SIG institucional, los cuales mencionamos a continuación:

**Gente:** Las personas son el elemento esencial para las organización, por ende es de vital importancia que estas reconozcan las ventajas de tener un SIG para que puedan participar de todo el proceso desde que se empieza a construir hasta el momento de su uso.

**Organización:** El éxito del SIG varía de acuerdo a la efectividad de los mismos actores que desempeñan sus trabajos en la organización según Korte manifiesta que “los problemas administrativos, operacionales y organizacionales deben ser resueltos antes de que un SIG pueda alcanzar su total potencial”.

**Metas:** Tener unos objetivos claros hará que el SIG pueda cumplir a cabalidad su propósito y facilitara a que todos marchen en una misma dirección para el éxito de su implementación.

**Cambio y Tecnología:** El cambio y la tecnología cambiará con la implementación del SIG ya que los procesos se manejan de uno manera diferente, por tal motivo hay que tener un periodo de adaptación en donde el personal encargado del SIG de una buena capacitación a los nuevos usuarios para no entorpecer el funcionamiento del sistema.

### **3.3 IMPLEMENTACIÓN DE SIG EN UNIVERSIDADES**

Las universidades actualmente están apostando a desarrollos de SIG en los cuales se pueda visualizar, consultar y gestionar información geográfica de su planta física para así darse a conocer en diferentes localidades a través de los portales web.

A continuación se mostrarán algunos de los SIG ya implementados en algunas universidades en el mundo.

Un ejemplo es el caso de la universidad de Alicante el cual tienen un sistema que utiliza técnicas de información geográfica para la gestión corporativa, tales como: gestión docente y académica (reserva de espacios), infraestructuras, espacios (distribución de espacios, patrimonio e inventario, señalización, simulaciones), prevención, seguridad e higiene, para la universidad. Este proyecto se denomina SIGUA.

La asignación de salones y horarios se ha convertido en un problema complejo para solucionar ya que las instituciones educativas al realizar esta asignación, generan cruces entre asignaturas, a esto se le conoce como un problema de Timetabling.

El timetabling lo que hace es mostrar cuando se lleva a cabo una tarea en particular, se utiliza para regular operaciones que necesiten ubicación de herramientas en determinados sitio, en una hora específica, por ejemplo la programación de una clase o un examen.

Los problemas que se presentan en la asignación de aulas, se debe reducir dependiendo de lo que necesita cada institución, se realiza una planificación dependiendo el tiempo que se necesita un aula, sea un día determinado, semanal mensual o anual.

Se determina el número de alumnos, los tipos de asignaturas, los días disponibles de los salones, con el fin de de optimizar el funcionamiento de una institución educativa.

A nivel regional, en la universidad de la Guajira están implementando un SIG para el control de horarios y asignación de salones.

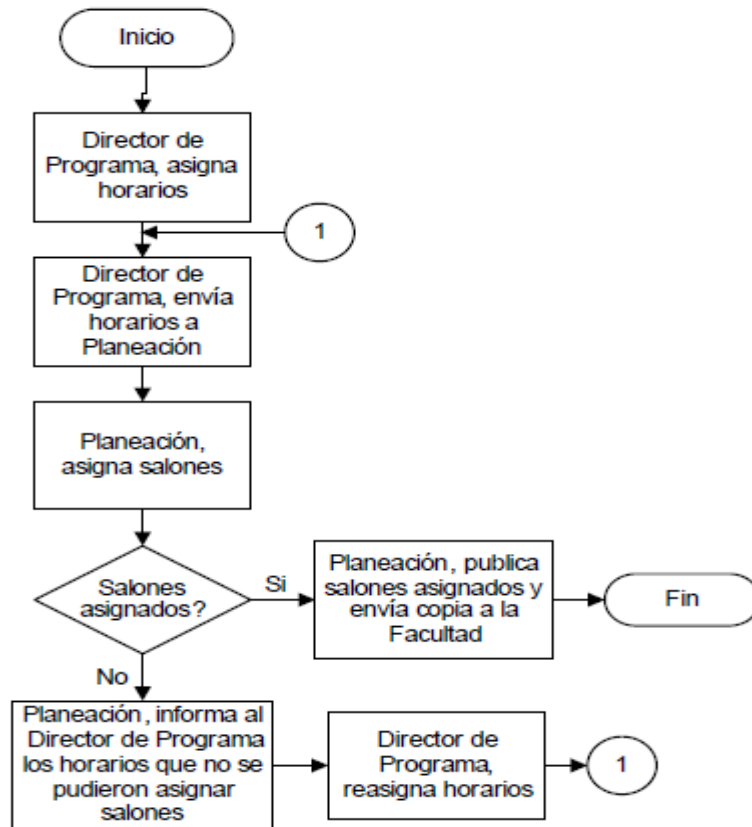


Figura 1. Procedimiento de asignación de salones, en la Universidad de La Guajira.

En la Figura 1 se puede observar como es el funcionamiento en esta universidad para la asignación de los salones, y los procesos que se llevan a cabo dependiendo de la petición que se solicita.

Una aplicación importante y relevante de SIG se encuentra implementada en la Universidad de Alicante (España). Este SIG permite no solo la georeferenciación de la planta física como salones y demás espacios académicos sino también permite hacer búsquedas que sirven y aportan a la toma de decisiones.



Figura 2. SIGUA Universidad de Alicante desde su página web.

Fuente: <http://www.sigua.ua.es/carto/mapscrip/msbox.php?idioma=es>

En la figura 2 se observa el SIG en el cual se puede consultar mapas del campus y sus alrededores, facilitando así el acceso y la fácil visualización de los datos. Además cuenta con algunas consultas importantes como visualización por pisos y visualización por espacio universitario teniendo la posibilidad de exportar la consulta realizada a formato pdf.

La Universidad de Duke también ha desarrollado un sistema SIG basado en las Apis de google maps para la visualización de los datos, en él se encuentra varia información relevante recolectada, no sólo la localización de la infraestructura

académica sino también de las rutas que se pueden tomar para llegar hacia sus instalaciones, además provee información acerca de los parqueaderos de carros, bicicletas

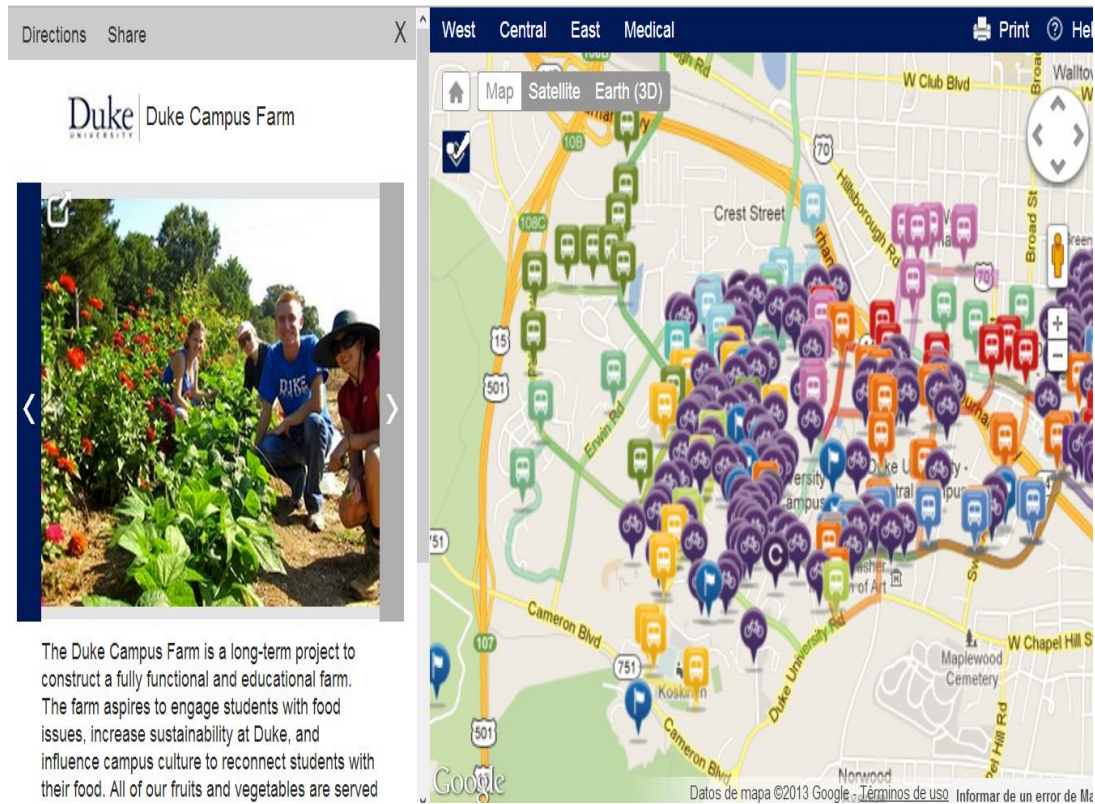


Figura 3. Visualización SIG universidad de duke.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de visualización de un campus de la universidad, en conjunto con toda la información disponible a través de los diferentes iconos que se encuentran a la derecha.

Otra aplicación desarrollada con SIG para el manejo de aulas y espacios académicos universitarios es el proyecto piloto la Escuela Politécnica del Ejército de Ecuador (ESPE), el cual consiste mediante un enfoque tridimensional, poder hacer selección, asignación y consulta de aulas disponibles.





Figura 4. SIG Escuela Politécnica del Ejército de Ecuador (ESPE)

Fuente: [http://ideespe.espe.edu.ec/uploads/datos\\_fundamentales/CASIG3DOEFESPE.pdf](http://ideespe.espe.edu.ec/uploads/datos_fundamentales/CASIG3DOEFESPE.pdf)

En la figura 4 se muestra como es gráficamente el SIG de la ESPE y como se pueden realizar la consulta de aulas disponibles, en el momento de hacer esta búsqueda observamos como el Sistema marca el punto en el mapa y brinda una visualización de las instalaciones.

Como ya sabemos el proceso de planeación acompaña el desarrollo de la Universidad y por tanto para poder implementar un Sistema de Información Geográfica se debe tener muy en cuenta la planeación y organización de todos los eventos, congresos, simposios, actividades deportivas, para llevar a cabo el control de todo estas actividades sin la necesidad de frenar el Sistema, razón por la cual es muy importante implementar un modelo de planeación estratégica como un producto de entrada para el SIG.

Con la implementación del Sistema de Información Geográfica para la gestión de aulas se lograra una cultura organizacional que será orientada a fortalecer el sentido de pertenencia, y la convivencia en la universidad, tanto de estudiantes, docentes, administrativos y ayudantes de la universidad, además de también lograr un mejor clima institucional.

Otro beneficio del SIG es lograr una mayor calidad en los procesos organizacionales y de planeación de la institución, lo cual traerá grandes ventajas en el préstamo de servicios y resultados a la hora de un usuario interactuar con la universidad y los recursos que esta brinda.

Es de vital importancia tener una política institucional de adquisición de recursos y cambios en la universidad, para de esta manera poder hacer estas modificaciones en el Sistema y en la Base de Datos, sin que esto afecte el SIG, lo cual nos lleva a que el proyecto debe ser totalmente adaptable y transparente, para brindar un equilibrio entre los especialistas y la universidad.

### **3.4 HERRAMIENTAS DE VISUALIZACION PARA SIG**

En la actualidad existen muchas herramientas que permiten visualizar la cartografía e interactuar con los mapas, permitiendo una fácil comunicación entre el usuario y la maquina y gracias a estas herramientas se pueda tomar decisiones dependiendo de la necesidad del cliente.

Algunas herramientas que permiten la visualización e interacción con el mapa a nivel local son:

Arcgis es una plataforma de información muy completa que permite almacenar, visualizar e interactuar con mapas, tanto a nivel local como a nivel web y también utilizando terminales móviles.

GvSIG es herramienta bajo licencia de software libre que permite manipular información geográfica, como formatos raster, vectoriales, además de permitir la conexión a geodatabase y su posterior edición.

Otras herramientas que permiten el uso de información geográfica para publicar cartografía a nivel de web son los servidores de mapas entre ellos se encuentran:

Mapserver es un servidor de mapas, bajo licencia open source, el cual permite la creación de mapas y visualización de los mismos, se puede integrar con html para crear una página web amigable con la información geográfica.

Geoserver es un servidor de mapas que permite trabajar con amplios formatos de entrada Postgis, Shapefile, ArcSDE, Oracle, MySQL, MapInfo y WFS, también se puede integrar con código javascript para realizar desarrollos web mas personalizados.

Algunos lenguajes de programación y herramientas para desarrollar aplicativos web que integren cartografía son los siguientes:

OpenLayers es una biblioteca de JavaScript que permite mostrar mapas interactivos en los navegadores Web.

Php es un lenguaje de programación para desarrollo web, fácil de utilizar y de integrar con diferentes servicios.

JavaScript es un lenguaje de programación que permite crear interfaces más amigables y dinámicas para el usuario.

### **3.5 SIG PARA LA ASIGNACION DE AULAS EN LA UNIVERSIDAD DE MANIZALES**

El SIG para la asignación de aulas de la Universidad de Manizales, permite visualizar e interactuar de una forma amigable con el usuario que lo desee utilizar.

Para llevar a cabo el proyecto, se inicio con el levantamiento de requerimientos o la información necesaria para poder desarrollarlo.

Para recopilar esta información fue necesario realizar reuniones con el personal encargado de la asignación de las aulas, para determinar cómo se administraba dicho recurso.

Luego de realizar esta reuniones, se vio la necesidad de recorrer cada uno de los salones para recoger los datos que se requerían para poder realizar la aplicación, la información que se necesitaba fue: qué tipo de salón era, si era oficina, baño, laboratorio, sala de sistemas, otro de los datos necesarios fueron la clasificación de aulas dependiendo de las que tienen proyector, amplificación, tableros electrónicos, cobertura de red y capacidad, y adicional a esta información también se tuvieron en cuenta el área y numero de accesos al salón.

Después de tener dicha información, lo siguiente que se realizo fue la construcción del mapa de cada piso de la universidad en un formato shapefile, elaborando los polígonos de cada aula y las poli líneas del piso para identificar de una forma fácil un salón y se le cargaron los datos a cada polígono ya que estos representan cada uno de los salones.

Al tener los shapefile de cada piso de la universidad, se construyo una geodatabase en Postgres con el complemento espacial Postgis, con la información que contenía cada shapefile, con la parte geométrica y geográfica en la base de datos espacial, se crearon otras entidades entre ellas docente, grupo, programa, semestre, horario, etc., que permiten la interacción con la aplicación.



Con la base de datos construida, se llevo a cabo el desarrollo de la aplicación, haciendo uso de un servidor de mapas como Geoserver y de lenguajes de programación como php y la biblioteca javascript que es Openlayer.

### 3.5.1 Análisis y Diseño

Caso de uso para la administración y gestión de aulas de la Universidad de Manizales, muestra el proceso o el comportamiento que tiene el sistema para la asignación de las aulas

#### Flujo Básico

- 1) El sistema despliega en pantalla (Prototipo 1) inicio, donde se selecciona el ingreso a la aplicación, se visualiza en un (Prototipo 2) pantalla de Login.
- 2) Después de realizar el paso 1, el sistema despliega en pantalla (Prototipo 3) con opciones diferente, entre ellas esta reservas, cancelaciones, Salones y consultas las cuales son prototipos que contienen la información de los polígonos que representan las aulas de la universidad de Manizales, con los filtros iniciales, y las diferentes acciones dependiendo el prototipo.
- 3) El usuario selecciona el prototipo de reservas, indica los filtros que se van a realizar entre ellos jornada, semestre, grupo-asignatura, fecha, hora de inicio, el piso en el que se requiere la reserva, si necesita que sea una sala de sistemas, un laboratorio, entre otros.
- 4) El sistema recupera los pisos de la universidad (Polígonos) según el estado o filtros que fue ingresado por el usuario y pinta de color (verde) las aulas en estado disponible
- 5) El usuario selecciona el aula que desea reservar
- 6) El sistema muestra información básica del aula seleccionada
- 7) El sistema muestra el mensaje de éxito de la reservación del aula
- 8) El sistema actualiza el estado del aula y la cambia a ocupada y la pinta color rojo.

#### Flujo Alterno

- A) Si el sistema no recupera ningún aula en estado disponible
  - Si en el paso si 3 el estado que el usuario selecciona no se encuentra El sistema muestra un mensaje indicando “No se encuentra ningún aula en estado seleccionado”.

- B) El sistema recupera los polígonos en estado ocupado
- Si en el paso 5 el usuario selecciona aulas en estado ocupado el sistema retorna un mensaje diciendo “El salón no cumple con la condición solicitada o se encuentra ocupado”
- C) El sistema determina disponibilidad de reserva
- Si en el paso 5 el sistema encuentra que el aula se encuentra disponible, permite ser reservada

Modelo Entidad Relación, muestra la relación que tiene las entidades en la base de datos en el SIG de asignación de aulas de la universidad de Manizales.

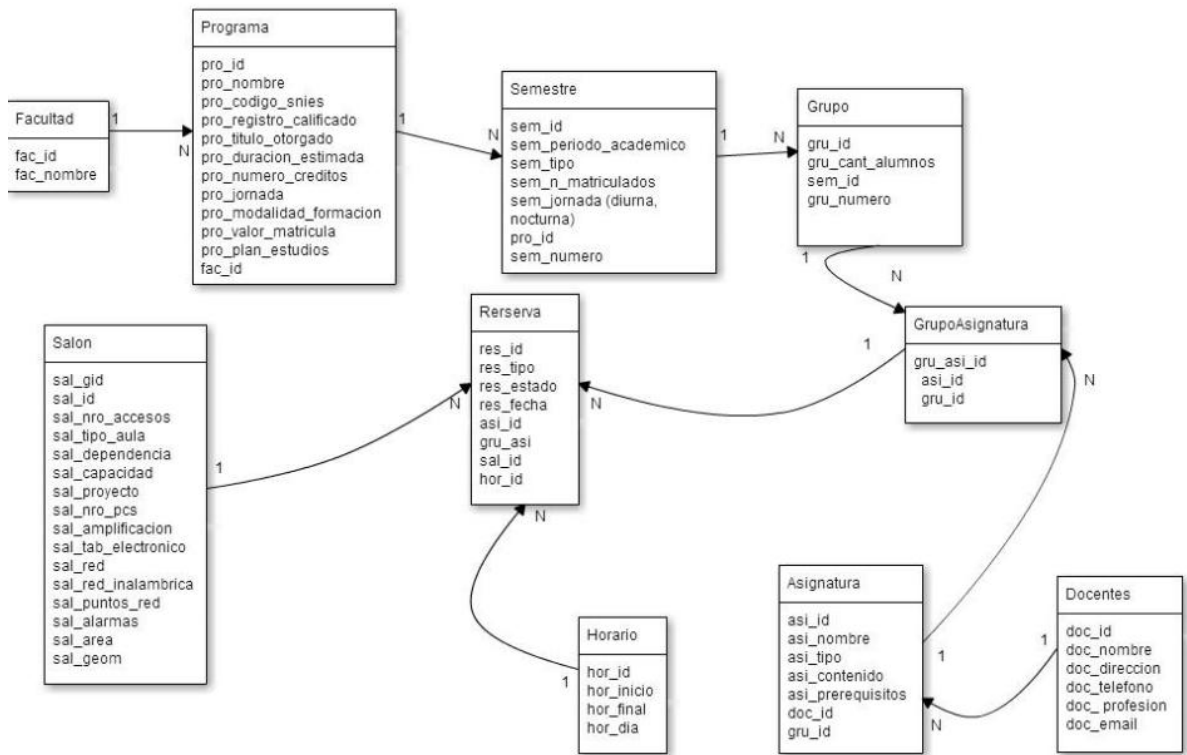


Figura 5. Modelo Entidad Relación SIG Universidad de Manizales

### 3.5.2 Prototipos

#### Pantalla Inicio



Figura 6. Pantalla de inicio SIG Universidad de Manizales.

#### Pantalla de Ingreso (Login)

Home » Login

## Ingreso

Por favor complete el siguiente formulario con sus datos de acceso:

Estos campos\* son requeridos.

Nombre de Usuario \*

Contraseña \*

Recordarme la próxima vez

Figura 7. Login SIG Universidad de Manizales

### Visualización como Administrador



Figura 8. Visualización como Administrador SIG Universidad de Manizales

### Menú Reservas Selección de Facultad



Figura 9. Menú reservas selección de facultad SIG Universidad de Manizales

Se Selecciona un Programa y el Tipo de Reserva

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

# SIG RESERVAS UMANIZALES

Reservas Cancelaciones Salones Consultas Cerrar Sesión (admin)

Home > Facultades > Facultad de Ciencias e Ingeniería

## Programas

Desplegando 1-1 de 1 resultado.

Codigo	Nombre	Snies	Registro Calificado	Título Otorgado	Duracion Estimada	Numero Creditos	Jornada	
1	Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones	12967	12460 de 29-dic-2011	Ingeniero (a) de Sistemas y Telecomunicaciones	10 períodos académicos	170	Diurna / Nocturna	

Figura 10. Programa y tipo de reserva SIG Universidad de Manizales

Se seleccionan de los datos para la reserva y se consulta en el mapa

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

# SIG RESERVAS UMANIZALES

Reservas Cancelaciones Salones Consultas Cerrar Sesión (admin)

Home > Facultades > Facultad de Ciencias e Ingeniería > Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones > Reserva Fija

## Reservas

Llene el siguiente formulario para poder consultar en el mapa de acuerdo a su solicitud

Jornada:  Semestre:  Grupo - Asignatura:   
Dia:  Hora de inicio:  Hora final:

Mensaje de la página localhost:  
Estas seguro que deseas continuar la reserva en el salon 12  
Aceptar Cancelar

Tablero electrónico   
Tipo de Salon:   
Consultar

Figura 11. Consultar Reserva SIG Universidad de Manizales

## Pantalla de confirmación de la reserva



Tipo	Fija
Día	Miércoles
Grupo Asignatura	9 - Programacion II
Hora De Inicio	14:00:00
Hora De Finalización	15:59:00
Número	12
Tipo	Sala de Sistemas
Capacidad	20
Proyector	Si
Número de computadores	16
Amplificación	No
Tablero Electrónico	Si
Área	47.5145
Piso	2

[Crear](#)

Figura 12. Confirmación de Reserva SIG Universidad de Manizales

## Visualización de las reservas se accede en Menú Reservas (Ver Reservas)



Fecha: 2013-08-05



Figura 13. Visualización de las Reservas SIG Universidad de Manizales

## Eliminar Reserva Eventual Cancelaciones Eliminar Reserva Eventual

**SIG RESERVAS UMANIZALES**

Reservas | Cancelaciones | Salones | Consultas | Cerrar Sesión (admin)

Home » Salones

**Piso**  
Seleccione el piso el cual desea visualizar

Piso 1 | Hora de inicio 08:00:00 | Hora final 10:00:00 | Consultar

Fecha 2013-08-01

Datos de la reserva : 123

Codigo	123
Tipo	Eventual
Fecha	2013-08-01
Grupo Asignatura	1 - Matematicas I
Docente	Bernardo Antonio Ocampo Ramos
Salon	113
Hora De Inicio	08:00:00
Hora Final	10:00:00

Eliminar

Figura 14. Eliminar Reserva eventual SIG Universidad de Manizales

## Eliminar Reserva Fija Cancelaciones Eliminar Reserva Fija

**SIG RESERVAS UMANIZALES**

Reservas | Cancelaciones | Salones | Consultas | Cerrar Sesión (admin)

Home » Salones

**Piso**  
Seleccione el piso el cual desea visualizar

Piso 2 | Hora de inicio 10:00:00 | Hora final 12:01:00 | Dia Martes | Consultar

Datos de la reserva : 63

Codigo	63
Tipo	Fija
Fecha	No asignado
Grupo Asignatura	9 - Programacion II
Docente	Luis Marcial Bertel
Salon	228
Hora De Inicio	10:00:00
Hora Final	12:01:00

Eliminar

Figura 15. Eliminar Reservas Fija SIG Universidad de Manizales



## Visualización de salones

**SIG RESERVAS UMANIZALES**

Reservas | Cancelaciones | Salones | Consultas | Cerrar Sesión (admin)

Home » Salones

**Piso**  
 Seleccione el piso el cual desea visualizar

Piso 2

**Datos del salón : 233**

Id	104
Número	233
Número de accesos	4
Tipo	Auditorio
Dependencia	Aula maxima
Capacidad	500
Proyector	No
Número de computadores	0
Amplificación	Si
Tablero Electrónico	No
Red Inalámbrica	Si
Sal Nombre Red	UM-P
Sal Puntos Red	0
Sal Alarmas	No
Área	552.903624
Piso	2

[Modificar](#)

Figura 16. Visualizar Salones SIG Universidad de Manizales

## Modificar salón

**MANIZALES**

Reservas | Cancelaciones | Salones | Consultas | Cerrar Sesión (admin)

Home » Salones » Actualizar Salon

**Actualizar Salon 233**

Los campos con \* son requeridos.

Número de accesos \*

Tipo \*

Dependencia \*

Capacidad \*

Proyector \*

Número de computadores \*

Amplificación \*

Tablero Electrónico \*

Sal Puntos Red \*

Sal Alarmas \*

Área \*

Figura 17. Eliminar Reservas Fija SIG Universidad de Manizales



### Consultar por tipo de salón



Figura 18. Consultar por Salón SIG Universidad de Manizales

### Consulta por Capacidad



Figura 19. Consultar por Capacidad SIG Universidad de Manizales

## Consulta por Amplificación

The screenshot shows the 'SIG RESERVAS UMANIZALES' web application. The header includes the university logo and name. A navigation bar contains 'Reservas', 'Cancelaciones', 'Salones', 'Consultas', and 'Cerrar Sesión (admin)'. The main content area is titled 'Piso' and prompts the user to 'Seleccione el piso el cual desea visualizar'. Below this, there is a dropdown menu set to 'Piso 1' and another dropdown for 'Tipo de consulta' set to 'Amplificación'. A blue 'Consultar' button is visible. The main display is a floor plan with several rooms shaded in light gray, indicating they are available for amplification. The rooms are numbered: 110, 114, 117, 120, 111, 113, and 116. A legend on the right shows a white box for 'No' and a gray box for 'Si'. Navigation icons for zooming and panning are present on the left side of the floor plan.

Figura 20. Consultar por Amplificación SIG Universidad de Manizales

## Consulta por Proyector

The screenshot shows the same 'SIG RESERVAS UMANIZALES' web application. The header and navigation bar are identical to the previous figure. The main content area is titled 'Piso' and prompts the user to 'Seleccione el piso el cual desea visualizar'. Below this, there is a dropdown menu set to 'Piso 1' and another dropdown for 'Tipo de consulta' set to 'Proyector'. A blue 'Consultar' button is visible. The main display is a floor plan with several rooms shaded in light gray, indicating they are available for projector use. The rooms are numbered: 127, 131, 132, 134, 140, 141, 142, 145, 145, 160, 155, 128, 175, and 158. A legend on the right shows a white box for 'No' and a gray box for 'Si'. Navigation icons for zooming and panning are present on the left side of the floor plan.

Figura 21. Consultar por Capacidad SIG Universidad de Manizales

### Consulta por Tablero Electrónico



Figura 22. Consultar por Tablero Electrónico SIG Universidad de Manizales  
Cobertura de red



Figura 23. Consultar por Cobertura de red SIG Universidad de Manizales

## Búsqueda por Docente



**SIG RESERVAS UMANIZALES**

Reservas    Cancelaciones    Salones    Consultas    Cerrar Sesión (admin)

[Home](#) » Salones

### Búsqueda de Docentes

Seleccione el día, la hora y el docente a buscar

Fecha  Hora  Docente

**Mostrar**



Datos de la reserva : 120

Codigo	120
Tipo	Fija
Fecha	No asignado
Grupo Asignatura	16 - Formacion Empresarial IV
Docente	Diego Lopez
Salon	12
Hora De Inicio	08:00:00
Hora Final	11:01:00

Figura 24. Búsqueda por Docente SIG Universidad de Manizales

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente la Universidad de Manizales no cuenta con un sistema para la asignación de aulas, lo cual genera un desorden y un mal ambiente institucional. Con la implementación de un Sistema de Información Geográfica se podrá satisfacer esta necesidad de tecnología que brindará a todo el personal relacionado con la educación de la universidad más comodidad y organización, ya que gracias al sistema se conseguirá una buena planeación y gestión de los recursos de la institución.

La novedad del proyecto será la implementación del SIG para la asignación de aulas en la Universidad de Manizales, lo cual permitirá hacer esta tarea de una manera más gráfica, brindando así al administrador del Sistema más facilidad de uso, eficiencia, rapidez, además del manejo de información georeferenciada y con el apoyo de especialistas tomar mejores decisiones para la institución.

La implementación del SIG tendrá un gran impacto a corto, mediano y largo plazo, ya que permitirá romper la brecha digital y con el continuo mejoramiento y crecimiento del Sistema se logrará darle unos valores agregados que brindan más comodidad a la comunidad educativa.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 TIPO DE TRABAJO

Este proyecto corresponde al desarrollo de un Sistema de Información Geográfica, para la gestión y asignación de aulas de la Universidad de Manizales

### 5.2 PROCEDIMIENTO

**5.2.1 Fase 1. Recolección de Información:** Recolectar la información física y espacial de las aulas oficinas, servicios (baños y cafeterías), escenarios deportivos, áreas de recreación, bibliotecas, laboratorios, sitios de práctica, talleres, parqueaderos y vías de la Universidad en su sede principal y sede de posgrados.

- Actividad 1. Georeferenciar los espacios físicos con el GPS.
- Actividad 2 Medir con el Distanciómetro el área de cada espacio.
- Actividad 3 Recolectar toda la información por cada punto georeferenciado (número del salón, tipo de salón, dependencia a la que pertenece, si tiene amplificación o no, número de equipos de cómputo, número de puntos de red, número de accesos, capacidad máxima, el área, si tiene alarmas, si tiene cobertura de red y que red ).
- Actividad 4 Levantamiento de requerimientos del SIG.

**5.2.2 Fase 2. Organizar información:** Organizar y depurar la información en planos.

- Actividad 1. Análisis de los requerimientos del SIG.
- Actividad 2. Ordenar la información tomada por pisos y por orden ascendente.
- Actividad 3 creación de los polígonos de cada salón
- Actividad 4 Actualizar planos existentes con la información tomada.
- Actividad 5 Publicación de planos en un servidor de mapas

**5.2.3 Fase 3. Diseño:** Diseñar un sistema de información que permita reservar aulas, auditorios, laboratorios y sitios de práctica de acuerdo con su capacidad, TICS y disponibilidad.

- Actividad 1. Determinar herramientas para el proceso de desarrollo.
- Actividad 2 Determinar metodología de ingeniería de software.
- Actividad 3 Diseñar el esquema de la base de datos geoespacial.
- Actividad 4 Diseñar el esquema de arquitectura de software.

**5.2.4. Fase 4. Escalar el sistema a datos georeferenciados (SIG):** Se escala el Sistema a una herramienta de Base de Datos que soporte componente geoespacial.

- Actividad 1 Implementar el diseño de la base de datos en un GBD con su componente geoespacial.
- Actividad 2 Estandarizar componentes de la aplicación.

**5.2.5 Diseño de SIG para la asignación de Aulas:** Se diseña el SIG de acuerdo a los objetivos planteados en el proyecto.

- Actividad 1 Seleccionar el lenguaje de programación y las herramientas necesarias para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación.
- Actividad 2 Desarrollo de la aplicación SIG
- Actividad 3 Cargar Información real a la base de datos
- Actividad 4 Realizar pruebas al SIG
- Actividad 5 Implementar Aplicación.

## 6. RESULTADOS ESPERADOS

<b>Objetivo No.</b>	<b>Resultado esperado</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Semana de obtención</b>	<b>Supuestos</b>
1	Información actualizada de la infraestructura física de la universidad de Manizales	Depuración de los datos recolectados	Documento Escrito	Tercera Semana	Encargados del Proyecto
2	Digitalización de los mapas geográficos de la universidad de Manizales	Información actualizada de la infraestructura física	Imágenes Digitales	Quinta Semana	Encargados del Proyecto
3	Desarrollo de Software	Análisis, Diseño e Implementación	Aplicación Desarrollada	Veinteava semana	Encargados del Proyecto



## 7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Fase 1. Recolección de Información</b>												
Actividad 1	x											
Actividad 2	x											
Actividad 3	x											
Actividad 4	x											
<b>Fase 2. Organizar información</b>												
Actividad 1		x										
Actividad 2		x										
Actividad 3		x										
Actividad 4			x									
Actividad 5			x									
<b>Fase 3. Diseño</b>												
Actividad 1				x								
Actividad 2				x								
Actividad 3					x							
Actividad 4					x							
<b>Fase 4. Escalar el sistema a datos georeferenciados (SIG):</b>												
Actividad 1						x						
Actividad 2						x						
<b>Fase 5. Diseño de SIG para la asignación de Aulas:</b>												
Actividad 1							x					
Actividad 2							x	x	x	x	x	
Actividad 3											x	
Actividad 4											x	
Actividad 5												x

## BIBLIOGRAFÍA

García A, Varela I, Martínez Gonzalo, APLICACIÓN DE LOS SIG Y SERVIDORES DE MAPAS EN EL ANÁLISIS DE LA ACCESIBILIDAD TERRITORIAL EN ÁREAS METROPOLITANAS. EXPERIENCIA EN LOS CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE A CORUÑA. , Laboratorio de Ingeniería Cartográfica [En línea] Disponible en: [http://age.ieg.csic.es/metodos/docs/XII\\_3/134%20-%20Valera%20Garcia.pdf](http://age.ieg.csic.es/metodos/docs/XII_3/134%20-%20Valera%20Garcia.pdf)

Gil M. Juan A, Hernández Sáez, Zubarieta U Juan J. Modelo de Gestión y Seguridad en Aulas informáticas. [En línea] Disponible en <http://www.dtic.ua.es/grupoM/recursos/articulos/JDARE-05-E.pdf>

Gabriel Mauricio Barrera H, Comparativo Software SIG Dispositivos Móviles [en línea] Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá Colombia disponible en: [http://lbspro.com/sites/default/files/CMP\\_SW\\_SIG\\_Dispositivos\\_Moviles.pdf](http://lbspro.com/sites/default/files/CMP_SW_SIG_Dispositivos_Moviles.pdf)

SIG Universidad de Alicante [en línea] Disponible en: <http://www.sigua.ua.es/cartoscript/msbox.php?idioma=es>  
Página mapas Universidad Duke [en línea] Disponible en: <http://maps.duke.edu/map/index.php?id=21>

Gemma Boixm, Rosa Olivella - Josep Sitjar. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LAS AULAS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA. Servicio Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (SIGTE) de la Universidad de Girona (España). LUJÁN, AÑO 1, NÚMERO 1, 2009, SECCIÓN ARTÍCULOS: I PP. 17:36. [En línea] Disponible en: <http://www.gesig-proeg.com.ar/documentos/revista-geosig/BOIX-OLIVELLA-SITJAR-2009.pdf>

Alexander Robayo, Oswaldo Padilla Almeida, Rodrigo Patricio Torres Muñoz. CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN SIG EN 3D PARA OPTIMIZACIÓN DEL ESPACIO FÍSICO DE LA ESPE. [En línea] Disponible en: [http://ideespe.espe.edu.ec/uploads/datos\\_fundamentales/CASIG3DOEFESPE.pdf](http://ideespe.espe.edu.ec/uploads/datos_fundamentales/CASIG3DOEFESPE.pdf)

Vicerrectorado de Infraestructuras y Ampliación del Campus. Universidad de Alicante. Gestión de Espacios. [En línea] Disponible en: [http://web.ua.es/es/secretaria-gral/memoria/2004-05/10\\_vic\\_ampliacio/gestionespacios.htm](http://web.ua.es/es/secretaria-gral/memoria/2004-05/10_vic_ampliacio/gestionespacios.htm)

Borja Q. Sonia M, SIG INSTITUCIONAL, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geografía [En línea] Disponible en: [http://egal2009.easyplanners.info/area04/4018\\_Borja\\_Quintero\\_Sonia\\_Margarita.pdf](http://egal2009.easyplanners.info/area04/4018_Borja_Quintero_Sonia_Margarita.pdf)

Josué Andrés Caballero Rosas, Juan Pablo Gómez Cardona, Universidad EAFIT Medellín Colombia, DESARROLLO DE TIMETABLING ENFOCADO A LA PROGRAMACIÓN DE EXÁMENES FINALES, Departamento de Ingeniería de Producción [En línea] Disponible en: <http://bdigital.eafit.edu.co/PROYECTO/P005.12C112/capitulo1.pdf>

José Ma. Mejía Caballero, Universidad de La Guajira, Riohacha (Colombia), Carlos Paternina Arboleda

Universidad del Norte, Barranquilla (Colombia), ASIGNACIÓN DE HORARIOS DE CLASES UNIVERSITARIAS MEDIANTE ALGORITMOS EVOLUTIVOS [En línea] Disponible en: [https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:i3lfZlJZ0WkJ:www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/download/15/14+&hl=es&gl=co&pid=bl&srcid=ADGEEShZ8FWdGWahyIIS8T\\_-C1UCK6evghH1tw4LFdWQngXTK6ikv2MjVMkm\\_qJYe05xwtMg3hWoKn8g\\_U7EcGT0c7Lq74nokFxoVLnlyTTiTf2ijlxxGeZDHMTjQ4nxzx1Eqws3r-gu&sig=AHIEtbTDKXEcbaSe8RF5Vqlpj2k5ySAfw](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:i3lfZlJZ0WkJ:www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/download/15/14+&hl=es&gl=co&pid=bl&srcid=ADGEEShZ8FWdGWahyIIS8T_-C1UCK6evghH1tw4LFdWQngXTK6ikv2MjVMkm_qJYe05xwtMg3hWoKn8g_U7EcGT0c7Lq74nokFxoVLnlyTTiTf2ijlxxGeZDHMTjQ4nxzx1Eqws3r-gu&sig=AHIEtbTDKXEcbaSe8RF5Vqlpj2k5ySAfw)