

**ELABORACION DE UNA BASE DE DATOS DE LAS CARACTERISTICAS
ESTRUCTURALES DE LAS EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE
BUCARAMANGA**

CARLOS EDUARDO BRACHO TOVAR

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2008

**ELABORACION DE UNA BASE DE DATOS DE LAS CARACTERISTICAS
ESTRUCTURALES DE LAS EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE
BUCARAMANGA**

CARLOS EDUARDO BRACHO TOVAR

**Trabajo de grado presentado como requisito
para optar al titulo de Ingeniero Civil**

**Directora:
ESPERANZA MALDONADO RONDON**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2008**

DEDICATORIA

A mis padres y mi familia, quienes a través de los años y con un gran esfuerzo me proporcionaron la oportunidad de crecer intelectualmente para poder brindarle lo mejor a los míos y a la sociedad.

A la profesora Esperanza Maldonado y su grupo de colaboradores; quienes me brindaron todas la herramientas necesarias para materializar la elaboración de este proyecto.

CARLOS.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	12
1. OBJETIVOS	14
1.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. JUSTIFICACIÓN DE LA BASE DE DATOS	15
3. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA	17
3.1 UBICACIÓN:	17
3.2 HISTORIA DE BUCARAMANGA	18
3.2.1 Crecimiento urbanístico de Bucaramanga	19
3.2.2 Etapas del crecimiento de la ciudad	21
3.3 LIMITES DE LAS COMUNAS DE BUCARAMANGA Y SUS BARRIOS	23
3.3.1 Comuna 1	24
3.3.2 Comuna 2	25
3.3.3 Comuna 3	25
3.3.4 Comuna 4	26
3.3.5 Comuna 5	26
3.3.6 Comuna 6	27
3.3.7 Comuna 7	27
3.3.8 Comuna 8	28
3.3.9 Comuna 9	28
3.3.10 Comuna 10	29
3.3.11 Comuna 11	29
3.3.12 Comuna 12	30
3.3.13 Comuna 13	30

3.3.14 Comuna 14	31
3.3.15 Comuna 15	31
4. ASPECTOS SÍSMICOS RESPECTO AL SUELO DE BUCARAMANGA	33
4.1 FENÓMENOS SÍSMICOS	34
4.1.1 Origen de los sismos.	34
4.1.2 Ondas sísmicas.	34
4.1.3 Acelerogramas y espectro de diseño	36
4.2 MICROZONIFICACION SÍSMICA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.	37
4.2.1 Zonas de respuesta dinámica.	39
5. ZONIFICACION ESTRUCTURAL DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA	41
6. TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES	44
6.1. TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES RECONOCIDAS EN EL PROYECTO	44
6.1.1 Mampostería	45
6.1.2 Edificaciones de tierra	45
6.1.3 Hormigón	46
6.1.4 Acero	47
6.1.5 Otros	47
7. RECOPIACION Y SELECCIÓN DE LA INFORMACION	49
8. ORGANIZACIÓN Y MANEJO DE LA BASE DE DATOS	51
8.1 ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS	51
8.2 INICIACION DE LA BASE DE DATOS	56
8.3 PANEL DE CONTROL PRINCIPAL	59
8.4 EXPLORACION Y USO DE LOS FORMULARIOS	64
8.4.1 Formulario zonas:	64
8.4.2 Formulario tipologías:	65
8.4.3 Formulario edificaciones:	68
8.4.4 Formulario fotografías:	73
8.5 EXTRACCIÓN DE LA INFORMACION CONTENIDA EN LOS FORMULARIOS	77

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

81

BIBLIOGRAFÍA

83

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Parque García Rovira	20
Figura 2. Comunas de Bucaramanga	24
Figura 3. Tipos de ondas sísmicas.	35
Figura 4. Zonificación sismo geotécnica.	39
Figura 5. Espectros de diseño para Bucaramanga.	40
Figura 6. Zonificación sísmica de la ciudad de Bucaramanga	43
Figura 7. Casa en mampostería confinada	45
Figura 8. Casa en tapia pisada	46
Figura 9. Edificio en pórtico de concreto	46
Figura 10. Bodega en estructura de acero	47
Figura 11. Casa elaborada con material reciclado	48
Figura 12. Tabla zonas	51
Figura 13. Relaciones entre las tablas	52
Figura 14. Formulario Edificaciones	54
Figura 15. Formulario de enlace (panel de control principal)	55
Figura 16. Informe edificaciones	56
Figura 17. Advertencia de seguridad	57
Figura 18. Pantalla de inicio	58
Figura 19. Panel de control principal	59
Figura 20. Panel de control principal	60
Figura 21. Formulario Zonas	61
Figura 22. Formulario tipologías predominantes	61
Figura 23. Formulario edificaciones	62
Figura 24. Formulario fotografías	63

Figura 25. Formulario zonas	64
Figura 26. Botones de exploración de registros	65
Figura 27. Formulario tipologías predominantes	66
Figura 28. Sección vista en planta	67
Figura 29. Sección vista de perfil	68
Figura 30. Formulario edificaciones	69
Figura 31. Formulario edificaciones en blanco	70
Figura 32. Cuadro de lista	71
Figura 33. Opción filtro por formulario	71
Figura 34. Formulario edificaciones en filtro por formulario	72
Figura 35. Botón aplicar filtro	72
Figura 36. Formulario fotografías	73
Figura 37. Botón agregar nuevo registro	74
Figura 38. Insertar imagen en el formulario	75
Figura 39. Escogiendo el tipo de objeto a insertar	76
Figura 40. Opción pegar desde	76
Figura 41. Ventana de selección de archivos pegar desde	77
Figura 42. Opción vista preliminar	78
Figura 43. Configurar página	79
Figura 44. Vista preliminar	79
Figura 45. Botones de exploración	80
Figura 46. Botón imprimir	80

RESUMEN

TITULO: ELABORACION DE UNA BASE DE DATOS DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LAS EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA*.

AUTOR: BRACHO TOVAR, Carlos Eduardo**

PALABRAS CLAVES: Base de datos, zonas sísmicas, zonas estructurales, tipologías predominantes, edificaciones, tablas, formularios, registros.

DESCRIPCION:

Debido a que la amenaza a la cual están expuestas nuestras poblaciones y la vulnerabilidad de estas frente a los posibles eventos sísmicos son una realidad; en los últimos años las entidades gubernamentales han decidido realizar estudios de vulnerabilidad y riesgo de las principales ciudades ante los fenómenos sísmicos; los cuales por ser de ocurrencia repentina e impredecible impiden una oportuna prevención. Es por eso que en Bucaramanga, que es una de las ciudades con mayor probabilidad de ocurrencia de sismos en el país, se ha implementado un plan de estudio de las condiciones sísmicas y caracterización dinámica de las edificaciones de cada zona de la ciudad.

El estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico que en los últimos años se ha venido realizando en la ciudad, ha dejado como resultado una gran cantidad de información que por obvias razones necesita ser almacenada para su posterior uso.

Debido a esto se desarrolló una base de datos que pudiera recopilar las características básicas de las zonas sísmicas de la ciudad y de las edificaciones que las integran, y que además permitiera hacer posteriormente consultas sobre la totalidad de los datos almacenados para poder agilizar su estudio. Esta base de datos es llamada zonificación sísmica y fue desarrollada en Microsoft Access 2003.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil, MALDONADO RONDON, Esperanza.

ABSTRACT

TITLE: ELABORATION OF A DATABASE OF THE STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE CONSTRUCTIONS OF THE BUCARAMANGA CITY *.

AUTHOR: BRACHO TOVAR, Carlos Eduardo**

KEY WORDS: Database, seismic areas, structural areas, predominant types, constructions, charts, forms, registrations.

DESCRIPTION:

Because the threat to which our populations are exposed and the vulnerability of these in front of the possible seismic events are a reality; in the last years the government entities have decided to carry out vulnerability studies and risk of the main cities before the seismic phenomena; which impede an opportune prevention for being of sudden occurrence and unpredictable. It is for that reason that in Bucaramanga that is one of the cities with more probability of occurrence of earthquakes in the country, it has been implemented a plan of study of the seismic conditions and dynamic characterization of the constructions of each area of the city.

The vulnerability study and seismic risk that in the last years one has come carrying out in the city, it has left a great quantity of information that needs to be stored for their later use for obvious reasons as a result.

Due to this a database was developed that could gather the basic characteristics of the seismic areas of the city and of the constructions that integrate them, and that it also allowed to make consultations later on about the entirety of the data stored to be able to speed up its study. This database is called zonificación sísmica and it was developed in Microsoft Access 2003.

* Degree project.

** School of Physic – Mechanics Engineering. School of Civil Engineering, MALDONADO RONDON, Esperanza.

INTRODUCCION

Colombia se encuentra en una zona que ofrece unas condiciones geológicas especiales debido a la cercanía de las líneas que describen los movimientos relativos de las placas tectónicas. Es por esta razón que a lo largo de la historia siempre hemos experimentado una alta actividad sísmica que ha mantenido en riesgo muchas poblaciones de nuestro país y que lentamente ha modificado las condiciones del relieve ocasionando desastres naturales que han dejado una huella imborrable en la vida de los colombianos.

Debido a que la amenaza a la cual están expuestas nuestras poblaciones y la vulnerabilidad de estas frente a los posibles eventos sísmicos son una realidad; en los últimos años las entidades gubernamentales han decidido realizar estudios de vulnerabilidad y riesgo de las principales ciudades ante los fenómenos sísmicos; los cuales por ser de ocurrencia repentina e impredecible impiden una oportuna prevención. Es por eso que en Bucaramanga, que es una de las ciudades con mayor probabilidad de ocurrencia de sismos en el país, se ha implementado un plan de estudio de las condiciones sísmicas y caracterización dinámica de las edificaciones de cada zona de la ciudad.

Estos estudios se han hecho con el fin de tener un conocimiento desde el punto de vista estructural de las edificaciones de la ciudad de Bucaramanga para así poder tomar decisiones en cuanto a la reducción del riesgo sísmico, la planificación del desarrollo urbano y la atención y prevención de desastres.

El motivo por el cual se ha pretendido hacer un estudio de las edificaciones de la ciudad, radica en que al conocer el comportamiento estructural de estas y

asociándolo a su ubicación en el casco urbano se pudieron determinar las distintas zonas que describen características similares teniendo en cuenta la tipología estructural que en ellas predomina.

El resultado de este estudio deja como consecuencia la manipulación de una gran cantidad de información que al ser procesada muestra el diagnóstico por zonas de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que las componen; motivando de manera obligatoria a la creación de una base de datos que almacene los volúmenes de información provenientes de los estudios de campo y que permita realizar consultas ágilmente.

Esta base de datos se ha desarrollado por medio del software Microsoft Access 2003 y hace parte del proyecto de investigación ***Zonificación del riesgo sísmico en centros urbanos utilizando Funciones de Vulnerabilidad Calculadas. Caso de estudio: Meseta de Bucaramanga***; el cual ha sido posible gracias al apoyo de la Universidad Industrial de Santander y el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas, Colciencias.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una base de datos que contenga las características estructurales básicas de las edificaciones de la ciudad de Bucaramanga.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar y organizar información existente obtenida en proyectos de investigación y trabajos de grado anteriores.
- Recolectar información faltante por medio de trabajos de campo.
- Seleccionar muestras representativas con el tipo de sistema estructural predominante de las diferentes zonas de la ciudad de Bucaramanga.
- Elaborar una base de datos sistematizada bien estructurada que permita acceder a la información de forma ágil y eficaz.
- Elaborar un manual para usuarios que facilite el acceso y extracción de la información desde dicha base de datos.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Uno de los principales propósitos del grupo de investigación en los últimos 7 años ha sido la recolección de información relacionada con las características estructurales de las edificaciones de la ciudad de Bucaramanga; y como consecuencia de ello, se han obtenido grandes bancos de datos que a la fecha no han sido aún organizados ni sistematizados en su totalidad.

Por esta razón se ve la necesidad de elaborar una base de datos de carácter informático; la cual agilice y optimice los oficios de consulta de la información para el uso cotidiano de los miembros del grupo de investigación. Además esta permite unificar muchas de las valoraciones estructurales que son determinadas por comisiones separadas al interior del grupo de investigación.

Microsoft Access 2003 ofrece un ambiente sencillo y fácil de manejar en cuanto a la elaboración de bases de datos se refiere; motivo por el cual se escogió como el programa adecuado para desarrollar una interfaz que permita la introducción, el almacenamiento y la recuperación de la información proveniente de los trabajos de campo realizados en el estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico de la ciudad de Bucaramanga.

Quizás la razón más importante para la escogencia de Microsoft Access 2003 como el programa ideal sobre el cual deberíamos elaborar la base de datos de la zonificación estructural de Bucaramanga es que la Universidad Industrial de Santander cuenta con la licencia para su uso; y además, se pudo encontrar mucha más información acerca de cómo familiarizarnos con las aplicaciones con las que cuenta.

Si se interpretan las necesidades académicas y científicas desde el punto de vista de el desempeño más práctico, ágil y eficaz en el acceso a la información por parte de las personas encargadas de la investigación de la respuesta estructural de las distintas zonas de la ciudad; se puede justificar la elaboración de una base de datos que cuente con una estructura sencilla para que sea fácil de manejar para las personas que quieran sacar provecho de la misma.

3. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

La meseta de Bucaramanga está ubicada sobre el Valle del Río de Oro. Se distingue en ella dos sectores de diferente conformación física: uno formado por la meseta y otro por el valle. .

El área municipal es de 165 kilómetros cuadrados, su altura sobre el nivel del mar es de 959 m. y sus pisos térmicos se distribuyen en: cálido 55 kilómetros cuadrados, medio 100 kilómetros cuadrados y frío 10 kilómetros cuadrados. Su temperatura media es 23°C y su precipitación media anual es de 1.041 mm.

La topografía de Bucaramanga es en promedio un 15% plana, 30% ondulada y el restante 55% es quebrada. Tres grandes cerros se destacan a lo largo del territorio: Morro Rico, Alto de San José y El Cacique.

Los ríos principales son: El Río de Oro y el Suratá y las quebradas: La flora, Tona, La Iglesia, Quebrada Seca, Cacique, El Horno, San Isidro, Las Navas, La Rosita, Bucaramanga.

3.1 UBICACIÓN:

Bucaramanga se encuentra en una terraza inclinada de la Cordillera Oriental a los 7° 08' de latitud norte con respecto al Meridiano de Bogotá y 73° 08' de longitud al Oeste de Greenwich.

La Capital del departamento de Santander limita por el Norte con el municipio de Rionegro; por el Oriente con los municipios de Matanza, Charta y Tona; por el Sur con el municipio de Floridablanca y por el Occidente con el municipio de Girón.

3.2 HISTORIA DE BUCARAMANGA

No se tiene conocimiento acerca del origen de la palabra "Bucaramanga", pero se presume que tiene una raíz indígena, de cuyo significado tampoco se conoce mucho, ya que no se ha realizado ningún estudio lingüístico sobre los primeros habitantes de esta región. En todo caso, ese es el nombre con que siempre se ha designado a nuestra ciudad.

Cuatro años después de la independencia política de España en 1.823, cuando un decreto que ordenaba otorgarle el carácter de "Villa" a todas las antiguas parroquias, rebautiza a la ciudad con el nombre de "Villa de Bucaramanga". En 1.857, la Villa de Bucaramanga es designada como capital del estado independiente de Santander, título que perdería cuatro años después con la Villa del Socorro, hasta que la Constitución de 1.896 la declarara, definitivamente, como ciudad capital del departamento de Santander. A finales del siglo XIX, Bucaramanga padeció la crisis económica causada por la Guerra de los Mil Días, pero en la segunda década del siglo XX comenzó a recuperarse, demostrando un gran crecimiento desde el punto de vista poblacional y de infraestructura.

Hoy en día, Bucaramanga es una de las ciudades más importantes de Colombia, con aproximadamente un millón de habitantes. Es uno de los centros universitarios más representativos del país, con más de 10 universidades. Cuenta con un aeropuerto internacional, ubicado a las afueras de la ciudad, una significativa infraestructura hotelera acompañada por un sinnúmero de atractivos

turísticos; todo ello, recreado a partir de la conocida hospitalidad de su gente, que le ha otorgado fama internacional como "La Ciudad Bonita".

3.2.1 Crecimiento urbanístico de Bucaramanga: para comenzar, la población era de 10.000 habitantes según el censo de 1851, donde el porcentaje del sector urbano era mínimo; esta aseveración conduce a afirmar lo escaso y disperso del proceso de urbanización cuyo predominio estaba dado por casas de bahareque y paja, sinónimo de los pobres; de edificaciones de tierras palos y teja, sinónimo de las personas pudientes; por mediaguas, como una construcción intermedia entre las dos anteriores; todas ellas entremezcladas con solares algunas veces escuetos, otras cercadas con tapia y / o bardados y por la presencia de enormes terrenos mejor conocidos como globos de tierra.

Es a partir de este contexto, salpicado por estas tipologías sociales y de predios cuando se empieza a presentar la escisión entre lo urbano y lo rural. Pero, no es sólo lo local, hay elementos a nivel político que influyen en este proceso, como el hecho que Bucaramanga ostentase las distinciones de Capital del Estado Soberano de Santander (1857), Capital Provincial de Soto (1861) y Capital del Departamento de Santander (1887) que aunque distantes en el tiempo fue un punto de atracción para que propios y extraños decidieran radicarse en la creciente urbe y desarrollar allí sus profesiones u oficios en especial la del comercio.

Figura 1. Parque García Rovira



Fuente: www.bucaramanga.com.

Entre los años 1910 y 1950 la ciudad definió los principales alineamientos de su actual aspecto urbano consolidando el núcleo inicial, se comienza el proceso de expansión adecuando áreas periféricas.

La evolución del crecimiento urbanístico de la ciudad está íntimamente ligado a las condiciones topográficas de su localización en la meseta de Bucaramanga que se encuentra ligeramente inclinada hacia el occidente, entre los 925 y 1025 MSNM, la meseta es cruzada por varias quebradas de oriente a occidente, entre las más importantes está: Quebrada Seca, Quebrada la Rosita, Quebrada la Flora y Quebrada de la Iglesia, que representan un papel importante en el crecimiento y forma de la ciudad. Al occidente la meseta presenta una forma radiada cuyas puntas son características de la forma urbana actual.

El desarrollo de la ciudad empieza en la parte centro – occidente de la meseta y para 1908 tiene un tamaño aproximado de 100 Ha, en los siguientes 20 años

crece principalmente hacia el oriente (llano de Don David), duplicando su área en 1928. Entre 1928 – 1948 su área urbana llega aproximadamente a 480 Ha.

La ciudad comienza entre las Quebradas la Rosita y la Quebrada seca, alrededor de la actual plaza García Rovira. Para 1908 estas Quebradas son sus límites sur y norte, de occidente a oriente la ciudad construida se extiende desde la calle 8 hasta la calle 19, (barrios García Rovira y Centro), se trazan las manzanas y las vías hasta la carrera 27 que empieza a ocuparse con muy pocas construcciones.

En el periodo entre 1948 y 1956 la ciudad crece hacia el oriente principalmente mientras al sur y el occidente se complementan los bordes de la meseta, aparecen barrios como San Alonso, La Aurora, El Prado, Cabecera del Llano entre otros.

A partir de 1956 aparecen Barrios nuevos en las puntas de la ciudad, con lo cual esta toma la forma que actualmente posee.

3.2.2 Etapas del crecimiento de la ciudad: Bucaramanga hasta el año 1953 se hallaba poblada por 22 barrios ubicados en los llamados llanos de don Andrés y don David en Bucaramanga en este periodo solo existían los siguientes barrios: Centro, Antonia Santos, Bolívar, Alarcón, Granada hoy Gaitán, Girardot, Buenavista, la Pedregosa, Tejar Moderno, La Concordia, Sotomayor, Mejoras Publicas, San Francisco, Alfonso López, Modelo, Mutualidad, La Aurora, Comuneros, San Rafael y Chapinero.

Como etapa posterior a este desarrollo en 1963 Bucaramanga se extendió especialmente hacia el oriente y sur de la ciudad, apareciendo nuevos barrios como: Conucos, El Prado, Álvarez, Cabecera del llano, Terrazas, Pan de Azúcar, El Jardín, Bolarquí, Ricaurte, San Miguel, La Victoria, Antonia Santos, La Merced, La Salle, Albania, Colombia y Lagos del Cacique. Hacia el norte surgieron: La

Independencia, La Universidad, San Alonso y la UIS; sobre las lengüetas occidentales los barrios Chapinero, Nariño, Santander, La Joya y Campo Hermoso. En este momento la ciudad contaba con 44 barrios.

En 1963 y 1969 la ciudad se extendió principalmente hacia el occidente, haciendo entonces su aparición los barrios Caserío el Cinal, caserío tres Estrellas, Urbanización Arenas, Pío XII, Trece de Octubre, XXIII de Junio, Balconcitos, Mutis, Bucaramanga y Chorreras de San Juan; Barrios caracterizados en un gran porcentaje por tener su origen en asentamientos espontáneos formando los llamados barrios marginales.

En el sur aparecieron La Ceiba, Nueva Granada, Diamante I, San Martín, San Pedro, Provenza, Mal Paso, Diamante II; hacia el oriente Los Pinos, Galán, Campestre y Miraflores. En el norte Las Olas I y II, regadero y El Kennedy. En el sur oriente La Libertad y la Floresta.

Hasta el momento la ciudad contaba con 71 barrios que poblaron el área posible de urbanizar en la meseta, siendo necesaria la demolición de viejas casonas en el sector céntrico de la ciudad, para aprovechar al máximo el terreno y empezar la construcción vertical en la ciudad. Estas construcciones no solo diseñadas a funciones administrativas y comerciales, sino también a la vivienda; Además, fueron totalmente construidas la avenida Quebradaseca y la calle 36, avenidas que facilitaron la conexión de la gran mayoría de los barrios del centro.

A partir de 1969 la expansión urbana fue cubriendo poco a poco los espacios vacíos que la dispersión inicial había dejado, hasta copar totalmente el área la meseta; hoy éste proceso trata de repetirse cuando nuevamente la vía abre nuevas posibilidades de expansión urbana no solo dentro de su área municipal sino de los municipios circunvecinos anteriormente Floridablanca y Girón y últimamente Piedecuesta. Este descubrimiento del área de la meseta le fue dando

poco a poco imagen de continuidad a la ciudad, le permitió establecer una clara nomenclatura de calles y carreras en sentido norte – sur y occidente – oriente respectivamente, sin embargo, como en toda ciudad no solo por la nomenclatura se identifica un sector o barrio.

Es así como entre 1969 y 1980 Bucaramanga se extendió urbanísticamente hacia al sur hasta pasar por los límites de Bucaramanga y Girón, ya que como se menciona anteriormente, el área urbana de la meseta estaba totalmente copada y el fenómeno de la erosión día a día amenazaba la estabilidad de la misma. Los barrios que van surgiendo en éste sector son: Fontana, Molinos, Cañaveral, La Pera, Neptuno, lagos I, lagos II, lagos III, Ciudad Valencia, Santa Ana, San Luís, Asturias, Bosques del Payador, Bucarica y Zapamanga. Por el oriente aparecen: Los Tejados, Malaña y Buenavista. Por el occidente: Nápoles y Colombia. Por el norte: La Independencia y El Bosque y por el sur - occidente la Ciudadela Real de Minas.

El acelerado crecimiento físico que se ha venido operando a través de los años ha hecho que día a día a las distancias entre el centro y los lugares de trabajo sea mayor, creando la necesidad de establecer nuevos sectores comerciales como es el caso del Centro Comercial Cabecera. Fenómeno éste que va acompañado con la simultánea remodelación de casas que son sustituidas por grandes locales convirtiendo éste sector comprendido entre la calle 56 hasta la plaza Guarín, en un sector comercial que origina una movilidad urbana.

3.3 LIMITES DE LAS COMUNAS DE BUCARAMANGA Y SUS BARRIOS

En la actualidad Bucaramanga se compone de tres corregimientos y 15 comunas las cuales se encuentran divididas de la siguiente forma:

Figura 2. Comunas de Bucaramanga



Fuente: www.bucaramanga.com

3.3.1 Comuna 1: Parte de la zona del café Madrid hasta la confluencia del río Suratá y río de oro, para subir en línea que permite englobar los Barrios El Rosal y Los Colorados del extremo Norte para regresar hacia el sur hasta el puente Las Olas y subir por el río hasta empalmar con la desembocadura de la quebrada La Esperanza y continuar por su lecho hasta englobar la Urbanización Villa Rosa para encontrar nuevamente la vía al mar y llegar a la entrada de Colseguros Norte, de este punto a la vía al mar hasta encontrar la curva de nivel sobre el nivel del mar 880 metros, por esta curva en sentido norte – sur hasta encontrar la quebrada la pincha por esta aguas abajo hasta 1000 metros antes de la vía café Madrid palenque, siguiendo en forma paralela hacia el sur hasta Empalmar con el punto de confluencia de las comunas cinco y siete en el extremo sur, lecho de la Quebradaseca, por esta agua abajo hasta encontrar la quebrada Chimitá hasta el río de Oro aguas abajo, hasta la confluencia con el río Suratá punto de inicio.

La comuna 1 esta conformada por los siguientes barrios: Las Olas, Kennedy, Café Madrid, Colorados, El rosal, Hamacas, Colseguros Norte, Miramar, Villa Rosa I, Villa Rosa II, Villa Rosa III, Carlos Pizarro, Rincones de la Paz, 13 de julio; Barrio Nuevo, Minuto de Dios, 5 de enero, José A. Galán, María Paz, Villa María, Tejar I y II, Altos de Kennedy, Claveriano, A.H. Ciudadela Café Madrid, Paisajes del Norte, Barrio Villa Alegría.

3.3.2 Comuna 2 Empieza en la Carrera 15 con Calle 3 margen oriental de la vía al mar se baja esta hasta el cauce de la Quebrada la Esperanza siguiendo por este en el costado occidental del barrio Villa Helena hasta el río Suratá.

Continuando hacia el oriente por la margen del río para llegar a la vía antigua que conduce a Ríonegro. Por esta dirigiéndose hasta el punto llamado la “ Y “ y continuar por las estribaciones de la loma La Perla hasta la parte exterior de los predios de la UIS y la carrera 27, y bordear estos hasta encontrar la carrera 25 con calle 5, para bajar por esta para encontrar la carrera 23 y seguir la calle 4. Siguiendo por el costado norte de esta hasta la carrera 21 y por esta hasta a la calle 3 punto de partida.

La comuna 2 esta conformada por los siguientes barrios: Regadero norte, La Independencia, Transición I, II, III, IV, V, La Juventud, San Cristóbal, Olitas, Los Ángeles, José M. Córdoba, Esperanza III, Bosque Norte, Mesetas del Santuario, Villa Helena I y II, Lízcano I y II, Villa Mercedes, Villa María, Granjitas, A.J. Gómez, Nueva Colombia.

3.3.3 Comuna 3 Se inicia por la calle 3 norte con carrera 15, sigue por la calle 3 hacia el oriente para encontrar la carrera 21, por esta a la calle 4, de este punto subir para encontrar la calle 23, siguiendo hasta la calle 5. Luego al oriente para encontrar la carrera 25 y por esta hasta la calle 9, subiendo por la misma hasta la carrera 27 para llegar a empalmar con la calle 10 y por esta para encontrar la

carrera 30 y por esta hasta la calle 14, de esta bajar a la avenida Eduardo Santos hasta la carrera 27, y seguir hacia el sur buscando la Avenida Quebrada Seca para bajar por la misma a la carrera 19. Continuando hasta la calle 24, para bajar por esta a la carrera 15 y seguir por la Avenida del Libertador hacia el norte, hasta la calle 12 con carrera 15. Para bajar por la escarpa, por la Quebrada Chapinero hasta llegar 1000 metros antes del eje oriental de la vía al Palenque. De este punto en forma paralela hasta encontrar la Quebrada la Picha, subiendo por esta hasta encontrar la C.S.N.M. 880 m, por esta en dirección norte hasta el cruce de la carrera 15 con calle 3 punto de partida.

La comuna 3 esta conformada por los siguientes barrios: Norte Bajo, San Rafael, Chapinero, Comuneros, La Universidad, Mutualidad, Modelo, San Francisco, Alarcón, El Cinal y Puerto Rico.

3.3.4 Comuna 4: Se inicia en la calle 12 con carrera 15 para desplazarse hacia el occidente de este punto bajando por la Quebrada Chapinero, hasta 1000 m. antes del eje oriental de la vía al Palenque, de este punto hacia el sur en forma paralela hasta encontrar el punto de confluencia de las comunas 5 y 7, lecho de la Quebrada Seca. Subiendo por esta hacia el oriente hasta encontrar la Avenida con el mismo nombre hasta llegar a la carrera 19, de este punto hasta la calle 24 para llegar por esta misma a la carrera 15 y de ahí en dirección norte hasta la calle 12 con carrera 15 punto de partida.

La comuna 4 esta conformada por los siguientes barrios: Gaitán, Nariño, Girardot, Santander, Don Bosco, Pío XII, 23 de junio, 12 de octubre, La feria, Nápoles, Tres Estrellas, La Gloria, Camilo Torres, Zarabanda, A.H. Divino Niño.

3.3.5 Comuna 5: Comienza en el cruce de la carrera 9 y Quebrada Seca, bajando por esta y continuando por la Quebrada del mismo nombre aguas abajo hasta encontrar el lecho de la Quebrada la Rosita y subir por esta vertiente hasta la

carrera 14B y regresar hacia el norte a la calle 45 por ella en sentido oriente – occidente hasta encontrar la carrera 14 y girar hacia el norte por esta hasta encontrar el cruce de la Avenida Quebrada Seca con carrera 9 punto de inicio.

La comuna 5 esta conformada por los siguientes barrios: La Joya, Campo Hermoso, Alfonso López, García Rovira, Primero de mayo, Chorreras de Don Juan, Quinta Estrella Alta, Quinta Estrella Baja, Estrella, Pantano I, II, III, Villa Romero y La Esmeralda.

3.3.6 Comuna 6: Comienza en la carrera 14B con calle 45 para desplazar en sentido oriental hasta la carrera 23 hasta la calle 56 en línea recta hasta empalmar con la carrera 27 por esta al sur hasta la calle 67 dirigiéndose hacia el oriente por la misma hasta el puente con la autopista, continuando hacia el sur – occidente borde de escarpa de los barrios La Victoria y La Salle hasta la carrera 11 al nor. – Occidente por el costado occidental del barrio La Victoria para llegar a la calle 65 y subir a la carrera 16 en línea recta a la calle 61 y por esta bajar hasta la carrera 16.

Cruzar al norte para bajar por la diagonal 14, llegando a la escarpa en la continuación de la calle 53, tomando la cañada para bajar a la Quebrada del loro hasta su confluencia con la Quebrada la Rosita y de este punto aguas arriba hasta el punto de partida.

La comuna 6 esta conformada por los siguientes barrios: La Concordia, Ricaurte, San Miguel, Gómez Niño, La Ceiba, La Victoria, La Salle, Puerta del Sol y Candiles.

3.3.7 Comuna 7: Se inicia en la carrera 16 con calle 61 para continuar hasta la calle 61 con la diagonal 14 continuando por el eje de la vía a San Gerardo bordeando los Canelos hasta la calle 64E, continuando por la transversal Metropolitana hasta la Quebrada la Iglesia, por esta agua abajo hasta encontrar el

limite con Girón, por este en sentido oriente – occidente hasta la Quebrada Chimitá por estas aguas arriba hasta la Quebrada la Rosita, hasta la confluencia de la quebrada del Loro, por estas aguas arriba hasta la diagonal 14, por la misma en sentido sur hasta la carrera 16 con calle 61 punto de partida.

La comuna 7 esta conformada por los siguientes barrios: Balconcitos, Mutis, Ciudadela, Macaregua, Los Almendros, Monterredondo, Plaza Mayor, Los Naranjos Héroes, Ciudad Bolívar, Samanes, Estoraques I y II, Canelos, Urbanización Plazuela Real, Urbanización Almendros, Urbanización Prados del Mutis, Brisas del Mutis, Estoraques II y Manzanares.

3.3.8 Comuna 8: Empieza en la carrera 16 con calle 61 para seguir en la línea recta por las estribaciones hasta encontrarla calle 65 con carrera 16, hasta la carrera 11 y seguir por la calle 69 de esta hasta la vía a Girón para encontrar la transversal Metropolitana, por esta en sentido sur – norte hasta encontrar el extremo occidental del barrio Bucaramanga y la hoyada y regresar por sus estribaciones hacia el norte y encontrar la carretera antigua a Girón y llegar a la carrera 1, costado occidental del barrio los Canelos y dirigiéndose hacia el sur para subir por la escarpa de la calle 65c hasta la carrera 6ª y retornar a la vía central del barrio San Gerardo, desplazándose hacia el oriente para llegar al punto de partida que fue la calle 61 con carrera 16.

La comuna 8 esta conformada por los siguientes barrios: San Gerardo, Antiguo Colombia, Pablo VI, Cordoncillos, Bucaramanga, 20 de junio, Afrecha, Juan XXIII, Laureles, La Ollada, Manzana 10, El Fonce y Colombia.

3.3.9 Comuna 9: Comienza en la carrera 14 con calle 70, del barrio Nueva Granada para subir por la vía que lo une con el barrio Antonia Santos sur, limite con la comuna 10, para empalmar con la antigua vía a Florida y por esta hasta el sur, quedando incluido el sector del barrio La Pedregosa, continuando hasta llegar

a los límites del municipio de Bucaramanga, siguiendo hacia el occidente por el lecho de la quebrada La Cuellar hasta encontrar la autopista a Florida y por esta en sentido sur norte, por el costado oriental, hasta el punto de cierre.

La comuna 9 esta conformada por los siguientes barrios: Nueva Granada, La Libertad, Antonia Santos, Sur Diamante I, Pedregosa, Asturias, San Martín, San Pedro Claver, Quebrada la Iglesia, Las Casitas, Urbanización El Sol, Bellavista, Villa Inés, Guayacanes, Las Callejas, Villa de Los Conquistadores y Torres de San Lorenzo.

3.3.10 Comuna 10: Se inicia en la parte sur del viaducto García Cadena con el costado occidental de la autopista a Florida continua por esta en sentido norte – sur hasta encontrar el límite de la ciudad de Bucaramanga, sigue por el lecho de la quebrada la Cuellar en sentido occidental hasta encontrar la quebrada Chiquita y por estas aguas arriba hasta encontrar la carrera 20 con calle 105, de este punto a la calle 98 con carrera 18 costado sur del barrio Fontana, de este punto en sentido sur – norte hasta encontrar la carrera 16 con calle 68 costado sur del Barrio San Luís, de este punto por la cota sobre el nivel del mar 840 metros en sentido oriente hasta encontrar el punto de cierre.

La comuna 10 esta conformada por los siguientes barrios: Diamante II, Fontana, Provenza, San Luís, Neptuno, El Cristal y Urbanización Coomultrasan.

3.3.11 Comuna 11: Desde la calle 105 con carrera 20 por el lecho de la quebrada la Chiquita hasta encontrar la quebrada la Cuellar (límite con Florida) por estas aguas abajo hasta encontrar el punto del límite de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón. De este punto en sentido sur – norte siguiendo el límite con el municipio de Girón, girando en sentido este – oeste hasta encontrar la Quebrada La Iglesia, por estas aguas arriba hasta encontrar la prolongación con la carrera 15. De este punto en sentido occidente – oriente hasta

la carrera 17 del Barrio El Rocío, por esta hasta la calle 105, de este punto hasta la carrera 20 con calle 105, punto de cierre.

La comuna 11 esta conformada por los siguientes barrios: Malpaso, Ciudad Venecia, Manuela Beltrán I y II, Jardines de Coaviconza, El Porvenir, Rocío, Dangond, Granja Julio Rincón, Urbanización santa María, Las Delicias, Toledo Plata, Villa Alicia, Condado de Gibraltar, El Candado, Villa Sara, Villa Flor, Los Rosales, La Riviera, Campo Real y Altos de Fontana.

3.3.12 Comuna 12: Se inicia en la calle 45 con avenida la Rosita, de este punto buscando la carrera 27 por el oriente, de la 27 buscando la calle 42, subiendo por esta hasta la carrera 37, de este punto al norte buscando la calle 41, por esta calle y su prolongación en sentido sur oeste nor. Este hasta el cauce de la quebrada la flora siguiendo este limite para encontrar el limite con el municipio de Floridablanca, de este punto para encontrar la calle 104 Bacón del Tejar hasta el costado oriental de la calle 34, por esta a la calle 98 y de aquí a la vía antigua a Floridablanca dirigiéndose al sur para empalmar con la calle 67 con carrera 27, y de este punto por la calle 56 hasta la carrera 23, por la carrera 23 en sentido norte hasta la calle 45 punto de cierre.

La comuna 12 esta conformada por los siguientes barrios: Puerta del Sol, Sotomayor, Cabecera del llano, El Jardín, Pan de Azúcar, Terrazas, La Floresta, Lagos del Cacique, Mercedes, Antiguo Campestre, Bolarquí, Conucos, Los Cedros, Tejar Moderno, Balcón del Tejar, San Expedito, Portón del tejar, San Pío y Santa Bárbara.

3.3.13 Comuna 13: Se inicia en la carrera 21 con avenida Quebrada seca, subiendo por esta hasta la carrera 27 continuando por esta hasta encontrar la calle 14, por esta hacia el oriente para encontrar la carrera 37, luego en sentido sur – norte bordeando el Barrio Los Pinos, llegando a la calle 14 y por esta hasta la

carrera 33 por esta a la avenida Quebrada Seca para subir por ella y empalmar con la carrera 47, continuar por la carrera 47 hasta la calle 32, de la calle 32 hasta la carrera 47 costado oriental del barrio las Américas, de este punto hasta la calle 38, de aquí buscando la calle 42 con carrera 37. De este punto hacia el occidente por la calle 42 y de aquí a la carrera 27, de la carrera 27 buscando la calle 45. De este punto hasta la carera 21 y de esta hasta la avenida Quebrada Seca, punto de partida.

La comuna 13 esta conformada por los siguientes barrios: Los Pinos, Las Américas, El Prado, Galán, San Alonso, La Aurora, Mejoras Publicas, Antonia Santos, Bolívar y Álvarez.

3.3.14 Comuna 14: Comienza en la calle 10 con carrera 7 hacia el sur en línea recta hasta encontrar la carrera 47 con calle 32, por esta hacia el oriente para encontrar la carrera 51 la cual se une a la quebrada la Flora se desvía hacia el sur oriente hasta encontrar el costado occidental del barrio Buenavista, se continua por el sur hasta encontrar hasta dar al costado oriental del mismo, de este en línea recta hacia el norte hasta encontrar las estribaciones de la loma la Samaria. De este punto en sentido oriente occidente por la coordenada 1 281 000 hasta la carrera 40, se continua bordeando las manzanas 267 y 266 por el costado norte hasta encontrar la vía a Vegas Morrорico, por esta al norte hasta el nivel 880 sobre la coordenada 107 000 de este punto en sentido sur hasta encontrar la calle 36 con calle 10 punto de partida.

La comuna 14 esta conformada por los siguientes barrios: Morrорico, Miraflores, Albania, Buenos Aires, Buenavista, Limoncito, Vegas de Morrорico, Sauces, El Diviso y Venado de Oro.

3.3.15 Comuna 15: Se inicia en la avenida Quebrada Seca con carrera 21, siguiendo en sentido sur hasta encontrar la calle 45, por esta hasta encontrar la

carrera 9; siguiendo por la carrera novena en sentido norte hasta la avenida Quebrada seca y subiendo por esta con sentido oriental hasta el punto de origen a la comuna 15 pertenece el Barrio el centro. La comuna 15 esta conformada por el barrio El Centro.

4. ASPECTOS SÍSMICOS RESPECTO AL SUELO DE BUCARAMANGA

En este capítulo se analizará el tipo de acción sísmica a la que se ven sometidas las edificaciones de la ciudad de Bucaramanga; pero antes se dará una breve introducción acerca de las características de los sismos.

La acción dinámica consiste en definir un sismo con el cual se modelan todas las estructuras para efectos de su diseño correspondiente. No hay que olvidar que la ciudad se encuentra en una zona de riesgo sísmico alto, que pertenece a la región andina y que sobre ella convergen fuerzas tectónicas derivadas de tres placas principales: la placa de Nazca, que se desplaza de occidente a oriente con una velocidad de 60 a 80 mm/año, la placa Suramericana desplazándose en sentido aproximadamente contrario a la anterior con una velocidad promedio de 30 mm/año y la placa del Caribe con menores desplazamientos relativos regionales.

Como consecuencia de estos movimientos se presentan fenómenos naturales relacionados con esta acción, como deslizamientos, desarrollo de varios sistemas de falla en los cuales se acumula y libera energía potencial con recurrencia variable y erupciones volcánicas.

La norma Colombiana Sismorresistente NSR 98, contempla especificaciones de respuesta local a las ondas sísmicas con realización de los estudios de microzonificación sísmica para poblaciones de más de 100.000 habitantes, con el fin de definir para cada una de ellas los parámetros de diseño sismo resistente.

Es así como el ministerio de minas y energía realiza la zonificación sismo geotectónica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga.

4.1 FENÓMENOS SÍSMICOS

4.1.1 Origen de los sismos. Los sismos son movimientos relativos de las placas tectónicas, las cuales producen deformaciones semiplásticas en las inmediaciones de los contornos de placa que chocan entre si. Estas implican un almacenamiento lento de energía elástica dentro de las franjas limítrofes deformadas. No solo en los límites, bastante mas adentro de estos, también hay energía acumulada. En la actualidad se reconocen tres clases generales de terremotos: tectónicos, volcánicos y artificiales. Los sismos de la primera de ellas son, con diferencia, los más devastadores además de que plantean dificultades especiales a los científicos que intentan predecirlos.

El punto en que se origina el terremoto se llama foco o hipocentro; este punto se puede situar a un máximo de unos 700 Km. hacia el interior terrestre. El epicentro es el punto de la superficie terrestre más próximo al foco del terremoto.

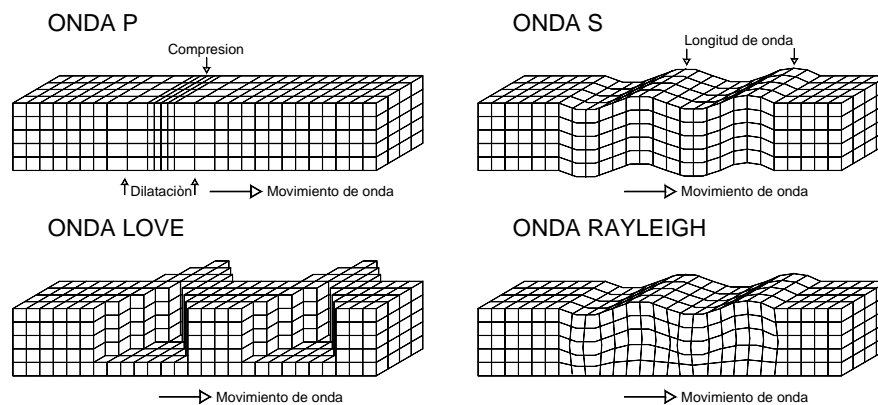
4.1.2 Ondas sísmicas. Las variaciones de las ondas sísmicas pueden cambiar de magnitud; algunas de estas ondas no son apreciables al sentido humano, mientras que otras pueden alcanzar magnitudes catastróficas; esto depende de la energía acumulada en las placas. Esta energía puede ser liberada en pequeñas o en grandes cantidades. Otro aspecto importante es la disipación de esta energía, la cual dependiendo de la distancia de la fuente, puede sentirse de más o menos intensidad.

En el proceso se generan cuatro tipos de ondas sísmicas. Dos de las cuales se clasifican como ondas internas y viajan por el interior de la Tierra y las otras dos son ondas superficiales. Las ondas se diferencian además por las formas de movimiento que imprimen a la roca. Las ondas internas se subdividen en primarias y secundarias: las ondas primarias o de compresión (ondas P) hacen

oscilar a las partículas desde atrás hacia adelante en la misma dirección en la que se propagan, mientras que las ondas secundarias o de cizalla (ondas S) producen vibraciones perpendiculares a su propagación. Las ondas P siempre viajan a velocidades mayores que las de las ondas S; así, cuando se produce un sismo, son las primeras que llegan y que se registran en las estaciones de investigación geofísica distribuidas por el mundo. Las ondas S producen un movimiento del terreno más intenso y de características más dañinas para las edificaciones que las ondas P.

Además de las ondas P y S (ondas internas o de volumen), hay dos tipos de ondas superficiales: las ondas de Love, llamadas así por el geofísico británico Augustus E. H. Love, y las ondas de Rayleigh, que reciben este nombre en honor al físico británico. Las ondas superficiales sólo se propagan por la superficie terrestre y son las causantes de los mayores destrozos. Las ondas superficiales son más lentas que las ondas internas¹.

Figura 3. Tipos de ondas sísmicas.



Fuente: Microsoft Encarta 2008

¹ Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta 2008

4.1.3 Acelerogramas y espectro de diseño. Entre los aparatos que se encuentran para medir los sismos se hallan los sismógrafos, que se usan principalmente para determinar los epicentros y mecanismos focales. Para fines de ingeniería los más importantes son los acelerógrafos; ya que proporcionan la variación de aceleraciones con el tiempo en el lugar donde están colocados.

Los parámetros más importantes para definir la intensidad del movimiento y sus efectos en las estructuras son la aceleración máxima, expresada generalmente como fracción de la gravedad, la duración de la fase intensa del movimiento y el contenido de frecuencias. Este último se refiere a la rapidez del cambio de dirección del movimiento y es importante en cuanto a definir el tipo de estructura que será más afectado. Este se refleja en la forma del llamado espectro de respuesta².

El espectro de respuesta está definido como el conjunto de máximos valores de desplazamiento, velocidad o aceleración, que sobre un oscilador simple puede originar una carga aleatoria o determinística. El espectro de diseño es la herramienta que permite diseñar las construcciones, teniendo en cuenta las condiciones sismotectónicas regionales y las condiciones locales de la respuesta del subsuelo de cimentación. Los investigadores conciben el espectro de diseño como envolventes de los valores máximos a partir de ciertas dispersiones de los datos. Por lo tanto, el resultado corresponde a líneas curvas suavizadas y no a los característicos dientes de sierra del espectro de respuesta³.

² BAZÁN, Enrique y MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios. México: Limusa, 2000. p. 21

³ SARRIA, Alberto. Ingeniería sísmica. Colombia: Uniandes, 1990. p. 269, 279

4.2 MICROZONIFICACION SÍSMICA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.

El área metropolitana de Bucaramanga es una de las zonas de mayor proyección en el país ya que su crecimiento económico en los últimos años hace que sea una fuente potencial para el desarrollo de nueva industria y comercio en la región. Bucaramanga se ha distinguido además de ser una zona de alto riesgo sísmico, por su condición de nido sísmico y la actividad frecuente que esto acarrea.

Con el fin de contribuir a la prevención y mitigación de posibles eventos sísmicos, se realizó el proyecto de microzonificación, el cual delimita las zonas con los diferentes comportamientos que el suelo puede tener en el momento que se presente un sismo. Por otro lado, al identificar de qué forma el suelo responde ante esta situación, se pueden definir posibles escenarios que aportan información acerca de la magnitud de la emergencia que se podría presentar, de tal forma que se preparen los planes de contingencia adecuados para la mitigación de los efectos que se puedan producir.

El objetivo general de la microzonificación del área metropolitana de Bucaramanga, es definir parámetros iniciales para el diseño y construcción sismo resistente de acuerdo con la respuesta sísmica local del subsuelo⁴.

Para tal fin fue necesaria la determinación de las características geométricas, geológicas, geofísicas y geotécnicas de los suelos de la ciudad. De acuerdo con los perfiles estratigráficos y geotécnicos que se determinaron, se realizaron modelos para las diferentes zonas definidas, en los cuales se estableció el comportamiento de la respuesta sísmica del subsuelo cuando este es recorrido por un tren de ondas definido.

⁴ Ministerio De Minas y Energía. Zonificación Sismo geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga. República de Colombia. 2001

Mediante toma de datos y posterior análisis se obtuvo el mapa de microtrepidaciones que da una idea sobre los períodos fundamentales del suelo en la ciudad y luego a través de los sismos seleccionados y de la modelación de las zonas geotécnicas encontradas se determinan los espectros de respuesta de diseño. La evaluación de respuesta sísmica se llevó a cabo mediante análisis unidimensional.

De acuerdo con los modelos del subsuelo que se escogieron para las diferentes zonas geotécnicas, esto por considerarse representativas para el cálculo de la respuesta dinámica; así como los diferentes escenarios sísmicos propuestos, que para efectos del estudio se sintetizaron en 2 posibles: Falla Bucaramanga y Frontal de los Llanos Orientales, se procedió a elaborar los espectros de diseño para cada uno de ellos.

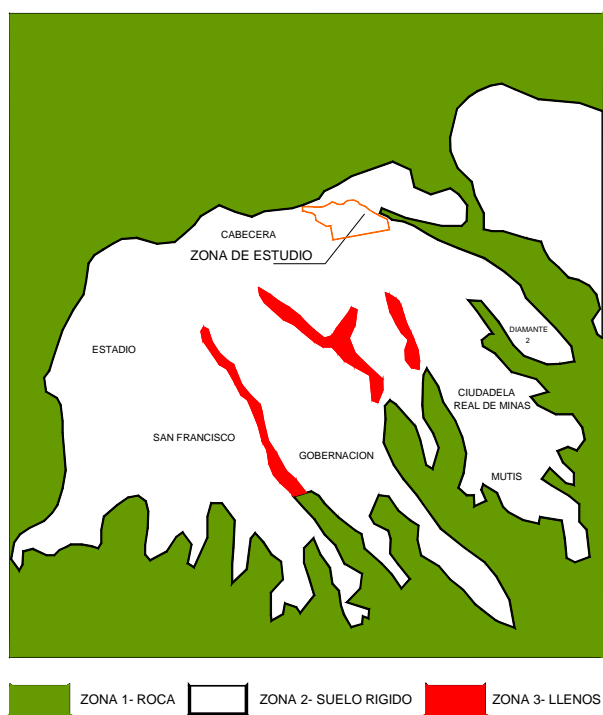
En el momento de la construcción de los espectros de diseño para cada una de las siete zonas propuestas, desde el punto de vista de respuesta sísmica se pudo apreciar que existen tres grupos de respuesta espectral similar, tanto en amplitud y forma, para ambos escenarios sísmicos.

Para el caso de la Falla de Bucaramanga, el primer grupo se caracteriza por tener aceleraciones espectrales hasta 0.50g. El segundo grupo está compuesto por las zonas con aceleraciones hasta de 0.9g. Y el tercer grupo comprende las zonas de llenos, el cual resulta ser un caso especial y presenta las mayores aceleraciones esperadas (1.20g).

Igualmente para la Falla Frontal de los Llanos Orientales se distribuyen en esos mismos grupos pero con la diferencia del valor de aceleraciones esperadas. El primer grupo con aceleraciones de hasta 0.60g. Un segundo grupo comprende las zonas que tienen aceleraciones de hasta 1.00g. El espectro para las zonas de llenos tiene aceleraciones hasta de 1.25g.

4.2.1 Zonas de respuesta dinámica. En total son tres zonas de respuesta dinámica diferente para las cuales, se definió un espectro sísmico de respuesta para cada una. Estas zonas se generaron de las respuestas de cada una de las zonas, las cuales se agruparon y de las cuales se pueden hacer las siguientes observaciones⁵:

Figura 4. Zonificación sismo geotécnica.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía

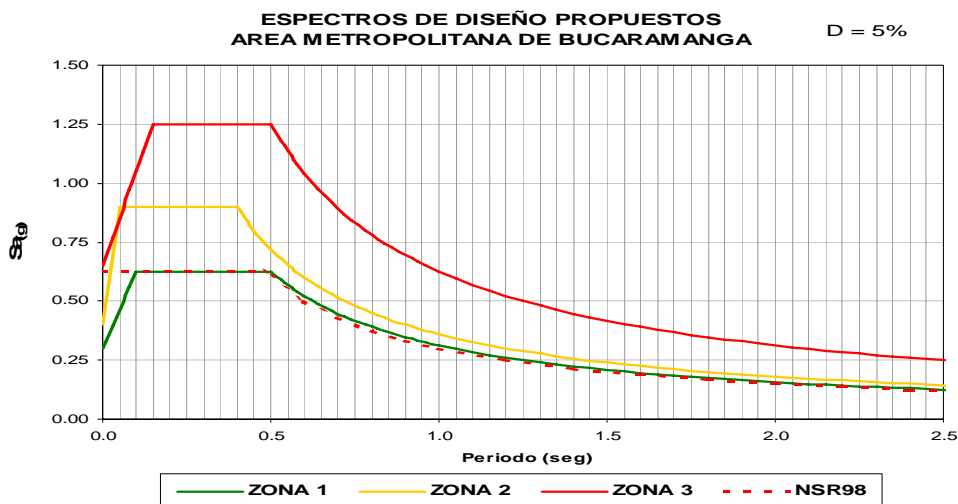
Zona 1 - Roca: Reúne las respuestas espectrales de las zonas de roca pura, suelos residuales sobre roca sana. Esta zona comprende los depósitos de roca correspondientes a la formación Girón y cualquier depósito que se pueda considerar como roca pura como se dijo anteriormente. Tienen una forma espectral y aceleraciones máximas similares a lo propuesto por la NSR98.

⁵ Ministerio De Minas y Energía. Zonificación Sismogeotecnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga. República de Colombia. 2001

Zona 2 – Suelo Rígido: Donde se encuentra la mayor parte de la población del área metropolitana de Bucaramanga, y corresponde a depósitos de suelo rígido. Presenta aceleraciones espectrales máximas considerablemente altas. Dicha forma espectral, así como los valores máximos están en concordancia con la propuesta de la norma UBC97 para sitios donde efectos de campo cercano son esperados; tal y como podría ser el caso del Área Metropolitana de Bucaramanga.

Zona 3 - Llenos: corresponde a los llenos, que deben tener consideraciones especiales, dadas las aceleraciones espectrales tan altas obtenidas. Se menciona también en tales memorias que los datos geotécnicos para caracterizar estas zonas son muy pobres y como tal la incertidumbre de su respuesta dinámica es bastante elevada. El espectro definitivo para cada zona es mostrado a continuación.

Figura 5. Espectros de diseño para Bucaramanga.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía

5. ZONIFICACION ESTRUCTURAL DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

El proceso de zonificación estructural consiste en la identificación y diferenciación de las zonas que albergan edificaciones con características estructurales similares. Estas características son obtenidas y analizadas mediante un trabajo de campo que tiene como fin confirmar y definir la composición de cada zona de la ciudad.

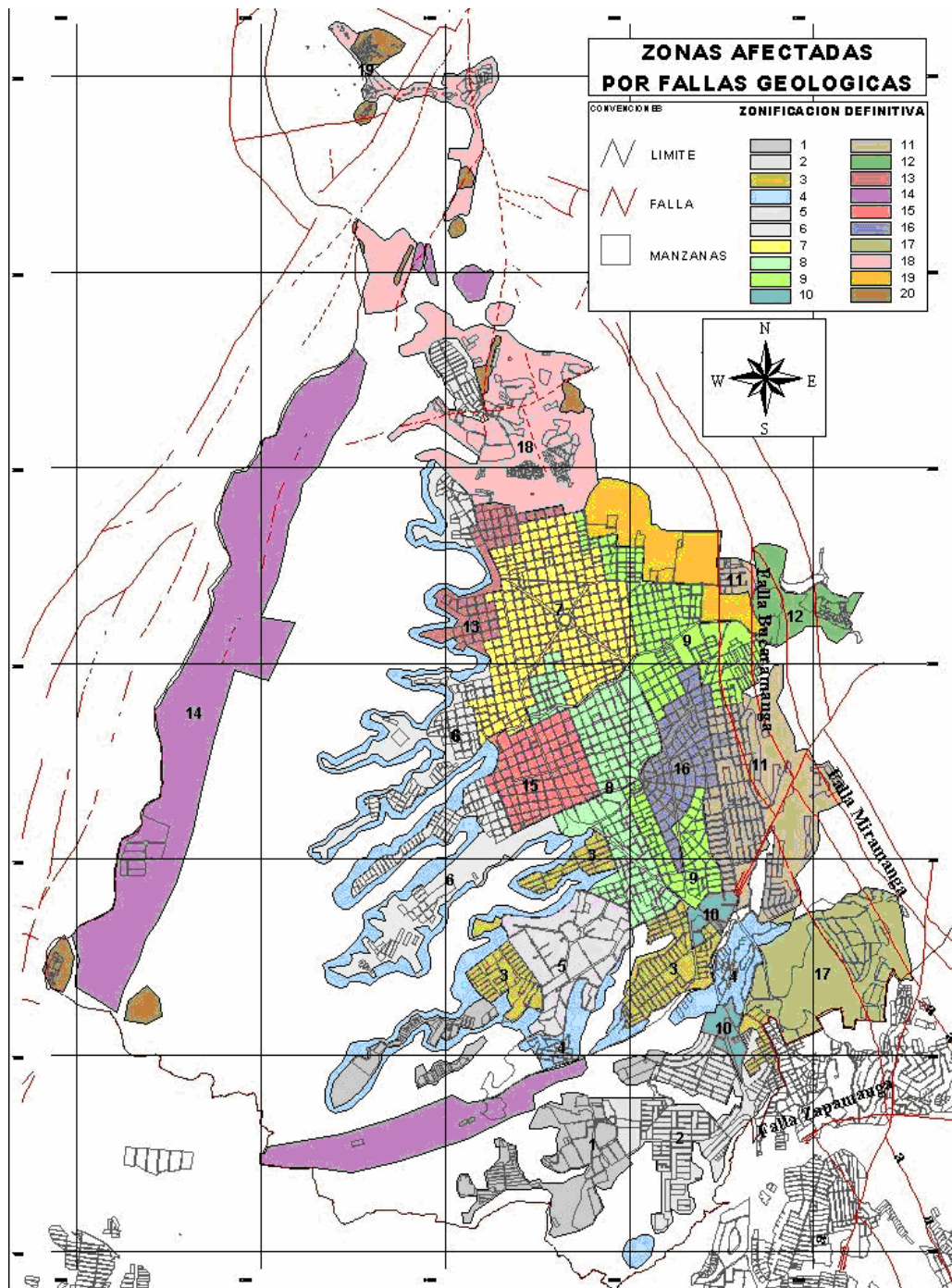
El trabajo de campo se realizó basándose en la fecha en que fueron construidas las edificaciones, en su uso, en la estratificación socioeconómica y en las transformaciones a las que se han sometido durante sus años de funcionamiento. Dependiendo del año de construcción, o del desarrollo urbano de la ciudad, se puede deducir cuales son los materiales que se han empleado para su construcción y probablemente qué patrones arquitectónicos y estructurales se siguieron para ello.

La estratificación socioeconómica reviste gran importancia ya que en el proceso de zonificación permite identificar las características de las edificaciones dependiendo de las razones sociales y económicas. Este punto de vista ofrece una óptica precisa en lo que respecta a los estándares de calidad con los que se construyen las viviendas en los diferentes sectores de la ciudad; ya que estos van estrechamente ligados al poder adquisitivo de las personas que los habitan; y que sumados al año en que se construyeron proporcionan una información más certera y consistente si se pretende hacer una agrupación teniendo en cuenta la mayor cantidad de similitudes entre ellas.

Después de explicar a grandes rasgos cuales fueron los criterios que se tuvieron en cuenta para efectuar el proceso de zonificación estructural de la ciudad, se concluye que Bucaramanga esta dividida desde el punto de vista de sus edificaciones y sistemas estructurales en solo veinte zonas, considerando tres de ella especiales. Tales zonas especiales comprenden las edificaciones de la zona de la Universidad Industrial de Santander y sus colegios aledaños, edificaciones de la guarnición militar y la villa olímpica. La segunda zona especial corresponde a la zona industrial de Chimitá y de la vía a Girón y la tercera a zonas recientes de invasión.

Habiendo establecido la zonificación definitiva de la ciudad de Bucaramanga, se procedió a identificar una edificación representativa por zona sobre la cual se tenga una información detallada acerca de su distribución estructural, registro fotográfico, estilo arquitectónico y demás atributos de interés. Cabe resaltar que la consolidación de este trabajo ha sido una realidad gracias a la información recopilada y consignada en trabajos de grado previos realizados por Abreo y Arguello (2003), Ardila y Méndez (2003), Carreño y Rodríguez (2003), Castellanos y García (2003), y Cortes (2002).

Figura 6. Zonificación estructural de la ciudad de Bucaramanga



Fuente: Archivo del grupo INME

6. TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES

El capítulo anterior proporcionó información sobre como se llevó a cabo el proceso de zonificación estructural definitiva de la ciudad de Bucaramanga. En este capítulo se conocerá cuales son las tipologías estructurales que predominan en cada una de las zonas definidas por el grupo de investigación.

6.1. TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES RECONOCIDAS EN EL PROYECTO

Las tipologías tenidas en cuenta para este proyecto son las siguientes:

- **MAMPOSTERIA (Confinada y No Confinada)**
- **EDIFICACIONES DE TIERRA**
- **HORMIGÓN**
- **ACERO**
- **OTROS**

Si se analiza cada una de estas tipologías se podría decir que es una clasificación un tanto general con respecto a la complejidad del proyecto. Pero en realidad esto tiene un motivo muy importante, que es el de darle a los futuros usuarios de la base de datos la posibilidad de identificar rápidamente qué tipo de estructuras son las que predominan en cada zona sin entrar en detalles que al ser tenidos en cuenta podrían complicar la interpretación de la información almacenada en el banco de datos.

6.1.1 Mampostería

Esta clasificación comprende todas aquellas construcciones elaboradas con mampostería en las distintas clases de ladrillo las cuales pueden presentar o no, un adecuado confinamiento. Es decir, que esta tipología comprende las edificaciones que cuentan con mampostería confinada y también las no confinadas.

Figura 7. Casa en mampostería confinada



Fuente: Archivo del grupo INME

6.1.2 Edificaciones de tierra Esta clasificación comprende las edificaciones que cuentan con un sistema estructural conformado por muros construidos en adobe o en edificaciones de tierra pisada, en el cual las cargas verticales y horizontales son resistidas por los muros. Esta clasificación es propia de las edificaciones más antiguas de la ciudad.

Figura 8. Casa en edificaciones de tierra pisada



Fuente: Archivo del grupo INME

6.1.3 Hormigón Esta clasificación comprende las edificaciones que cuentan con un sistema estructural conformado por pórticos de hormigón, muros de hormigón o cualquier combinación de estos. En el caso de los pórticos, esta abarca aquellos conocidos como dúctiles (construidos después del año 1984), y no dúctiles (construidos antes del año 1983).

Figura 9. Edificio en pórtico de hormigón



Fuente: Archivo del grupo INME

6.1.4 Acero Esta clasificación comprende aquellas edificaciones que cuentan con un sistema estructural conformado por pórticos cuyos elementos son perfiles metálicos, los cuales se encuentran con frecuencia integrando grandes bodegas y edificaciones industriales.

Figura 10. Bodega en estructura de acero



Fuente: Archivo del grupo INME

6.1.5 Otros Esta clasificación comprende aquellas edificaciones construidas en áreas del municipio sobre las que se han dado desarrollos urbanos de tipo informal, las cuales cuentan con estructuras débiles conformadas por materiales reciclados como madera, zinc, cartón, entre otros, que no proporcionan un mecanismo de defensa serio ante un eventual sismo.

Figura 11. Casa elaborada con material reciclado



Fuente: Archivo del grupo INME

7. RECOPIACION Y SELECCIÓN DE LA INFORMACION

A través de los años, el grupo de investigación INME de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander ha venido realizando varios estudios sobre las características sísmicas y estructurales de la ciudad de Bucaramanga.

Debido a que el área que abarca el casco urbano es extensa, estos estudios tienen que realizarse separadamente por sectores que deben reunir ciertas condiciones específicas teniendo en cuenta el propósito del estudio. Algunas de ellas son el estrato social, el tipo de estructuras que se presentan, las condiciones geológicas del terreno, el año de construcción de las edificaciones, entre otras.

Una de las necesidades que surgió con el tiempo, fue la de almacenar la información y clasificarla acorde con la lógica del proyecto; razón por la cual se pensó inicialmente en un proceso de digitalización de la misma para poder contar con ella en medios magnéticos. Al poco tiempo de haber terminado el anterior proceso, se necesitó establecer mecanismos de búsqueda y manipulación de dicha información. En este momento entra en razón de ser la elaboración de una base de datos que pudiese almacenar todas aquellas características básicas con sus respectivos atributos para así poder contar con una herramienta de ayuda en el conocimiento de las diferentes zonas que componen la ciudad.

El proceso de recopilación y selección de los datos inicia justo después de definir cuales eran los aspectos y detalles de la información que se quería mostrar en la base de datos.

La profesora Esperanza Maldonado permitió el acceso a los archivos que reposaban en las oficinas del edificio Alvaro Beltrán Pinzón que alberga la parte especializada de la Escuela de Ingeniería Civil. Acto seguido, se empieza a revisar la totalidad de la información y se empiezan a definir los ítems de búsqueda para seleccionar sólo lo que interesa para efectos de este proyecto.

Se establecieron como ítems definitivos, la ubicación de las zonas sísmicas, las tipologías estructurales que se manejarían, el porcentaje de cada tipología estructural por zona, el registro fotográfico general de las zonas, la fotografía de cada edificación, el año de construcción de cada edificación, el número de pisos y sótanos de cada edificación, las vistas en planta y en perfil de las edificaciones representativas por zona, y el área en planta de cada edificación.

Después de esto, inició el proceso de selección de los registros que contaran con el grupo de ítems de interés, y en el caso de que faltara uno de ellos, se procedía a realizar su búsqueda por medio de un trabajo de campo por la ciudad. Por lo general los registros no contaban con la fotografía, razón por la cual hubo que salir en jornadas de campo en donde se tomaban las fotos faltantes.

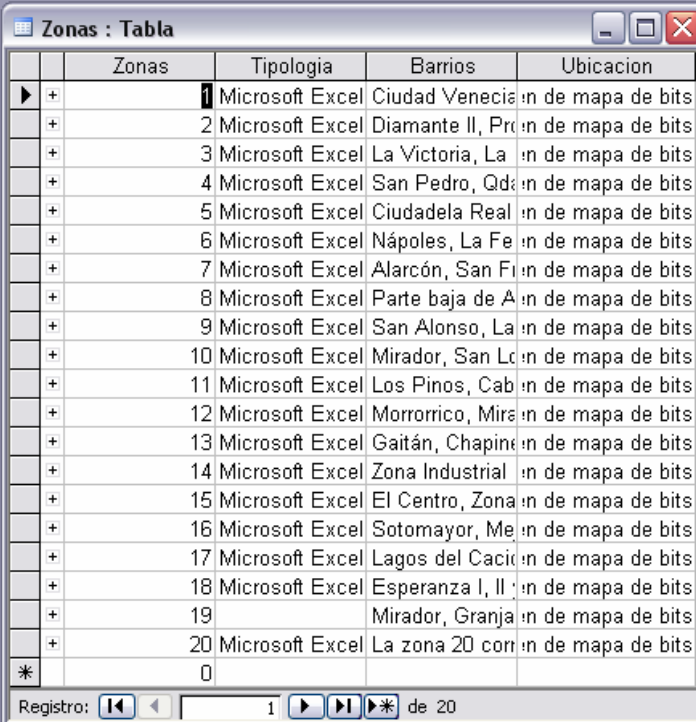
Por último en todo el proceso, se determinó que había que escoger los registros que contaran con la información mas organizada y presentable al publico, ya que de esto dependía el éxito en el propósito de lograr una base de datos lo mas gráfica posible para hacerla agradable a los futuros usuarios del grupo de investigación.

8. ORGANIZACIÓN Y MANEJO DE LA BASE DE DATOS

8.1 ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

El principal elemento que compone una base de datos y que le da a la misma su razón de ser es la tabla. La tabla es la unidad básica de almacenamiento de toda base de datos. Es por ello que al tratar de describir como es la estructura de una base de datos se debe empezar hablando de ella.

Figura 12. Tabla zonas



	Zonas	Tipologia	Barrios	Ubicacion
▶ +	1	Microsoft Excel	Ciudad Venecia	en de mapa de bits
+	2	Microsoft Excel	Diamante II, Pro	en de mapa de bits
+	3	Microsoft Excel	La Victoria, La	en de mapa de bits
+	4	Microsoft Excel	San Pedro, Qd	en de mapa de bits
+	5	Microsoft Excel	Ciudadela Real	en de mapa de bits
+	6	Microsoft Excel	Nápoles, La Fe	en de mapa de bits
+	7	Microsoft Excel	Alarcón, San F	en de mapa de bits
+	8	Microsoft Excel	Parte baja de A	en de mapa de bits
+	9	Microsoft Excel	San Alonso, La	en de mapa de bits
+	10	Microsoft Excel	Mirador, San L	en de mapa de bits
+	11	Microsoft Excel	Los Pinos, Cab	en de mapa de bits
+	12	Microsoft Excel	Morrórico, Mira	en de mapa de bits
+	13	Microsoft Excel	Gaitán, Chapin	en de mapa de bits
+	14	Microsoft Excel	Zona Industrial	en de mapa de bits
+	15	Microsoft Excel	El Centro, Zona	en de mapa de bits
+	16	Microsoft Excel	Sotomayor, Me	en de mapa de bits
+	17	Microsoft Excel	Lagos del Caci	en de mapa de bits
+	18	Microsoft Excel	Esperanza I, Il	en de mapa de bits
+	19		Mirador, Granja	en de mapa de bits
+	20	Microsoft Excel	La zona 20 cor	en de mapa de bits
*	0			

Registro: 1 de 20

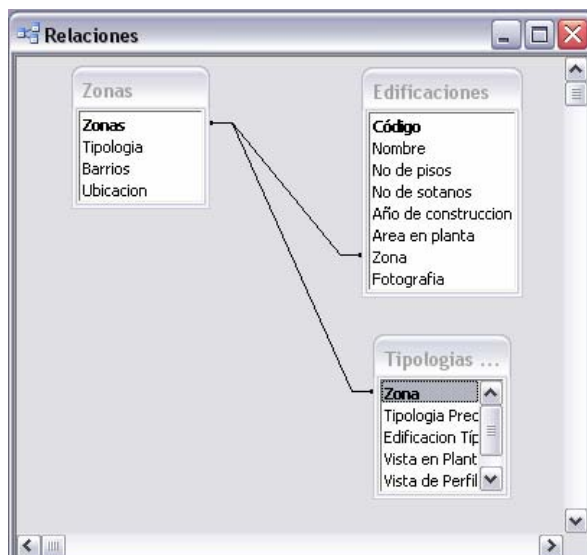
Fuente: Base de datos zonificación estructural

Una tabla esta compuesta por registros y campos. De igual manera, un registro es un conjunto de campos que contienen datos que hacen alusión a un elemento en especial y que se agrupan por filas en una tabla.

En este caso, si se observa la figura 12. el encabezado de la ventana anuncia que está abierta la tabla zonas. Cada fila de esta tabla es lo que se denomina un registro y cada espacio o casilla individual que compone las filas o columnas de la tabla es un campo.

Existen unos campos más importantes que otros dentro de una misma tabla. La razón de ello, es que estos campos tienen asociada una cualidad que se conoce como clave principal, que es la que permite a las tablas tener su propia identidad y contar con datos que sean irrepetibles en otras tablas para evitar duplicados que no permitan el correcto funcionamiento de la base de datos. Por ejemplo, en la tabla zonas, el campo zonas que se ubica en la primera columna de izquierda a derecha, es quien posee la cualidad de clave principal.

Figura 13. Relaciones entre las tablas



Fuente: Base de datos zonificación estructural

El proyecto de zonificación estructural de la ciudad de Bucaramanga cuenta con cuatro tablas fundamentales, de las cuales, tres están relacionadas entre sí por medio de enlaces que permiten encadenar los campos comunes, y que establecen la dependencia de unas con respecto a otras.

Como se puede apreciar en la figura 13. la tabla zonas está relacionada con las tablas edificaciones y tipologías a la vez. Esto quiere decir que al ingresar datos en estas dos, no se puede ingresar datos arbitrariamente en el campo zonas presente en ambas; porque este sólo permite escoger entre los que han sido almacenados en el campo zonas de la tabla zonas. Ello se debe a que el campo zonas presente en las tablas edificaciones y tipologías depende estrictamente de los datos ingresados en el mismo campo en la tabla zonas; aclarándose así las condiciones impuestas por la relación que existe entre la tres tablas.

En conclusión, la tabla edificaciones y la tabla tipologías dependen directamente de la tabla zonas y están relacionadas con ella por medio del campo zonas. Pero por el contrario, la tabla zonas a pesar de estar relacionada con las otras tablas, no depende de ninguna otra en especial.

La definición de las tablas y de las relaciones que existen entre ellas, constituye la estructura principal de una base de datos. Y, de esto depende el correcto funcionamiento de la misma. Pero cabe resaltar que mientras mas sencilla sea la estructura, mejor es su funcionamiento.

Como las bases de datos deben permitir un acceso sencillo a la información que almacenan, resulta oportuno hacer referencia en este momento a los formularios.

Los formularios son presentaciones hechas para mostrar los datos en pantalla de una manera gráfica agradable y práctica. Estos guardan estrecha relación con las

tablas presentes en el proyecto y desde ellos es posible ingresar información en ellas, modificarla, o simplemente realizar búsquedas.

Figura 14. Formulario Edificaciones



The screenshot shows a web application window titled "Edificaciones". The main heading is "Información Edificaciones". The form contains the following fields:

- Código: [] [6]
- Nombre: Colinas de Montebello
- No de pisos: 11
- No de sótanos: 1
- Año de construcción: 1993
- Area en planta (m2): 201,5
- Zona: [] [11]

There is a photograph of a multi-story brick building with a courtyard. The bottom of the window shows a pagination control: "Registro: [] 6 [] de 39".

Fuente: Base de datos zonificación estructural

Este proyecto cuenta con formularios para almacenar, modificar y buscar datos; pero adicionalmente cuenta con formularios de enlace que no están diseñados para mostrar datos como tal, sino que poseen controles con rutas de acceso a otros formularios que si permiten el contacto directo con la información. Estos formularios se crean para brindar una presentación más ordenada y para poder darle una distribución lógica a los componentes de la base de datos.




Figura 15. Formulario de enlace (panel de control principal)



Fuente: Base de datos zonificación estructural

El propósito fundamental al hacer una base de datos es poder extraer información de la misma. Y como una de las maneras de extraer información de un ordenador es por medio de la impresión; existe un formato para hacer presentaciones de grupos de datos listos para imprimir. Este se conoce como informe; y permite ver la información consultada en la base de datos de manera organizada y lista para imprimirse. A continuación podemos ver el ejemplo de un informe en la figura 16.

Figura 16. Informe edificaciones

Zona	Código	Nombre	Año de construcción	No de plantas	No de sótanos	Fotografía
5	24	Chisó Real	1989	5	0	
5	25	Metrópolis 1	2000	15	0	
5	26	Metrópolis 2	1992	5	0	

marzo, 15 de Julio de 2008 Página 1 de 13

Fuente: Base de datos zonificación estructural

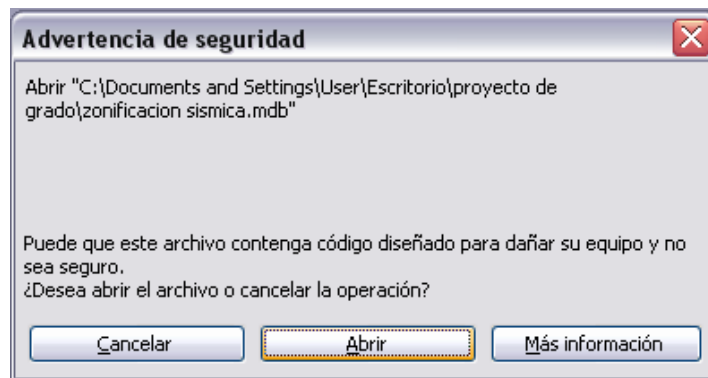
8.2 INICIACION DE LA BASE DE DATOS

La base de datos de zonificación estructural de la ciudad de Bucaramanga es una aplicación que por estar desarrollada en Microsoft Access 2003 sólo exige contar con una unidad de CD y, lógicamente con este programa instalado en el computador para poder abrirla y utilizarla. Microsoft Access 2003 requiere como mínimo para poderse ejecutar una plataforma Windows a partir Windows 98 hasta una versión más reciente.

Habiendo insertado el CD en la unidad lectora, abrimos el archivo zonificación estructural que ya se encuentra predispuesto para abrirse con Microsoft Access 2003.

Al iniciar la aplicación de inmediato aparece un cuadro de dialogo que se titula advertencia de seguridad. Este pregunta si se desea abrir el archivo; pero antes, muestra una señal de alerta acerca de posibles códigos diseñados para dañar el equipo.

Figura 17. Advertencia de seguridad



Fuente: Base de datos zonificación estructural

Esta alerta corresponde a un nivel de seguridad que Microsoft Access impone por defecto sobre cualquier archivo que se intente abrir en él. Pero como en este caso se trata de la base de datos zonificación estructural no existe ningún riesgo al respecto. Entonces se puede dar clic en el comando abrir.

Inmediatamente después de lo anterior, aparece una pantalla de inicio que da la bienvenida a la base de datos y que adicionalmente proporciona información acerca del contenido de la misma y de las entidades que financiaron y respaldaron el proyecto de zonificación del riesgo sísmico para la ciudad de Bucaramanga.

Figura 18. Pantalla de inicio



Fuente: Base de datos zonificación estructural

Esta pantalla de inicio tiene en su esquina inferior derecha un botón llamado panel de control; el cual al ser accionado cierra la pantalla de inicio y abre automáticamente el panel de control principal.

Figura 19. Panel de control principal



Fuente: Base de datos zonificación estructural

Estando en el panel de control principal se da por finalizado el proceso de iniciación de la base de datos zonificación estructural.

8.3 PANEL DE CONTROL PRINCIPAL

El panel de control es un formulario de enlace por medio del cual se puede tener acceso a los demás formularios que conforman la base de datos gracias a una serie de controles o botones que al ser accionados conducen a cada de sus dependencias.

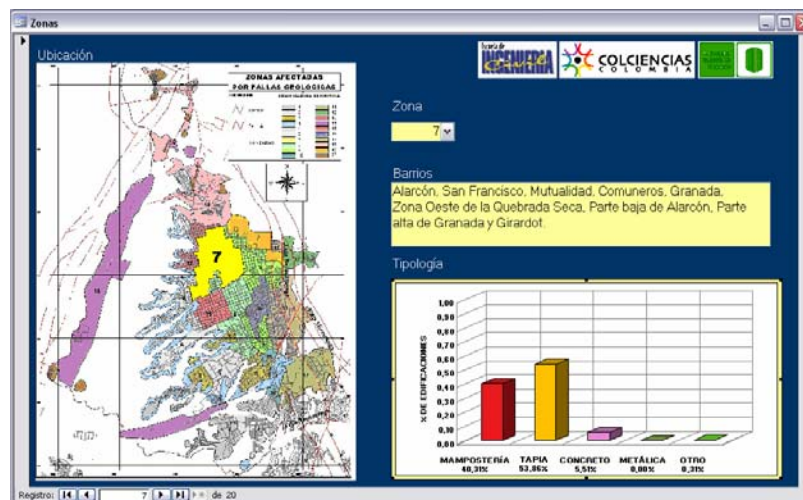
Figura 20. Panel de control principal



Fuente: Base de datos zonificación estructural

En el costado derecho del panel de control principal se encuentran unos controles organizados en forma de columna. El primer botón de la lista proporciona un enlace con el formulario zonas el cual es desplegado en la pantalla inmediatamente después de dar clic sobre él.

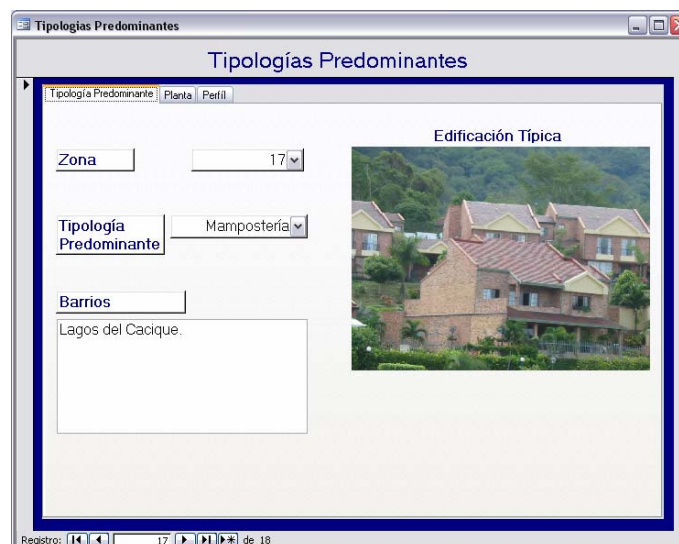
Figura 21. Formulario Zonas



Fuente: Base de datos zonificación estructural

El segundo botón de la lista proporciona un enlace con el formulario tipologías predominantes el cual es desplegado inmediatamente después de dar clic sobre él.

Figura 22. Formulario tipologías predominantes



Fuente: Base de datos zonificación estructural

El tercer botón de la lista del panel de control principal proporciona un enlace con el formulario edificaciones el cual también es desplegado inmediatamente después de dar clic sobre él.

Figura 23. Formulario edificaciones

The screenshot shows a web application window titled "Edificaciones". The main heading is "Información Edificaciones". The form contains the following fields and values:

Field	Value
Código	38
Nombre	Rincón de los Caballeros
No de pisos	5
No de sotanos	0
Año de construcción	1993
Area en planta (m2)	511.84
Zona	5

At the bottom left, it shows "Registro: 38 de 39". The right side of the form features a photograph of a modern, multi-story building with blue and orange accents.

Fuente: Base de datos zonificación estructural

El cuarto botón de la lista corresponde al enlace que nos conduce al formulario fotografías el cual aparece inmediatamente después de dar clic sobre él.

Figura 24. Formulario fotografías



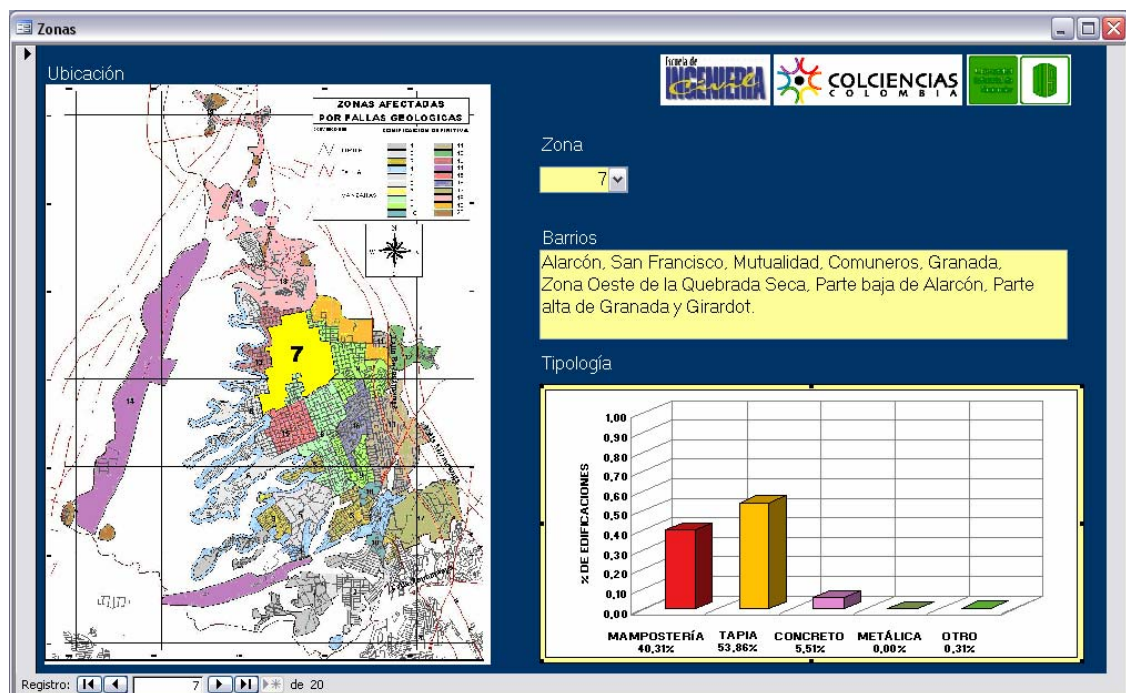
Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Y el último botón de la lista es el que anuncia la salida de Microsoft Access; el cual al ser accionado cierra todas las dependencias de la base de datos y ejecuta la salida de Access.

8.4 EXPLORACION Y USO DE LOS FORMULARIOS

8.4.1 Formulario zonas:

Figura 25. Formulario zonas



Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Este formulario está diseñado para conocer cuál es la ubicación de cada zona sísmica con respecto al resto de la ciudad de Bucaramanga, cuáles son los barrios que las componen y cuál o cuáles son las tipologías estructurales predominantes en ellas.

La consulta de la información con la que cuenta este formulario se puede hacer por medio de los botones de exploración que se encuentran en la esquina inferior izquierda de la ventana; los cuales brindan la posibilidad de avanzar uno por uno sobre los registros existentes en el formulario.

Figura 26. Botones de exploración de registros



Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Otra forma de exploración es la que ofrece el tipo de ratón o Mouse que cuenta con una rueda entre sus botones llamada *net – scroll*; que al ser deslizada hacia adelante o hacia atrás, también avanza o retrocede en la visualización de los registros del formulario.

Cabe resaltar que este formulario sólo cuenta con 20 registros debido a que el grupo de investigación definió igual número de zonas sísmicas para la ciudad de Bucaramanga. Es por ello que este formulario no permite ser modificado ni tampoco permite agregarle información adicional; porque se ha asumido que ésta es la justa y necesaria para el propósito del proyecto.

A medida que se avanza en los registros, las áreas que corresponden a cada zona se van iluminando sobre el mapa de la ciudad mostrando el número que les ha sido asignado. Simultáneamente con lo anterior, va cambiando la información de los barrios que conforman cada zona y el gráfico de barras que muestra el porcentaje de cada tipología estructural presente en la misma.

8.4.2 Formulario tipologías:

Figura 27. Formulario tipologías predominantes

Tipologías Predominantes

Tipología Predominante | Planta | Perfil

Zona 17

Tipología Predominante Mampostería

Barrios
Lagos del Cacique.

Edificación Típica

Registro: 17 de 18

Fuente: Base de datos zonificación sísmica

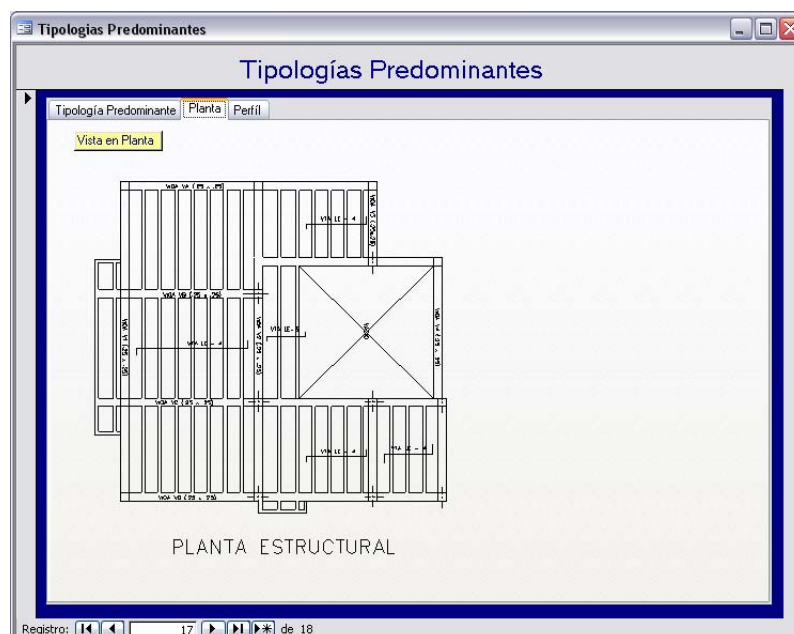
Este formulario ha sido diseñado para mostrar una edificación representativa por cada zona sísmica de la ciudad de Bucaramanga. Dicha edificación corresponde a la tipología estructural que prevalece en cada una de ellas y; esta a su vez, va acompañada de información detallada de sí misma como la fotografía, la zona a la que pertenece, qué tipología estructural posee, qué barrios conforman la zona en la que se ubica y sus respectivos planos de planta y perfil.

La exploración de los registros en este formulario se puede hacer de la misma manera que en el formulario zonas; o sea utilizando los botones de exploración

que se encuentran en la esquina inferior izquierda del formulario y que se muestran en la figura 25 de este documento. También se puede explorar con el net – scroll del ratón o Mouse. Pero en este formulario hay un detalle adicional que se debe tener en cuenta.

Si se observa con atención en la esquina superior izquierda del recuadro azul que enmarca la información, encontramos tres pestañas que anuncian las divisiones que tiene la información contenida en el formulario. La primera de izquierda a derecha es la que cuenta con la presentación que vemos al abrir el formulario desde el panel de control principal. La segunda cuenta con la vista en planta de la edificación que se muestra en pantalla en la pestaña tipología predominante.

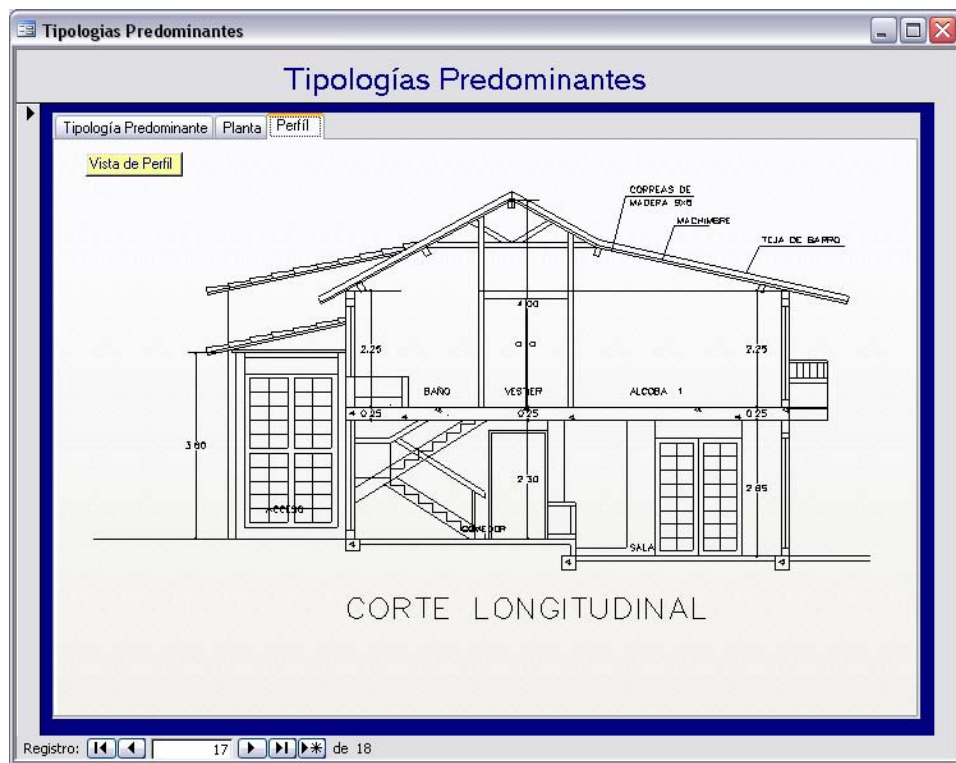
Figura 28. Sección vista en planta



Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Y la tercera cuenta con la vista de perfil de la edificación que se muestra en pantalla en la pestaña tipología predominante.

Figura 29. Sección vista de perfil



Fuente: Base de datos zonificación sísmica

La información con la que cuenta este formulario reviste gran importancia para esta base de datos; ya que por medio de ella se puede contar con un ejemplo claro de cómo son las edificaciones en cada zona de la ciudad, y esta se visualiza de una manera agradable y atractiva para despertar el interés de los futuros usuarios.

8.4.3 Formulario edificaciones:

Figura 30. Formulario edificaciones

Edificaciones

Información Edificaciones

Código:

Nombre:

No de pisos:

No de sótanos:

Año de construcción:


Area en planta (m2):

Zona:

Registro: 6 de 39

Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Este formulario ha sido diseñado para recopilar información detallada de las edificaciones presentes en la ciudad de Bucaramanga, como lo son el año de construcción, el número de pisos, el número de sótanos, el nombre, el área en planta, la zona a la que pertenecen y un código que se les asigna por defecto cuando un nuevo registro se almacena en el formulario.

Para agregar un nuevo registro, se puede hacer por medio del botón , el cual hace parte del grupo de botones de exploración que se encuentran en la esquina inferior izquierda del formulario y que además de permitir el desplazamiento uno por uno sobre los registros almacenados en la base de datos, también permiten la adición de nuevos registros para enriquecer la información del formulario.

Al presionar el botón para agregar un nuevo registro, inmediatamente aparece el formulario edificaciones, pero con todos sus campos vacíos. De inmediato se puede proceder a ingresar los datos en cada uno de los campos dejando de lado el que aloja el código; porque este campo se asigna de manera automática un valor en el mismo instante en que se digita la información en los demás campos.

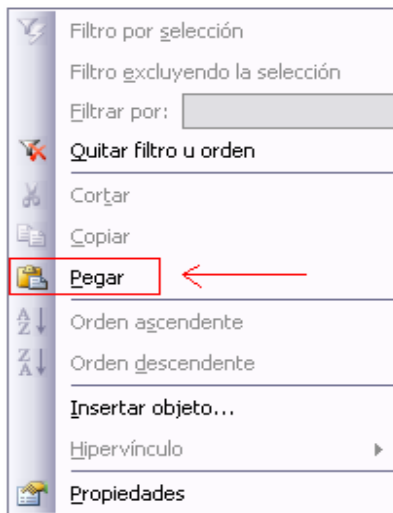
Figura 31. Formulario edificaciones en blanco

The screenshot shows a software window titled "Edificaciones" with a header "Información Edificaciones". The window contains several input fields for building information: "Código" (with a dropdown menu showing "Autonómico"), "Nombre", "No de pisos" (with a numeric input field showing "0"), "No de sotanos" (with a numeric input field showing "0"), "Año de construcción" (with a numeric input field showing "0"), "Area en planta (m2)" (with a numeric input field showing "0"), and "Zona" (with a dropdown menu showing "0"). A large empty rectangular area is present on the right side of the form, likely for a photograph. The bottom status bar shows "Registro: 40 de 40".

Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Para agregar la fotografía del nuevo registro que se desea ingresar, se procede a copiarla desde cualquier otro programa que permita visualizarla y se da clic derecho al interior del marco designado para escoger en el cuadro de lista la opción pegar.

Figura 32. Cuadro de lista



Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Al instante aparece la fotografía escogida al interior del marco que tiene el formulario destinado para tal propósito, ajustada al tamaño del mismo.

Existe otra utilidad con la que cuenta este formulario. Esta es la posibilidad de realizar consultas personalizadas mediante la aplicación de un filtro sobre uno o varios campos en especial a través de los cuales se prefiera efectuar la búsqueda.

Para poder materializar la aplicación de un filtro de búsqueda, primero se debe dar clic en la opción filtro por formulario que se encuentra en la barras de herramientas de la ventana de Microsoft Access.

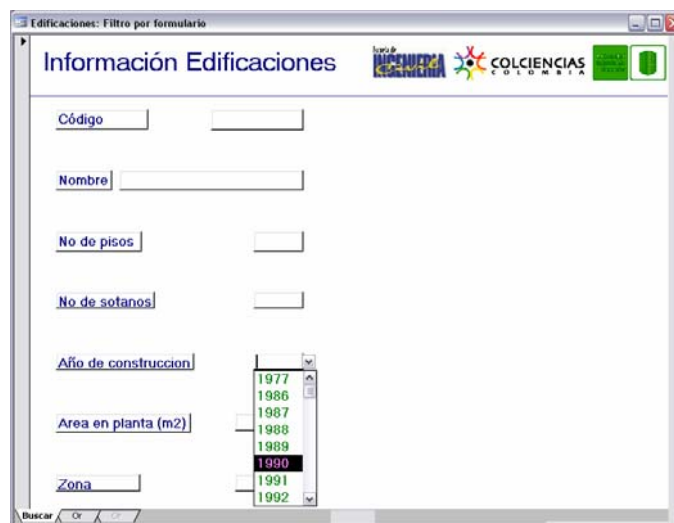
Figura 33. Opción filtro por formulario



Fuente: Microsoft Access 2003

Al instante, el formulario edificaciones queda en blanco y al posicionar el cursor sobre cualquiera de los campos vacíos, se muestra una flecha al lado derecho del mismo para elegir el dato que vamos a escoger como objetivo para la búsqueda. Aunque, si no se desea escoger el dato entre los que muestra la lista, se puede digitar el que el usuario prefiera.

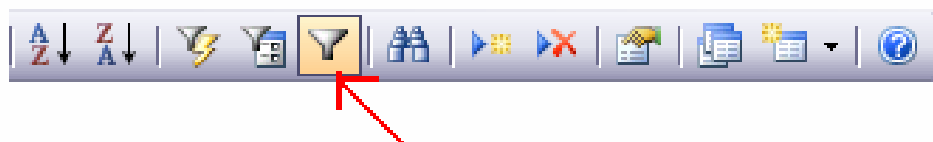
Figura 34. Formulario edificaciones en filtro por formulario



Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Después de haber escogido el campo o los campos por los cuales se desea hacer la búsqueda, y de haber digitado o seleccionado el dato o los datos entre los existentes; se procede a dar clic sobre el botón aplicar filtro que se encuentra en la barra de herramientas de Microsoft Access para que el programa realice la consulta.

Figura 35. Botón aplicar filtro



Fuente: Microsoft Access 2003

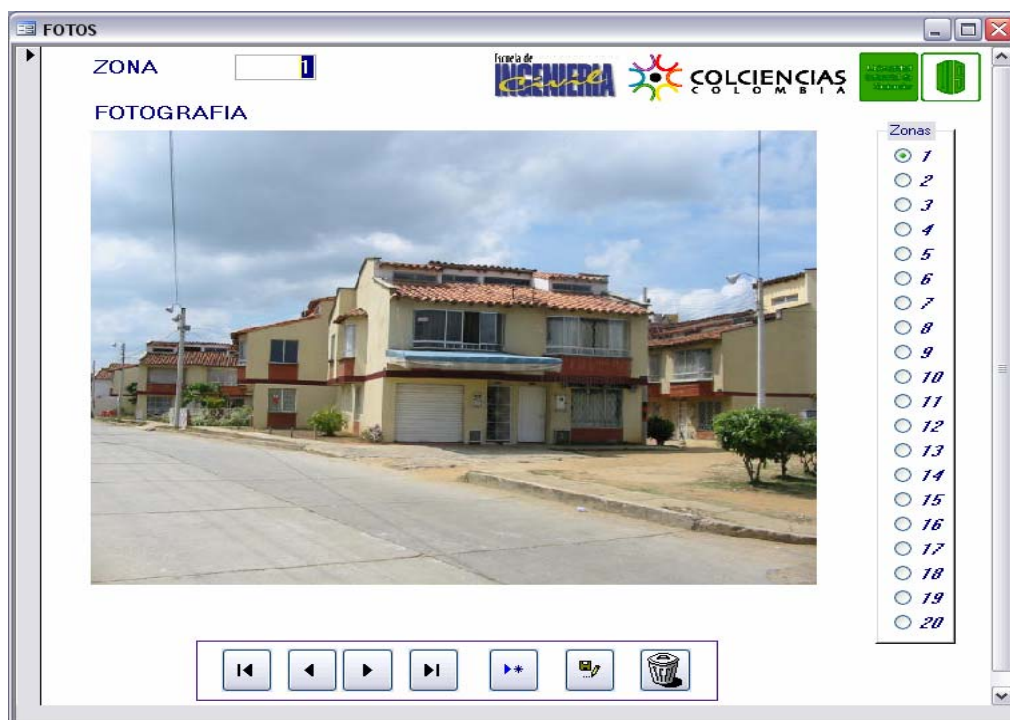
Inmediatamente después de dar clic sobre el botón aplicar filtro deben aparecer los registros que cumplieron con la condición de búsqueda que hemos impuesto al programa.

En caso de no haber registros que cumplan con las condiciones que hemos impuesto para la búsqueda, deberá aparecer la pantalla con los campos numéricos mostrando un cero y el campo nombre en blanco.

Para salir de la opción filtro por formulario después de haber realizado la búsqueda deseada, sólo debemos buscar nuevamente el botón aplicar filtro en la barra de herramientas. Pero ahora debemos tener en cuenta que la etiqueta de ayuda del botón no dice aplicar filtro, sino quitar filtro.

8.4.4 Formulario fotografías:

Figura 36. Formulario fotografías



Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Este formulario esta diseñado para almacenar todo el registro fotográfico existente del proyecto. En él, las fotografías están organizadas en bloques, cada uno de los cuales corresponde a una zona específica de la ciudad; lo cual permite tener de manera ordenada una buena observación de las características de las edificaciones en su totalidad.

El formulario posee una barra de herramientas integrada al interior del mismo que cuenta con una serie de botones de exploración de registros que se identifican por su color negro, y otra serie de botones que sirven para agregar nuevos registros, guardarlos o eliminarlos respectivamente. Al costado derecho se encuentra una columna que en su interior cuenta con unas casillas de verificación que permiten saber de que zona es la foto que estamos viendo en el formulario.

Uno de los motivos principales de este formulario es enriquecer el registro fotográfico de la base de datos. Y para poder agregar nuevas fotografías, solo se debe presionar el botón agregar nuevo registro que se encuentra en la barra de herramientas al interior del formulario.

Figura 37. Botón agregar nuevo registro

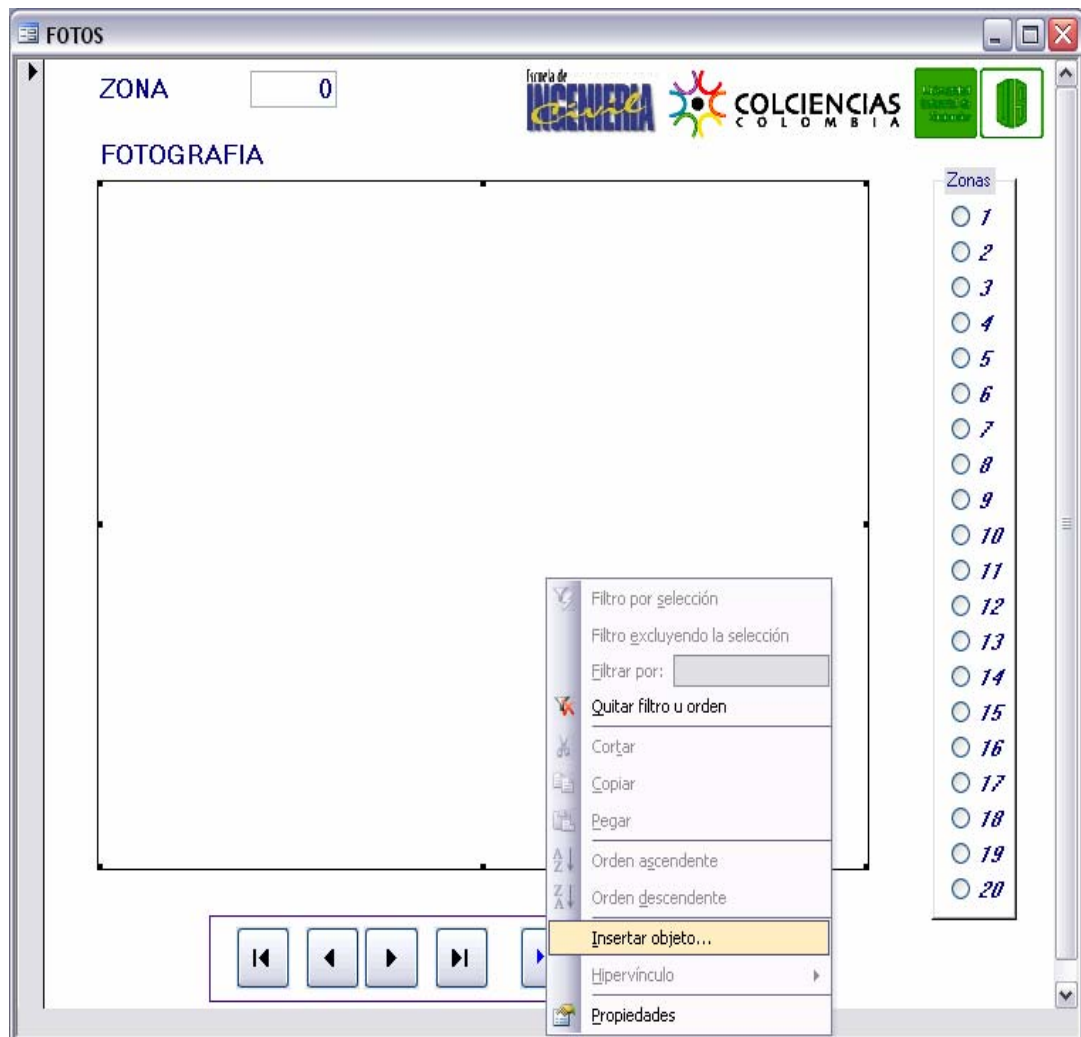


Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Después de presionar el botón agregar nuevo registro, aparece la pantalla con los campos en blanco incluyendo el marco de la fotografía. Para insertar una fotografía en el marco que el formulario ofrece, es necesario dar clic derecho al

interior del mismo. De manera inmediata aparece un cuadro de lista que muestra varias opciones entre las cuales se escoge la opción llamada inserta objeto.

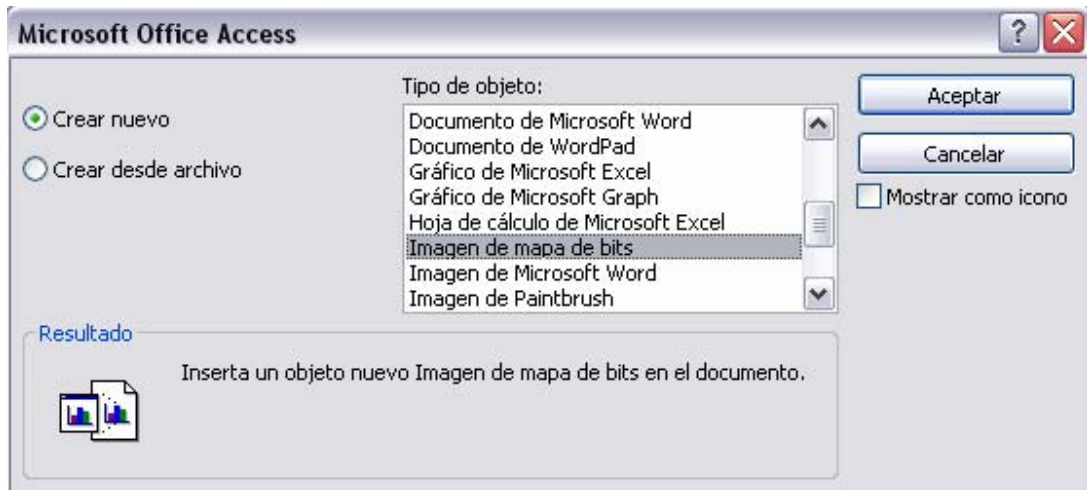
Figura 38. Insertar imagen en el formulario



Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Habiendo seleccionado la opción insertar objeto, aparece instantáneamente una ventana que pide que se especifique que tipo de objeto se va a insertar entre una lista de posibilidades, entre las cuales se escoge la que dice imagen de mapa de bits.

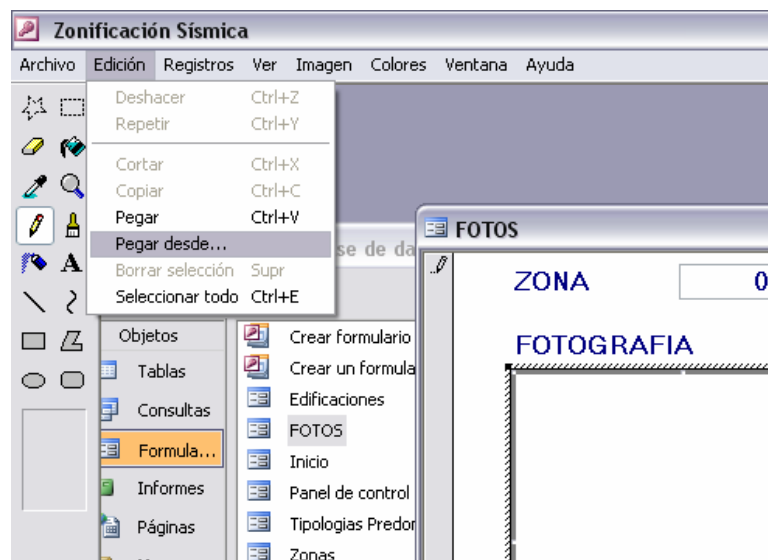
Figura 39. Escogiendo el tipo de objeto a insertar



Fuente: Microsoft Access 2003

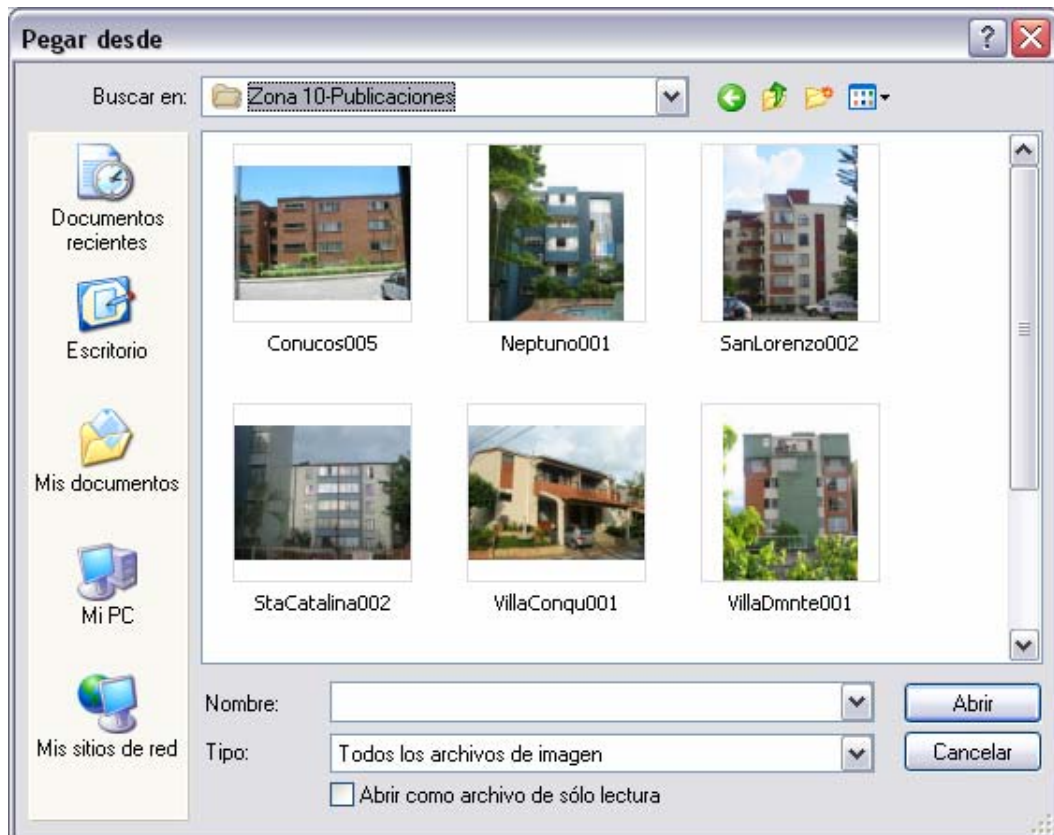
Luego de escoger el tipo de objeto a insertar, la ventana de Microsoft Access adopta las características de una ventana cotidiana de paint; momento en el cual se procede a dar clic en la opción edición y después en la opción pegar desde.

Figura 40. Opción pegar desde



Fuente: Microsoft Access 2003

Figura 41. Ventana de selección de archivos pegar desde



Fuente: Microsoft Access 2003

Ahora se puede indicar la ubicación del archivo y seleccionar la fotografía que se desea integrar a la base de datos. Y por último se debe indicar a que zona pertenece escogiendo cualquiera de las 20 casillas de verificación que existen en el formulario fotografías.

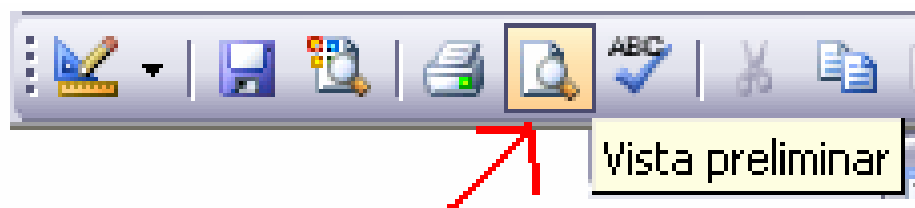
8.5 EXTRACCIÓN DE LA INFORMACION CONTENIDA EN LOS FORMULARIOS

Como el objetivo de toda base de datos es poder acceder a la información y extraerla desde su interior; ahora se procederá a dar explicación sobre como se

puede sacar dicha información por medio de los formularios que integran la base de datos de zonificación sísmica de la ciudad de Bucaramanga.

Una vez abierto el formulario del cual se desea extraer la información, se procede a dar clic en la opción vista preliminar que se encuentra en la barra de herramientas de Microsoft Access.

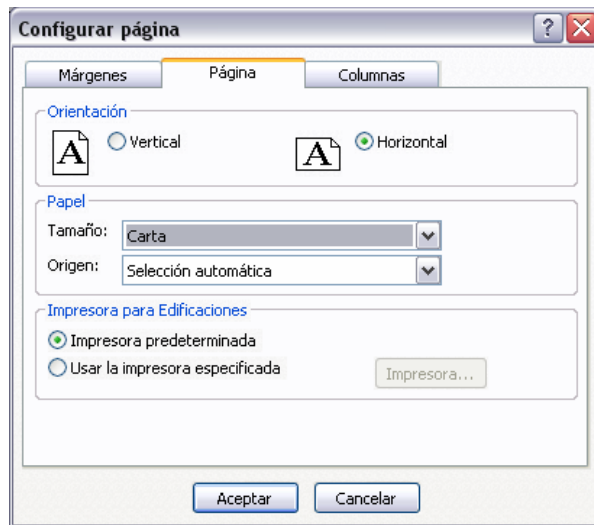
Figura 42. Opción vista preliminar



Fuente: Microsoft Access 2003

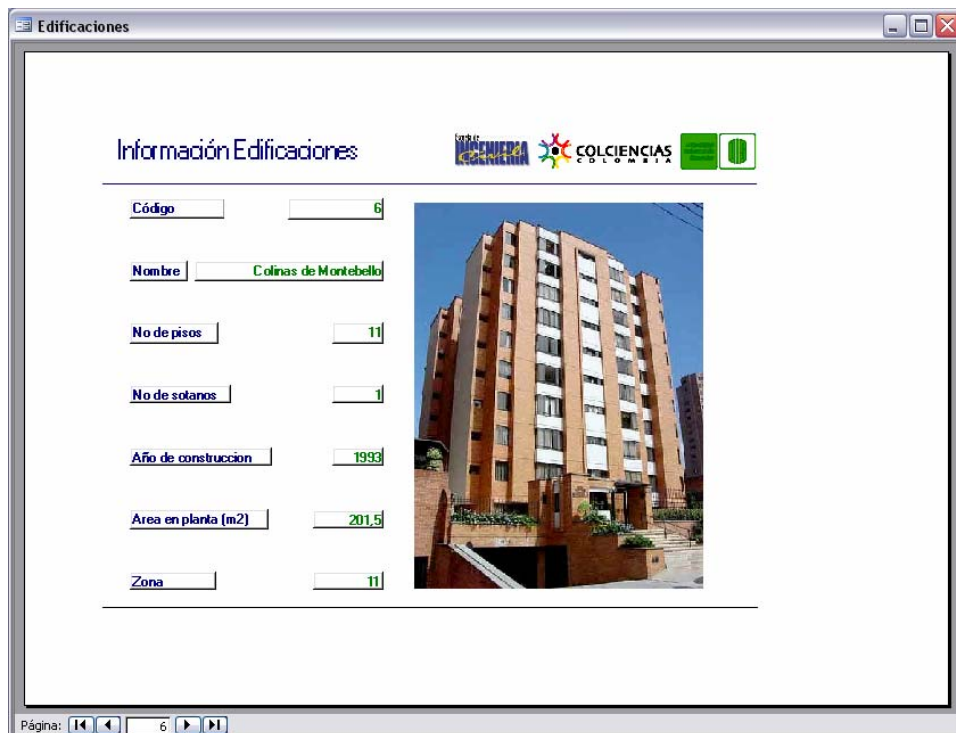
Una vez dado el clic en la opción vista preliminar, de inmediato aparece una ventana con una vista de impresión de la información. En este punto se puede empezar a configurar como se desea imprimir los datos dando clic en el botón configurar de la barra de herramientas de la vista preliminar; donde podemos establecer qué orientación debemos darle al papel, qué tipo de papel vamos a utilizar, qué márgenes debe llevar la impresión, entre otros.

Figura 43. Configurar página



Fuente: Microsoft Access 2003

Figura 44. Vista preliminar



Fuente: Base de datos zonificación sísmica

Si se observa la esquina inferior izquierda de la ventana de la vista preliminar, se visualizan unos botones de exploración y un campo que indica cuantas páginas se van a imprimir y en cual de ellas se está enfocado.

Figura 45. Botones de exploración



Fuente: Microsoft Access 2003

Ahora, después de seguir los pasos anteriores, no queda más sino darle clic a la opción imprimir que se encuentra en la barra de herramientas de vista preliminar.

Figura 46. Botón imprimir



Fuente: Microsoft Access 2003

Por último se debe resaltar que este proceso de impresión también se puede llevar a cabo después de aplicar la opción filtro por formulario sobre cualquier formulario de la base de datos; lo cual nos llevaría a imprimir sólo los registros que resultan de la aplicación del filtro sobre la totalidad de los datos almacenados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Es un hecho que al desarrollar estructuras sencillas para el encadenamiento de las tablas que conforman una base de datos, se obtienen mejores resultados con respecto al funcionamiento y mantenimiento de la misma.
- La selección de la información que se utiliza en el desarrollo de una base de datos, constituye la herramienta mas fuerte para tener éxito en el funcionamiento de la misma; ya que si se interpreta muy bien cuales son los grupos de datos que se pretenden almacenar y mostrar, se pueden expresar mejor las ideas a través del diseño de la misma.
- Manejar grandes volúmenes de información sin la ayuda de una plataforma de almacenamiento virtual, acarrea como consecuencias el no poder disponer de ella de manera inmediata; y además desvía el interés de las personas que deban hacer uso de la misma al no poder hallar con certeza lo que necesitan.
- En el caso hipotético en que se pretenda continuar con el estudio de zonificación sísmica trayendo como consecuencia la ampliación del inventario de edificaciones de la ciudad; la base de datos esta capacitada para almacenar un gran volumen adicional de registros que con seguridad será suficiente para tal fin.
- Los estudios de vulnerabilidad y riesgo sísmico permiten tener una idea clara sobre cual es el comportamiento esperado de un área específica de la ciudad ante la eventual presentación de un sismo. Pero si se adiciona a ello la determinación de zonas con tipologías estructurales similares, entonces se

tiene que elaborar un inventario actualizado de los tipos de edificaciones que predominan en cada una de estas zonas; razón por lo cual se genera un banco de información tan grande que obliga sin lugar a dudas a buscar soluciones de almacenamiento de la misma a través de un computador. Una de estas soluciones es la creación de bases de datos virtuales que puedan almacenar, modificar y consultar la información; y que además de ello permita la actualización de la misma para conocer cada cierto periodo de tiempo como evoluciona el desarrollo urbanístico de la ciudad y cuales son las posibles directrices a imponer sobre el mismo.

- Ya que esta base de datos abarca las características básicas de las edificaciones y las zonas a las que corresponden, podría generarse la inquietud de ampliar los atributos de la misma. En caso tal de que esto ocurra, se recomienda revisar la estructura de las relaciones que tienen las tablas que la componen para así poder tener una idea clara de cómo intervenirla.
- Se recomienda periódicamente alimentar la base de datos con nueva información que permita tener un registro actualizado de las zonas y las edificaciones que las integran, para así poder visualizar los cambios en el tiempo que se presentan con respecto al crecimiento de la ciudad de Bucaramanga.
- El estudio de zonificación estructural con respecto a la vulnerabilidad y el riesgo sísmico constituye una herramienta poderosa para elaborar planes de prevención y mitigación de daños frente a las amenazas sísmicas; y como la base de datos de zonificación sísmica forma parte de este proyecto, se concluye que esta es un elemento de gran ayuda en cuanto a la disposición de la información se refiere.

BIBLIOGRAFÍA

ABREO, G. J. y ARGUELLO, S. A. Caracterización dinámica de las edificaciones ubicadas en el sector de la Ciudadela Real de Minas (Bucaramanga). Trabajo de grado, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2003.

ALCALDIA DE BUCARAMANGA. Plan de ordenamiento territorial, Municipio de Bucaramanga, Bucaramanga, 1999.

ALFONSO, E. y PERCOVICH, C. Caracterización dinámica de las edificaciones del sector Cumbre, Santana, el Carmen, Altos de Villabel y Zapamanga. Trabajo de grado, Escuela de Ingeniería, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, 2006.

ARDILA, R. y MENDEZ, A. Caracterización dinámica de las edificaciones ubicadas en el sector de Morrорrico (Bucaramanga). Trabajo de grado, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2003.

CAMACHO, J. y MEJÍA, M. Caracterización dinámica de edificaciones en alta ladera. Tesis de grado, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2003.

CARREÑO, O. y RODRIGUEZ, R. Caracterización estructural de edificaciones de uno y dos niveles ubicadas en la meseta de Bucaramanga. Trabajo de grado, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2003.

CIUDAD DIGITAL, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Vulnerabilidad sísmica indicativa del municipio de Bucaramanga. Convenio interadministrativo No. 066 de 2002, Bucaramanga, 2002.

CONTRERAS, J. M. y MOLINA, J. A. Caracterización dinámica de edificaciones de altura media construidas con muros estructurales en la ciudad de Bucaramanga. Trabajo de grado, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADISTICA-DANE-. Cartografía Básica, Municipio de Bucaramanga, Bucaramanga, 1998.

GARCÍA, O. y CASTELLANOS, C. Caracterización dinámica de edificaciones de uno y dos pisos en una zona de Bucaramanga. Trabajo de grado, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2003.

INGEOMINAS-CDMB. Microzonificación sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga, Bucaramanga, 2002.

MALDONADO, E. y CHIO, G. Visión estructural de las edificaciones de la ciudad de Bucaramanga. Ediciones Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2006.