
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE GEOGRAFIA**



Tesis

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO PARA LA
GENERACIÓN DE CARTODIAGRAMAS Y TIPOGRAMAS”**

Que para obtener el grado de

Licenciado en Ciencias Geoinformáticas

Presentan

**Gómez Millán David Germán
Herrera Mendoza Laura Yvonne**

Asesor interno

Dr. en I. Roberto Franco Plata

Asesor externo

Ing. Juan Carlos Rivas Álvarez

06 de junio de 2010

Agradecimientos

Nos gustaría agradecer de la mejor manera posible el apoyo de estas personas e instituciones por su aportación directa e indirecta a esta tesis:

Al Instituto de Salud del Estado de México por aportar información de infraestructura de salud, la cual ha sido de vital importancia y apoyo.

Al personal docente y administrativo de la Facultad de Geografía de la UAEM, de donde somos egresados y que en conjunto han sido quienes nos indujeron al camino de la Geoinformática.

Al Dr. Roberto Franco director de esta tesis por su paciencia e interés y demostrarnos que el conocimiento siempre se comparte.

Al Ing. Juan Carlos Rivas asesor externo de esta tesis, por sus consejos, amistad y el valioso tiempo que nos brindó.

Al Mto. Sergio E. De León por la información digital que nos proporcionó, la cual ha sido base importante para la consumación de nuestro objetivo.

Al Ing. Diana Alvarez por su ayuda con el resumen en inglés y por su amistad sincera.

A Lic. G. Arturo Ruvalcaba por el profesionalismo en el diseño del logotipo de StatGraphics24.

A nuestros revisores de tesis por sus críticas constructivas que fueron recibidas de la mejor manera.

Dedicatorias

Con cariño y admiración...

A mi familia...

Sabiendo que no existirá una forma de agradecer una vida de sacrificio, apoyo y esfuerzo; a mi mamá Rufina, quien ha sido la motivación de mi vida, a mi tío Roberto por su apoyo cariño y comprensión durante todos estos años, y a mi tía María por sus atenciones hacia mi...

A mis maestros...

*A estas humildes personas que han compartido sus valiosos conocimientos ganándose mi admiración y que han influido de manera radical en mi formación profesional:
Gloria Cielo Ramírez, Amalia, Lorenzo Contreras, Fernando Carreto, Miguel Contreras, Alfonso Ramos, Roberto Franco y Sandra Hernández.*

A mis amigos...

A todas aquellas personas que me dieron y me siguen ofreciendo su confianza, amistad, motivación, buenos momentos y compañía, que siempre me mostraron la fortaleza y sinceridad de su amistad: Josué, Abraham, Daniel, Leonel, Mario, Hellen, Berenice, Guillermo, Víctor Alfonso, Dulce, Lucy, David Núñez, Andrea, Moisés, Sergio, Getzemani, Cristina, Edith, Carmen, Minerva, Ítalo, Ricardo, Leticia, Marisol, Libia, Miguel, Diana, Francisco, Pilar e Yvonne mi compañera de tesis.

David G.

Esta tesis, ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación que no hubiese sido posible sin la participación de mi compañero David Germán. De Antonio quien nos puso en contacto con nuestro asesor externo. Debo expresar así mismo mi reconocimiento y gratitud al Dr. Franco Plata y al Ing. Juan Carlos Rivas quienes han conducido esta investigación, siempre aportándonos ideas y compartiendo su conocimiento e interés por este trabajo.

En general quisiera agradecer a cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de esta tesis, con sus altos y bajos, que no necesito nombrar porque tanto ellos como yo sabemos que desde lo más profundo de mí, les agradezco todo el apoyo, ánimo, cariño y amistad incondicional

Yvonne

Resumen

El ámbito geográfico es muy complejo y cambiante, por lo tanto difícil de describir con exactitud, es así que la ciencia geográfica no solo proporciona una forma de conocer el territorio sino también de administrarlo, como por ejemplo en zonas de venta, áreas de vacunación, ubicación de lugares estratégicos, tiempos y distancias de traslado de estudiantes, rutas de transporte, etc.

La Geografía en los últimos años ha sufrido una gran revolución con nuevas herramientas de apoyo y análisis que han transformando su forma de estudio, pero sin cambiar su concepción original. Los componentes hardware, software e internet principalmente han contribuido a que la difusión de la información geográfica sea incalculable alrededor de todo el mundo, poniendo al alcance de cualquier persona información que antes era exclusivamente de uso estratégico militar.

Los software de SIG son un conjunto de herramientas que permiten hacer análisis en forma rápida y eficiente; existen versiones comerciales, libres y multiplataforma que organizan la información, en donde un archivo es una base de datos y cada registro de la base de datos está ligado con una entidad de dibujo, esto permite manipular tanto la geometría del dibujo como la información. Estos software parten de la filosofía de generar información a través de la que ya existe, es decir, si se requiere hacer un mapa temático referente al total de población, primero se debe adquirir la información, el siguiente paso es importarla al software de SIG, ligarla a su correspondiente área y hacer las operaciones necesarias para obtener un producto final.

Mediante las herramientas de SIG se puede manipular colores, datos, etiquetar, escalar, georeferenciar, consultar, compartir información geográfica, etc. y crear ciertos tipos de Cartodiagramas. Es aquí donde se centra esta tesis, que retoma la técnica de los cartodiagramas y tipogramas que son un conjunto de formas, tanto circulares, semicirculares, sectoriales etc., que son un instrumento que permite analizar sistemáticamente diferentes tipos de fenómenos, esto se logra dibujando cierta forma geométrica sobre regiones naturales o político administrativas, permitiendo mostrar todo tipo de estadísticas vinculadas a los datos geográficos, sin embargo su construcción es laboriosa, y los software de SIG solo implementan cartodiagramas de ángulos variables, o los software que implementan otros tipos de cartodiagramas y tipogramas no están al disponibles.

La representación estadística mediante cartodiagramas y tipogramas puede convertirse en un instrumento básico para muchas de las ciencias de la tierra y otras, a las cuales se pretende realizar una valiosa aportación con esta investigación, que considera profundamente la cartografía e ingeniería de software, para lograr que esta perspectiva de la realidad, poco usada pero valiosa, se encuentre al alcance tanto para la comunidad de la facultad de geografía como para investigaciones especializadas.

El primer capítulo es una introducción referida al planteamiento del problema, justificación, antecedentes y los objetivos; para el segundo capítulo se hace referencia a todos los conceptos teóricos que se usaran, como los métodos de representación cartográfica, geoinformática, modelo, proceso de desarrollo de software y las características de ArcGIS Desktop.

Dentro del capítulo tres se inicia el proceso de ingeniería de software mediante la herramienta UML; se desglosan y analizan los insumos o requerimientos necesarios para construir el módulo señalado, comenzando con la comprensión inicial, lo que concibe como resultado el marco conceptual, para abordar el problema con los términos correctos desde el punto de vista de los métodos de representación cartográfica, una vez concluida esta etapa se inicia el uso de UML para describir el módulo en términos de objetos, iterando las veces que sean necesarias a través de estas etapas hasta estar satisfecho con la obtención de requerimientos.

El capítulo cuatro trata acerca de analizar los requerimientos obtenidos en el capítulo anterior con el objetivo de transformarlos en un modelo operacional listo para ser programado, para esto se usa el modelo funcional, el modelo de clases y el modelo dinámico, tomando en cuenta cada cartodiagrama y tipograma en modo particular (realización de los casos de uso).

Una vez que se tienen toda la obtención y análisis de requerimientos entonces se inicia el capítulo cinco, donde se muestran los resultados en base a dos temas principales: diseño de objetos y diseño de sistemas, ambos muestran y describen las interfaces que fueron diseñadas, posteriormente se informa acerca de las características del hardware, software, instalación y el sistema de ayuda, para que el módulo funcione correctamente.

La zona de estudio elegida para los ensayos ha sido la Jurisdicción Sanitaria Tenancingo, del Instituto de Salud del Estado de México, de donde se usaron datos referentes a infraestructura de salud, datos del Censo de Población y Vivienda INEGI 2005 y datos del SINERHIAS 2010, ligados al Marco Geoestadístico Municipal con lo que se demuestra la eficacia de

“StatGraphics24”, para el análisis de datos geográficos, que es el tema que se toca en el capítulo seis.

Abstract

The geographical scope is very complex and changing, therefore difficult to describe accurately, so that the geographical science not only provides a way of knowing the territory, but also to manage it, such as sales areas, areas of immunization, strategic location of places, times and travel distances for students, transportation routes, etc.

Geography in recent years has undergone a major revolution with new support tools and analysis that have transformed the way they study, but without changing its original design. Components such as hardware, software and the Internet have largely contributed to the dissemination of geographic information which is invaluable around the world, bringing to any person the information that was previously use only for military strategies.

The GIS software is a set of tools that allow us to do analysis quickly and efficiently, there are commercial versions, free and multiplatform that organize the information, where a file is a database and each record in the database is entity linked to a drawing, this allows you to manipulate both the geometry of the drawing and the information. These software are based on the philosophy of generating information through what already exists, it means, if it required to do a thematic map for total population, it first acquire must of the information, the next step is to import the GIS software, being linked to its corresponding area and make the necessary operations to obtain a final product.

Using GIS tools can manipulate colors, data, label, scale, georeferencing, access, share geographic information, etc. and create certain types of cartodiagrams. This is where this thesis focuses, which incorporates the technique of typograms and cartodiagrams and as a set of forms, circular, semicircle, sectors, etc. Which are a tool to systematically analyze different types of phenomena, this is achieved by drawing some geometry forms on natural or political administrative regions, allowing all kinds of statics show linked to geographic data, but its construction is laborious, and only implement GIS software cartodiagrams angle variables, or software that implement other types of cartodiagrams and typograms not to available.

The statistical representation by typograms and cartodiagrams can become a basic tool for many earth sciences and others, which are intended to make a valuable contribution to this research, which considers deeply the mapping and engineering software, to make this perspective of reality, little used but valuable within reach for the community of the Faculty of Geography as well as other specialized researchers.

The first chapter is an introduction referring to the statement of the problem, rationale, background and objectives, for the second chapter refers to all the theoretical concepts were used, including methods of cartographic representation, geoinformatic, model, development process software and features of ArcGIS Desktop.

In Chapter three begins the process of software engineering using UML tool, are broken down and analyze the inputs or requirements needed to build the module above, beginning with the initial understanding, what he conceives as a result of the conceptual framework to address the problem with the correct terms from the point of view, once this stage is initiated using UML to describe the module in terms of objects, iterating as many times as necessary through these stages to be satisfied with the variety of requirements.

Chapter four deals with analyzing the requirements obtained in the previous chapter with the aim of transforming them into a working model ready to be programmed, for this functional model is used, the class model and the dynamic model, taking into account each cartodiagram and typograms particular mode (creating use cases).

Once you obtain and analyze all the requirements begins the chapter five, which shows the results based on two main themes: objects design and systems design, both show and describe the interfaces that were designed, later reports the characteristics of hardware, software, installation and help system, for the properly function of the module.

The study area chosen for the trials has been the Tenancingo Sanitary District, of the Health Institute of Mexico State (ISEM), in which used data relating to health infrastructure, data from the Census of Population and Housing at 2005 from INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) and data from SINERHIAS(Subsistema de Información de Equipamiento, Recursos Humanos e Infraestructura para la Atención a la Salud) at 2010, linked to the Municipal Geostatistical Framework thus demonstrating the effectiveness of "StatGraphics24", for the analysis of geographic data, which is the theme that is played in chapter six.

Contenido

Agradecimientos	i
Dedicatorias	ii
Resumen.....	1
Abstract	4
Índice de tablas	10
Índice de figuras	10
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Antecedentes	17
1.2 Planteamiento del problema	26
1.3 Justificación	27
1.4 Objetivos	28
1.4.1 Objetivo General	28
1.4.2 Objetivos Específicos.....	28
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	29
2.1 Fundamentos de la cartografía	29
2.2 Métodos de representación cartográfica.....	30
2.2.1 Conceptualización de cartodiagramas y tipogramas	30
2.2.2 Importancia y utilidad	30
2.3 Geoinformática	33
2.3.1 Conceptualización	33
2.3.2 Importancia	34
2.4 Modelo	34
2.4.1 Modelo de datos	35
2.4.2 Modelación cartográfica	35
2.5 Proceso de desarrollo de software	36
2.5.1 Programación orientada a objetos.....	36
2.5.2 Proceso unificado	36
2.5.3 Por qué usar proceso unificado (UP) y no un proceso de software personal (PSP)..	37
2.5.4 Lenguaje unificado de modelado	37
2.6 Introducción a ArcGIS de ESRI	41
2.7 ArcObjects	41
2.8 Componente COM: Servidores en proceso (DLL).....	42
CAPÍTULO 3. OBTENCIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	44

3.1	Comprensión inicial.....	44
3.2	Modelo conceptual	46
3.2.1	Consideraciones previas	46
3.2.1.1	División de los cartodiagramas y tipogramas	46
3.2.1.2	Consideraciones antes de su construcción	46
3.2.1.2.1	Escala	47
3.2.1.2.2	Variables visuales.....	47
3.2.1.2.2.1	Variables forma.....	48
3.2.1.2.2.2	Variables tamaño.....	48
3.2.1.2.2.3	Variables color	48
3.2.1.2.3	Clasificación de las variables.....	49
3.2.1.2.4	Formulas de los cartodiagramas y tipogramas.....	50
3.2.1.2.5	Cartodiagrama	51
3.2.1.2.6	Tipogramas	53
3.2.1.2.7	Simbología	54
3.2.2	Modelo inicial	56
3.2.2.1	Requerimientos iniciales	64
3.2.2.2	Descripción de los casos de uso	66
3.2.2.2.1	Caso de uso Círculo Sencillo con Dinámica Completo	66
3.2.2.2.2	Caso de uso Círculo Ángulos Fijos.....	67
3.2.2.2.3	Caso de uso Círculo Ángulos Variables	67
3.2.2.2.4	Caso de uso Semicírculo	68
3.2.2.2.5	Caso de uso Anillo.....	69
3.2.2.2.6	Caso de uso Halo.....	70
3.2.2.2.7	Caso de uso Sectores	71
3.2.2.2.8	Caso de uso Ejes Fijos	72
3.2.2.2.9	Caso de uso Cálculo Radio	73
3.2.2.2.10	Caso de uso Cálculo Ángulo	75
3.2.2.2.11	Caso de uso Simbología.	76
3.2.2.2.12	Caso de uso Obtención Máximos Mínimos.	77
3.2.2.2.13	Caso de uso Calcula Escala.....	78
3.2.2.2.14	Caso de uso Obtener Color.....	79
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS		81
4.1	Modelo funcional inicial.....	81

4.2	Diagramas de clases inicial.....	85
4.3	Modelo dinámico inicial.....	89
4.4	Extracción de las clases borde.....	90
4.4.1	Extracción de las clases control.....	91
4.4.2	Realización de los casos de uso.....	91
4.4.2.1	Caso de uso Círculo Sencillo con Dinámica Completo.....	92
4.4.2.2	Casos de uso Círculo Ángulos Fijos.....	96
4.4.2.3	Casos de uso Círculo Ángulos Variables.....	100
4.4.2.4	Casos de uso Semicírculo.....	104
4.4.2.5	Casos de uso Anillo.....	108
4.4.2.6	Casos de uso Halo.....	116
4.4.2.7	Casos de uso Sectores.....	119
4.4.2.8	Casos de uso Ejes Fijos.....	123
4.4.2.9	Casos de uso Simbología.....	127
4.4.3	Identificación y Adecuación inicial de las clases entidad, borde y control en ArcObject.....	130
4.4.3.1	¿Por qué se sigue primeramente un metodo de la ingeniería de software y no se empieza a definir el problema en términos de ArcObject?.....	131
4.4.3.2	Bibliotecas de referencia de ArcObject.....	132
4.4.3.2.1	System.....	132
4.4.3.2.2	SystemUI.....	132
4.4.3.2.3	Geometry.....	132
4.4.3.2.4	Dysplay.....	133
4.4.3.2.5	GeoDatabase.....	133
4.4.3.2.6	DataSourcesFile.....	133
4.4.3.2.7	Carto.....	133
4.4.3.2.8	Framework.....	133
4.4.3.2.9	GeoDatabaseUI.....	134
4.4.3.2.10	DisplayUI.....	134
4.4.3.2.11	CartoUI.....	134
4.4.3.2.12	ArcMapUI.....	134
CAPÍTULO 5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....		136
5.1.	Diseño de objetos.....	137
5.1.1.	Elegir un tipo de interacción.....	137
5.1.2.	Determinar el nivel de competencia de los usuarios.....	137

5.1.3.	Nombre del módulo.....	138
5.1.4.	Navegar por la interfaz	138
5.1.4.1.	Estandarizar secuencias de tareas.....	139
5.1.4.2.	Asegurar que los enlaces son descriptivos.....	141
5.1.4.3.	Usar encabezados únicos y descriptivos	142
5.1.4.4.	Usar casillas de selección para elecciones binarias.....	143
5.1.4.5.	Organizar la visualización	143
5.1.4.5.1.	Consistencia de la visualización de datos	144
5.1.4.5.2.	Asimilación eficiente de la información por parte del usuario.....	145
5.1.4.5.3.	Mínima carga de memoria para el usuario	146
5.1.4.5.4.	Compatibilidad de visualización de datos con las entradas de datos.....	147
5.1.4.5.5.	Flexibilidad de control del usuario sobre la visualización de los datos.....	147
5.1.5.	Obtener la atención del usuario	148
5.1.6.	Entrada de datos.....	150
5.1.6.1.	Consistencia en transacciones de entrada de datos	150
5.1.6.2.	Mínimo número de acciones de entrada por parte del usuario	150
5.2.	Diseño de sistemas	151
5.2.1.	Descripción de la forma de trabajo	151
5.2.2.	Commandos.....	151
5.2.2.1.	Comando “StatGraphics Wizzard”.....	152
5.2.2.2.	Comando “Manejador de Simbología”	153
5.2.3.	Formularios.....	153
5.2.3.1.	Formulario Principal	153
5.2.3.1.1.	Ventana Catalogo.....	154
5.2.3.1.2.	Ventana Tamaño	155
5.2.3.1.3.	Ventana Variable.....	156
5.2.3.2.	Formulario Acoplable Manejador de Simbología.....	162
5.2.4.	Requerimientos de hardware y software	164
5.2.5.	Instalación.....	165
5.2.6.	Ayuda	171
CAPÍTULO 6. APLICACIÓN EN UN CASO PRÁCTICO		174
6.1	Selección de Temática y Zona de estudio	174
6.2	Información requerida para aplicar el módulo “StatGraphics 24”	176
6.3	Descripción y funcionamiento general	177

6.4	Ejemplos de Construcción de Cartodiagramas y Tipogramas	178
6.4.1	Cartodiagrama de círculo sencillo	178
6.4.2	Cartodiagrama de círculo de ángulos variables	181
6.4.3	Cartodiagrama de Ángulos Fijos.....	184
6.4.4	Cartodiagrama de Anillo.....	187
6.4.5	Cartodiagrama de Semicírculo	189
6.4.6	Tipograma de Sectores.....	192
6.4.7	Tipograma de Ejes Fijos	194
	Conclusiones y recomendaciones	197
	Bibliografía	198

Índice de tablas

Tabla 1.1.	Principales software de SIG.....	18
Tabla 1.2.	Tecnologías orientadas a métodos de representación cartográfica puntuales.....	21
Tabla 2.1.	Metodología de Zeyler para usar ArcObjects (Zeyler, 2002)	42
Tabla 3.1.	Fórmulas para el cálculo de la escala (Gómez, 2004).....	47
Tabla 3.2.	Fórmulas para el cálculo de los cartodiagramas y tipogramas	50
Tabla 3.3.	Cartodiagramas seleccionados – círculo estructura simple.....	53
Tabla 3.4.	. Cartodiagramas seleccionados – círculo y semicírculo estructura compleja.....	53
Tabla 3.5.	Tipogramas seleccionados.....	54
Tabla 3.6.	Simbología.....	55
Tabla 3.7.	Dinámica de construcción – círculo sencillo con dinámica completo	59
Tabla 3.8.	Dinámica de construcción – círculo de ángulos fijos	60
Tabla 3.9.	Dinámica de construcción – círculo de ángulos variables.....	60
Tabla 3.10.	Dinámica de construcción – anillo	60
Tabla 3.11.	Dinámica de construcción – semicírculo.....	61
Tabla 5.1.	Estandarización de la secuencia de tareas para construir Cartodiagramas.....	140
Tabla 5.2.	Estandarización de la secuencia de tareas para construir Tipogramas.....	141
Tabla 6.1.	Municipios de la Jurisdicción Tenancingo.....	175
Tabla 6.2.	Variables y su descripción usadas como ejemplo	176
Tabla 6.3.	Parámetros para el método estructural del círculo sencillo.	180
Tabla 6.4.	Parámetros para la ventana “Tamaño” para el cartodiagrama de ángulos variables.....	182
Tabla 6.5.	Parámetros de la ventana Tamaño para el Cartodiagrama de Ángulos fijos.....	185

Índice de figuras

Figura 1.1.	MapInfo	19
Figura 1.2.	ArcView 3x.....	20
Figura 1.3.	Entorno de escritorio de ArcGIS Desktop 9x	20
Figura 1.4.	Módulo para la construcción de cartodiagramas STATMAP	23
Figura 1.5.	Pantalla principal del software Philcarto.....	23
Figura 1.6.	Mapa de la república con círculos sencillos con dinámica de población: hombres y mujeres.	24

Figura 1.7.	Mapa de la república con semicírculos con dinámica de población: hombres y mujeres...	24
Figura 1.8.	Ejemplo de las capacidades de "Tipogramas"	25
Figura 1.9.	Vista principal Geolander SIG Violencia.....	26
Figura 2.1.	Estereotipos de UML para representar la clase entidad, borde y control.....	40
Figura 2.2.	Familia de Aplicaciones ArcGIS	41
Figura 2.3.	Esquema del entorno ArcObjects.....	42
Figura 3.1.	Proceso de obtención de los requisitos Fuente especificada no válida.....	44
Figura 3.2.	Tipos de variables visuales utilizadas en la cartografía y las orientadas a las figuras geométricas.	48
Figura 3.3.	Entorno de las variables.....	49
Figura 3.4.	Rama en la que se encuentran los métodos de representación cartográfica a utilizar	52
Figura 3.5.	Esquematación y descripción de la simbología a utilizar en los casos de uso.	56
Figura 3.6.	Caso uso concreto Contexto General	57
Figura 3.7.	Descripción del caso de uso Base Cartográfica	58
Figura 3.8.	Descripción del caso de uso Selección Método	58
Figura 3.9.	Descripción del funcionamiento del caso de uso "Selección Método"	59
Figura 3.10.	61
Figura 3.11.	Descripción del caso de uso base matemática	62
Figura 3.12.	Descripción del funcionamiento del caso de uso Base Matemática	63
Figura 3.13.	Interacción entre los casos de uso concretos del Contexto General.	64
Figura 3.14.	Primera iteración del diagrama de casos de uso derivados del Contexto General	65
Figura 3.15.	Iteración del diagrama de caso de uso del Círculo Sencillo con Dinámica Completo	66
Figura 3.16.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso del Círculo Sencillo con Dinámica Completo	66
Figura 3.17.	Iteración del diagrama de caso de uso del Círculo Ángulos Fijos.....	67
Figura 3.18.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso del Círculo Ángulos fijos... 67	67
Figura 3.19.	Iteración del diagrama de caso de uso del Círculo Ángulos Variables	67
Figura 3.20.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso Círculo Ángulos Variables	68
Figura 3.21.	68
Figura 3.22.	Iteración del diagrama de caso del uso del Semicírculo	68
Figura 3.23.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso del Semicírculo.....	69
Figura 3.24.	Iteración del diagrama de caso del uso del Anillo	69
Figura 3.25.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso del Anillo	70
Figura 3.26.	Iteración del diagrama de caso del uso del Halo	70
Figura 3.27.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso del Halo.....	71
Figura 3.28.	Iteración del diagrama de caso del uso Tipograma Sectores	71
Figura 3.29.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso Tipograma Sectores	71
Figura 3.30.	Iteración del diagrama de caso del uso Tipograma Ejes Fijos	72
Figura 3.31.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso Tipograma Ejes Fijos	72
Figura 3.32.	Iteración del diagrama de caso del uso del Cálculo Radio.....	73
Figura 3.33.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso del Cálculo Radio	74
Figura 3.34.	Iteración del diagrama de caso del uso del Cálculo Regla Tres	74
Figura 3.35.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso Cálculo Regla Tres.....	75
Figura 3.36.	Iteración del diagrama de caso del uso del Cálculo Ángulo.....	75
Figura 3.37.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso del Cálculo Ángulo	76
Figura 3.38.	Iteración del diagrama de caso del uso del Simbología.....	76
Figura 3.39.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso Simbología	77
Figura 3.40.	Iteración del diagrama de caso del uso Obtención Máximos Mínimos	78
Figura 3.41.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso Obtención Máximos Mínimos	78

Figura 3.42.	Iteración del diagrama de caso del uso Calcula Escala.....	78
Figura 3.43.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso Calcula Escala	78
Figura 3.44.	Iteración del diagrama de caso del uso Obtiene Color	79
Figura 3.45.	Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso Obtiene Color.....	79
Figura 3.46.	Segunda iteración del diagrama de casos de uso derivados del Contexto General.....	80
Figura 4.1.	Proceso de extracción de las clases (Schach, 2005).....	81
Figura 4.2.	Escenario extendido del Círculo Sencillo con Dinámica Completo	82
Figura 4.3.	Escenario extendido de Círculo Ángulos Fijos	82
Figura 4.4.	Escenario extendido de Círculo Ángulos Variables	83
Figura 4.5.	Escenario extendido del Semicírculo.....	83
Figura 4.6.	Escenario extendido del Anillo.	84
Figura 4.7.	Escenario extendido del Halo.....	84
Figura 4.8.	Escenario extendido de Tipograma Sectores	85
Figura 4.9.	Escenario extendido de Tipograma Ejes Fijos.	85
Figura 4.10.	Primera iteración del diagrama de clases inicial.	87
Figura 4.11.	Segunda iteración del diagrama de clases inicial.	87
Figura 4.12.	Tercera iteración del diagrama de clases inicial.....	88
Figura 4.13.	Cuarta iteración del diagrama de clases inicial dibujado de manera de que muestre los estereotipos entidad.....	89
Figura 4.14.	Diagrama de estado inicial del módulo.	90
Figura 4.15.	Clases borde inicial del módulo.....	91
Figura 4.16.	Clase control inicial del módulo	91
Figura 4.17.	Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Círculo Sencillo con Dinámica Completo.....	93
Figura 4.18.	Realización general de los escenarios de las figuras 4.2 a la 4.9 de los caso de uso respectivos.	92
Figura 4.19.	Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Círculo Sencillo con Dinámica Completo.....	95
Figura 4.20.	Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Círculo Sencillo con Dinámica Completo.....	96
Figura 4.21.	Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.19) y secuencias (figura 4.20) de la realización de escenario de la figura 4.2 del caso de uso Círculo Sencillo con Dinámica Completo.	96
Figura 4.22.	Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Círculo Ángulos Fijos.	97
Figura 4.23.	Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Círculo Ángulos Fijos.....	99
Figura 4.24.	Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Círculo Ángulos Fijos.....	100
Figura 4.25.	Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.23) y secuencias (figura 4.24) de la realización de escenario de la figura 4.18 del caso de uso Círculo Ángulos Fijos.	100
Figura 4.26.	Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Círculo Ángulos Variables.	101
Figura 4.27.	Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Círculo Ángulos Variables.....	103
Figura 4.28.	Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Círculo Ángulos Variables.	104
Figura 4.29.	Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.27) y secuencias (figura 4.28) de la realización de escenario de la figura 4.4 del caso de uso Círculo Ángulos Variables.	104
Figura 4.30.	Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Semicírculo.	105

Figura 4.31. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Semicírculo.	107
Figura 4.32. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Semicírculo.	108
Figura 4.33. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.31) y secuencias (figura 4.32) de la realización de escenario de la figura 4.5 del caso de uso Semicírculo.	108
Figura 4.34. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Anillo (método independiente).....	110
Figura 4.35. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Anillo (método dependiente)	111
Figura 4.36. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Anillo (método independiente).	113
Figura 4.37. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Anillo (método independiente).	114
Figura 4.38. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.36) y secuencias (figura 4.37) de la realización de escenario de la figura 4.6 del caso de uso caso de uso Anillo.	114
Figura 4.39. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 3.62 del caso de uso Anillo (método dependiente).	115
Figura 4.40. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Anillo (método dependiente).	116
Figura 4.41. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.39) y secuencias (figura 4.40) de la realización de escenario de la figura 4.6 del caso de uso caso de uso Anillo.	116
Figura 4.42. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Halo.	117
Figura 4.43. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Halo.	118
Figura 4.44. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Halo	119
Figura 4.45. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.43) y secuencias (figura 4.44) de la realización de escenario de la figura 4.7 del caso de uso Halo.	119
Figura 4.46. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Tipograma Sectores.	120
Figura 4.47. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Tipograma Sectores.	122
Figura 4.48. Diagrama de sectores de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Tipograma Sectores.	123
Figura 4.49. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.47) y secuencias (figura 4.48) de la realización de escenario de la figura 4.8 del caso de uso Tipograma Sectores.	123
Figura 4.50. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Tipograma Ejes Fijos.	124
Figura 4.51. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Tipograma Ejes Fijos.	126
Figura 4.52. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.18 del caso de uso Tipograma Ejes Fijos.	127
Figura 4.53. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.51) y secuencias (figura 4.52) de la realización de escenario de la figura 4.9 del caso de uso Tipograma Ejes Fijos.	127
Figura 4.54. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso Simbología.	128
Figura 4.55. Realización de escenario de la figura 4.56 del caso de uso Simbología.	128
Figura 4.56. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.55 del caso de uso Simbología.	129

Figura 4.57.	Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 3.99 del caso de uso Simbología.	130
Figura 4.58.	Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.56) y secuencias (figura 4.57) de la realización de escenario de la figura 4.55 del caso de uso Simbología.	130
Figura 5.1.	Logotipo.....	138
Figura 5.2.	Secuencia para construir la simbología, esta figura es complemento de las tablas 5.1 y 5.2 141	
Figura 5.3.	Enlaces principales en el formulario principal	142
Figura 5.4.	Los encabezados del formulario principal están en color azul y en negritas	142
Figura 5.5.	Uso de Check Box para elecciones binarias	143
Figura 5.6.	Consistencia de la visualización de datos	145
Figura 5.7.	Alineación de datos numéricos a la derecha y alineación de puntos decimales.....	145
Figura 5.8.	Valor de la escala separado por comas y tamaños de papel truncado a dos decimales..	146
Figura 5.9.	Asociación de los gráficos con el feature layer	146
Figura 5.10.	Compatibilidad de la visualización de datos a través de toda la aplicación.....	147
Figura 5.11.	Reordenamiento de las listas de variables y cambio de color de las mismas	148
Figura 5.12.	Reubicación de los gráficos.....	148
Figura 5.13.	Algunas fuentes usadas en el formulario principal.....	149
Figura 5.14.	Uso de colores para distinguir variables unas de otras	149
Figura 5.15.	Entradas de datos mediante TextBox.....	150
Figura 5.16.	Ventana "Customize" de ESRI ArcMap	152
Figura 5.17.	El Comando " StatGraphics Wizzard" acoplado al entorno de ESRI ArcMap.....	152
Figura 5.18.	El Comando "Manejador de Simbología" acoplado al entorno de ESRI ArcMap.....	153
Figura 5.19.	Orden de aparición de las ventanas del formulario principal de StatGraphics24.....	154
Figura 5.20.	Descripción de la ventana "Catalogo"	155
Figura 5.21.	Descripción de la ventana "Tamaño"	156
Figura 5.22.	Descripción de la ventana "Variables" para el cartodiagrama de circulo sencillo	157
Figura 5.23.	Descripción de la ventana "Variables" para el cartodiagrama de ángulos variables, ángulos fijos, anillos	158
Figura 5.24.	Descripción de la ventana "Variables" para el cartodiagrama de semicírculo.....	159
Figura 5.25.	Descripción de la ventana "Variables" para el tipograma de sectores.....	160
Figura 5.26.	Descripción de la ventana "Variables" para el tipograma de ejes fijos	160
Figura 5.27.	Descripción de la ventana "Variables" para hacer combinación con el cartodiagrama de anillo 161	
Figura 5.28.	Descripción de la ventana "Variables" para hacer combinación con el cartodiagrama de halo 162	
Figura 5.29.	El formulario "Manejador de Simbología" puede estar de manera independiente o acoplado a ArcMap	163
Figura 5.30.	Descripción del formulario "Manejador de Simbología"	163
Figura 5.31.	Paso 1 para instalación.....	165
Figura 5.32.	Paso 2 para instalación.....	166
Figura 5.33.	Menú instalación	166
Figura 5.34.	Asistente de instalación	167
Figura 5.35.	Ubicación de categories :Exe	167
Figura 5.36.	Component Category Manager", mostrando el "ESRI Mx Commands"	168
Figura 5.37.	Búsqueda de StatGraphics24.dll.....	168
Figura 5.38.	Dejar activos CoreCMD y SimbologyCMD.....	169
Figura 5.39.	Configuración de la instalación ESRI Dockable Windows	169
Figura 5.40.	SimbologyDW	170

Figura 5.41.	Configuración de la instalación.....	170
Figura 5.42.	StatGraphics24 funcionando en el entorno de Windows 7.....	171
Figura 5.43.	Botón para desplegar la ayuda de "StatGraphics24"	172
Figura 5.44.	Ventana de ayuda de "StatGraphics24"	173
Figura 6.1.	MRC de "StatGraphics 24"	174
Figura 6.2.	Ubicación de la Jurisdicción Tenancingo dentro del contexto del Estado de México.....	175
Figura 6.3.	Jurisdicción Sanitaria Tenancingo desmembrado por municipios.	176
Figura 6.4.	Menú principal con la opción para el círculo sencillo.	178
Figura 6.5.	Ventana Tamaño para el Círculo Sencillo.	179
Figura 6.6.	Ventana Variables del Círculo Proporcional	179
Figura 6.7.	Círculo sencillo por el método de Flannery.	180
Figura 6.8.	Producto final, Círculo sencillo con Anillo adicional y con la simbología, construido por el método de Flannery.....	181
Figura 6.9.	Ventana Catalogo para el Cartodiagrama de Ángulos Variables.	182
Figura 6.10.	Parámetros para la ventana Tamaño, del cartodiagrama de ángulos variables.	182
Figura 6.11.	Ventana "Variables" del Cartodiagrama de ángulos variables.	183
Figura 6.12.	Cartodiagrama de Ángulos Variables.	183
Figura 6.13.	Cartodiagrama de Ángulos variables con halo adicional y su simbología, para su interpretación.....	184
Figura 6.14.	Ventana catalogo con la opcion del Cartodiagrama de Ejes Fijos.	185
Figura 6.15.	Ventana Tamaño para el cartodiagrama de ejes fijos.....	185
Figura 6.16.	Ventana Variables para el cartodiagrama de ejes fijos.	185
Figura 6.17.	Cartodiagrama de ejes fijos.	186
Figura 6.18.	Cartodiagrama de Ángulos fijos combinado con anillo.	187
Figura 6.19.	Simbología del Cartodiagrama de ejes fijos con Halo y Anillo.....	187
Figura 6.20.	Menú principal con la opción Cartodiagrama de Anillo.....	188
Figura 6.21.	Ventana tamaño para el cartodiagrama de Anillo.	188
Figura 6.22.	Ventana Variables para el Cartodiagrama de anillo.	189
Figura 6.23.	Cartodiagrama de anillo graficado.....	189
Figura 6.24.	Ventana Catalogo con la opción de Semicírculos.	190
Figura 6.25.	Ventana Tamaño Cartodiagrama de Semicírculo.....	191
Figura 6.26.	Cartodiagrama de Semicírculo en la ventana Variables.....	191
Figura 6.27.	Cartodiagrama de Semicírculos con su simbología proporcional.	192
Figura 6.28.	Ventana Catalogo Tipograma de Sectores.	193
Figura 6.29.	Ventana Tamaño para el Tipograma de Sectores.	193
Figura 6.30.	Ventana Variables para el Tipograma de Sectores.....	194
Figura 6.31.	Tipograma de sectores con su simbología.....	194
Figura 6.32.	Ventana inicial Tipograma de ejes Fijos	195
Figura 6.33.	Ventana Tamaño para el Tipograma de ejes Fijos.	195
Figura 6.34.	Ventana Variables para el Tipograma de ejes Fijos.....	196
Figura 6.35.	Mapa resultante con el Tipograma de ejes Fijos.	196

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos el hombre al intentar conocer el medio que lo rodea, se ha visto en la necesidad de crear y perfeccionar la ciencia cartográfica, el problema de la representación cartográfica es más complejo, ya que el espacio geográfico es muy extenso y variado, donde coexisten el ámbito humano, físico y biológico (Carreto *et al.*, 1990), aquí es donde reside la importancia de los métodos de representación cartográfica, mediante los cuales se pueden simbolizar lugares o hechos, para que de esta manera puedan distinguirse de los demás fenómenos.

En un principio los datos geográficos servían para dirigir operaciones militares y organizar territorios, no sólo en previsión de batallas que habría de librar contra tal o cual adversario, sino también para controlar mejor a los hombres sobre los cuales ejercía autoridad el Estado. La cartografía era un saber estratégico unido a un conjunto de prácticas políticas, que exigen la recopilación articulada de información extremadamente variada y a primera vista heterogénea. Son esas prácticas estratégicas las que hace que los datos geográficos resulten necesarios, en primer término a quienes son dirigentes del Estado (Lacoste, 1977).

Es por ello que en los últimos años se han desarrollado a la par de la tecnología informática, nuevas herramientas para representar la información geográfica, por lo que se han logrado grandes avances al automatizar algunos de los métodos de representación cartográfica y así aumentar la capacidad de representar grandes volúmenes de información geográfica, con ello, el análisis y síntesis de un mapa se facilita, con lo que se cumple con uno de los objetivos de la geografía: describir el medio geográfico, con la finalidad de poder elaborar las tácticas y las estrategias para su análisis e interpretación.

Con el avance de la tecnología, en especial de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), las grandes compañías de desarrollo de software como ESRI, MapInfo, Intergraph, han incorporado los principales métodos de representación cartográfica, sin embargo, se han excluido otros.

De esta manera se ha conformado un concepto actual: la modelación cartográfica (Tomlin, 1990) ya que puede mostrar un fenómeno de muchas formas y aportar una fuente valiosa de información para la rápida consulta y toma de decisiones. Así estas herramientas de modelación cartográfica automatizadas aportan métodos y procesos para la producción masiva de mapas, esto mediante el uso de software de SIG como pueden ser ArcView, MapInfo, Idrisi, ArcGIS, Maptitude, Geomedia, etc.

Franco y Valdez (2003) afirman que la representación cartográfica se deriva de dos formatos en que se muestra la información geográfica, y que los SIG emplean, estas son: raster y vector; la elección entre un formato u otro va en función del objetivo de un estudio dado, de las necesidades que deban ser cubiertas y de los productos cartográficos que se quieren elaborar.

Para este caso se utilizará el formato vectorial, ya que dicho formato permite manipular entidades lineales, puntuales y areales, este último se muestran como insumo base para la construcción de los métodos estructurales y, de este modo, partir para el desarrollo de una herramienta de representación cartográfica, lo cual puede llevarse a cabo mediante los lenguajes de programación que soportan los SIG como pueden ser Java, Avenue, Delphi, Visual Basic, entre otros.

El presente trabajo trata acerca del diseño y construcción de un módulo de modelación cartográfica, integrado en un entorno de SIG, para conseguirlo fue necesario partir de las metodologías de la cartografía tradicional y la ingeniería de software, donde se describen los conceptos y métodos para su desarrollo, su aplicación en un caso real y así cumplir con la meta del campo de acción de un Licenciado en Ciencias Geoinformáticas.

1.1 Antecedentes

La necesidad de atribuir información a áreas o lugares, ha conducido a la automatización de procesos cartográficos, de esta manera los productos obtenidos, constituyen una fuente de información para mejorar el conocimiento del espacio que nos rodea y conducir a una evaluación más certera del entorno.

De esta forma nacieron los denominados SIG, que pueden definirse como bases informatizadas de datos con algún tipo de componente espacial (Chuvienco, 1990), que pudieran considerarse como abstracciones de una parte de la realidad, (Aronoff, 1989) de esta manera los SIG aprovechan las posibilidades analíticas de las computadoras, facilitando múltiples operaciones que resultan difícilmente accesibles por medios convencionales como generalización cartográfica, además permiten almacenar información espacial de forma eficiente, facilitando su actualización y acceso directo al usuario. Los primeros SIG se desarrollaron en los años 60, como respuesta a las crecientes necesidades de información sobre el territorio, Canadá resulto pionero en el nacimiento de estos programas. El creciente interés por la planificación ambiental permite que los SIG se consoliden en la década de los 70, paralelamente al acelerado desarrollo de los equipos informáticos (Chuvienco, 1990).

Es así que a través de los SIG se procesan, relacionan y analizan todos los datos geográficos de un territorio, que fueron obtenidos a partir de cada una de las disciplinas que forman a la Geoinformática. Un SIG permite cumplir las fases básicas de la ciencia geográfica: el inventario de datos geográficos, establecer relaciones e interacciones entre datos geográficos para que admitan un reconocimiento integral de las características geográficas y a partir de éste, una identificación del potencial y limitaciones de cada territorio (Ramírez, 2006).

La modelación cartográfica es una técnica aplicada, y como tal muy dependiente del desarrollo tecnológico; por cuanto que en ella se conjugan aspectos como la base matemática, la representación cartográfica y la generalización cartográfica (Franco y Valdez, 2003). El mapa se convirtió en una forma de lenguaje que el ser humano tiene para representar el espacio que le rodea de manera sintética, en donde construye una abstracción de la realidad, así se han construido diversas tecnologías de SIG en apoyo a esta explotación de información geográfica haciendo uso de algunos métodos de representación cartográfica, no obstante, si se considera el comportamiento de fenómenos desde el punto de vista cuantitativo, cualitativo, espacial y temporal, así como sus interrelaciones, entonces, se requiere hacer uso de de métodos representación puntual, como los cartodiagramas y tipogramas, que en su mayoría aun no han sido implementados en software de SIG.

En la tabla 1.1 se muestran algunos de los software de SIG empleados actualmente, analizados desde el punto de vista de la modelación cartográfica, especialmente de la representación cartográfica, no descartando que en determinado ámbito se desarrollen aspectos interesantes que se omitan.

Tabla 1.1. Principales software de SIG.

SIG	Desarrollado por:	Temática
MapInfo	MapInfo Corporation	Pueden crear mapas temáticos con métodos de rango de valores, símbolos graduados, densidad de puntos, valores individuales, gráficos de barras, gráficos de tartas y cuadrícula continua.
ArcView 3x, ArcGIS Desktop 9x	ESRI	Utiliza gráficos estadísticos, realizados a partir de los atributos contenidos en las tablas de datos, como símbolos graduados, proporcionales, densidad; gráfica de barras, cartodiagramas de pastel y atributos múltiples.
Maptitud	Caliper Corporation	Pueden crear mapas de varios tipos; en color, con patrones de superficie, densidad de puntos, símbolos escalables, gráficos de torta o de barras.

Fuente: Map Info Corporation, 2003; ECOATLAS, 2002; ESRI, 2007; CALIPER CORPORATION, 2008.

MapInfo es desarrollada por la empresa Estadounidense MapInfo Corporation; organiza toda su información, sea de texto o gráfica, en forma de tablas y cada tabla es un grupo de archivos de MapInfo que constituye un archivo de mapa o de base de datos; cuenta con un complejo conjunto de herramientas de dibujo y de comandos de edición, se puede utilizar para personalizar colores, patrones de relleno, tipos de líneas, símbolos y textos en el mapa; una de sus ventanas es la gráfica, que permite visualizar las relaciones estadísticas en formato de gráfico. Puede crear muchos tipos diferentes de gráficos: 3D, barras, líneas, áreas, histogramas, dispersión, burbujas y de tarta. También puede elegir entre varias plantillas de gráficos diferentes; se pueden crear mapas temáticos con los métodos de rango de valores, símbolos graduados, densidad de puntos, valores individuales, gráficos de barras, gráficos de tartas y cuadrícula continua (figura 1.1). Existen varias versiones y opciones dentro de estos métodos, como la creación de mapas temáticos bivariantes y puntos de inflexión, que proporcionan otras maneras de analizar los datos (Map Info Corporation, 2003).

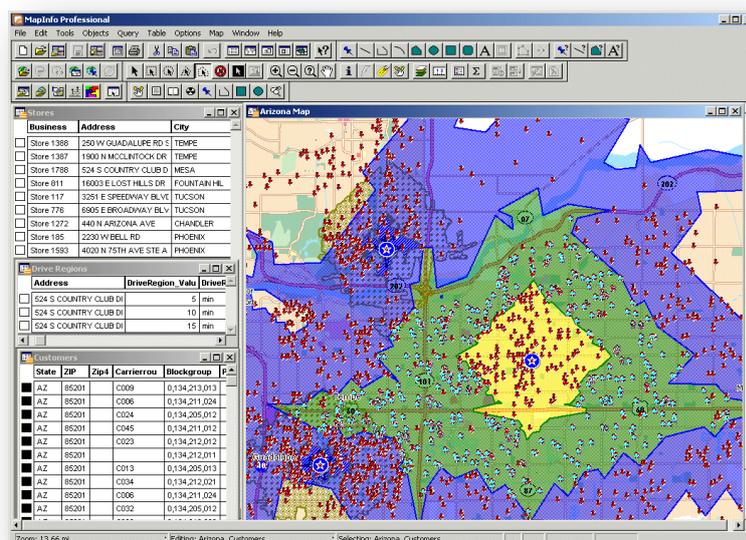


Figura 1.1. MapInfo

ESRI es una de las compañías líderes en SIG a nivel mundial, con sede en California, EEUU, entre algunos de sus productos están: ArcView 3x y ArcGIS Desktop 9x.

ArcView 3x utiliza formatos de datos espaciales compatibles a los que se denominan shapefile, los gráficos estadísticos son realizados a partir de los atributos contenidos en las tablas de datos. (figura 1.2). En cuanto a la simbolización de los datos se puede elegir el color, tamaño, trama, etc. adecuada para cada uno de los temas. Se puede elegir las formas de representación sobre el layout como símbolo único, valor único, color graduado, símbolo

graduado, densidad de puntos, símbolo de gráficos. En cuanto a la clasificación de datos estadísticos posee métodos de clasificación como cortes naturales, cuantiles, intervalos iguales, desviación estándar (ECOATLAS, 2002)

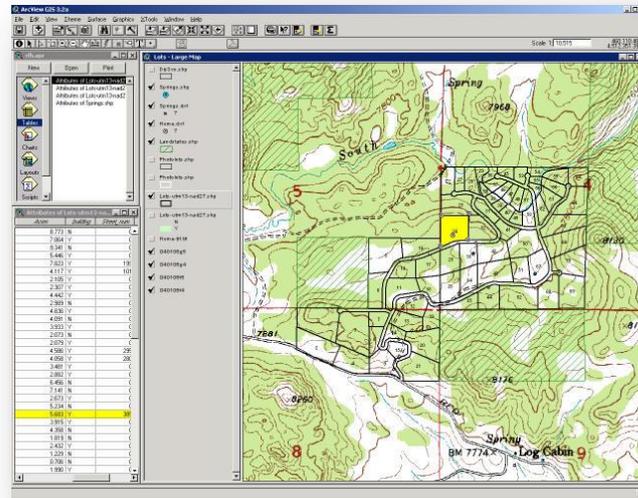


Figura 1.2. ArcView 3x

ArcGIS Desktop 9x es la versión más reciente de ArcView 3x, en cuanto a simbología y mapas temáticos, en sus opciones para representar información estadística, están los tipos de simbología, color, símbolos proporcionales, múltiples atributos; en los ejemplos de mapas estadísticos y manipulación gráfica esta el manejo de color, etiquetas, escala y definición de queries (Santiago, 2005)(figura 1.3).

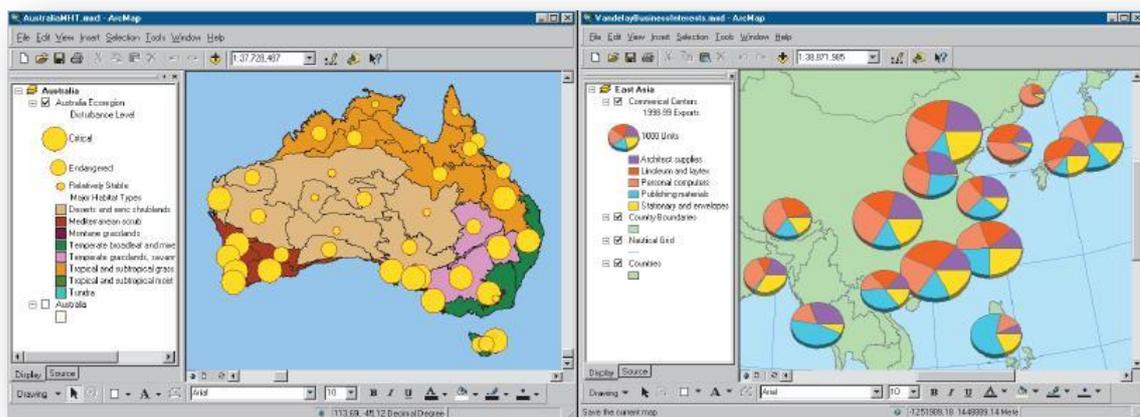


Figura 1.3. Entorno de escritorio de ArcGIS Desktop 9x

En la tabla 1.2 se muestran las tecnologías de métodos de representación cartográfica hechas por algunos países, desde el punto de vista de los métodos de representación cartográfica.

Tabla 1.2. Tecnologías orientadas a métodos de representación cartográfica puntuales

Nombre	Autor(es)	Año	Temática	País
DIACART	Mon	1986	Calcula los parámetros de construcción de las figuras geométricas proporcionales, (diámetro y representación proporcional), para después ser usados en conjunto con AutoCad para construir Cartodiagramas.	Cuba
PC-SACE	Candeau, Novua, Perdomo y Saker	1987 y 1990	Sistema automatizado de cartografía estadística.	Cuba
SAPHA	Viña	1989	Sistema automatizado para construir atlas.	Cuba
STATMAP	Candeau	1996	Producción de mapas con información socioeconómica estadística.	México
PHILCARTO	Waniez	2004	Software gratuito para construir mapas temáticos.	Francia
TIPOGRAMAS	Novua	2006	Construcción de tipogramas de bisectrices y círculos concéntricos.	Cuba
Geolander SIG Violencia	Geolander Consultores	2006	Extensión de ArcView 3x, el cual se construyen tipogramas de sectores.	México

Fuente: UAEM, 1994; Díaz, Candeau et al., 1992; Candeau, 1996; Novua, 2006; Waniez, 2007 y De León, 2006.

DIACART es un programa desarrollado por el Lic. Manuel Mon, adjudicado al instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, el cual calcula los parámetros de construcción de figuras geométricas proporcionales, utilizadas como diagramas en los mapas temáticos con información estadística. Tiene en cuenta escalas continuas o discretas para los diagramas, calcula la partición de los valores parciales en caso de que estos sean estructurales e incluye diagramas en series parciales relacionadas. Sus resultados son la impresión en forma de tablas y de listas de los cálculos programados, sin abordar la problemática, del diseño y del dibujo cartográfico (UAEM, 1994).

PC - SACE es un sistema automatizado de cartografía estadística; en su primera versión en 1987 elaborado por R. Candeau y O. Novua, con el que se comienzan a elaborar los primeros mapas temáticos automatizados. En la versión de 1990 fue elaborada por R. Candeau, M. Perdomo y A. Saker; está preparada para la entrada de datos exportados, desde la base de datos estadísticos puntuales del Sistema de Información de Cuba, llamada Geopunto, en caso de actualizaciones del Nuevo Atlas Nacional de Cuba (NANC) y también para la entrada de otros datos cuando se usa como módulo independiente. Por otra parte cuenta con bases de datos previamente digitalizadas en AutoCad pertenecientes a las bases geométricas del SIGC llamadas GEOMETRIA o creadas con propósitos diferentes al NANC. Cuando se opera con este sistema, después de introducir datos de otros lugares y escalas de datos estadísticos, se puede seleccionar de forma interactiva las figuras geométricas que serán empleadas y los parámetros

de su construcción, con posibilidades de distintas alternativas y mostrándose en pantalla, los resultados de los cálculos tanto en tablas como gráficamente, conformadas las figuras, se pasa a la obtención en pantalla del mapa completo con las figuras insertadas (UAEM, 1994).

SAPHA (Sistema Automatizado Para Hacer Atlas), creado por N. Viña en 1989, automatiza la confección de mapas de forma masiva, pudiendo construir diagramas, símbolos, textos, áreas, líneas además en dicho programa se pueden digitalizar líneas y áreas, calcular las dimensiones de las figuras geométricas proporcionales, símbolos, áreas y líneas individualmente o en conjunto. Pudiendo manejar varias escalas de superficies y líneas (UAEM, 1994).

STATMAP está orientado para la producción de mapas con información socioeconómica estadística en el ambiente de GenaMap, su objetivo es ejecutar modelos cartográficos complejos para cualquier tipo de información socioeconómica de carácter estadístico cuantitativo de cualquier región del mundo y representarla a cualquier escala cartográfica. La implementación de STATMAP parte de dos líneas de desarrollo. La primera en JAVA y la segunda en GENUIS utilizando GenaMap. Para las figuras geométricas proporcionales se muestra en una sola plantilla las opciones para seleccionar las tablas de datos, sus campos, escala de representación (continua o discontinua), tipo de figura y de cálculo, así como una descripción cualitativa de los valores. En esta plantilla se pueden escoger círculos proporcionales, completos, anillados o estructurados; rellenos con colores y/o ashurados, con bordes de diferentes anchos y diseños y con dinámicas tangentes o concéntricos. Se le puede adosar halos con longitudes proporcionales para representar otras variables estadísticas. También semicírculos comparativos verticales u horizontales, completos, anillados o estructurados, rellenos con colores y/o ashurados, con bordes de diferentes anchos y diseños y con dinámica tangente o concéntrica; e igualmente se puede agregar halos con longitudes proporcionales para representar otras series de datos. Están disponibles además, 20 tipos de figuras cuadráticas, más de 40 barras horizontales, verticales y en tercera dimensión; 8 tipos de pirámides, igual número de triángulos, 25 variantes de tipogramas y 8 tipos de símbolos lineales (Candeau, 1996) (figura 1.4).

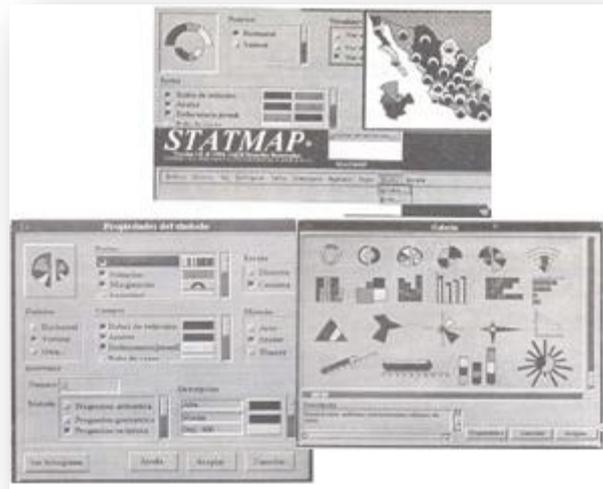


Figura 1.4. Módulo para la construcción de cartodiagramas STATMAP

Philcarto es un software de cartografía estadística gratuito elaborado por el geógrafo francés Philippe Waniez, con el se pueden hacer análisis exploratorio de datos, multivariantes, de superficies de tendencias y modelos gravitacionales; maneja coropletas, círculos proporcionales, círculos proporcionales con superficies coloreadas, semicírculos escarapelas, puntos, líneas, curvas de nivel y sobreposición de mapas. Permite utilizar formatos .shp de ArcView 3x, Mayura Draw, .mid /mif de MapInfo y .bna de Atlas GIS (Waniez, 2007)(figuras 1.5, 1.6 y 1.7).



Figura 1.5. Pantalla principal del software Philcarto.

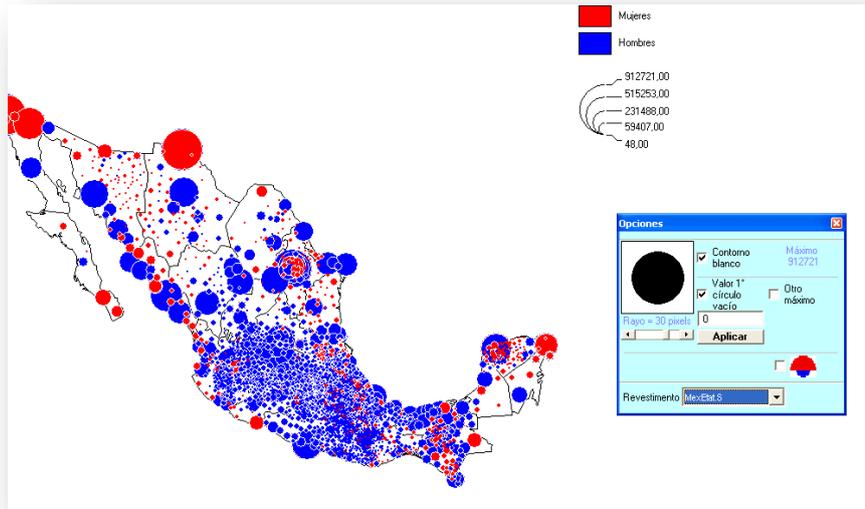


Figura 1.6. Mapa de la república con círculos sencillos con dinámica de población: hombres y mujeres.

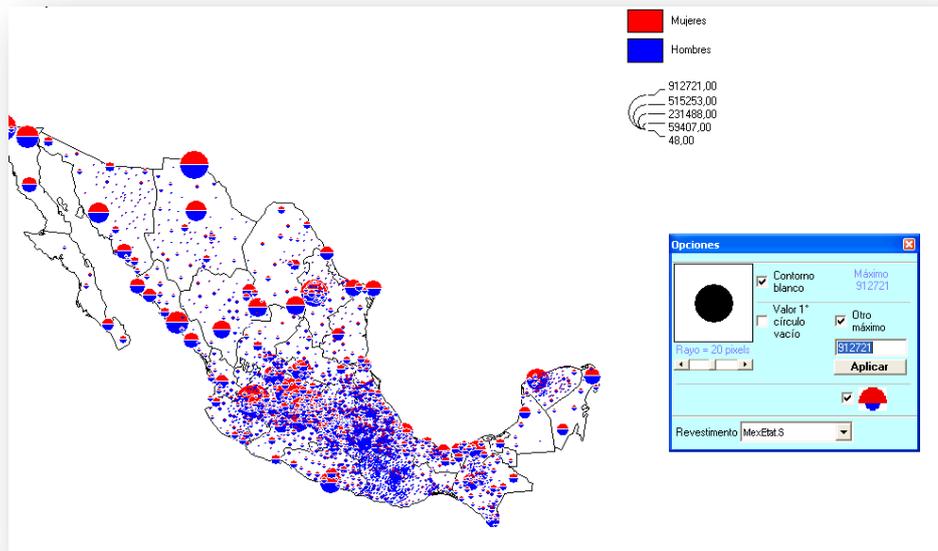


Figura 1.7. Mapa de la república con semicírculos con dinámica de población: hombres y mujeres

TIPOGRAMAS es un programa desarrollado por Novua (2006) adjudicado del Instituto de Geografía Tropical (IGT) de Cuba, programado en lenguaje Borland C++; permite leer una base de datos de atributos en formato ACCESS; elegir los campos necesarios, escoger opciones convenientes acerca de las propiedades de los datos, seleccionar las variantes de tipogramas deseadas y generar archivos de intercambio gráfico en formato DXF. Se aborda la construcción de tipogramas con polígono total simple, polígonos parciales obtenidos por bisectrices y con círculos concéntricos. Se brinda la opción de obtener tipogramas con los ejes enteros o con los ejes truncados por los polígonos. Se controlan las dimensiones de los tipogramas mediante un

factor de escala que puede introducirse. Mediante una ventana de diálogo TIPOGRAMAS establece una interface interactiva con el usuario que permite escoger la columna de la base de datos que se empleará como nombre de las localizaciones a las que se va a referir el tipograma y a su vez las columnas de los datos que se representarán en sus ejes (figura 1.8).

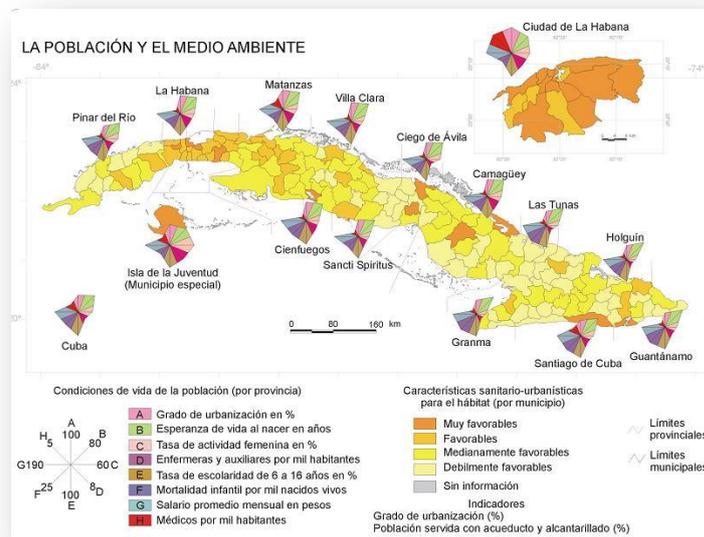


Figura 1.8. Ejemplo de las capacidades de “Tipogramas”

Geolander SIG Violencia es un módulo desarrollado por la Consultoría Geolander en el año 2006, bajo el software de SIG ArcView 3x, con su lenguaje nativo Avenue, con el fin de representar gráficamente los resultados de las 1500 muestras del “Estudio Territorial de Violencia contra las Mujeres” que fueron aplicadas en el municipio de Netzahualcóyotl, Estado de México a nivel AGEb. El módulo es una herramienta que permite modelar espacialmente el problema social de violencia contra las mujeres, mediante tipogramas de sectores en una sola plantilla, puede construir cinco formas variantes del tipograma de sectores, considerando los métodos de cálculo de radio Flannery y raíces (De León, 2006)(figura 1.9).

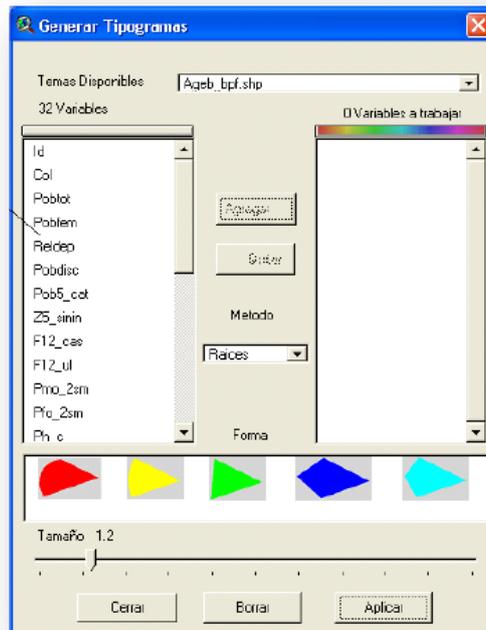


Figura 1.9. Vista principal Geolander SIG Violencia.

A pesar de que estos programas representan un gran adelanto en cuanto a métodos de representación cartográfica se refiere, para el caso de las tecnologías de Cuba y México, no están disponibles para su uso, en cuanto a PHILCARTO solo tiene las funciones exclusivamente esenciales de métodos de representación cartográfica, dejando de lado métodos de representación complejos. Es así que las tecnologías analizadas, están valoradas en cuanto a su funcionamiento, en cierto modo se tratara de igualar o mejorar sus funciones y enriquecer sus faltantes que servirán de orientación para este trabajo.

1.2 Planteamiento del problema

El entorno geográfico presenta características y comportamientos de diferentes complejidades, por lo que se pueden encontrar muy variadas formas de manifestaciones naturales, económicas y sociales.

De esta forma se presenta una de las finalidades de la cartografía, que busca representar de manera ilustrada, clara y objetivamente la información de diversos hechos y fenómenos ordenadamente, esto se puede lograr apoyándose en los métodos de representación cartográfica.

La complejidad de los fenómenos exige que haya más métodos de representación cartográfica puntual funcionando sobre SIG, y permita una mejor perspectiva en la elaboración de diagnóstico y predicción, por lo que se requieren de más formas que faciliten plasmar una

descripción más acertada, a través de métodos como los cartodiagramas en su forma estructurada y tipogramas que no son considerados actualmente dentro de un software de SIG.

Ciertamente, conviene destacar que aquellos que se incluyen en la mayoría de los software comerciales son bastante limitados, generalmente son formas sencillas, mientras que los que cuentan con formas estructurales, funcionan de manera independiente, por lo mismo, carecen de las herramientas complementarias de análisis por lo que solo se les puede llamar software de cartografía automatizada, y en otros casos muy excepcionales, poseen las características requeridas, pero no están disponibles y se conocen solo como un antecedente.

Hasta la fecha no existe herramienta alguna sobre software de SIG disponible, que pueda incluir todas las capacidades de los métodos de representación puntual, en cuanto a cartodiagramas en su forma estructurada y tipogramas. Por esta razón surge la siguiente cuestión: ¿cómo diseñar y construir una herramienta que automatice dichos métodos, respetando la base matemática y cartográfica bajo un SIG?

1.3 Justificación

La importancia de la cartografía se ve reflejada inconscientemente en las actividades cotidianas, no se puede excluir de las dimensiones espaciales que existen en el entorno en que se vive, pues se tiene la necesidad de conocer el lugar donde está la escuela, la biblioteca, un parque determinado o cualquier lugar de interés. Diariamente cada persona realiza estos tipos de análisis sencillos y poco complejos.

Por otro lado, es necesario generar conocimiento con base a los datos geográficos para realizar análisis cartográficos-estadísticos más complejos, para caracterizar el entorno de estudio de una manera más sistematizada y profunda, mediante el uso de herramientas para optimizar estos procesos, esto radicando en la creciente capacidad de los SIG.

Gracias a las utilidades que la tecnología de SIG brinda, permite crear un modelo de la realidad buscando retener los aspectos que interesan y descartando otros que no son útiles, según la finalidad del mapa que se quiere generar, lo que implica el uso de los métodos de representación cartográfica para poder ilustrar el fenómeno de manera ordenada (Moreno, 2006), es así que los cartodiagramas y tipogramas tienen la ventaja de mostrar diversos indicadores y elaborar gracias a estos, un análisis conjunto del territorio; su forma tradicional de construirlos lleva tiempo, pues no existe una herramienta automatizada que los elabore.

Es así, que los aportes de esta investigación, pretenden ayudar a implementar y optimizar el diseño de instrumentos para la construcción de métodos de representación cartográfica a través de cartodiagramas y tipogramas, respetando su base cartográfica y garantizando su disponibilidad, que evidentemente no existe de la forma como se ha venido mencionando, encontrándose en este punto la justificación para la construcción del presente proyecto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseño y construcción de un módulo en ambiente de SIG para la generación automatizada de cartodiagramas y tipogramas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar una comprensión inicial que conjunte los conocimientos teórico-prácticos necesarios para la construcción manual de los cartodiagramas y tipogramas previamente seleccionados, para comprender la lógica básica que sostiene a cada uno.
- Seleccionar los cartodiagramas y tipogramas, que se tomarán en cuenta en el módulo.
- Elegir un modelo de ingeniería de software adecuado al objetivo principal.
- Seleccionar el instrumento SIG según los avances tecnológicos, que permitan adapta el diseño del módulo.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentos de la cartografía

En el campo de la geografía se han elaborado diversos sistemas de información especializados, que son aplicados actualmente, esto se explica por la complejidad de la formación de las representaciones cartográficas que requieren una coordinación lógica de los elementos de representación entre sí, su coherencia con la realidad y la complejidad de los métodos de composición (Tikunov, 1996). Esto se relaciona en particular con la cartografía, que finalmente llevara a la construcción de mapas, de tal modo que al efectuarse se utilizaran ciertos términos y conocimientos que describirán los fenómenos representados de la mejor manera.

Conviene considerar que la cartografía es igual, primeramente a disponibilidad de datos, porque sin datos no hay mapas, así como las bases de su estructura para que el mapa pueda cumplir con su función orientadora, informadora, de base, realizar medidas exactas y distribución de los fenómenos que representa; debe contar con un sistema de proyección, coordenadas, escala y la representación de los elementos fundamentales de referencia, así como tener claro el papel que juega el modelo de datos y las unidades de observación en el, estas representaciones, pueden distinguirse en la realidad y en un mapa en función de su geometría y topología de las entidades geográficas, concretamente de las dimensiones espaciales de cada unidad de observación. Pueden identificarse entre objetos puntuales (sin dimensiones topológicas), líneas (una dimensión), polígonos (dos dimensiones) y volúmenes/superficies (tres dimensiones) (Franco y Valdez, 2003).

Un mapa a simple vista tiene relación directa con la forma, trátase de puntos, líneas, áreas y volúmenes, a las que conocemos como unidades de observación que pertenecen al modelo de datos vectorial, estas mismas se van a regir por una determinada dimensión que visualizara diversas propiedades en función de la proyección, coordenadas y escala, basándose en que la superficie de la tierra, ya se considero en forma de geoide, por lo que no es desarrollable sin deformaciones, por lo que será necesario aplicar una cierta transformación para lograr este objetivo a través de las proyecciones, luego el sistema de coordenadas para ubicarlo y a través de la escala poder transferir un área geográfica de la realidad a un representación reducida en el mapa en las unidades de medida determinadas, entonces, es así, que para la extensión de la capacidad de análisis dentro o fuera de un SIG, deben de tenerse claro los fundamentos de la cartografía mencionados.

2.2 Métodos de representación cartográfica

Los métodos de representación cartográfica según (Franco y Valdez, 2003) se definen como:

“Conjunto de símbolos gráficos, que apoyados en cálculos matemáticos, permiten caracterizar los fenómenos de la superficie de la tierra, posibilitando la plena identificación de los elementos reales y su representación gráfica en el mapa”.

Los métodos pueden ser de tipo “puntual” se tienen los cartodiagramas, tipogramas y símbolos fuera de escala, “lineal” se tienen trazos, y “areal” se tienen fondo cualitativo, fondo cuantitativo, cartograma, coropletas e isopletas (figura 2.1).

2.2.1 Conceptualización de cartodiagramas y tipogramas

Los cartodiagrama son diagramas insertados en un mapa, representan la distribución de cualquier fenómeno, que expresan la magnitud total del fenómeno dentro de los límites de las correspondientes unidades territoriales(UAEM, 1994).

El tipograma permite la graficación de diversas variables, que no necesariamente tienen una relación directa, pueden representar varias series de datos, valores parciales de una misma variable o fenómenos totalmente diferentes. Es uno de los métodos más complejos, pero a la vez más ricos en la representación gráfica y la interacción territorial de diversos fenómenos (Franco y Valdez, 2003).

Los cartodiagramas se dividen por su forma en simple y estructural; y los tipogramas en sectores, bisectrices, círculos concéntricos y ejes fijos. Los cartodiagramas y tipogramas, por su aspecto exterior se asemejan a los símbolos fuera de escala, pero se diferencian porque los símbolos fuera de escala señalan el lugar donde se encuentran los objetos y no están relacionados con la división territorial, mientras que los cartodiagramas y tipogramas no se refieren a objetos concretos, si no que son una expresión del indicador cuantitativo, que se refiere a varios objetos dentro de la unidad territorial (figura 2.1) (UAEM, 1994).

2.2.2 Importancia y utilidad

Desde el punto de vista geográfico, los cartodiagrama y tipogramas son de los métodos de representación más valiosos, por su capacidad de combinar numerosos indicadores interrelacionados entre sí, en una misma figura, mostrando las múltiples relaciones que se derivan del análisis conjunto del territorio y de la comparación de las unidades territoriales, de

acuerdo con su grado de complejidad, pueden ofrecer amplias posibilidades de utilización (UAEM, 1994).

La herramienta propuesta permite analizar el entorno geográfico mediante cartodiagramas y tipogramas, misma que, aumenta la capacidad de análisis y representación de la información geográfica, ya que su ausencia es notoria sobre SIG, y en su caso, solo manejan formas simples, o poseen estas funciones, pero no se encuentran disponibles para su uso y difusión.

Su utilidad se puede ver en una amplia gama de temáticas como población, asentamientos, infraestructura social, medio ambiente, actividades económicas, etc. donde se engrándese el panorama de análisis y síntesis de una manera simple a compleja, dependiendo del fenómeno y sus variantes.

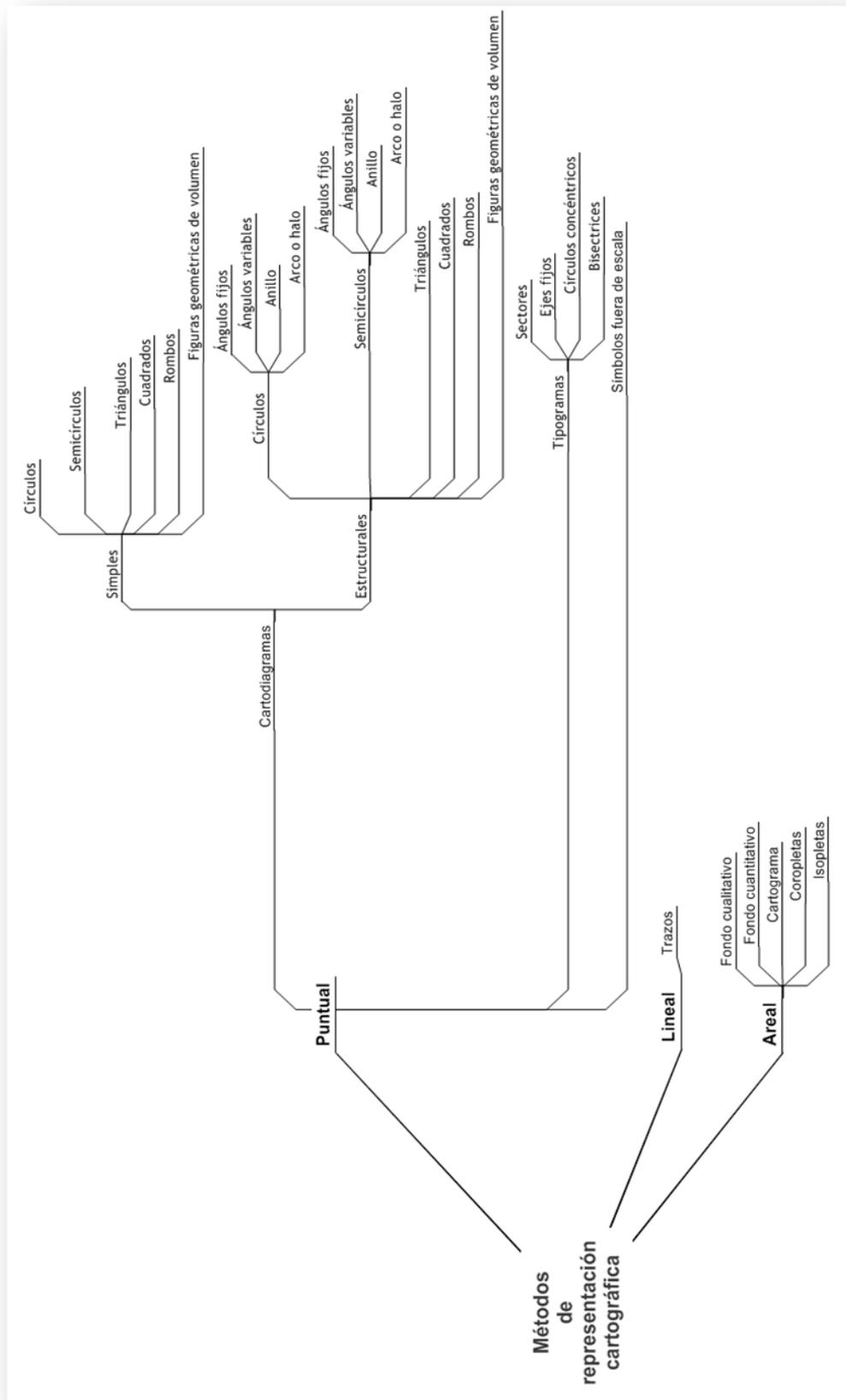


Figura 2.1. Clasificación de los métodos de representación cartográfica (UAEM 1994, Franco y Valdez, 2003)

2.3 Geoinformática

2.3.1 Conceptualización

La geoinformática o también conocida como geomática, está rodeada de diversas definiciones, la primera muy ilustrativa y general ofrecida por la Oficina de la lengua francesa (Jaton, 2007) es la siguiente:

“...disciplina que tiene por objeto gestionar datos espaciales, utiliza la ciencia y la tecnología relacionada con la adquisición, almacenamiento, procesamiento y difusión de los mismos... utiliza principalmente a disciplinas tales como la topografía, la cartografía, geodesia, fotogrametría, percepción remota y la computadora”

Siguiendo a Kavana(Franco, 2008), puede definirse como:

“... termino para describir la ciencia y tecnología del tratamiento de datos de mediciones terrestres, incluye la colección, clasificación, manejo, planeación, diseño, almacenamiento y presentación. Tiene aplicaciones en todas las disciplinas y profesiones que usan datos espaciales con referencia terrestre. Cabe destacar que, desde el punto de vista del procesamiento de la información en su sentido más general, va desde el simple registro de una observación hasta la presentación de los resultados”.

Siguiendo al Instituto de Geomática de Canadá(Hidrografica, 2001), puede definirse como:

“... es el campo de actividades en las cuales, usando un método sistemático, se integran los medios para adquirir y manejar datos espaciales requeridos como parte de las operaciones científicas, administrativas y legales involucradas en el proceso de producción de manejo de información espacial”

El Instituto de Geografía de la Universidad Pontificia Católica de Chile (Franco, 2008), puede definirse como:

“...término científico...que resulta de la unión de Ciencias de las Tierra (prefijo geo) y la Informática (mática) para expresar una integración sistémica de métodos y técnicas, para la adquisición, almacenamiento, procesamiento, análisis, presentación y distribución de información geográficamente referenciada, por lo que en la actualidad trasciende a múltiples y variadas disciplinas”.

Por lo tanto la geoinformática o geomática se puede definir como un termino que ha surgido de la unión entre las ciencias de la tierra y la informática que se ha convertido en una

importante herramienta para diversas ciencias y disciplinas para generar información digital mediante el uso de herramientas como las bases de datos geográfica, sistemas de información geográfica, imágenes de satélite, y procesos que derivan desde la captura, almacenamiento, hasta la presentación final de resultados.

2.3.2 Importancia

La geoinformática es conjunto de herramientas, que constituyen la metodología sistemática moderna para el análisis integral de la información geográfica y una eficiente toma de decisiones en diversos temas territoriales, que van, desde las relacionadas con los aspectos físicos del medio ambiente y recursos naturales, hasta, los aspectos bióticos, económicos y sociales.

Es así que según Ramirez (2006), menciona que la tecnología disponible en torno a la Geoinformática representa una oportunidad de administración y gestión del territorio eficiente, mediante un adecuado entendimiento de la ciencia geográfica y tecnología aplicada al territorio.

2.4 Modelo

Antes de aplicar un modelo, es necesario puntualizar lo que se va a entender como tal. Estas consideraciones previas son, fundamentales, ya que adquiere connotaciones en función del contexto y el momento en el que se aplique. Algunas definiciones con puntos de vista muy específicos son las siguientes:

Desde el punto de vista general:

“...es una representación de un objeto, sistema o idea, de forma diferente al de la entidad misma. El propósito... ayudarnos a explicar, entender o mejorar un sistema. Un modelo de un objeto puede ser una réplica exacta de éste o una abstracción de las propiedades dominantes del objeto” (Universidad Nacional de Colombia, 2009).

Desde el punto de vista geográfico:

Según Hoggett y Chorley, un modelo puede ser definido como una teoría, ley, hipótesis o idea estructurada. Puede ser un 'rol', una relación, una ecuación o una hipótesis de datos. Desde el punto de vista geográfico, puede incluir razonamientos sobre el mundo real mediante variaciones espaciales (modelo espacial) o en el tiempo (modelo histórico) (Franco, 2008).

Desde el punto de vista de la ingeniería de software:

Los modelos se crean para obtener un mejor entendimiento de la entidad real que se construirá... cuando la entidad es software...debe ser capaz de representar la información que el software transforma, la arquitectura y las funciones que permiten que ocurra la transformación, las características que desean los usuarios, y el comportamiento del sistema conforme se realiza la transformación. Los modelos deben cumplir estos objetivos en diferentes grados de abstracción. En el trabajo de la ingeniería de software se construyen dos clases de modelos: el de análisis y el de diseño. El primero representa los requisitos del cliente y el segundo, representa características del software que ayudan a los profesionales a construirlo de manera efectiva(Pressman, 2002).

Por lo que se tomaran dos puntos de vista de modelos: geográfico y el de la ingeniería de software.

2.4.1 Modelo de datos

Para que los software's de SIG puedan cumplir su función de representar la realidad hay que hacer uso de los modelos datos espaciales que son comprensibles por el software. Existen dos formatos para estructurar la información, estas son:

El *modelo raster* adopta una unidad espacial estándar, el píxel, servirá para representar un fragmento del espacio. Es como si el territorio fuese cubierto por una cuadrícula regular, siendo cada una de las celdillas la unidad a la que se refiere la información (Moreno, 2006).

El *modelo vectorial* se define por usar las figuras de la geometría convencional, puntos, líneas, curvas, polígonos, círculos, elipses o volúmenes para representar entidades del mundo real. Es la lógica que preside el diseño del mapa(Moreno, 2006).

2.4.2 Modelación cartográfica

Existen dos puntos de vista de la modelación cartográfica. Uno corresponde a Salitechv y otro a Tomlin.

Salitechv lo toma como una técnica aplicada, en la que se conjugan aspectos como la base matemática, la representación cartográfica y la generalización (Franco y Valdez, 2003).

Tomlin lo toma como las funciones básicas de manipulación de información geográfica almacenada en formato digital, con el propósito de resolver problemas complejos de índole espacial (Candeau, 1996).

Actualmente ambas perspectivas son dependientes, ya que para la manipulación de la información geográfica, se deben tener presentes los aspectos mencionados por Salitechv, y así el objeto estudiado se sustituye por otro objeto auxiliar automatizado como lo menciona Tomlin, cuyas propiedades se encuentran en determinada correspondencia con el objeto real, que corresponde al modelo, que se usará para ganar claridad conceptual y mejorar la interpretación

2.5 Proceso de desarrollo de software

Cuando se va a construir un sistema de software es necesario, que el problema sea analizado y la solución sea cuidadosamente diseñada. Se debe seguir un proceso robusto, que incluya las actividades principales. El proceso de desarrollo de software se ocupa de plantear cómo se realiza el análisis y el diseño, y cómo se relacionan los productos de ambos, considerando esto, la construcción de sistemas software va a poder ser panificable y repetible, y la probabilidad de obtener un sistema de calidad al final aumenta considerablemente. Se va a abarcar todo el ciclo de vida, empezando por los requisitos y acabando en el sistema funcionando, proporcionando así una visión completa y coherente. El enfoque que se toma es el de proceso unificado, que está dirigido por casos de uso, es decir, por la funcionalidad que ofrece el sistema a los futuros usuarios del mismo. Así no se pierde de vista la motivación principal “el resolver una necesidad del usuario”. La notación que se usa, es la proporcionada por UML, y para no seguirse en forma intuitiva se usan los metamodelos (Flower, 1999), es decir, los modelos de clases.

2.5.1 Programación orientada a objetos

La programación orientada a objetos define una estructura del más alto nivel llamada objeto, que ofrece dos ventajas principales sobre la programación estructurada. La primera permite al programador que organice su programa de acuerdo con abstracciones más cercanas a la forma de pensar de la gente, lo que equivale a objetos del mundo real. La segunda ventaja es que desaparecen los datos globales que pasan a ser parte interna de los mismos objetos, por tanto cualquier cambio en la estructura de los datos solo debería afectar las funciones en ese mismo objeto y no en los demás (Weitzenfeld, 2008).

2.5.2 Proceso unificado

Son modelos de proceso que se basan principalmente en la especificación de requerimientos de un sistema mediante casos de uso. Tienen como aspecto esencial del desarrollo de

software, una visión que parte de la arquitectura del sistema, siguiendo un proceso iterativo e incremental, se basa en lo siguiente (Weitzenfeld, 2008):

- Para construir un sistema se debe conocer el qué quieren y necesitan los usuarios potenciales.
- Permite visualizar desde múltiples perspectivas.
- Divide el trabajo en etapas, donde cada iteración resulta en un incremento del proyecto.

2.5.3 Por qué usar proceso unificado (UP) y no un proceso de software personal (PSP).

Un proceso de software personal es un modelo para la mejora del proceso de desarrollo de software, esta basado en la creencia de que la calidad de software depende del trabajo de cada uno de los profesionales, sin embargo tiene un problema, se emplea a nivel individual en base a la experiencia, además si se desea usar este proceso de software se deben seguir sus propios instrumentos de desarrollo (Weitzenfeld, 2008).

Aunque existen una familia de normas internacionales relacionadas con la administración de la calidad de los procesos del ciclo de vida del software, en donde, no especifica los detalles de cómo llevar a cabo las actividades y tareas de los procesos (ISO-12207), es importante no salirse del contexto del proceso de software, ya que se corre el riesgo de elaborar un desarrollo guiado por la intuición que a largo plazo puede llevar a problemas de robustez, funcionalidad, y comunicación (en caso de que se quisiera extender).

2.5.4 Lenguaje unificado de modelado

UML es un lenguaje de modelado unificado, permite modelar, construir y documentar elementos de un sistema orientado a objetos (Pozo, 2004). Cabe aclarar que es un lenguaje de modelado, y no un método. La mayor parte de los métodos consisten, al menos en principio, en un lenguaje y un proceso para modelar. El lenguaje de modelado es la notación principalmente gráfica de que se valen los métodos para expresar los diseños. El proceso es la orientación que se dan sobre los pasos a seguir para hacer el diseño. El lenguaje de modelado es la parte más importante del método, es la clave para la comunicación (Flower, 1999).

2.5.4.1 Casos de uso

Los casos de uso, son una herramienta esencial para la captura de requerimientos, la planificación o el control de proyectos interactivos. Su captura es una de las tareas principales durante la fase de análisis, de hecho, es lo primero que se debe hacer. Todo caso de uso es un requerimiento potencial y hasta que no se haya capturado un requerimiento, no se podrá planear como manejarlo en el proyecto. El modelo conceptual con los usuarios ayuda a descubrir los casos de uso (Flower, 1999).

En el diagrama de caso de uso se emplea el termino actor para llamar así al usuario, cuando desempeña ese papel con respecto al sistema. Cuando se trata con actores, conviene pensar en los papeles. Los actores llevan a cabo casos de uso. Un mismo actor puede realizar muchos casos de uso o un caso de uso puede ser realizado por varios actores. Los actores pueden tener varios papeles con respecto a un caso de uso. Pueden ser los que obtienen un valor del caso de uso, o tal vez sólo participen en él. Una fuente para identificar los casos de uso son los eventos externos. La identificación de los eventos ante los que se necesita reaccionar será de ayuda en su identificación (Flower, 1999).

Además del vínculo entre los actores y los casos de uso, hay otros tipos de vínculos. Estos representan las relaciones de include (inclusion) y extend (extiende) entre los casos de uso. Se usa la relación extend cuando se tiene un caso de uso que es similar a otro, pero que hace un poco más (Flower, 1999). Las relaciones include se define como una sección de un caso de uso que es parte obligatoria del caso de uso básico, el caso de uso donde se insertara la funcionalidad depende del caso de uso a ser insertado (Weitzenfeld, 2008).

2.5.4.2 Diagramas de clase

El diagrama de clase describe los tipos de objetos que hay en el sistema y las diversas clases de relaciones estáticas que existen entre ellos. También muestran los atributos y operaciones de una clase y las restricciones a las que se ven sujetos, según la forma en que se conecten los objetos hay tres perspectivas que se pueden manejar al dibujar diagramas de clase (Flower, 1999), estas son:

- *Conceptual*: se dibuja un diagrama que represente los conceptos del dominio que se están estudiando. Estos conceptos se relacionan de manera natural con las clases que los implementan, pero con frecuencia no hay correlación directa. Los modelos conceptuales se deben dibujar sin importar(o casi) el software con que se implementaran, por lo cual se pueden considerar como independientes del lenguaje.

- *Especificación*: Se ve el software, pero lo que se observa son las interfaces del software, no su implementación. Por lo tanto, se ven los tipos de interfaces, no las clases.
- *Implementación*: Se tienen clases y se describe por completo la implementación.

Durante el análisis de requerimientos se describen los casos de uso en términos de las clases. Hay 3 tipos de clases: entidad, borde y control (figura 2.5).

Una clase entidad es un modelo de información perdurable, su extracción consiste en 3 pasos que se llevan a cabo de manera interactiva y por incrementos (Schach, 2005).

- Modelo funcional: presenta los escenarios de todos los casos de uso.
- Modelo de clases: Determinar las clases entidad y sus atributos, posteriormente se define las interrelaciones e interacciones entre las clases entidad en forma de diagramas de clase.
- Modelado dinámico: Determinar las operaciones realizadas con cada clase o subclase de entidad en forma de diagramas de estado.

Es así, que se han de construir una serie de diagramas que modelan tanto la parte estática, como dinámica, pero llegado el momento todo esto se debe materializar en un sistema implementado.

2.5.4.3 Estereotipos

El estereotipo es un tipo de funcionalidad de un objeto dentro de una arquitectura. Siguiendo los casos de uso, la arquitectura del sistema para el modelo de análisis se basará en tres estereotipos (Weitzenfeld, 2008)(figura 2.2):

- *Entidad* son objetos que guardan información sobre el estado interno del sistema a corto y largo plazo. Estos objetos corresponden al dominio del problema.
- *Borde* son objetos que implementan las interfaces del sistema con el mundo externo, correspondientes a todos los actores, incluyendo a aquellos que no son humanos. Un ejemplo es una interface de usuario o pantalla para insertar o modificar información en el registro del usuario.

- *Control* son los objetos que implementan el comportamiento o control de la lógica de los casos de uso, especificando cuándo y cómo el sistema cambia de estado. Los objetos control modelan la funcionalidad que no se asocia naturalmente con un solo objeto.

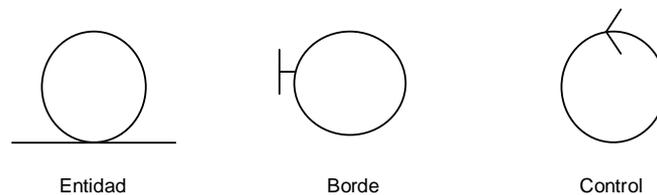


Figura 2.2. Estereotipos de UML para representar la clase entidad, borde y control.

2.5.4.4 Diagramas de iteración

Los diagramas de interacción son modelos que describen la manera en que colaboran grupos de objetos para cierto comportamiento. Habitualmente, un diagrama de interacción capta el comportamiento de un solo caso de uso (Flower, 1999).

2.5.4.4.1 Diagramas de estados

El diagrama de estados sirve para describir el comportamiento del sistema. Describe todo los estados posibles en los que puede entrar un objeto particular y la manera en que cambia el estado del objeto, como resultado de los eventos que llegan a él, la mayor parte de los estados se dibujan para una sola clase, mostrando el comportamiento del objeto (Flower, 1999), dicho de otra manera, un estado de un sistema de información es un conjunto particular de valores de atributos de ese sistema, el estado subyacente a menudo se representa mediante una pantalla específica. Cada evento provoca que el sistema se mueva de un estado a otro (Schach, 2005).

2.5.4.4.2 Diagrama de colaboración

En un diagrama de colaboración se utiliza flechas para resaltar los mensajes entre los objetos, los cuales son mostrados como iconos o estereotipos y la secuencia se indica mediante numeración entera o decimal, el orden va de arriba hacia abajo para así indicar como se conectan y se vinculan estáticamente los objetos para cada caso de uso (Flower, 1999).

2.5.4.4.3 Diagramas de secuencia

En un diagrama de secuencia, un objeto se muestra como caja o estereotipo, en la parte superior de una línea vertical punteada. Esta línea se llama línea de vida del objeto. La línea de

vida representa la vida del objeto durante la interacción. Cada mensaje se representa mediante una flecha entre las líneas de vida de dos objetos. El orden en el que se dan estos mensajes transcurre de arriba hacia abajo (Flower, 1999).

2.6 Introducción a ArcGIS de ESRI

ArcGIS es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica. Producido y comercializado por la compañía ESRI, bajo el nombre genérico de ArcGIS, se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica (figura 2.3). Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como ArcGIS Server, para la publicación y gestión web, o ArcGIS Móvil para la captura y gestión de información en campo. La familia de aplicaciones de ArcGIS Desktop, es una de las más ampliamente utilizadas, incluyendo en sus últimas ediciones las herramientas ArcReader, ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene y ArcGlobe, además de diversas extensiones. Se distribuye bajo tres niveles de licencias que son, en orden creciente de funcionalidades y costo: ArcView, ArcEditor y ArcInfo(ESRI, 2008).



Figura 2.3. Familia de Aplicaciones ArcGIS

2.7 ArcObjects

ArcObjects es la plataforma del desarrollo para la familia de ArcGIS tales como ArcMap, ArcCatalog y ArcScene, sus componentes de software exponen la gama completa de la funcionalidad disponible para ArcInfo y ArcView a los desarrolladores; en su marco de trabajo permite crear componentes específicos de otros y estos colaboran para aprovechar cada función de la presentación de datos y del mapa, además proporciona una infraestructura para el arreglo de requisitos particulares y responder a necesidades específicas, esto, es gracias a que, ArcObjects se construye usando la tecnología “Modelo de objeto componente” de

Microsoft (COM). Por lo tanto, es posible ampliar sus capacidades creando nuevos componentes COM usando cualquier lenguaje obediente al desarrollo. ArcObjects consta de más de 1000 clases y 2000 interfaces que son visualmente documentadas en diagramas de modelo de objetos (Figura 2.4) (ESRI, 2009).

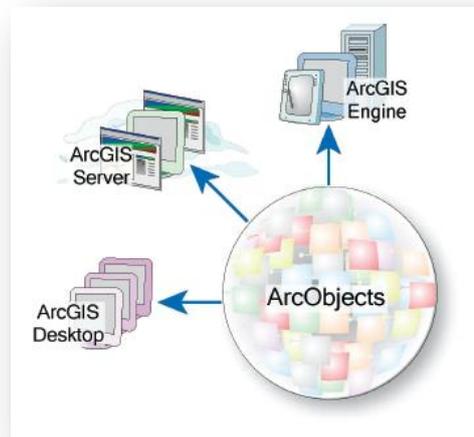


Figura 2.4. Esquema del entorno ArcObjects

Zeyler (2002), menciona una metodología para programar y resolver tareas mediante ArcObjects la cual está dividida en tres partes (tabla 2.1) que constan de un proceso continuo. La parte fundamental es familiarizarse con el ambiente de trabajo de ArcGIS Desktop y así plasmar las tareas o problemas que se quieren resolver para después traducirlos a la forma de trabajo de ArcObjects.

Tabla 1.3. Metodología de Zeyler para usar ArcObjects

Definir las tareas	Desglosar las tareas en subtareas.
	Decidir la forma en que se escribirá el código fuente (VBA, .exe o .dll).
	Buscar ejemplos relacionados o una metodología recomendada
Encontrar el modelo de objeto correcto	Identificar y analizar cada subtarea, de manera independiente.
	Extraer las palabras clave de las subtareas, lo que ayudara a desglosar el problema.
	Búsqueda del diagrama de objetos correcto.
Navegar en el diagrama de modelo objeto	Revisar todos los documentos relacionados.
	Revisar la estructura del diagrama de modelo de objetos.
	Rastrear el flujo entre las clases y ensamblar el código para resolver cada tarea

2.8 Componente COM: Servidores en proceso (DLL)

El tipo más sencillo de un componente COM es un DLL, que se ejecuta en el mismo espacio de direcciones de la aplicación que lo utiliza. Como cada proceso dentro de las plataformas de 32 bits posee su propio espacio de direcciones, cada uno de ellos trabaja con una instancia del componente. Estos componentes se comunican directamente con sus clientes, sin ayuda de COM, lo que le convierte en la mejor opción, cuando la velocidad de ejecución es uno de los factores más importantes a tener en cuenta (Balena, 1999).

CAPÍTULO 3. OBTENCIÓN DE REQUERIMIENTOS

En este capítulo se va a desarrollar la obtención de requerimientos. En donde el primer paso es obtener una comprensión en la cual va operar el módulo y enseguida la elaboración del marco conceptual, para abordar el problema con la terminología correcta. Una vez que se comprende, se construye un modelo, es decir se usa la notación de UML para describir los procesos. Se utiliza el modelo para determinar cuales son los requerimientos del usuario. Luego se itera, hasta que se está satisfecho con el conjunto de requerimientos que se ha obtenido.

La obtención de los requerimientos del módulo, se lleva a cabo siguiendo la secuencia de la Figura 3.1.

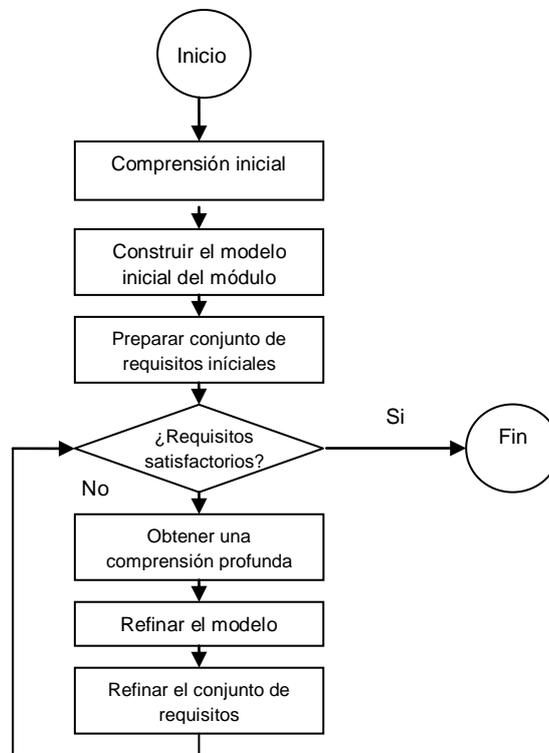


Figura 3.1. Proceso de obtención de los requisitos (Schach, 2005).

3.1 Comprensión inicial

El objetivo de la comprensión inicial es entender y familiarizarse con el tema, y de este modo determinar qué términos se utilizaran en el modelo conceptual.

Se pretende desarrollar un módulo capaz de construir cartodiagramas y tipogramas de manera automatizada, y derivar de ello un mapa más representativo en información, facilitando resaltar elementos y aspectos esenciales; y dar una idea del potencial de los métodos de

representación cartográfica puntual aplicados, orientados a una mejor toma de decisiones, descripción del fenómeno de estudio, precisión, ahorro de tiempo y calidad.

Para lograr lo mencionado, es indispensable, tener claro el entorno de los cartodiagramas y tipogramas, tanto por parte del usuario quien es el que lo opera (módulo), como del geoinformático que es quien lo desarrolla.

Cuando se refiere a un cartodiagrama o tipograma, automáticamente, se está haciendo referencia al mapa, ya que estas formas geométricas están asociadas a un área del mismo. Para que el mapa sea llamado como tal, debe poseer ciertos elementos, como el modelo de datos, unidades de observación, proyección, coordenadas, escala, unidades de medida y la simbología.

Por otro lado, se menciona en el capítulo 2 que en los cartodiagramas y tipogramas existen divisiones, por lo que la gama se extiende significativamente siendo necesario hacer una selección previa y determinar cuáles se automatizarán. En base a esta selección se detectarán, para el caso de los cartodiagramas, en cuáles se puede hacer una combinación y así concebirlos desde su forma básica hasta llegar a una forma estructurada, sí así lo requiere el usuario; para el caso de los tipogramas no se tomará la misma dinámica por la estructura que poseen. La importancia de manejar estos métodos de representación de tal manera, ayuda a hacer más representativa la forma geométrica, fundamentándolo, en qué tanta información se requiere plasmar sobre el mapa, además constituye un estímulo para la automatización de otros métodos, y crear una curiosidad creciente acerca de la solución de problemas con el apoyo de los mismos que finalmente llevará a un enorme progreso en la representación cartográfica.

El perfil de los usuarios podrá ser sin conocimientos específicos en informática pero básicos en lo referente a la cartografía y ArcMap de ArcGIS Desktop 9x.

Es así, que es necesario seguirles el paso a estos elementos (la base cartográfica, selección de las formas geométricas, y la base matemática que sustenta a los dos) y a saber en todo momento las relaciones entre ellos para poder identificar el peso de importancia de cada uno y sobre los que no se tiene control y recae absolutamente sobre el usuario, por lo que el módulo, debe ser capaz de contestar a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo lograr respetar la base matemática de la cartografía y la de las formas geométricas seleccionadas en conjunto?

- ¿Cómo conformar en una interfaz funcional los cartodiagramas y tipogramas seleccionados?
- ¿Cómo adaptar su funcionamiento sobre el software de SIG?
- ¿Cómo lograr generar la simbología de cada método construido sobre el mapa?

Con lo mencionado se desea tener un contexto general del problema y así determinar los requisitos que se añaden o se eliminan.

3.2 Modelo conceptual

El modelo conceptual permite abordar el problema con la terminología correcta.

3.2.1 Consideraciones previas

3.2.1.1 División de los cartodiagramas y tipogramas

Existen dos divisiones en los cartodiagramas y tipogramas: simples o sencillas y estructuradas o complejas.

Es importante puntualizar que la forma simple es la representación del fenómeno como un todo, mientras que los estructurados muestran sus diversas partes de componentes en cada dato y área asociada (Díaz, *et. al.*, 1992). La división se refiere a lo siguiente:

Simples o sencillas: analiza un solo aspecto del fenómeno y aparecen como formas sin estructura. Estos pueden aparecer con o sin dinámica, es decir variación en su tamaño (UAEM, 1994).

Estructural o compleja: analizan varios aspectos del fenómeno en sus combinaciones. Estos pueden aparecer con dinámica o sin dinámica (UAEM, 1994).

3.2.1.2 Consideraciones antes de su construcción

Las consideraciones que se deben tener en cuenta antes de pensar en utilizar cartodiagramas y tipogramas son:

- Para su construcción es necesario trabajar con información vectorial, y esta debe ser de polígonos.
- Están referidos a unidades político administrativas o divisiones territoriales naturales.

- Hay que tener en consideración que dentro de los límites de la unidad territorial, dan la idea de una propagación uniforme del fenómeno, aunque no se observe en la realidad su verdadera distribución (UAEM, 1994).
- La comparación visual se logra con un número limitado de divisiones territoriales.

Aparte de los cuatro puntos mencionados se tienen la escala, las variables visuales a manejar, la clasificación de los datos y su cálculo, que a continuación se describen brevemente.

3.2.1.2.1 Escala

“La escala de un mapa es la relación que existe entre la distancia gráfica lineal que hay entre dos puntos en el mapa y la distancia lineal que existe entre dichos puntos de la superficie terrestre, esto es, una unidad de longitud en el mapa, representa las mismas unidades sobre la superficie terrestre” (Gómez, 2004) (tabla 3.1).

Tabla 3.1. Fórmulas para el cálculo de la escala (Gómez, 2004).

Descripción	Fórmula	Variables
Obtención de la escala	$E = \frac{T}{M}$	E = escala T= medida en el terreno
Obtención de la distancia gráfica	$M = \frac{T}{E}$	M=medida en el mapa
Obtención de la distancia real	$T = E \times M$	

3.2.1.2.2 Variables visuales

Para representar, expresar y comunicar los distintos datos de un modo claro y significativo se utilizan diversas variables visuales (figura 3.2). Es necesario sean moduladas en los cartodiagramas y tipogramas las variables visuales tamaño, forma y color.

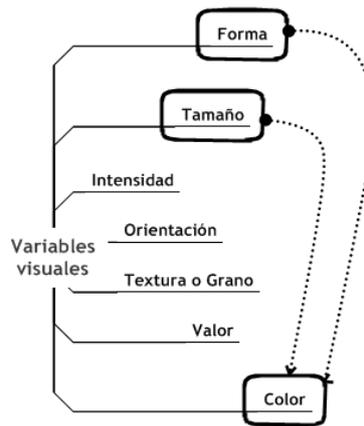


Figura 3.2. Tipos de variables visuales utilizadas en la cartografía y las orientadas a las formas geométricas.

3.2.1.2.2.1 Variables forma

Robinson lo define como “...la característica gráfica proporcionada por el aspecto distintivo de una forma regular, como por ejemplo el círculo, cuadrado o triángulo...” La variable forma es ilimitada, por lo que existe una enorme posibilidad de crear formas y permite clasificar en grupos, los hechos o fenómenos geográficos representados, así como hacer relaciones de semejanza y diferencia; es principalmente asociativa (Gómez, 2004).

3.2.1.2.2.2 Variables tamaño

Es una variable cuantitativa; expresa la proporción entre dos, tres o más magnitudes, esto es: el tamaño del símbolo varía proporcionalmente al valor de la magnitud o número absoluto o al valor relativo de los datos. Esta variable permite organizar los datos en una relación ordenada progresiva ascendente o descendente, establece las diferencias y semejanzas de magnitud (Gómez, 2004). La función de la variable tamaño es crear la magnitud de la forma, y por ello diferenciar cualquier otra variable con la que se combina.

3.2.1.2.2.3 Variables color

Esta variable visual es muy compleja, sin embargo es muy usada porque es inmediata e intensamente perceptible, de tal forma que es bastante efectivo su uso después de la variable tamaño, ya que el color contribuye a la separación de las formas y amplía las posibilidades de clasificación y de estructuración gráfica jerarquizada, o sea la relación del orden y clasificación cuantitativa e incluso cualitativa, por lo que también permite establecer relaciones de semejanza y diferencia, de ahí que el valor de la percepción del color sea selectivo y asociativo (Gómez, 2004).

3.2.1.2.3 Clasificación de las variables

A continuación se mencionara la distinción entre datos y variables. Un dato estadístico es la característica medible o descrita mediante un valor o atributo de un elemento en estudio (Contreras *et al.* 2006). Los datos corresponden a hechos discretos registrados con respecto a los fenómenos, como resultado de los cuales recibimos información acerca del mundo real. La palabra "dato" proviene del latín datum, que significa literalmente 'hecho' (Tikunov, 1996) y una variable es la representación general de un conjunto de datos sobre una misma característica (Contreras *et al.* 2006).

Para el estudio de un proceso estadístico, las variables se clasifican en cualitativas y cuantitativas (figuras 3.3).

Las variables cualitativas son aquellas que describen cualidades o atributos del objeto de estudio y las cuantitativas son las que se representan a través de un valor numérico en una recopilación de datos.

Las variables continuas son aquellas que puede presentar cualquier valor dentro de cierto intervalo (Franco y Valdez, 2003), es decir, están asociadas a un proceso de medición, esto es, si se tiene dos valores, siempre puede existir otro valor intermedio (Contreras *et al.* 2006). Una variable discreta solo puede tomar algunos valores de la escala de medición (Contreras *et al.* 2006), debido a la existencia de espacios entre estos posibles valores, es decir, que tiene modalidades que sólo adoptan algunos de los valores enteros posibles (Franco y Valdez, 2003).

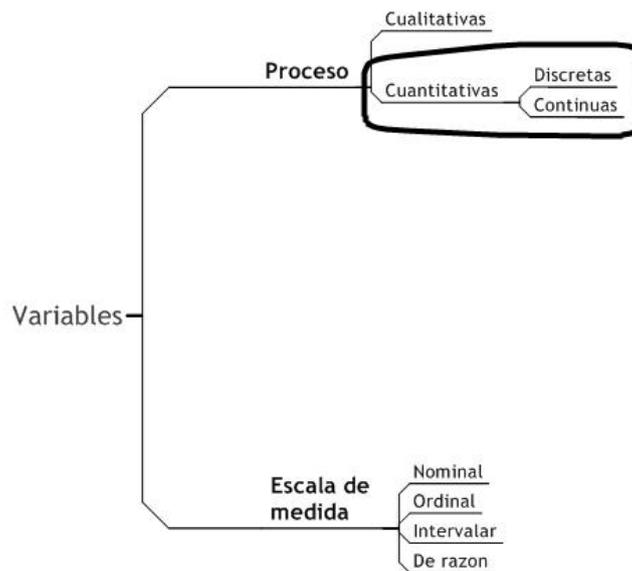


Figura 3.3. Entorno de las variables

En la estadística, cuando se realiza un estudio, debe recopilarse información sobre las características del elemento, mediante números, cualidades o atributos. Estas se clasifican en escalas de medición. Los valores obtenidos, dependiendo del tipo de dato que corresponda pueden asignarse en alguna de las cuatro escalas de la figura 3.3 (Contreras et al. 2006).

Orientando esto a las formas, las variables cuantitativas de las características de los fenómenos y hechos geográficos integran la serie de datos, dependiendo de la escala del mapa, del objetivo y asignación, estos datos pueden expresarse en (Gómez, 2004):

- *Tipo y naturaleza equivale a el proceso estadístico* que consiste en representar los valores de cada variable individual con formas cuyo tamaño varían de acuerdo con los valores de los datos de manera proporcional, para darles un tamaño conveniente. Debe tomarse en cuenta el número de datos de los que se dispone, la oscilación de los valores máximo y mínimo así como a que unidades de análisis a los que corresponden las variables. Cuando se utilizan variables individuales, se considera que los valores de los hechos o fenómenos geográficos expresados en el mapa están en una escala continua.
- *La escala de medida* consiste en reducir el conjunto de los datos, agrupándolos en clases. El agrupamiento de los datos requiere del método que exprese mejor la distribución en el territorio de los hechos y fenómenos geográficos. Al respecto se debe tener presente que si se usan pocas clases, se generaliza demasiado y muchas características se pierden. Se recomienda que el número de clases sea impar, de preferencia 3 o 5 ya que esto facilita la percepción visual selectiva en el mapa.

3.2.1.2.4 Formulas de los cartodiagramas y tipogramas

En la tabla 3.2 se da una descripción general de las formulas que sustentan la construcción de los métodos para el calculo de radio, así como las constantes y variables que el usuario debe especificar y utilizar.

Tabla 3.2. Fórmulas para el cálculo de radio de los cartodiagramas y tipogramas

Nombre	Descripción	Fórmula	Constantes y variables	Formas
Tamaños iguales	Se establece un valor para todas las formas.	---	---	Círculos Semicírculos
Regla de tres	Calcular el punto de incidencia y distancia entre lo ejes y los vértices	$X(i) = \frac{X_{\text{máx}} * L(i)}{L_{\text{máx}}}$	X (i)= valor de la longitud de cada eje graduado. Xmáx= valor máximo de	Tipograma de ejes fijos

	del polígono.		los datos. L (i)=longitud del primer eje. Lmáx=longitud máxima establecida para todos los ejes.	
	Calcular el ángulo que representa el porcentaje total de la circunferencia o media circunferencia.	$X(i) = \frac{360^\circ (n)}{X \text{ máx}}$ $X(i) = \frac{180^\circ (n)}{X \text{ máx}}$	X (i)= valor del ángulo correspondiente a cada segmento. n=dato. Xmáx= valor máximo de los datos.	Arco o halo proporcional
Método de raíces o del menor	Calcula el radio proporcional a la raíz cuadrada del número que indica esa cantidad.	$r = R \sqrt{n} / \sqrt{N}$	r = valor del radio. R= radio arbitrario. n = dato. N = valor máximo de los datos.	Círculos Semicírculos Tipograma de sectores
Método de Flannery	En base a cálculos algorítmicos se utiliza para mejorar la percepción de la proporcionalidad entre los las figuras geométricas.	(Antilogaritmo (Log(n)(0.57)))/u	n = dato. u=unidad mínima elegida.	
Rangos Intervalos iguales	Se calcula la diferencia entre el valor máximo y el mínimo del conjunto de datos, el resultado obtenido de la resta es el rango, este se divide entre el número deseado de clases.	$I = \frac{\text{Val Max} - \text{Val Min}}{\text{Clases}}$	I= intervalo igual Val Max= valor máximo Val Min= valor mínimo Clases= número de clases deseadas	

Fuente: Franco y Valdez, 2003; UAEM, 1994; Gómez, 2004.

3.2.1.2.5 Cartodiagrama

En la figura 3.4 se muestra la rama en la que se encuentran los cartodiagramas y tipogramas elegidos, así mismo las variantes consideradas en las tablas 3.3, 3.4 y 3.5 se refieren a lo siguiente:

- *Serie de datos* la manera en que se pueden mostrar diferentes series de valores de variables.
- *Estructura* es la división sectorial de los cartodiagramas.
- *Tipo* son los cartodiagramas y tipogramas.
- *Forma* es la representación visual que tiene cada cartodiagramas y tipograma.
- *Color* son el número de colores que maneja la forma.

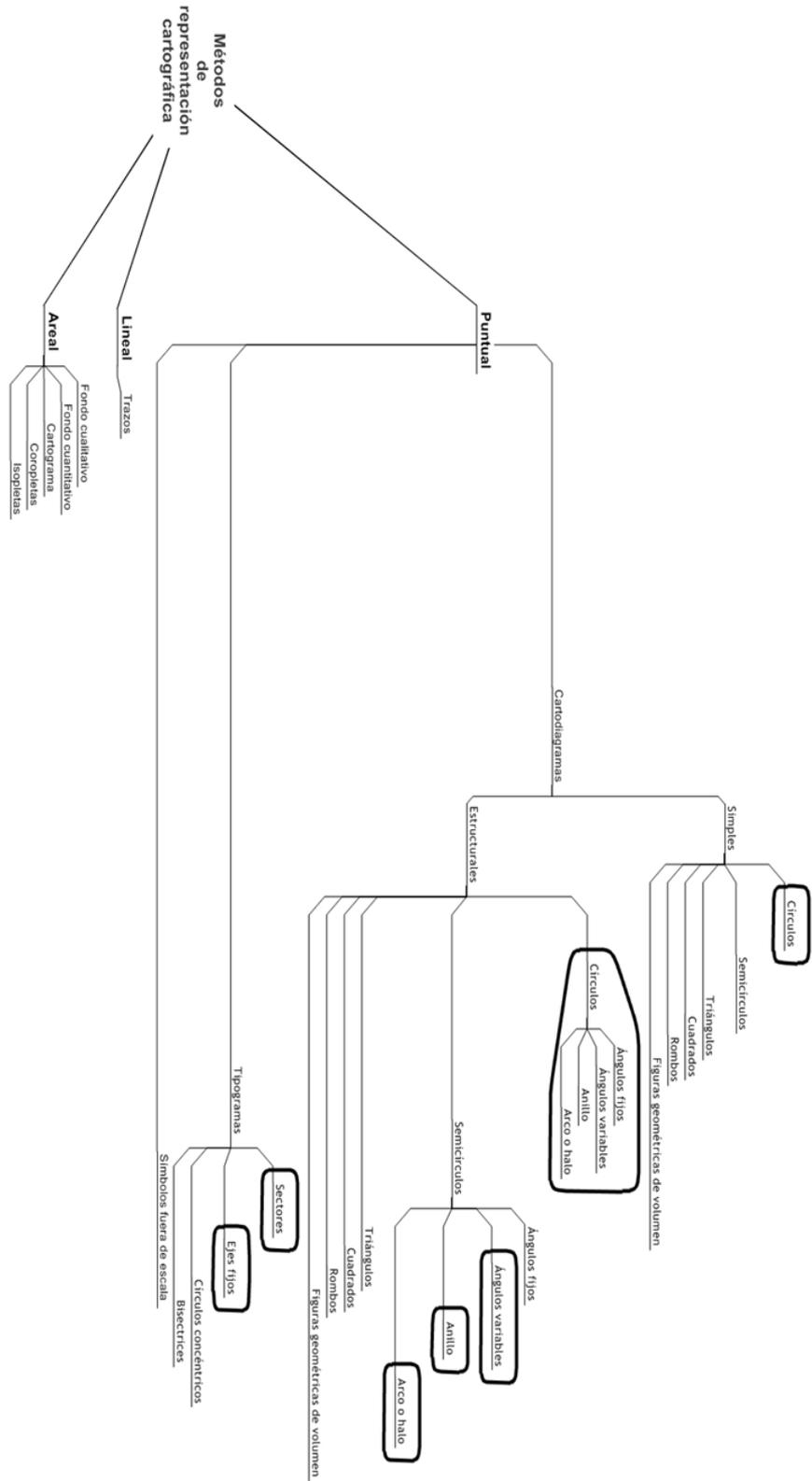


Figura 3.4. Rama en la que se encuentran los métodos de representación cartográfica puntual a utilizar

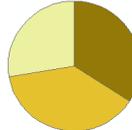
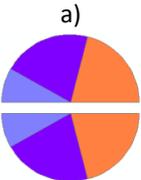
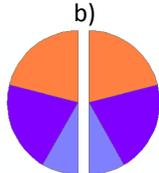
La selección de la forma de los cartodiagramas es: círculo y semicírculo, por ser una de las más representativas. En las Tablas 3.3 y 3.4 se muestran las formas seleccionadas.

Tabla 3.3. Cartodiagramas seleccionados – círculo estructura simple

Serie De Datos Estructura Tipo Forma Color	Una
	Simple o Sencilla
	Sencillo con dinámica completo
	
	Uno

Fuente: Díaz, et. al., 1992; Gómez, 2004

Tabla 3.4. Cartodiagramas seleccionados – círculo y semicírculo estructura compleja.

Serie de Datos Estructura Tipo Forma Color	Una		Dos			
	Estructural o compleja					
	Ángulos fijos	Ángulos variables	Anillo	Semicírculos a) horizontales completos b) verticales completos	Arco o halo proporcional	
						
	Más de uno				Uno (negro de preferencia)	

Fuente: Díaz, et. al., 1992; Gómez, 2004

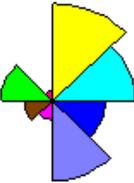
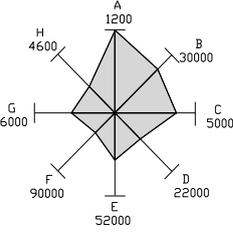
3.2.1.2.6 Tipogramas

El criterio para elegir los tipogramas fue por su forma, ya que muestra características similares del fenómeno en una misma forma, pueden ser representados valores absolutos o relativos y poseen un valor muy importante en cuanto a representación en el mapa, gracias al manejo de diversos indicadores en una forma (Franco y Valdez, 2003).

Los tipogramas seleccionados (tabla 3.5) se refieren a lo siguiente:

- *Sectores*: representan los valores absolutos medidos por la magnitud del radio correspondiente (Franco y Valdez, 2003). Pueden mostrarse sectores como lo permita la visibilidad de la forma. Los sectores a representar tendrán el mismo ángulo de apertura (UAEM, 1994).
- *Ejes fijos*: representa valores independientes (Franco y Valdez, 2003). Mantiene la forma de ejes radiales, dibujándose tantos ejes, como indicadores se tengan y muestra resultados con valores absolutos o relativos. Cada indicador tendrá su propia escala, la cual puede estar expresada en cada unidad de medida, de manera generalizada para todos los indicadores o también, cada indicador puede representarse con su propia unidad de medida; por lo que, veremos combinar en una misma forma toneladas, hectáreas, porcentajes, etc. (UAEM, 1994).

Tabla 3.5. Tipogramas seleccionados.

Serie de datos	Más de dos	
Estructura	Estructural	
Tipo	1.- Sectores	2.- Ejes fijos
Forma		
Color	Más de uno	Uno

Fuente: Franco y Valdez, 2003; Gómez, 2004

3.2.1.2.7 Simbología

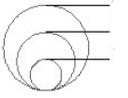
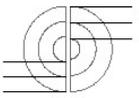
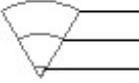
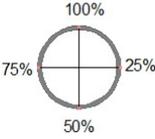
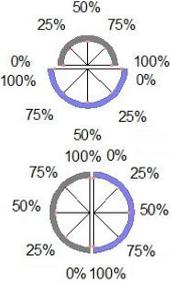
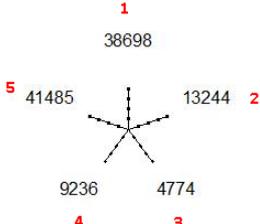
La leyenda es un instrumento de comunicación eficiente y una explicación de los signos, símbolos, colores, que han sido utilizados en el mapa que no son auto-explicables.

Según Moreno (2006) hay que tener presente que el simbolizar los datos implica la elección de los colores y símbolos que representan los elementos, además de agruparlos y clasificarlos de

acuerdo a sus valores, y para hacerlo de forma correcta se deben tener nociones básicas de semiología gráfica, “ciencia que explica la manera correcta de utilizar toda la simbología que transmite información”. Cuando se aplica correctamente las reglas y los medios gráficos disponibles, el mapa cumple con sus funciones primordiales: ser un instrumento de investigación y un eficaz medio de comunicación de los resultados.

Es así que en un cartodiagrama y tipograma, es importante que cuente con la simbología, que va a variar de acuerdo al método de representación que se utilice (tabla 3.6).

Tabla 3.6. Simbología

Nombre del símbolo	Símbolo proporcional	Métodos de representación cartográfica puntual en que se aplica.
Ábaco		Cartodiagrama de círculo sencillo con dinámica completo. Cartodiagrama de círculo con ángulos fijos. Cartodiagrama de círculo con ángulos variables. Cartodiagrama de anillo
		Cartodiagrama de semicírculos
		Tipograma de sectores.
Arco o halo proporcional		Halo
		Semihalo
Ejes fijos		Tipograma de ejes fijos.

Fuente: Orozco *et. al.*, 2004, Gómez, 2004; Florez y Thomas., 1992

3.2.2 Modelo inicial

El objetivo de este punto es que una vez familiarizados con la idea principal del tema, el siguiente paso es construir un modelo inicial, donde se da una descripción de los procesos, para que se tenga una comprensión de un todo, el cual tiene que ser expresado desde la perspectiva del usuario, es decir, en como llevaría la realización de los cartodiagramas y tipogramas en forma manual. En la figura 3.5 se esquematiza la simbología a utilizar en los casos de uso.

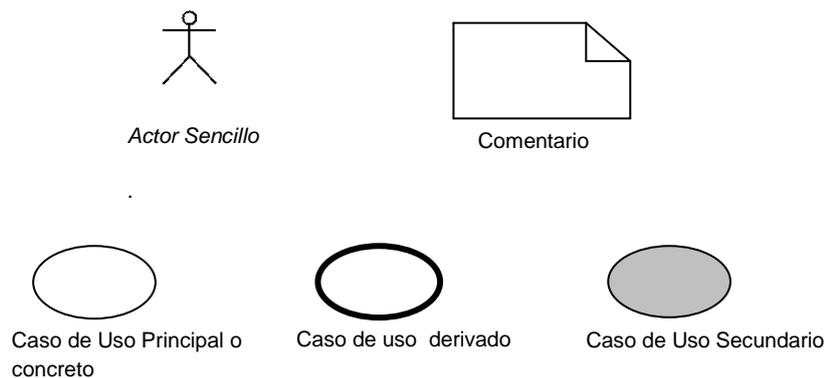


Figura 3.5. Esquematización y descripción de la simbología a utilizar en los casos de uso.

Descripción de los casos de uso (figura 3.6) obtenidos de los requisitos iniciales:

- *Usuario* es el actor que inicia los casos de uso, este es alguien interesado en obtener un análisis mediante los MRCP propuestos, es decir, si el “Usuario” no inicia o lleva a cabo un estudio que los involucre, el caso nunca ocurre. Los datos espaciales que son proporcionados son introducidos por él mismo, lo que desencadena el uso de los cartodiagramas y tipogramas, de no ser así, tampoco ocurre el caso. Por estas razones el actor es el llamado en sentido estricto “Usuario” porque no se limita a un tipo de persona específico, pero si con conocimientos básicos referentes a la cartografía y las formas.
- *Base Cartográfica* es el escenario general donde se conciben las operaciones o acciones relativas a la base cartográfica como son el modelo de datos, unidades de observación, la proyección, coordenadas, escala y la simbología.
- *Selección Método* esta enfocado a los métodos de representación cartográfica a utilizar: cartodiagramas y tipogramas.

- *Base Matemática* esta enfocado a la correcta aplicación de las fórmulas de raíces, flannery, regla de tres, rangos y ángulos.

El paso siguiente es decidir cual de estos casos de uso también son requisitos del módulo, es así que se pretende refinar la lista de requisitos iniciales, sumando, modificando y eliminando hasta que se tenga claro el contexto que rodea a los cartodiagramas y tipogramas. De los casos de uso de los requisitos iniciales se determinara que procesos o casos es necesario automatizar.

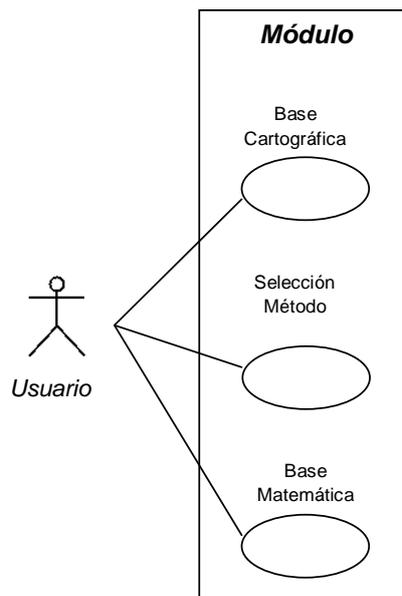


Figura 3.6. Caso de uso concreto Contexto General

La descripción del caso de uso “Base Cartográfica” (figura 3.7) se refiere a que las bases cartográficas están referidas a cómo se debe presentar la información geográfica, esta misma deberá estar definida a un modelo de datos, que para los fines del presente proyecto, es el vector. En este tipo de modelo se tienen considerado tres tipos de unidades de observación (puntos, líneas y polígonos), de ellas los polígonos son los que se utilizaran. Esta misma información ya debe traer considerada la proyección, coordenadas y escala. Por lo que los primeros 5 puntos son requisitos no necesarios a automatizar, pues son del dominio del usuario y la base para aplicar un método sobre el mapa, sin embargo, es necesario que lleve estas características para generar una representación cartográfica ideal, sin embargo, no esta en el control del módulo.

En cuanto los puntos 6 y 7 (figura 3.7) son requisitos necesarios. Las unidades de medida son un requisito fundamental para la base matemática de los cartodiagramas y tipogramas; y la

simbología, lo es porque el mapa contiene las formas utilizadas, que deberán ser fácilmente interpretables, ya que se necesitara una adecuada y fácil lectura de ellas.

Caso de uso: Base Cartográfica	
Descripción paso por paso:	
1.	Modelo de datos
2.	Unidades de observación
3.	Proyección
4.	Coordenadas
5.	Escala
6.	Unidades de medida
7.	Simbología

Figura 3.7. Descripción del caso de uso Base Cartográfica

La descripción del caso de uso “Selección Método” se refiere a los métodos de representación cartográfica a utilizar (figura 3.8). Del punto 1 al 4, se les puede aplicar una combinación de anillo, halo o ambos. El anillo puede construirse solo o puede estar en los primeros cuatro cartodiagramas. En cuanto al halo depende de los cinco cartodiagramas anteriores para que se construya. En los tipogramas no se hace ninguna combinación.

Caso de uso: Selección Método	
Descripción paso por paso:	
1.	Cartodiagrama de círculo sencillo con dinámica completo.
2.	Cartodiagrama de círculo con ángulos fijos.
3.	Cartodiagrama de círculo con ángulos variables.
4.	Cartodiagrama de semicírculos estructurados.
5.	Cartodiagrama de anillo.
6.	Cartodiagrama de arco o halo proporcional.
7.	Tipograma de sectores.
8.	Tipograma de ejes fijos.

Figura 3.8. Descripción del caso de uso Selección Método

Dicho de otra manera se crearan dos divisiones imaginarias dentro de los cartodiagramas, “Base” y “Combinada”. En la “Base” se consideran cinco métodos y en la combinada dos. Como se puede observar en la figura 3.9 el anillo esta en ambas divisiones, lo que significa, que si se construye un anillo, a este no se le podrá incorporar el mismo, solamente el halo.

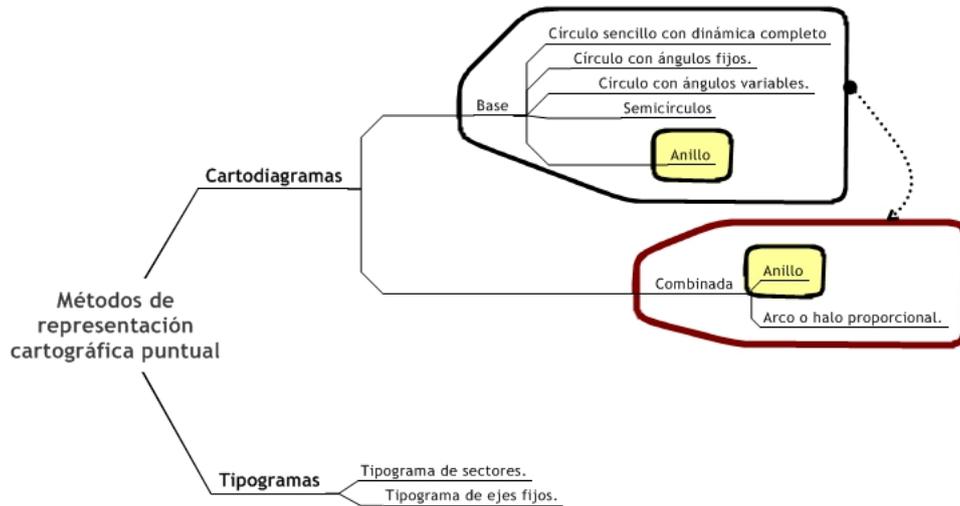


Figura 3.9. Descripción del funcionamiento del caso de uso “Selección Método”

A continuación se muestra el tipo de combinaciones de los métodos seleccionados, estos mismos pueden tener o no tamaño variable (tabla 3.7 a 3.10).

Tabla 3.7. Dinámica de construcción – círculo sencillo con dinámica completo

Ángulos fijos / variables	Anillo		Arco o halo	
	Variable	Fijo	Variable	Fijo
Variable				
Fijo	[Celdas vacías]			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.8. Dinámica de construcción – círculo de ángulos fijos

Ángulos		
	Anillo	Arco o halo
fijos / variables		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.9. Dinámica de construcción – círculo de ángulos variables

Ángulos		
	Anillo	Arco o halo
fijos / variables		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.10. Dinámica de construcción – anillo

Anillo	Arco o halo
--------	-------------



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.11. Dinámica de construcción – semicírculo

Ángulos variables	Anillo	Arco o halo

Fuente: Elaboración propia

La descripción del caso de uso “Base Matemática” se refiere a las bases matemáticas que sostienen la construcción de las forma (figura 3.10). Para ello se deben tener presente el tamaño y la división a la que pertenece.

Caso de uso: Base matemática
Descripción paso por paso: 1. Seleccionar el método para calcular el radio, según sea el caso: 1.1 Tamaños iguales 1.2 Regla de tres 1.3 Flannery 1.4 Raíces 1.5 Rangos 2. Según método determinar ángulo: 2.1 Fijo 2.2 Variable

Figura 3.10. Descripción del caso de uso Base Matemática

Para el tamaño de la forma se tiene (punto 1 de la figura 3.10):

- Igual: definido por un valor numérico.
- Variable: definido por una variable numérica.

Para la estructura el tipo de división es (punto 2 de la figura 3.10):

- Simple por tamaños variables.
 - Cartodiagramas de círculo con dinámica sencillo completo.
- Complejo
 - Tamaños iguales.
 - Cartodiagrama de círculo con ángulos fijos.
 - Cartodiagrama de círculo con ángulos variables.
 - Cartodiagrama de semicírculos.
 - Cartodiagrama de anillo.
 - Cartodiagrama de arco o halo proporcional.
 - Tamaños variables.
 - Cartodiagrama de círculo con ángulos fijos.
 - Cartodiagrama de círculo con ángulos variables.

- Cartodiagrama de semicírculos.
- Cartodiagrama de anillo.
- Cartodiagrama de arco o halo proporcional.
- Tipograma de sectores.
- Tipograma de ejes fijos.

Lo que significa que para la estructura simple solo se utilizaran tamaños variables con las formulas de flannery, raíces y rangos; y para la estructura compleja se utilizaran tamaños iguales y variables con las fórmulas regla de tres, flannery, raíces y rangos según sea el caso. En cuanto a los ángulos solo aplican a la forma compleja, este puede ser fijo o variable según sea el caso, finalmente se tiene el cálculo del centro del polígono en donde se insertaran las formas geométricas (figura 3.11).

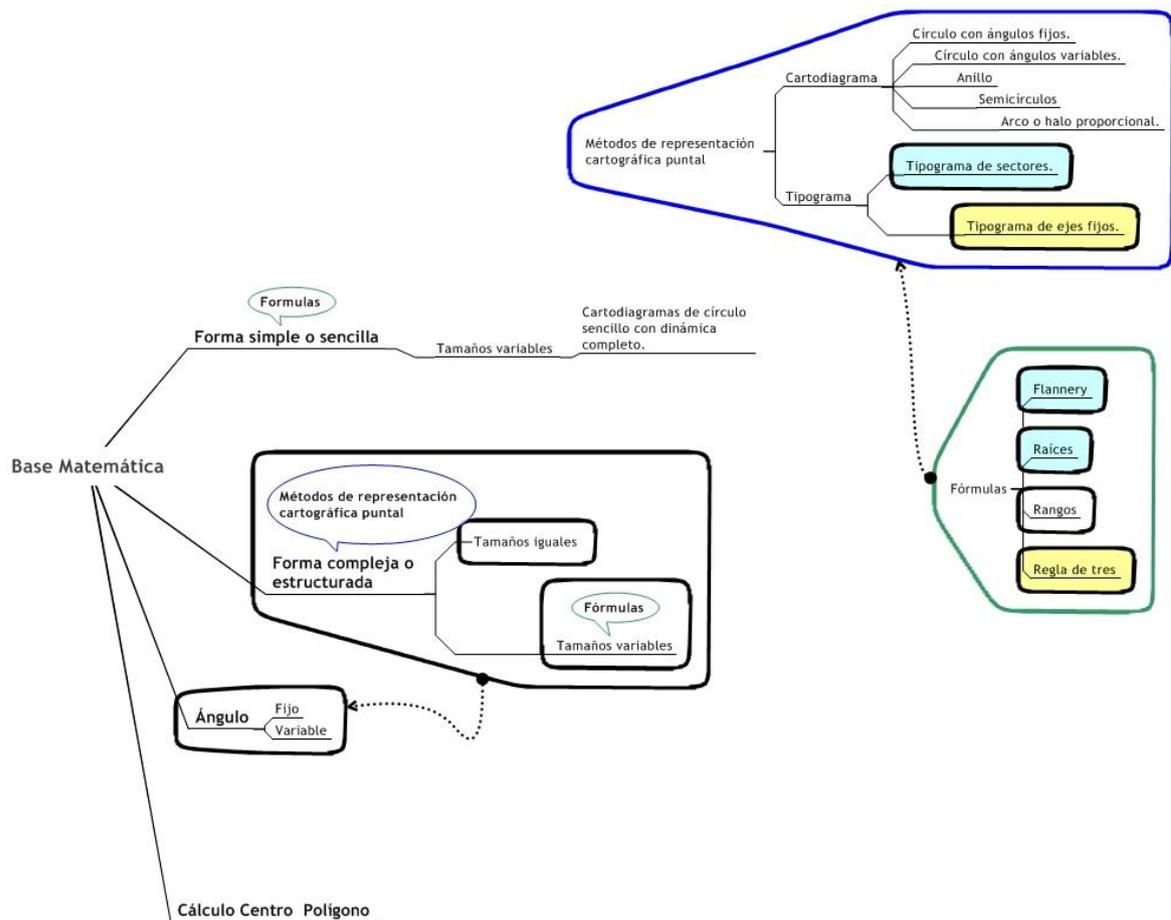


Figura 3.11. Descripción del funcionamiento del caso de uso Base Matemática

Finalmente, no se puede concebir el caso de uso “Contexto General” de manera lineal, existe una interacción entre sus casos de uso (figura 3.12), donde el actor utiliza directamente la base

cartográfica, la selección del método y la base matemática. En la base cartográfica se aplican los métodos de representación cartográfica necesarios, ambos a su vez necesitan de la base matemática que fundamente un uso y representación de forma idónea.

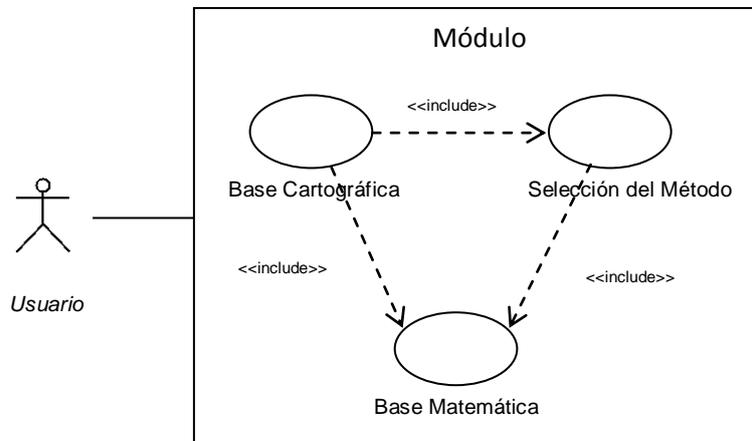


Figura 3.12. Interacción entre los casos de uso concretos del Contexto General.

3.2.2.1 Requerimientos iniciales

El objetivo de los requerimientos iniciales es a partir del modelo inicial que debe decidir cual de los casos de uso son requisitos del módulo que se va a construir, por lo que se refina la lista de los requisitos iniciales resultantes, sumando, modificando, o eliminándolos hasta que los requisitos sean satisfactorios y no queden dudas al respecto (Schach, 2005).

En el caso de uso del contexto general se determino que la base cartográfica no es necesaria automatizar, por lo que forma parte de requisitos no funcionales, pero si será necesaria crear una condición para que de pie al funcionamiento del módulo, donde la unidad de observación deberá ser de polígonos y las unidades de distancia deberán estar determinadas en metros, por lo que este caso desaparece. Se deriva el caso de uso Simbología que será la representación para la interpretación de cada una de los cartodiagramas y tipogramas seleccionado sobre el mapa.

El caso de uso “Selección del Método” se divide en 8 casos más, debido a que cada método tiene una forma particular de elaborarse y se deben de abordar de manera personalizada.

En cuanto al caso de uso “Base Matemática” del método, se desglosan en cálculo del radio y del ángulo, el cual fue considerado como único previamente. El cálculo del radio es un previo para el cálculo del ángulo, por lo que conservara esta jerarquía al momento de concebirlas. Es así que los diagramas de casos de uso quedan como la figura 3.13.

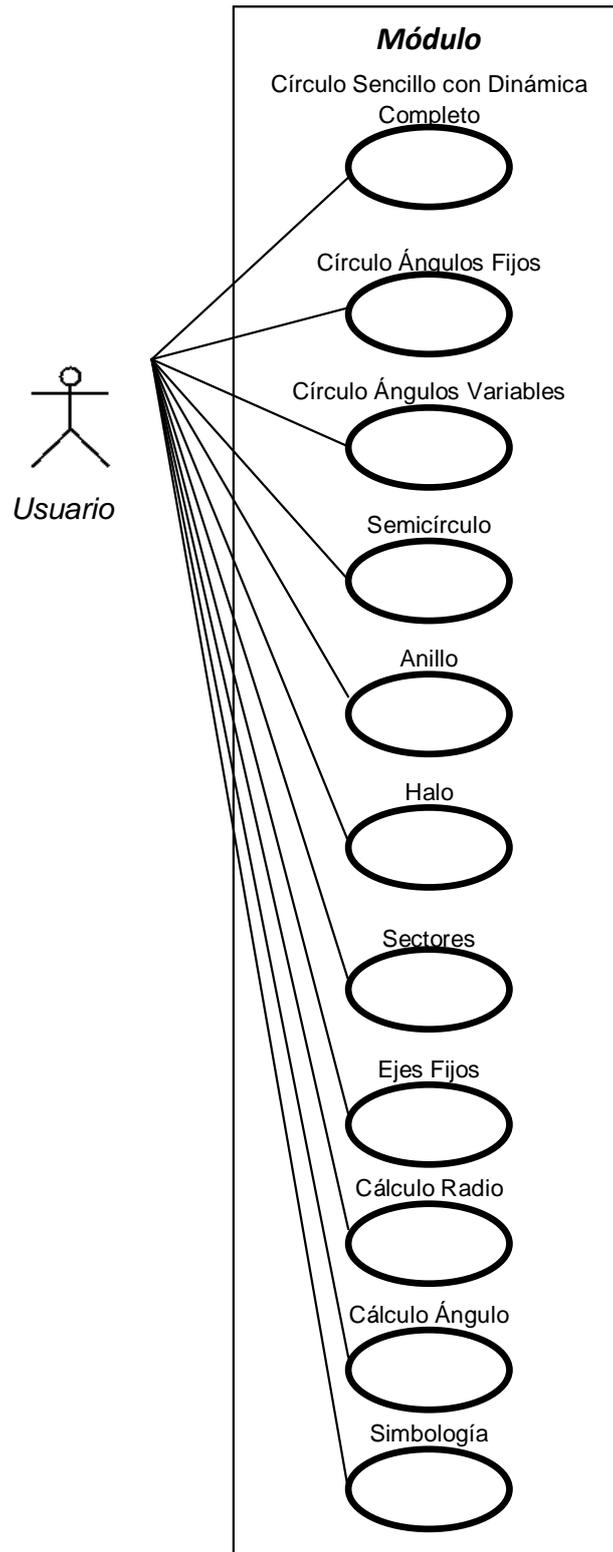


Figura 3.13. Primera iteración del diagrama de casos de uso derivados del Contexto General

3.2.2.2 Descripción de los casos de uso.

Para aplicar cada caso de uso se tendrá previsto que:

- La información cartográfica deberá estar en modelo vectorial, en unidades de observación de polígonos, lo que implica que tenga una tabla asociada.
- Las unidades de medida de distancia deberán estar definidas en metros.

3.2.2.2.1 Caso de uso Círculo Sencillo con Dinámica Completo

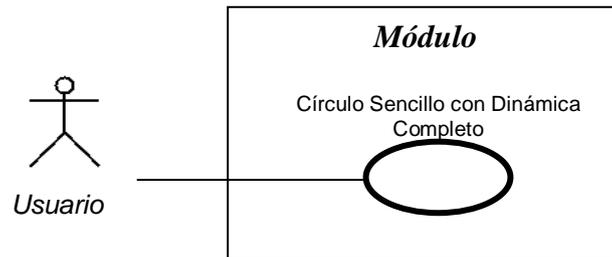


Figura 3.14. Iteración del diagrama de caso de uso del Círculo Sencillo con Dinámica Completo

<p>Breve descripción El caso de uso Círculo Sencillo con Dinámica Completo permite al usuario construir el mismo.</p>
<p>Descripción paso por paso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determina la variable a aplicar. Esta debe ser numérica. 2. Se ordena la serie de datos para obtener el valor máximo o mínimo, y calcula el tamaño variable del radio con los métodos de flannery, raíces o rangos, según sea elección. <ol style="list-style-type: none"> 1.2.1 Si "raíces" entonces se determina el valor máximo en cm para el círculo más grande. 1.2.2 Si "flannery" entonces se determina el valor mínimo en cm para el círculo más pequeño. 1.2.3 Si "rangos" entonces se determina el número de intervalos y el incremento entre ellos.

Figura 3.15. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso del Círculo Sencillo con Dinámica Completo

3.2.2.2.2 Caso de uso **Círculo Ángulos Fijos**

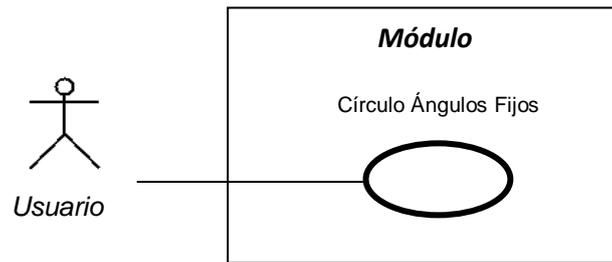


Figura 3.16. Iteración del diagrama de caso de uso del **Círculo Ángulos Fijos**

<p>Breve descripción El caso de uso Círculo Ángulos Fijos permite al usuario construir el mismo.</p>
<p>Descripción paso por paso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determina el tipo de tamaños a manejar (iguales o variables). <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Si “tamaños iguales” entonces se elije un valor para el radio a aplicar de todos los círculos. 1.2 Si “tamaños variables” entonces determinar la variable a aplicar. Esta debe ser numérica. Se ordenan la serie de datos para obtener el valor máximo o mínimo, y calcula el tamaño del radio con los métodos de flannery, raíces o rangos, según sea elección. <ol style="list-style-type: none"> 1.2.1 Si “raíces” entonces se determina el valor máximo en cm para el círculo más grande. 1.2.2 Si “flannery” entonces se determina el valor mínimo en cm para el círculo más pequeño. 1.2.3 Si “rangos” entonces se determina el número de intervalos y el incremento entre ellos. 2. Para su estructura se determinan las variables a usar y se calcula el ángulo fijo.

Figura 3.17. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso del **Círculo Ángulos fijos**

3.2.2.2.3 Caso de uso **Círculo Ángulos Variables**

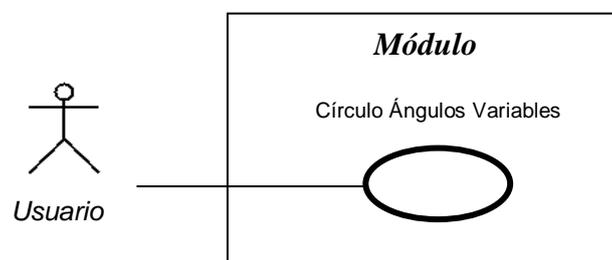


Figura 3.18. Iteración del diagrama de caso de uso del **Círculo Ángulos Variables**

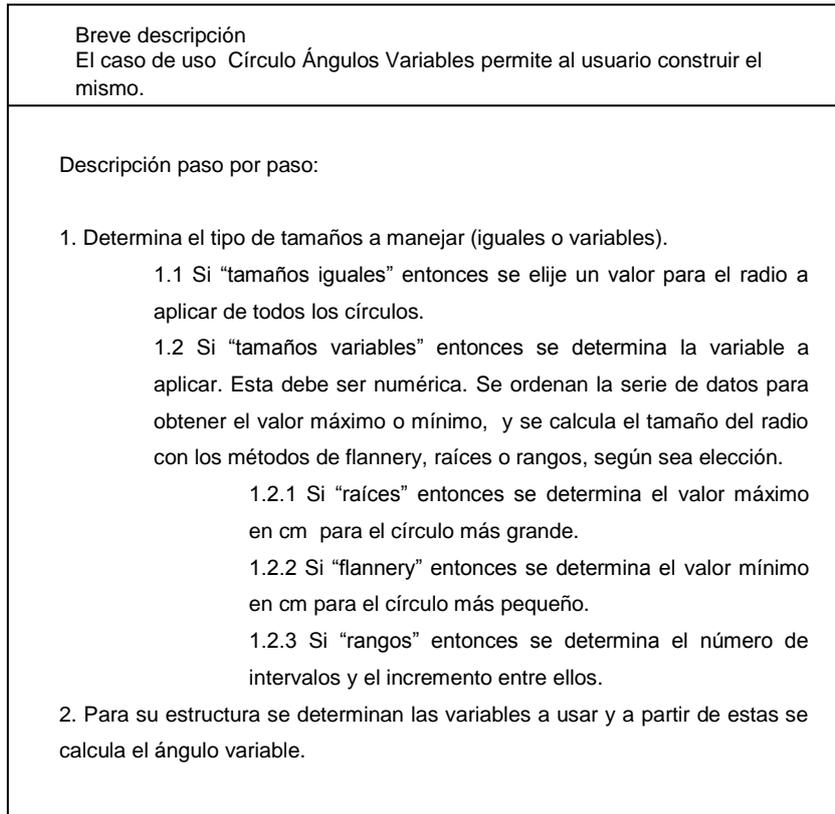


Figura 3.19. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso *Círculo Ángulos Variables*

3.2.2.2.4 Caso de uso Semicírculo

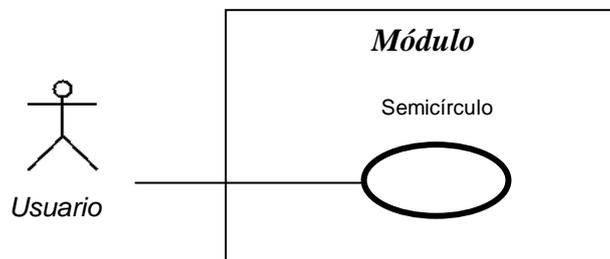


Figura 3.20. Iteración del diagrama de caso de uso del Semicírculo

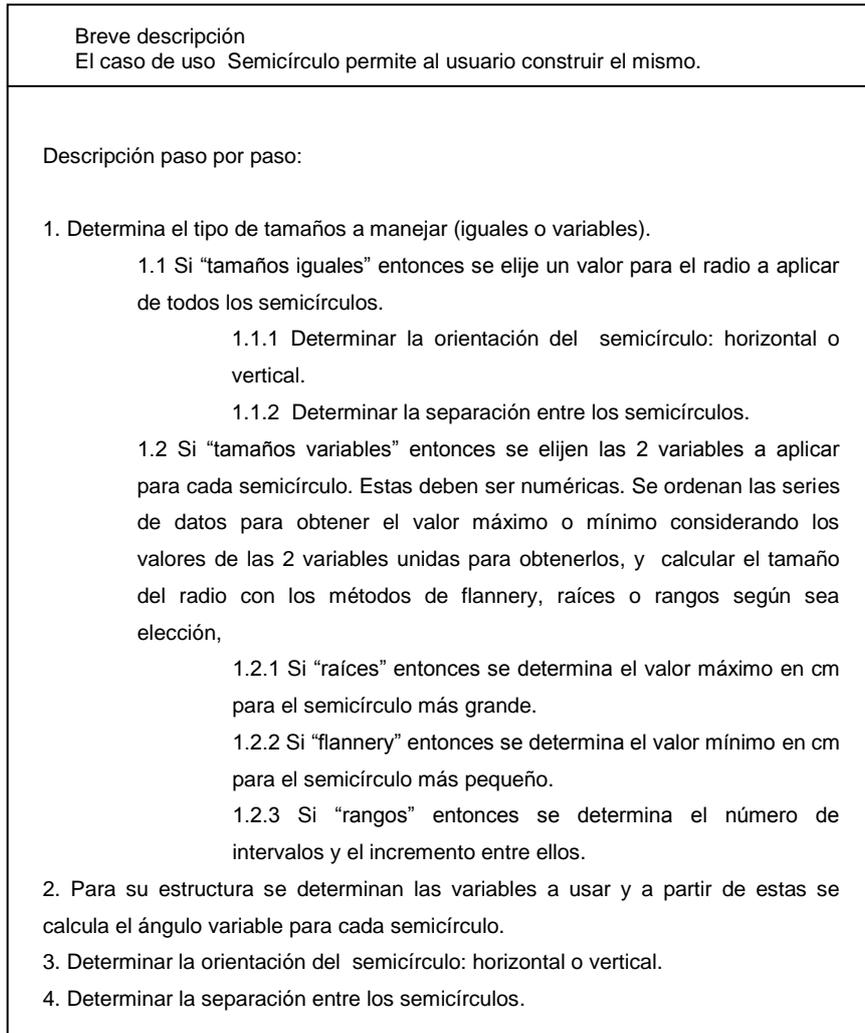


Figura 3.21. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso del uso del Semicírculo

3.2.2.2.5 Caso de uso Anillo

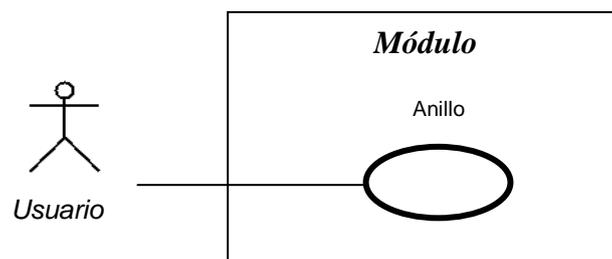


Figura 3.22. Iteración del diagrama de caso de uso del Anillo

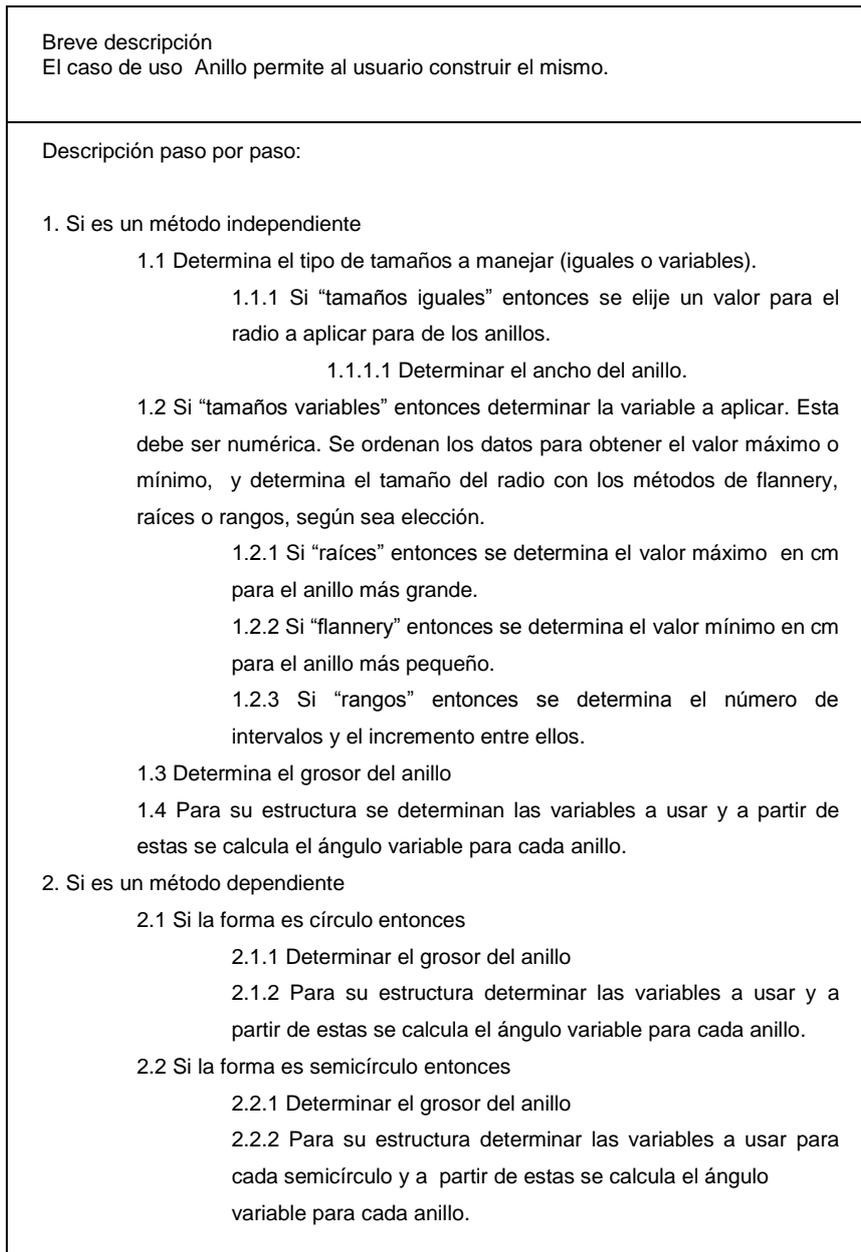


Figura 3.23. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso del Anillo

3.2.2.2.6 Caso de uso Halo

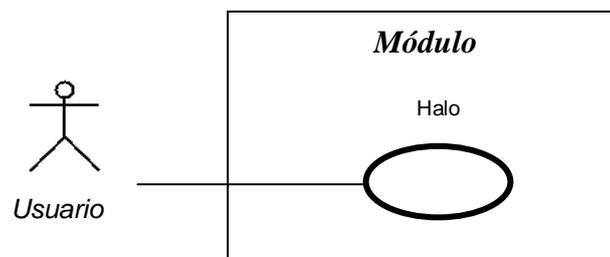


Figura 3.24. Iteración del diagrama de caso de uso del Halo

La descripción de la figura 3.25, se refiere a que la elección del halo implica que siempre deberá estar precedida por un cartodiagrama, es decir, este será su base, de lo contrario, no podrá efectuarse su construcción ni llevarse a cabo el contenido de la descripción.

<p>Breve descripción El caso de uso Halo permite al usuario construir el mismo.</p>
<p>Descripción paso por paso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se elige un cartodiagrama. 2. Se determina el ancho a aplicar para el halo. 3. Se determinan la variable(s) a usar y se calcula su ángulo(s) mediante la regla de tres. El resultado será un arco(s) angular que representa el porcentaje respecto al total.

Figura 3.25. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso del Halo

3.2.2.2.7 Caso de uso Sectores

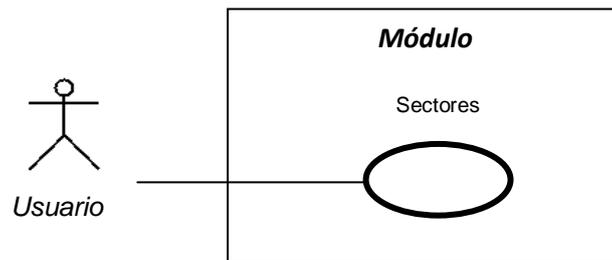


Figura 3.26. Iteración del diagrama de caso de uso Sectores

<p>Breve descripción El caso de uso Sectores permite al usuario construir el mismo.</p>
<p>Descripción paso por paso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar las variables a aplicar. Estas deben ser numéricas. Se ordenan los datos para obtener el valor máximo o mínimo, y se calcula el tamaño del radio con los métodos de flannery o raíces, según sea elección. <ol style="list-style-type: none"> 1.2.1 Si "raíces" entonces se determina el valor máximo para sector más grande. 1.2.2 Si "flannery" entonces se determina el valor mínimo para el sector más pequeño. 2. En base al número de variables a usar se determina su ángulo fijo.

Figura 3.27. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso Sectores

3.2.2.2.8 Caso de uso Ejes Fijos

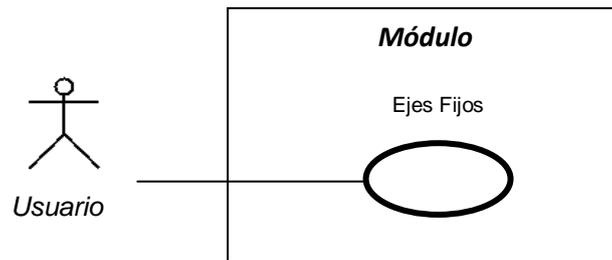


Figura 3.28. Iteración del diagrama de caso de uso Ejes Fijos

<p>Breve descripción El caso de uso Ejes Fijos permite al usuario construir el mismo.</p>
<p>Descripción paso por paso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar las variables a aplicar. Estas deben ser numéricas. 2. Se determina el valor de la medida de los ejes. 3. En base al número de variables elegidas se determina el número de ejes y por lo tanto, su ángulo fijo. 4. Se ordenan la serie de datos para obtener el valor máximo, 5. Determinar el punto de incidencia en base a su longitud sobre cada eje a escala graduada, para la unión de los vértices del polígono con la regla de tres, donde, la longitud mayor que alcanzan los ejes se iguala al máximo valor de cada variable (cálculo del radio).

Figura 3.29. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso Ejes Fijos

3.2.2.2.9 Caso de uso Cálculo Radio

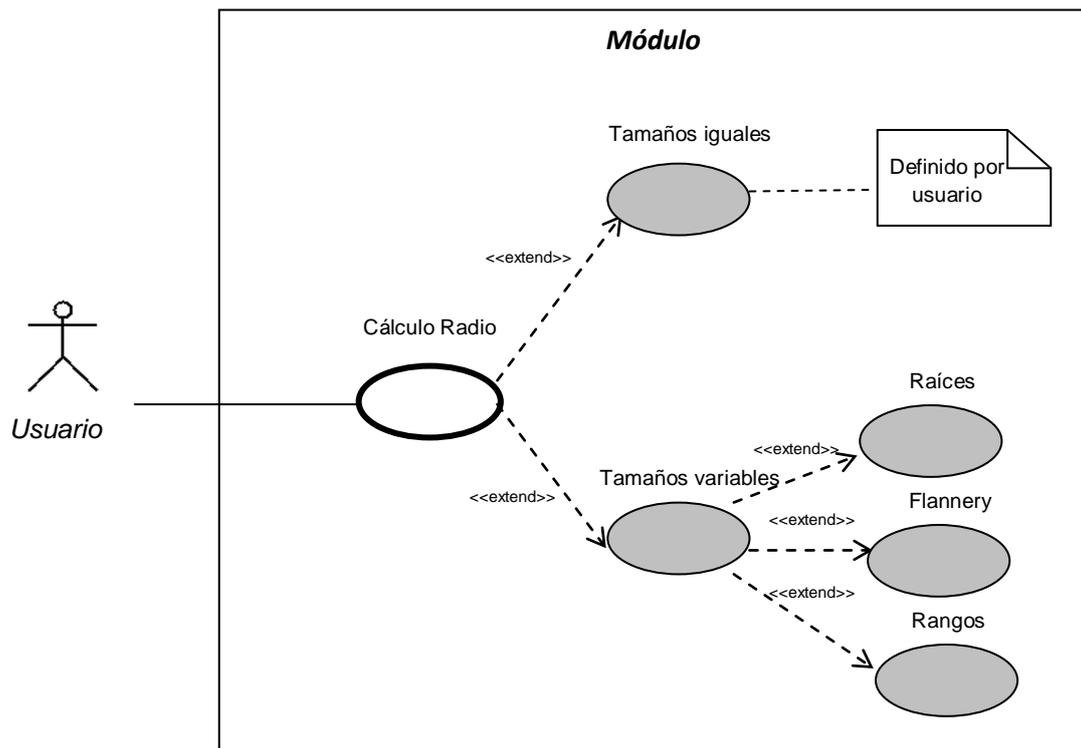


Figura 3.30. Iteración del diagrama de caso de uso del Cálculo Radio

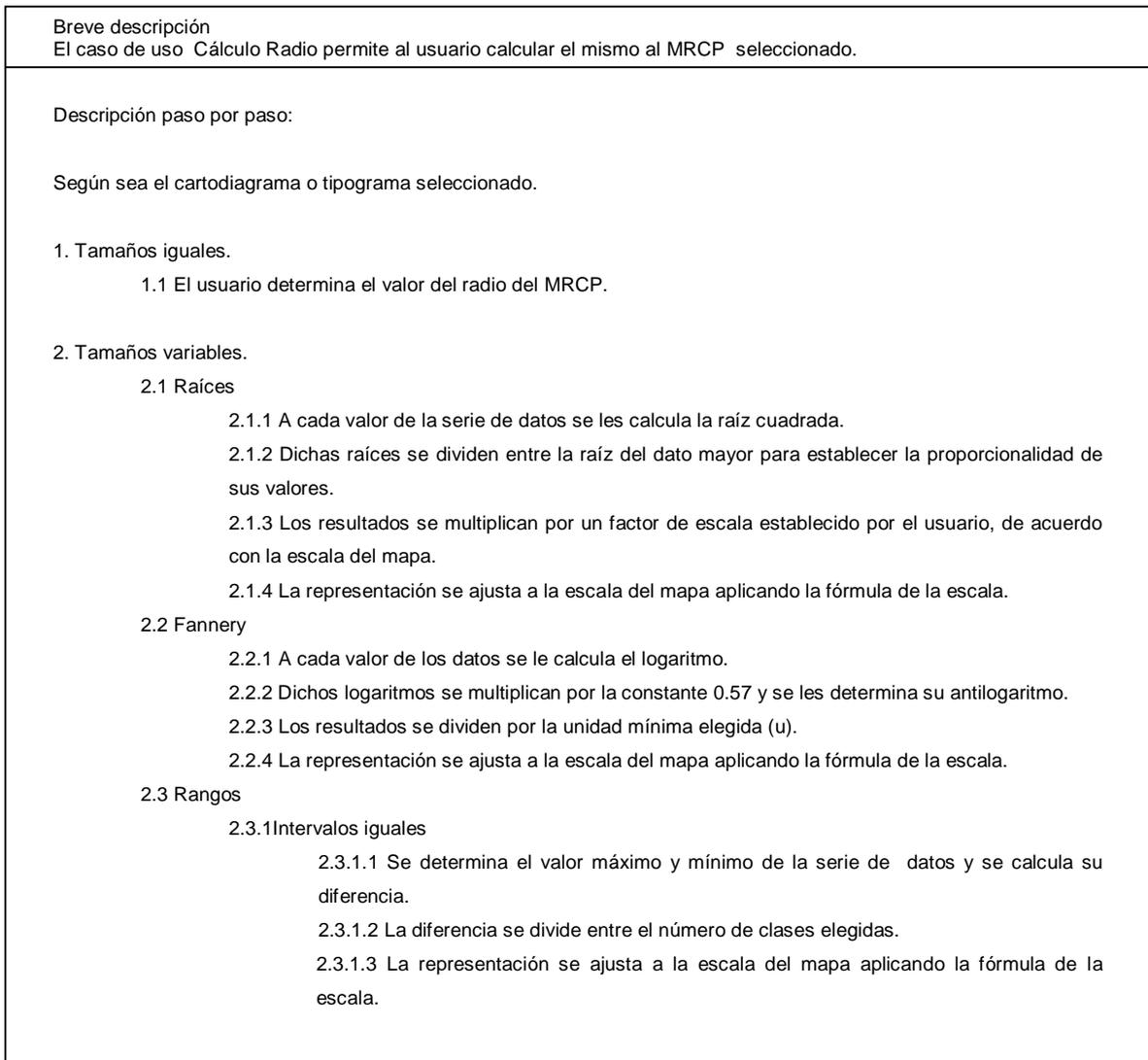


Figura 3.31. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso del Cálculo Radio

El caso de uso Cálculo Radio se deriva otro que se llamara Calculo Regla Tres (figura 3.32), debido a que el caso anterior no se puede aplicar al Tipograma de ejes fijos y la regla de tres toma diferente enfoque para un cartodiagrama de un tipograma, específicamente de ejes fijos.

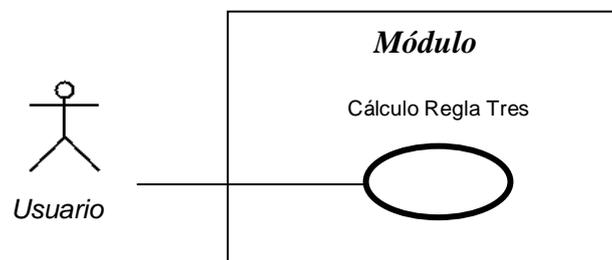


Figura 3.32. Iteración del diagrama de caso de uso del Cálculo Regla Tres

<p>Breve descripción El caso de uso Cálculo Regla Tres permite al usuario calcular el tipograma de ejes fijos</p>
<p>Descripción paso por paso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Regla de tres, si y solo si el método es igual a el tipograma de ejes fijos. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Se determina la longitud máxima definida para todos los ejes teniendo en cuenta la escala del mapa. 1.2 Se determina el valor máximo de los datos. 1.3 La longitud mayor que alcanzan los ejes se iguala al máximo valor de la serie de datos. 1.4 Se multiplica el valor arbitrario para la longitud por cada valor de la serie de datos. 1.5 El resultado se divide entre el valor máximo de cada valor de la serie de datos del eje correspondiente. 1.6 La representación se ajusta a la escala del mapa aplicando la fórmula de la escala.

Figura 3.33. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso Cálculo Regla Tres

3.2.2.2.10 Caso de uso Cálculo Ángulo

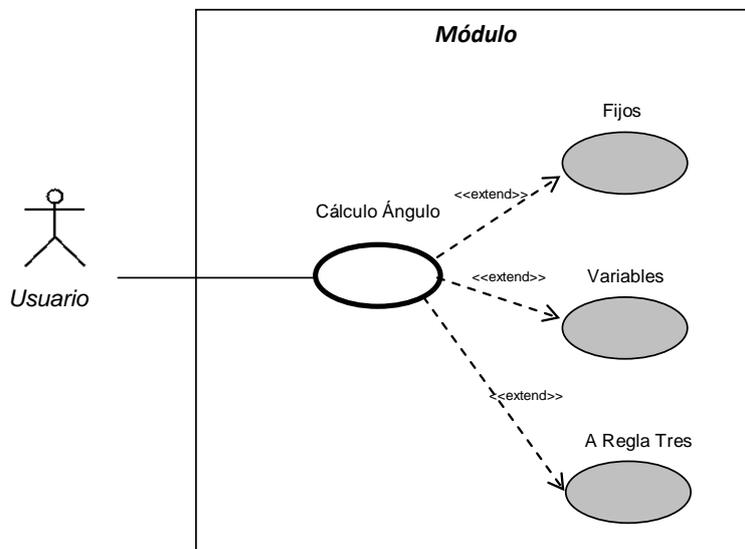


Figura 3.34. Iteración del diagrama de caso del uso de Cálculo Ángulo

<p>Breve descripción El caso de uso Cálculo Ángulo permite al usuario calcular el mismo sobre el MRCP seleccionado</p>
<p>Descripción paso por paso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Según método seleccionado se calcularan ángulos fijos o variables. <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Si "Fijos" entonces <ol style="list-style-type: none"> 1.1.1 Contar el número de variables. 1.1.2 Dividir el número de variables obtenido entre 360° o 180° según se trate del MRCP elegido. 1.2 Si "Variables" entonces <ol style="list-style-type: none"> 1.2.1 Sacar la suma de los datos de los registros. 1.2.2 Tomar el valor correspondiente de de la serie de datos y multiplicarlo por 360° o 180° según se trate del MRCP elegido. 1.2.3 Dividir el resultado entre la suma obtenida de los registros. 1.3 Regla de tres si el método es igual a Arco o Halo proporcional <ol style="list-style-type: none"> 1.3.1 Se determina el valor máximo de la serie de datos. 1.3.2 Se multiplican los grados por el valor correspondiente a la serie de datos. 1.3.3 El resultado se divide entre el valor máximo de la serie de datos.

Figura 3.35. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso del Cálculo Ángulo

3.2.2.2.11 Caso de uso Simbología.

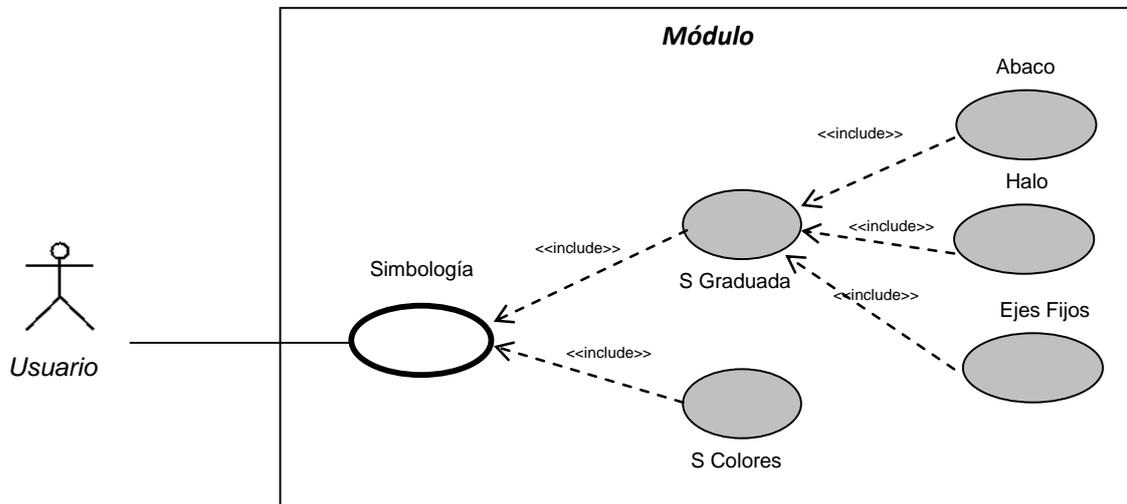


Figura 3.36. Iteración del diagrama de caso de uso del Simbología

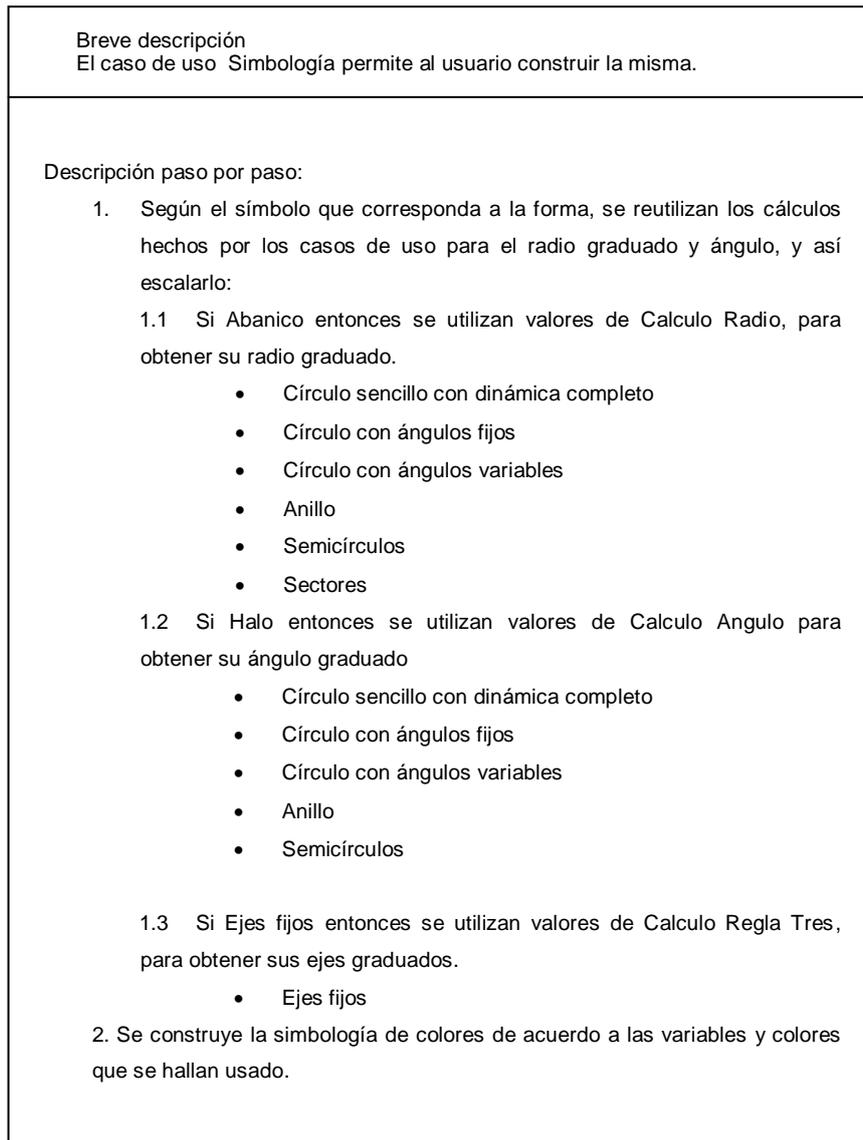


Figura 3.37. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso Simbología

3.2.2.2.12 Caso de uso Obtención Máximos Mínimos.

El caso de uso de la figura 3.36 Y 3.37 hasta el momento había sido omitido, es una acción que el usuario ejecuta antes de crear o calcular un MRCP.

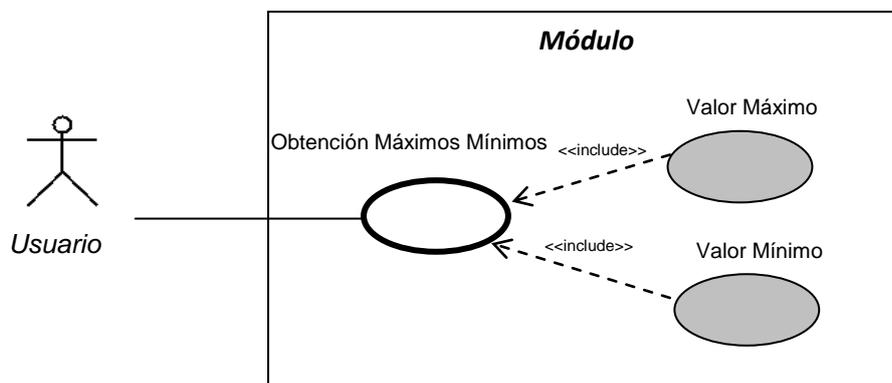


Figura 3.38. Iteración del diagrama de caso de uso Obtención Máximos Mínimos

<p>Breve descripción El caso de uso Obtención Máximos Mínimos permite al usuario obtener los mismos</p>
<p>Descripción paso por paso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Si valor máximo entonces el método de cálculo es igual a regla de tres, raíces y rangos de intervalos iguales. <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Verificar que la serie de datos sea numérica 1.2 Ordenar la serie de datos. 1.3 Obtener el valor máximo. 2. Si valor mínimo entonces el método de cálculo es igual a flannery y rangos de intervalos iguales. <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Verificar que la serie de datos sea numérica 2.2 Ordenar la serie de datos. 2.3 Obtener el valor mínimo

Figura 3.39. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso Obtención Máximos Mínimos

3.2.2.2.13 Caso de uso Calcula Escala.

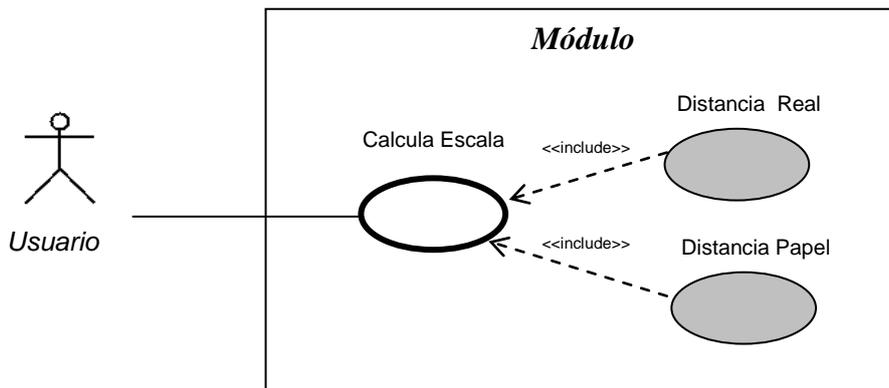


Figura 3.40. Iteración del diagrama de caso de uso Calcula Escala

<p>Breve descripción El caso de uso Calcula Escala permite al usuario obtener la misma.</p>
<p>Descripción paso por paso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Obtención de la distancia real: <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Escala de mapa (E). 1.2 Medida en el mapa en cm (M). 2 Obtención de la distancia papel: <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Medida en el terreno (T) en m. 2.2 Escala de mapa (E).

Figura 3.41. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso Calcula Escala

3.2.2.2.14 Caso de uso Obtener Color.

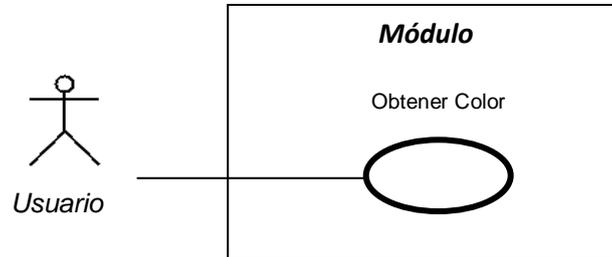


Figura 3.42. Iteración del diagrama de caso de uso Obtiene Color

Breve descripción El caso de uso 'Obtener Color' permite al usuario construir el mismo sobre MRCP.
Descripción paso por paso: <ol style="list-style-type: none">1. Obtención de color aleatorio.2. Obtención de color establecido

Figura 3.43. Breve descripción de la iteración del diagrama de caso de uso Obtiene Color

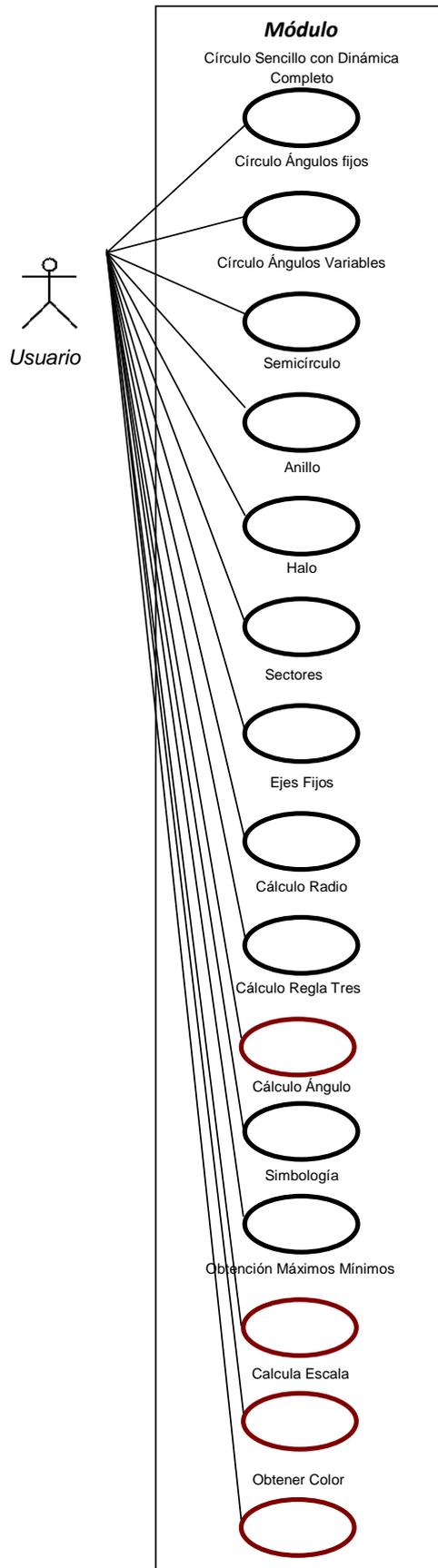


Figura 3.44. Segunda iteración del diagrama de casos de uso derivados del Contexto General

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

En este capítulo se va a desarrollar el análisis de requerimientos que proporciona el mecanismo apropiado para entender el contexto de los cartodiagramas y tipogramas, conforme estos se transforman en un módulo operacional.

El análisis de requerimientos de módulo, se llevara a cabo mediante la secuencia de la figura 4.1

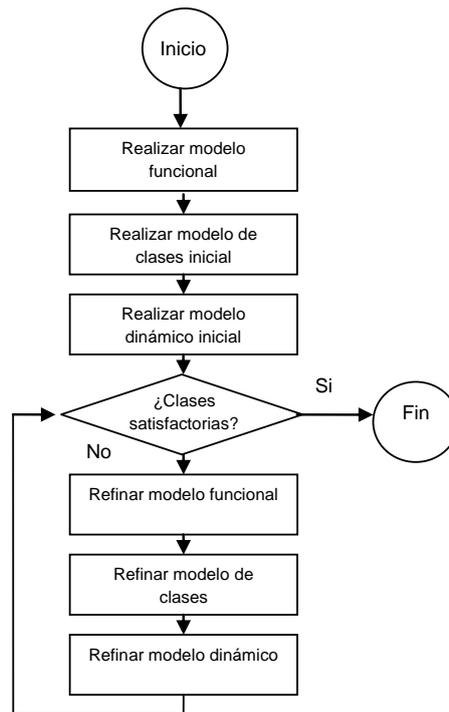


Figura 4.1. Proceso de extracción de las clases (Schach, 2005)

4.1 Modelo funcional inicial

El objetivo del modelo funcional inicial consiste en hallar los escenarios posibles de los casos de uso. Un escenario es una instancia de un caso de uso (Schach, 2005).

Para los escenarios extendidos del Círculo Sencillo con Dinámica Completo (figura 4.2), Círculo Ángulos Fijos (figura 4.3), Círculo Ángulos Variables (figura 4.4), Semicírculo (figura 4.5) y Tipograma de Sectores (figura 4.8), se tiene contemplado que el usuario seleccione los mismos, pero solo uno a la vez. Tomando como referencia sus casos de uso, se determina que primero se establece el método para calcular su radio, posteriormente la variable a utilizar y el color. Así mismo, se muestran las alternativas posibles del MRCP. En cuanto al resto de los escenarios, se siguió la misma dinámica, aunque variaron, por el tipo de MRCP (figuras 4.6, 4.7

y 4.9) y los que implicaban alguna operación fueron omitidos, pues son invocados por los MRCP y no aplican ninguna selección u alternativa por si solos.

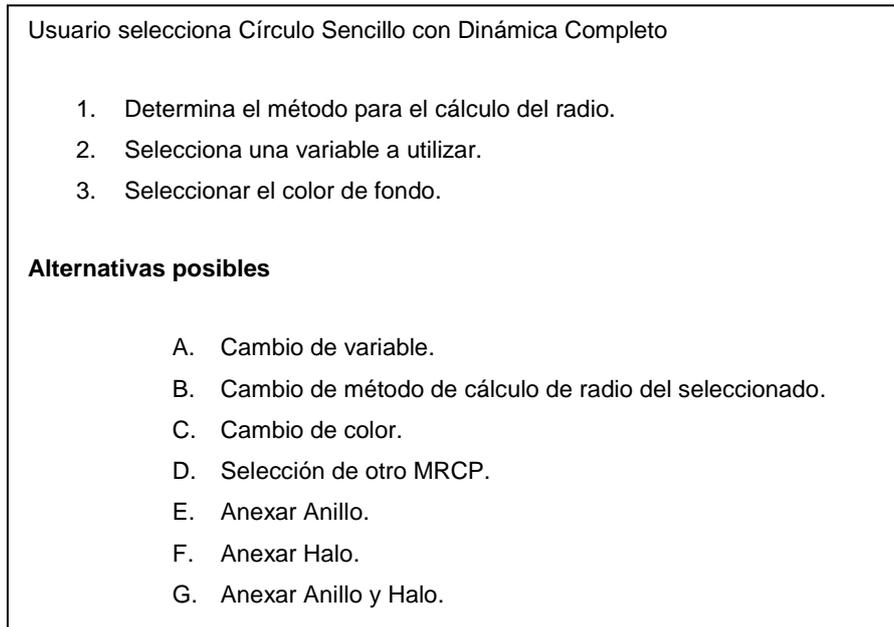


Figura 4.2. Escenario extendido del Círculo Sencillo con Dinámica Completo

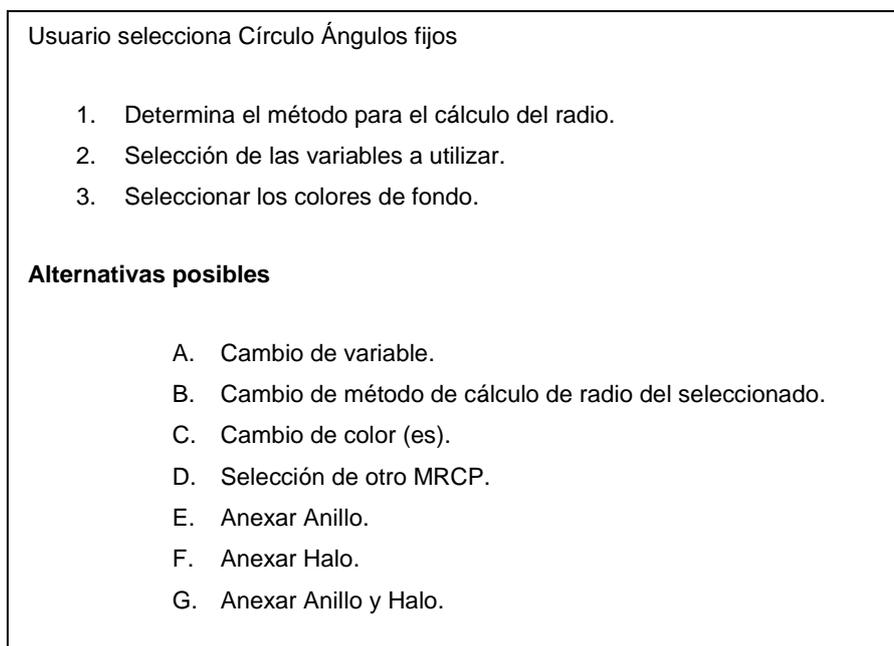


Figura 4.3. Escenario extendido de Círculo Ángulos Fijos

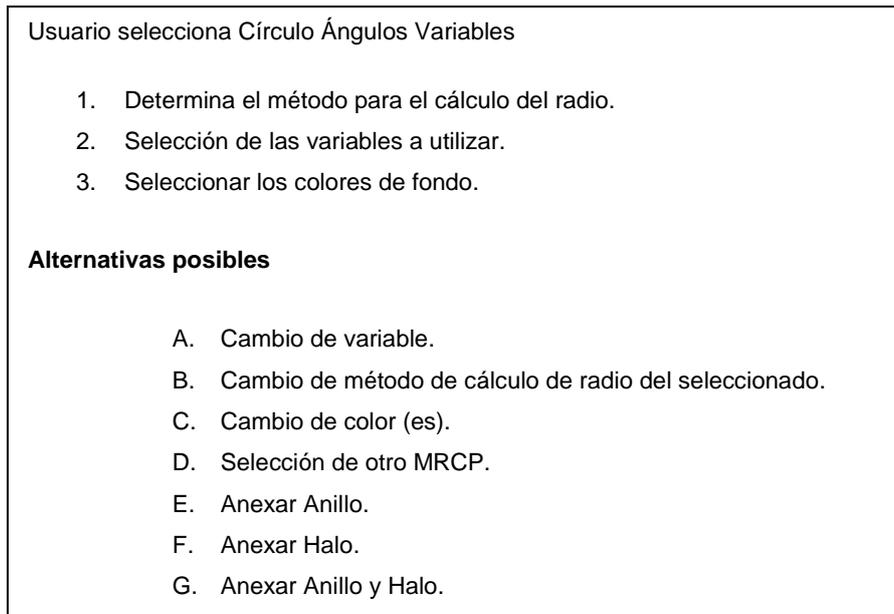


Figura 4.4. Escenario extendido de Círculo Ángulos Variables

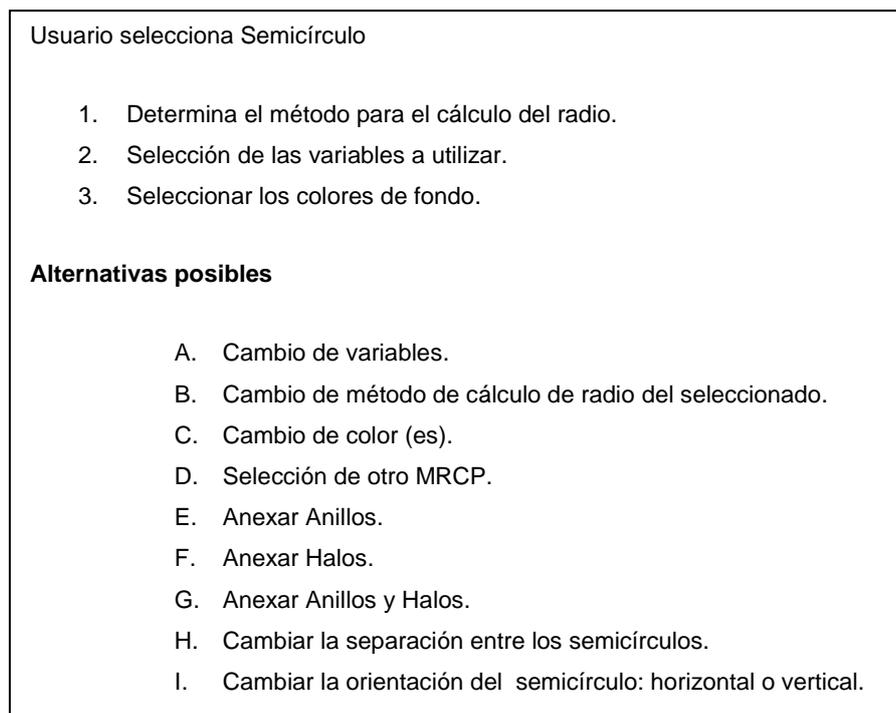


Figura 4.5. Escenario extendido del Semicírculo

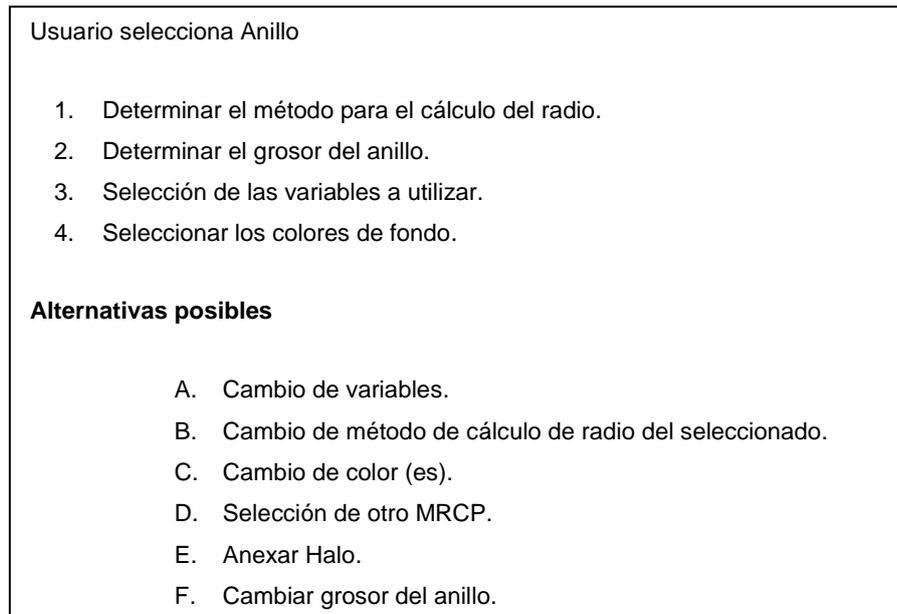


Figura 4.6. Escenario extendido del Anillo.

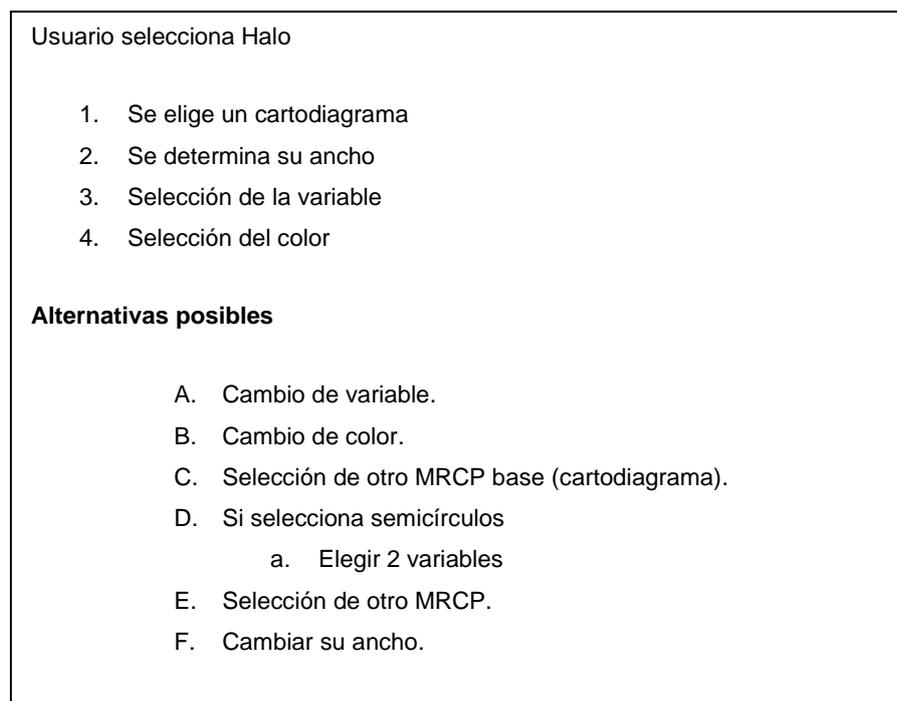


Figura 4.7. Escenario extendido del Halo

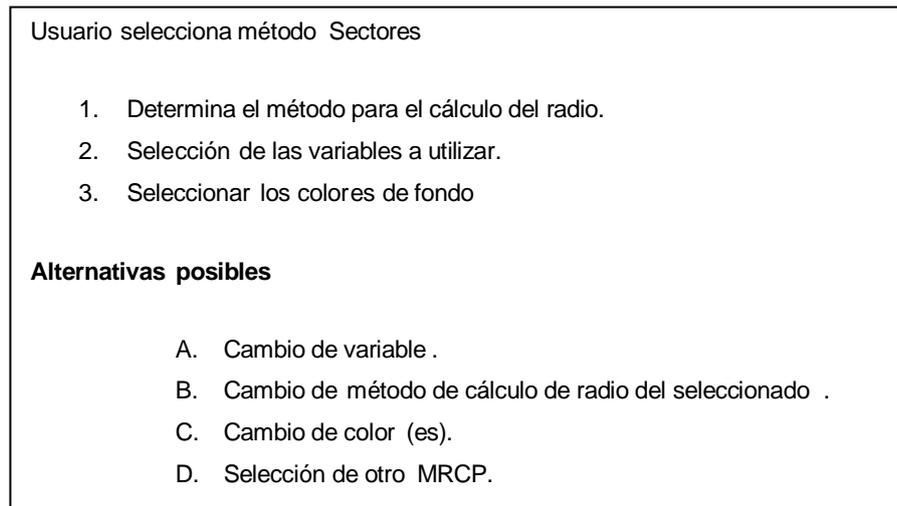


Figura 4.8. Escenario extendido de Sectores.

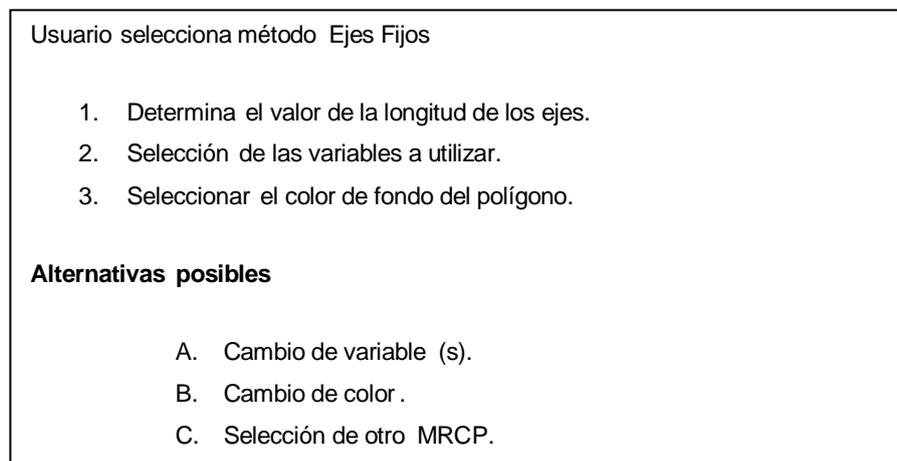


Figura 4.9. Escenario extendido de Ejes Fijos.

4.2 Diagramas de clases inicial

El objetivo del diagrama de clases inicial es extraer las clases entidad, determinar sus interrelaciones y hallar sus atributos. Este paso se comienza por usar el método de extracción de sustantivos en dos etapas.

En la etapa uno se describe el módulo en un solo párrafo, como sigue:

Se va a elaborar un módulo que permita implantar determinada forma geométrica como el círculo sencillo, círculo ángulos fijos, círculo ángulos variables, semicírculo, anillo, halo, sectores y ejes fijos según las necesidades del usuario, su funcionamiento estará condicionado a que la cartografía sea de polígonos y este determinada en unidades de medida (metros); una vez seleccionado el método se les aplicara las

formulas matemáticas de raíces, Flannery, rangos y regla de tres para calcular su radio, y posteriormente su ángulo, según corresponda al MRCP, finalmente se construye su simbología.

En la etapa dos se identifican los sustantivos en este párrafo. Los sustantivos se marcan en negritas.

Se va a elaborar un módulo que permita implantar determinada **forma** geométrica como el **círculo sencillo, círculo ángulos fijos, círculo ángulos variables, semicírculo, anillo, halo, sectores y ejes fijos** según las necesidades del usuario, su funcionamiento estará condicionado a que la cartografía sea de polígonos y este determinada en unidades de medida (metros); una vez seleccionado el método se les aplicara las formulas matemáticas de raíces, Flannery, rangos y regla de tres para calcular su radio, y posteriormente su ángulo, según corresponda al MRCP, finalmente se construye su **simbología**.

Los sustantivos son: forma, círculo sencillo, círculo ángulos fijos y círculo ángulos variables, semicírculo, anillo, halo, sectores y ejes fijo y simbología.

Raíces, flannery, rangos, regla de tres, ángulo, simbología son derivados de operaciones de alguna clase, por lo que es poco probable que sean una clase entidad. Esto deja 10 clases (figura 4.10) entidades candidatas: forma, círculo sencillo, círculo ángulos fijos, círculo ángulos variables, semicírculo, anillo, halo, sectores, ejes fijos y simbología. La simbología es considerada como una clase entidad porque dibuja un símbolo y desde otro punto de vista tiene que existir otra que lo calcule.

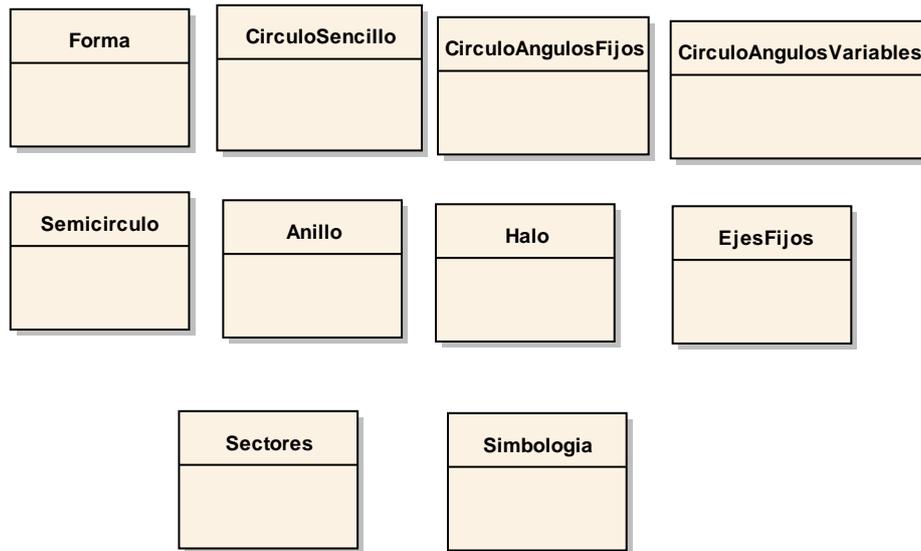


Figura 4.10. Primera iteración del diagrama de clases inicial.

Ahora consideremos las interrelaciones entre estas diez clases entidades.

La forma representa todas las formas geométrica propuestas: círculo sencillo (por fines prácticos se resume su nombre), círculo ángulos fijos, círculo ángulos variables, semicírculo, anillo, halo, sectores, ejes fijos y la simbología (figura 4.11).

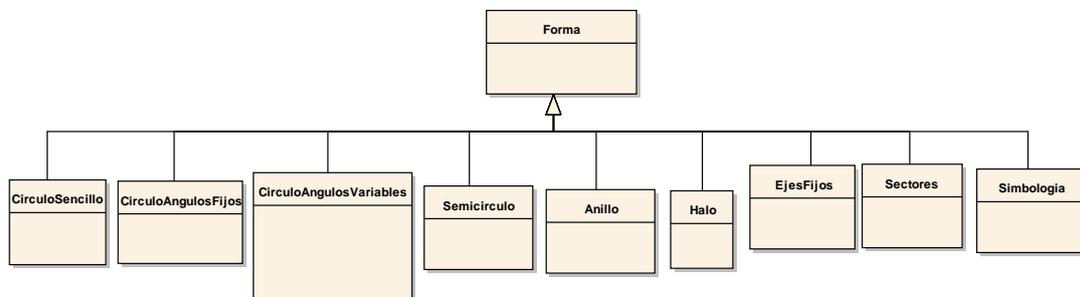


Figura 4.11. Segunda iteración del diagrama de clases inicial.

Ahora la clase círculo sencillo (*CirculoSencillo*) puede estar compuesta por ángulos fijos o variables, lo que significa, que antes de concebir su estructura interna, se tendrá que determinar su forma sencilla, por lo que hereda sus propiedades. Las clases *Anillo* y *Halo* son usadas y dependientes por las clases círculo sencillo (*CirculoSencillo*), círculo ángulos fijos (*CirculoAngulosFijos*), círculo ángulos variables (*CirculoAngulosVariables*) y semicírculos (*Semicirculo*) (figura 4.12).

Por último, el rectángulo vacío en la parte inferior de cada cuadro, que representa la clase, se llenara después con los atributos y operaciones de esa clase. La figura 4.12 incluye la clase *Modulo*, que contendrá la operación que inicia la ejecución de todo el módulo. En otras palabras, todas las otras clases mostradas en la figura 4.12 contienen los atributos y operaciones de los métodos manejados por el módulo, mientras la clase *Modulo* contiene atributos y operaciones del sistema de información como un todo. La figura 4.13 muestra el diagrama de clases inicial dibujado en forma de estereotipos entidad.

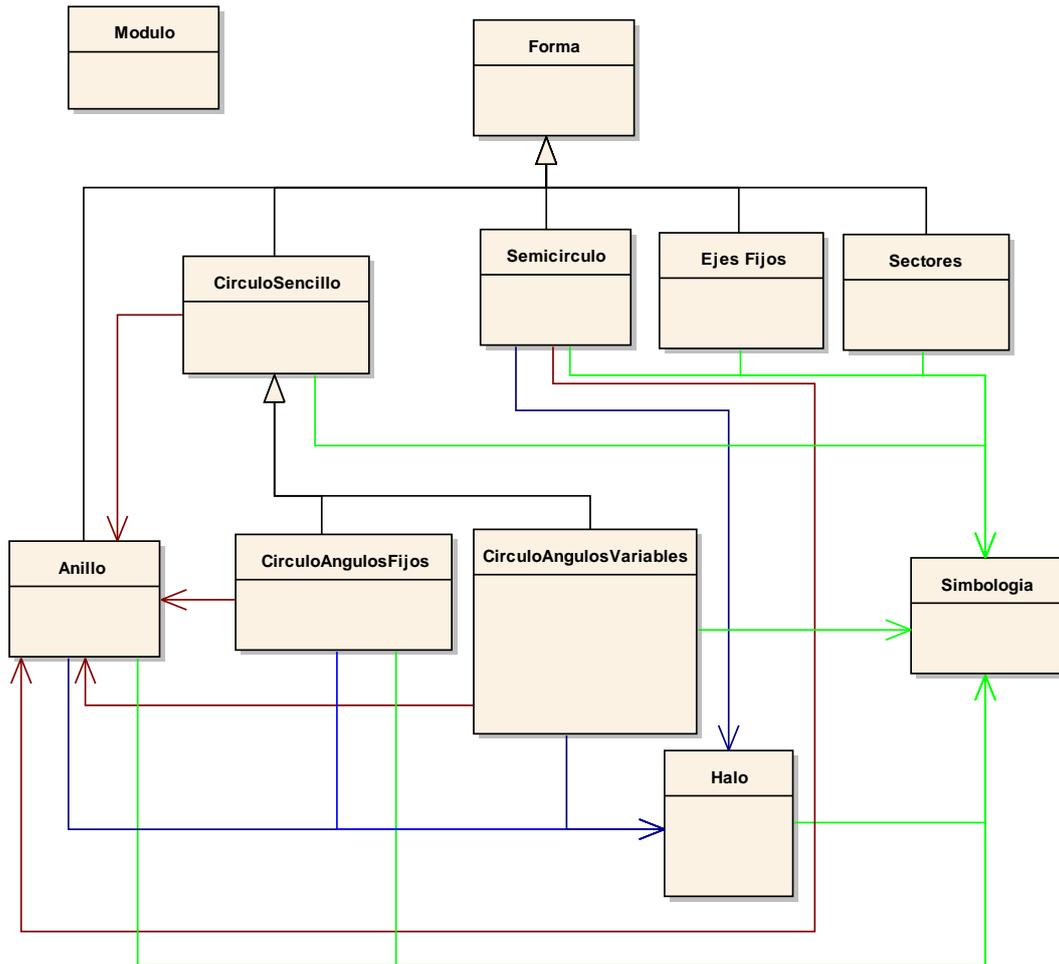


Figura 4.12. Tercera iteración del diagrama de clases inicial.

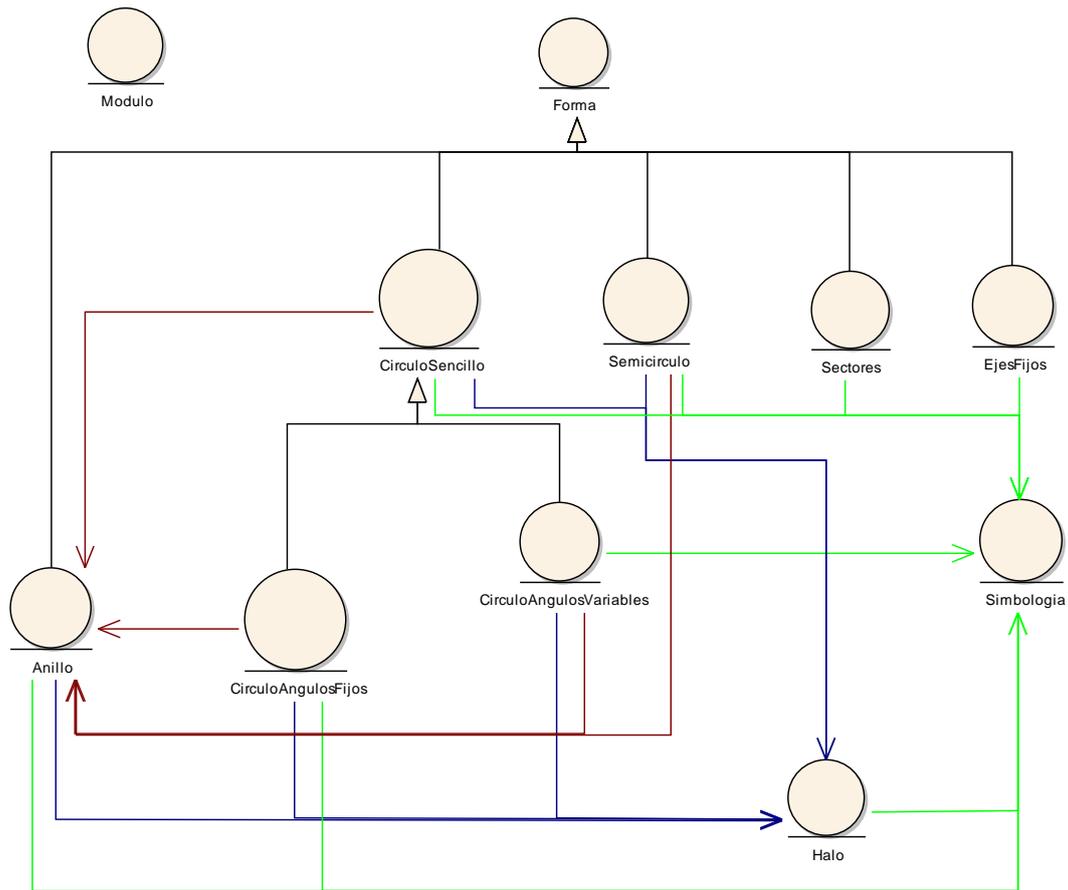


Figura 4.13. Cuarta iteración del diagrama de clases inicial dibujado de manera de que muestre los estereotipos entidad.

4.3 Modelo dinámico inicial

Es el tercer paso en el análisis es el modelado dinámico. En este paso se dibuja un diagrama de estado que refleje todas las operaciones realizadas por o para el módulo. La fuente principal de datos es con respecto a las operaciones relevantes de los escenarios (Schach, 2005).

Dado que la mayoría de los casos de uso y los escenarios, tienen un patrón en común, se realizara un diagrama de estados general (figura 4.14). Es decir, se tienen 8 casos de uso, que corresponden a los métodos de representación cartográfica, de los cuales 7 pueden estar contenidos en el primer estado.

Para el caso del halo, no podría ser posible pues depende de la construcción de un forma (cartodiagrama) base, según su caso de uso y descripción (figura 3.24 y 3.25), por lo que tendrá que ser anexado en el estado Variables, esto es, porque en este punto ya se tiene completa la concepción de la forma geométrica base, y es el momento idóneo para incorporar el halo.

En cuanto al anillo estará en el estado de Selección Método y Variables (figura 4.14), ya que este, presenta las opciones de un método base y derivado (o combinado) (figura 3.9). En el estado Tamaño se define la forma en la que se va a construir el radio, pues en el se concentraran las opciones para calcular el radio de los cartodiagramas y tipogramas. En cuanto a los caso de uso Cálculo Radio, Cálculo Angulo, Cálculo Regla Tres corresponderán al estado Variables.

El caso de uso Simbología recaerá en el estado Simbología, este deberá estar precedido por los estados Selección método, Tamaño y Variables.

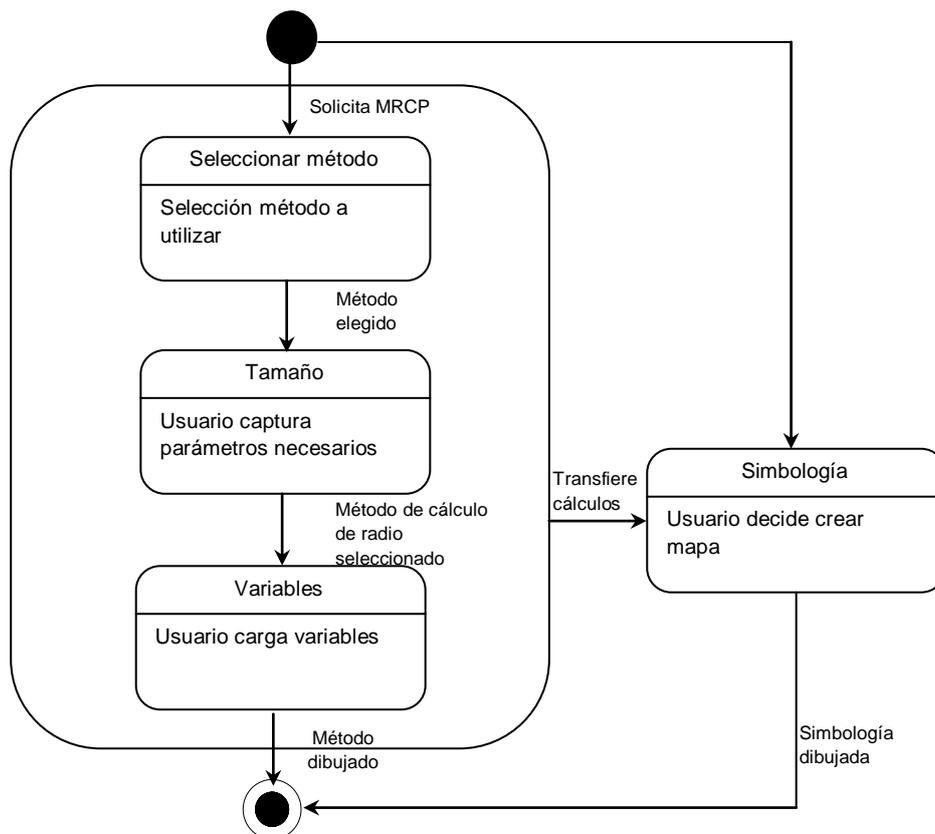


Figura 4.14. Diagrama de estado inicial del módulo.

4.4 Extracción de las clases borde

A diferencia de las clases entidad, la clase borde, por lo general son fáciles de extraer. En general es cada pantalla de entrada y salida. En la extracción de la clase borde inicial se tendrán cuatro tipos de pantallas o interfaz de usuario (figura 4.15).



Figura 4.15. Clases borde inicial del módulo.

4.4.1 Extracción de las clases control

Las clases control comúnmente son fáciles de extraer como la clase borde. En general, cada cálculo no trivial se modela mediante una clase control.

En la extracción de la clase control inicial se tendrán cuatro tipos de cálculos (figura 4.16).

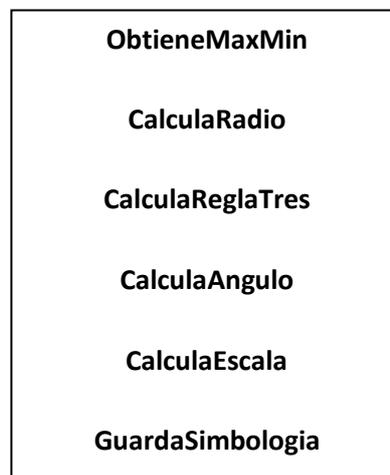


Figura 4.16. Clases control inicial del módulo

4.4.2 Realización de los casos de uso

Ahora se revisaran los tres conjuntos de clases: entidad, borde y control. Un caso de uso es una descripción de una iteración entre el actor y el sistema de información. El caso de uso primero se utiliza al principio del ciclo de vida. Para que al final del ciclo de vida, los casos sean implementados en código. Durante el análisis y el diseño se añadieron más detalles a los casos de uso, incluyendo una descripción de las clases que están involucradas en la elaboración del caso de uso. Este proceso de ampliar y refinar los casos de uso se llama realización de los casos de uso. La realización de un caso de uso es una descripción de cómo se ejecuta el caso de uso en términos de sus clases, es decir, qué clases se necesitan para realizar el caso de uso (Schach, 2005).

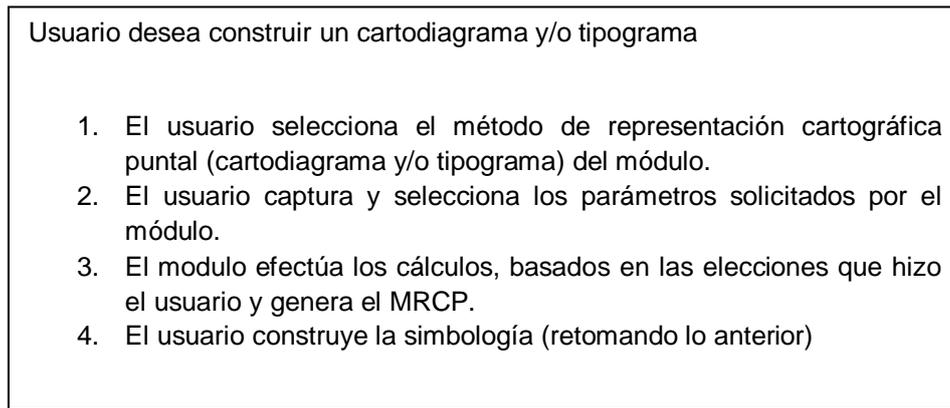


Figura 4.17. Realización general de los escenarios de las figuras 4.2 a la 4.9 de los caso de uso respectivos.

4.4.2.1 Caso de uso Círculo Sencillo con Dinámica Completo

El diagrama de caso de uso de la figura 3.14 a partir de su descripción (figura 3.15) se deduce que, del diagrama de clases de la figura 4.17, las clases que entran en este caso de uso son las clases interfaz *Catalogo*, *Tamaño*, *Variable* y *Simbologia*, las cuales modelan la interfaz de usuario; las clases *ObtieneMaxMin*, *CalculaRadio*, *GuardaSimbologia*, *CalculaEscala* y *Color* son clases control que modelan la obtención de máximos y mínimos de la variable, calculo del radio, simbología, ajustes de escala y el color de fondo del círculo. Las clases entidad *CirculoSencillo* y *Simbologia*, modelan el MRCP y simbología que ha seleccionado el usuario y finalmente las clases *Anillo* y *Halo*, son los métodos que se incorporan.

Las clases *Anillo*, *Halo* y *Simbologia* (entidad e interfaz), no son consideradas por el momento en el diagrama de clases de la figura 4.18.

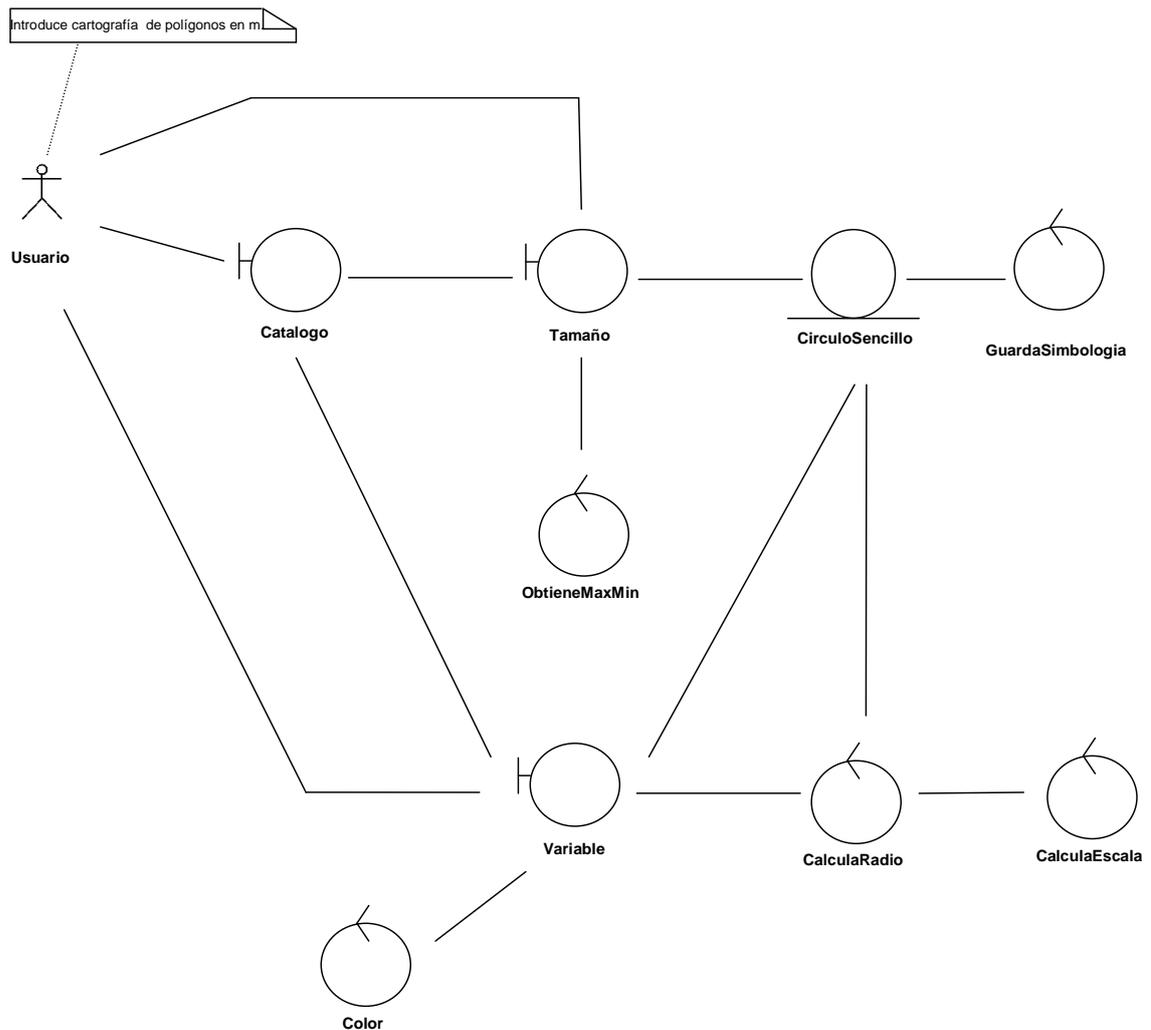


Figura 4.18. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Círculo Sencillo con Dinámica Completo.

La figura 4.19 es un diagrama de colaboración; es decir, muestra los objetos, así como los mensajes, numerados en el orden del escenario general, en este caso la figura 4.17.

Un sistema de información funcional, utiliza objetos más que clases (un objeto es una instancia de una clase), por lo que para diferenciarlo de la clase se antepondrán ":" antes del nombre a lo que se le llama objeto.

Ningún cliente va a aprobar el documento de especificaciones a menos que comprenda exactamente lo que el sistema de información propuesto hará. Por esta razón una descripción escrita del diagrama de colaboración es esencial.

En el enunciado 1, del escenario de la figura 4.17, el :**Usuario** selecciona el método que esta considerando aplicar a la cartografía. En la figura 4.19 esto se representa mediante el mensaje

1: El **:Usuario** solicita y/o selecciona el método del círculo sencillo con dinámica completo al objeto **:Catalogo**. La dirección de la flecha muestra hacia donde fluye la información. El objeto **:Catalogo** transfiere la solicitud obtenida a los objetos **:Tamaño** (mensaje 2) y **:Variable** (mensaje 3).

En el enunciado 2, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño**, solicita la captura al **:Usuario** del radio en cm (máximo o mínimo, según el método de cálculo del radio que será elegido), la elección del método de cálculo del radio (raíces, flannery o rangos) y selección de la variable a aplicar. En base a la variable seleccionada se determina el valor máximo o mínimo, según la elección del método de cálculo. De seleccionar el método de rangos (intervalos iguales) solicitara seleccionar el número de intervalos y capturar el incremento entre los rangos (mensaje 4). El **:Usuario** captura parámetros solicitados (mensaje 5) de la figura 4.19.

En el enunciado 3, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño** envía la variable seleccionada y el método de calculo elegido a el objeto **:ObtieneMaxMin** para que obtenga los valores máximos o mínimos de la variable según corresponda al método de cálculo del radio que se selecciono (mensaje 6). El objeto **:ObtieneMaxMin** devuelve los valores obtenidos (máximos o mínimos de la variable según corresponda) (mensaje 7). El objeto **:Tamaño** transfiere la solicitud y parámetros obtenidos al objeto **:CirculoSencillo** (mensaje 8) y este a su vez transfiere valores al objeto **:CalculaRadio** (mensaje 9). El objeto **:CalculaRadio** envía valores al objeto **:CalculaEscala** para hacer los cálculos de ajuste de escala (mensaje 10) y este devuelve valores al objeto **:CalculaRadio** (mensaje 11). El objeto **:CalculaRadio** devuelve valores calculados según la selección del cálculo del radio al objeto **:Variable** (mensaje 12). El objeto **:Variable** solicita el color de fondo del círculo sencillo al **:Usuario**(mensaje 13). El **:Usuario** tendrá la opción de dejar el color que se emita por default o seleccionar otro de su agrado y se aplica el método una vez que esta conforme con el método de cálculo y la variable seleccionada (por lo que las alternativas de los incisos A, B, C y D del escenario extendido de la figura 4.2 se cumplen hasta este punto) en el objeto **:Variable** (mensaje 14). El objeto **:Variable** transfiere valores a el objeto **:Color** (mensaje 15) y este mismo devuelve el color (mensaje 16) que viene siendo simultaneo con el mensaje 14 y 15. El objeto **:CirculoSencillo** recolecta las instancias del objeto **:Variable** y construye objeto círculo sencillo (mensaje 17), entonces se aplica el método.

En el enunciado 4, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:CirculoSencillo** transfiere valores obtenidos (mensaje 18), a la clase borde representada por el objeto **:GuardaSimbologia**.

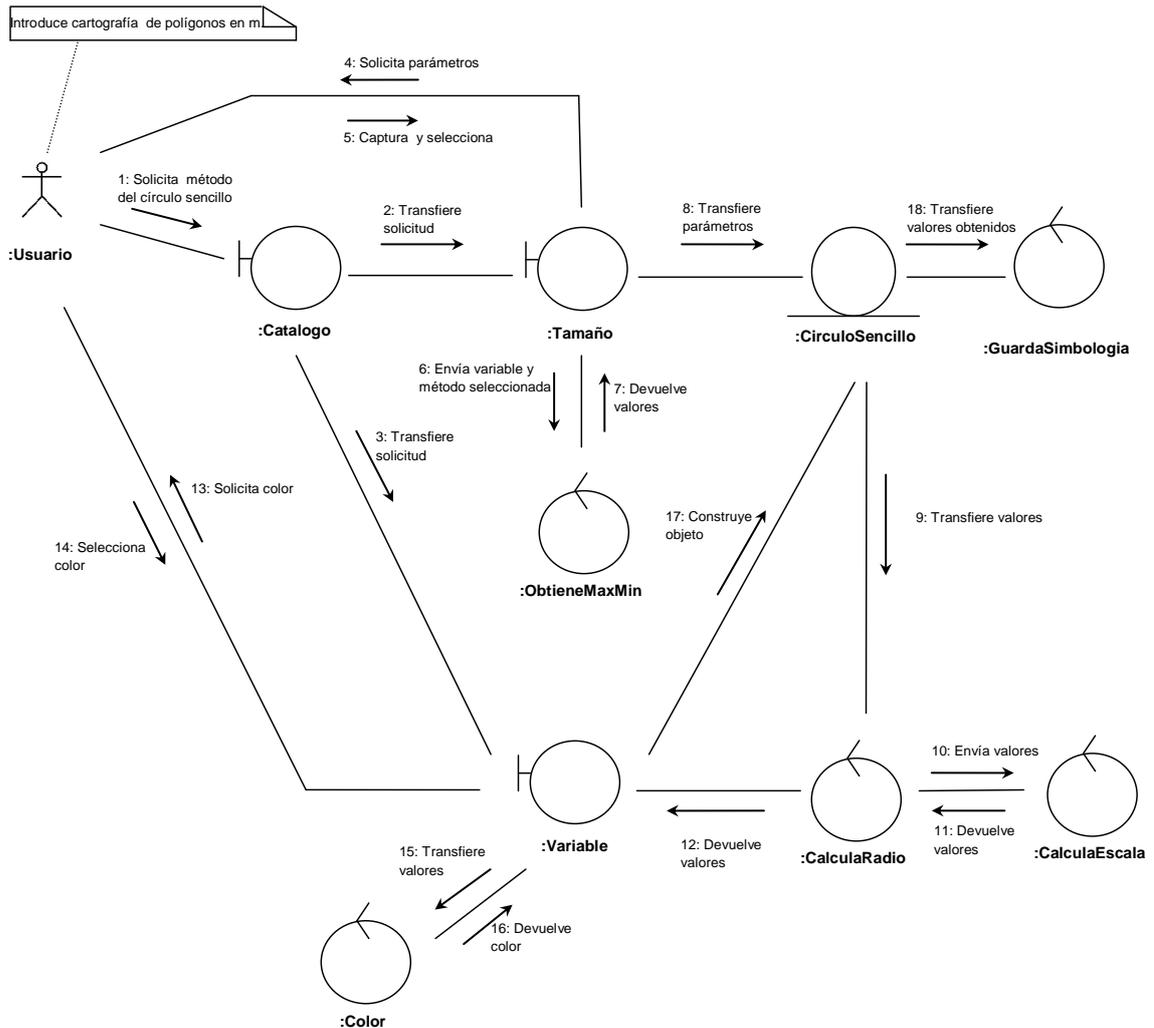


Figura 4.19. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Círculo Sencillo con Dinámica Completo.

UML soporta 2 tipos diferentes de diagramas de interacción. El primero es el de colaboración, como en la figura 4.19. El segundo es un diagrama de secuencia (figura 4.20). Ambos contienen la misma información, pero la muestra de diferentes maneras. La figura 4.20 es un diagrama de secuencia equivalente al diagrama de colaboración de la figura 4.19.

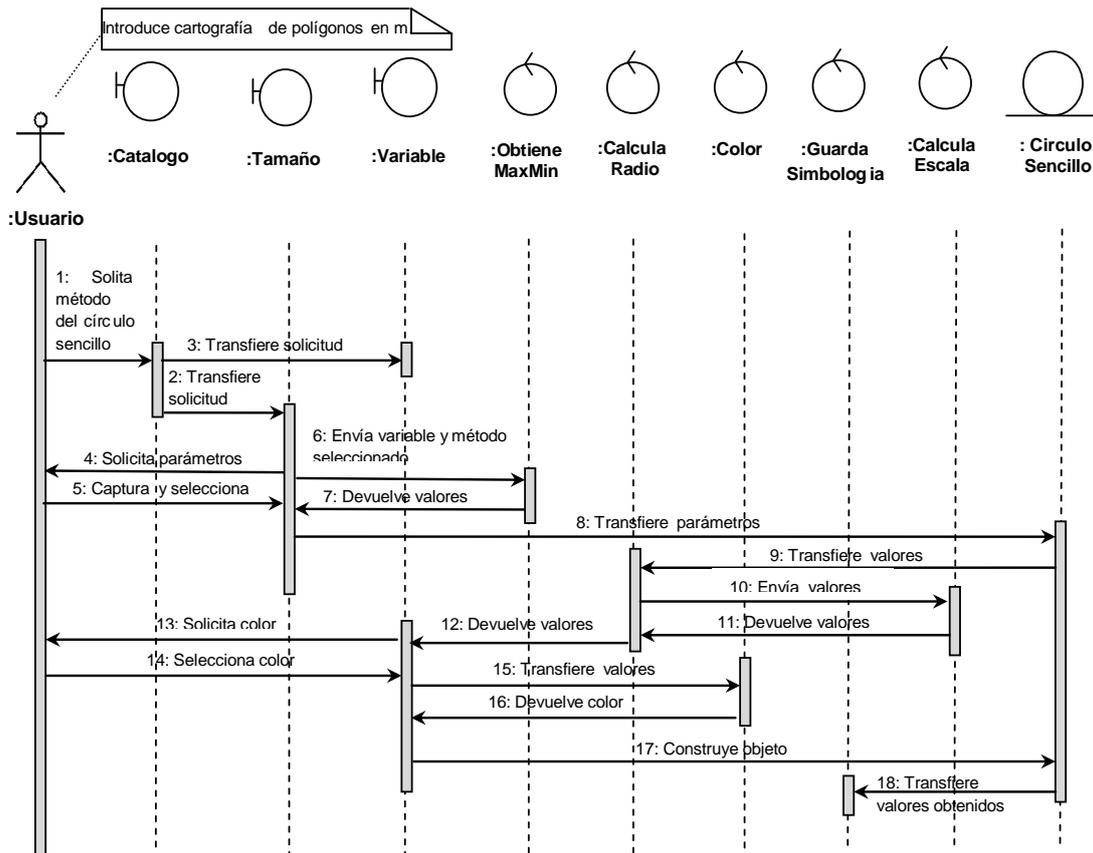


Figura 4.20. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Círculo Sencillo con Dinámica Completo.

El usuario selecciona el método del círculo sencillo con dinámica completo que está considerando aplicar en la cartografía (1 - 3). El módulo solicita que seleccione la forma en la que va a calcular el radio que podrá ser por raíces, flannery o rangos y la elección de la variable a aplicar que el usuario proporcionará (4 - 12). Luego le solicita si desea un cambio de color. Finalmente se crean las dimensiones de la forma (13 - 17). Se conservan los valores obtenidos para la futura construcción de la simbología (18).

Figura 4.21. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.19) y secuencias (figura 4.20) de la realización de escenario de la figura 4.2 del caso de uso Círculo Sencillo con Dinámica Completo.

4.4.2.2 Casos de uso Círculo Ángulos Fijos

El diagrama de los casos de uso de la figura 3.16 a partir de su descripción (figura 3.17) se deduce que, del diagrama de clases de la figura 4.22, las clases que entran en este caso de uso son las clases interfaz *Catalogo*, *Tamaño*, *Variable* y *Simbología*, las cuales modelan la interfaz de usuario; las clases *ObtieneMaxMin*, *CalculaRadio*, *CalculaAngulo*, *GuardaSimbología*, *CalculaEscala* y *Color* son clases control que modelan la obtención de máximos y mínimos de la

variable, cálculo del radio, ángulo, simbología, ajustes de escala y los colores de fondo de los ángulos fijos del círculo. Las clases entidad *CirculoAngulosFijos* y *Simbologia*, modelan el método y simbología que ha seleccionado el usuario y finalmente las clases *Anillo* y *Halo*, son los métodos que se incorporan. Las clases *Anillo*, *Halo* y *Simbologia* (entidad e interfaz), no son consideradas por el momento en el diagrama de clases de la figura 4.22.

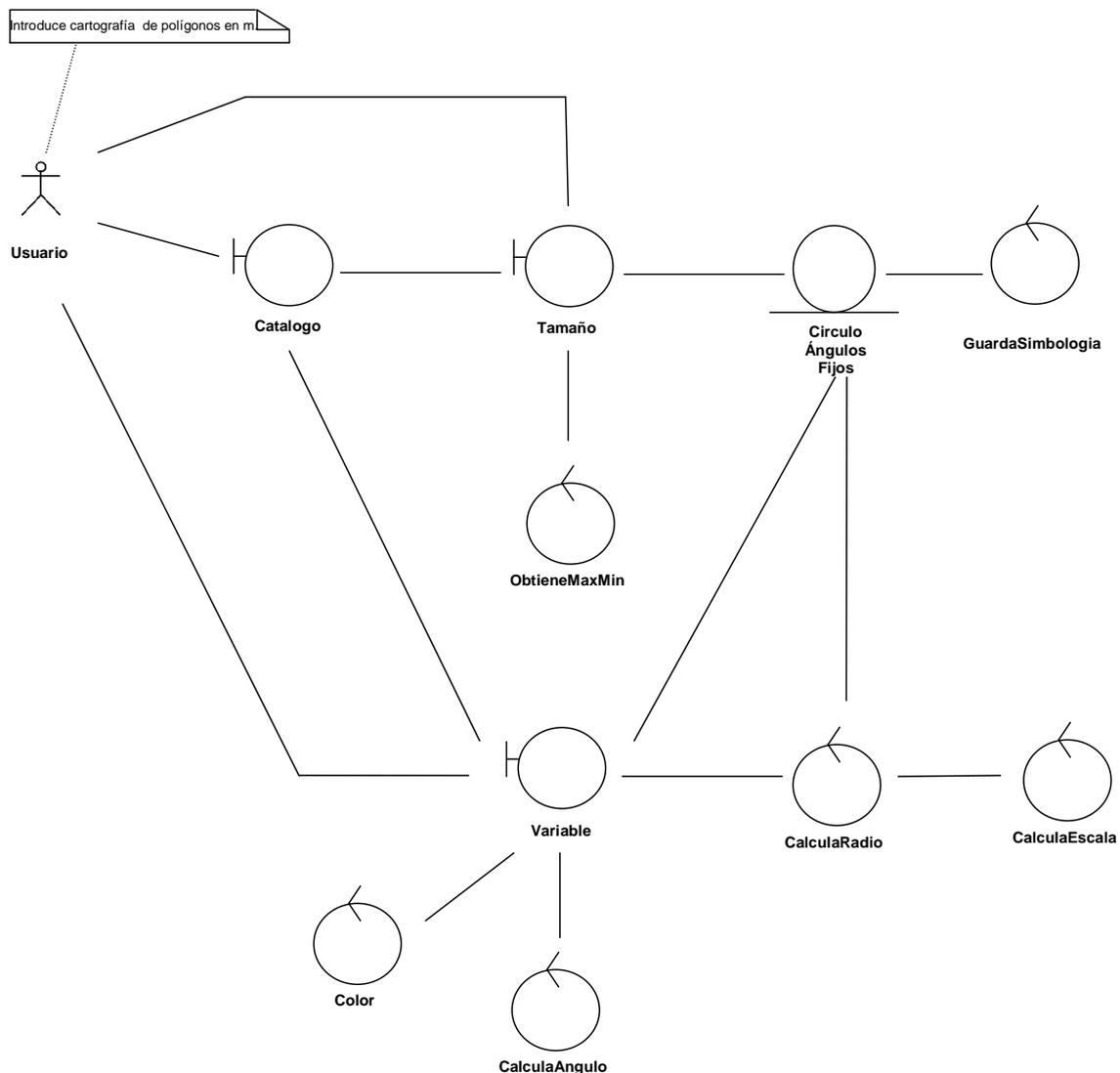


Figura 4.22. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Círculo Ángulos Fijos.

El diagrama de colaboración (figura 4.23) muestra los objetos, así como los mensajes, numerados en el orden del escenario general, en este caso la figura 4.17.

En el enunciado 1, del escenario de la figura 4.17, el **:Usuario** selecciona el método que esta considerando aplicar a la cartografía. En la figura 4.23 esto se representa mediante el mensaje 1: El **:Usuario** solicita y/o selecciona el método Círculo Ángulos Fijos al objeto **:Catalogo**. El

objeto **:Catalogo** transfiere la solicitud obtenida a los objetos **:Tamaño** (mensaje 2) y **:Variable** (mensaje 3).

En el enunciado 2, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño**, solicita determinar el tipo de tamaños a manejar (iguales o variables) al **:Usuario**, en base a esta elección se solicita la captura del radio en cm (máximo o mínimo, según la determinación de los tamaños). Si se elijen tamaños iguales, se captura el radio en cm; o se elije tamaños variables, solicitará la elección del método de cálculo del radio (raíces, flannery o rangos) y selección de la variable a aplicar. En base a la variable seleccionada se determina el valor máximo o mínimo, según la elección del método de cálculo. De seleccionar el método de rangos (intervalos iguales) solicitará seleccionar el número de intervalos y capturar el incremento entre los rangos (mensaje 4). El **:Usuario** captura parámetros solicitados (mensaje 5).

En el enunciado 3, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño** envía la variable seleccionada y el método de cálculo elegido a el objeto **:ObtieneMaxMin** para que obtenga los valores máximos o mínimos de la variable según corresponda al método de cálculo del radio que se selecciono (mensaje 6). El objeto **:ObtieneMaxMin** devuelve los valores obtenidos (máximos o mínimos de la variable según corresponda) (mensaje 7). El objeto **:Tamaño** transfiere la solicitud y parámetros obtenidos al objeto **:CirculoAngulosFijos** (mensaje 8) y este a su vez transfiere valores al objeto **:CalculaRadio** (mensaje 9). El objeto **:CalculaRadio** envía valores al objeto **:CalculaEscala** para hacer los cálculos de ajuste de escala (mensaje 10) y este devuelve valores al objeto **:CalculaRadio** (mensaje 11). El objeto **:CalculaRadio** devuelve valores calculados según la selección del cálculo del radio al objeto **:Variable** (mensaje 12). El objeto **:Variable** solicita las variables y sus colores de fondo de las variables representadas en el círculo de ángulos fijos al **:Usuario** (mensaje 13). El **:Usuario** selecciona las variables y su color, se tendrá la opción de dejar el color que se emita por default o seleccionar otro y se aplica el método una vez que esta conforme con el método de cálculo y la variable seleccionada (por lo que las alternativas de los incisos A, B, C y D del escenario extendido de la figura 4.3 se cumplen hasta este punto) en el objeto **:Variable** (mensaje 14). El objeto **:Variable** transfiere valores a el objeto **:Color** (mensaje 15) y este mismo devuelve el color (mensaje 16) que viene siendo simultaneo con el mensaje 14 y 15. El objeto **:Variable** envía las variables seleccionadas al objeto **:CalculaAngulo** (mensaje 17) y este mismo devuelve el número de segmentos que va a tener el círculo de ángulos fijos (mensaje 18). El objeto **:CirculoAngulosFijos** recolecta las instancias del objeto **:Variable** y construye objeto círculo de ángulos fijos (mensaje 19), entonces se aplica el método.

En el enunciado 4, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:CirculoAngulosFijos** transfiere valores obtenidos (mensaje 20), a la clase borde representada por el objeto **:GuardaSimbologia**.

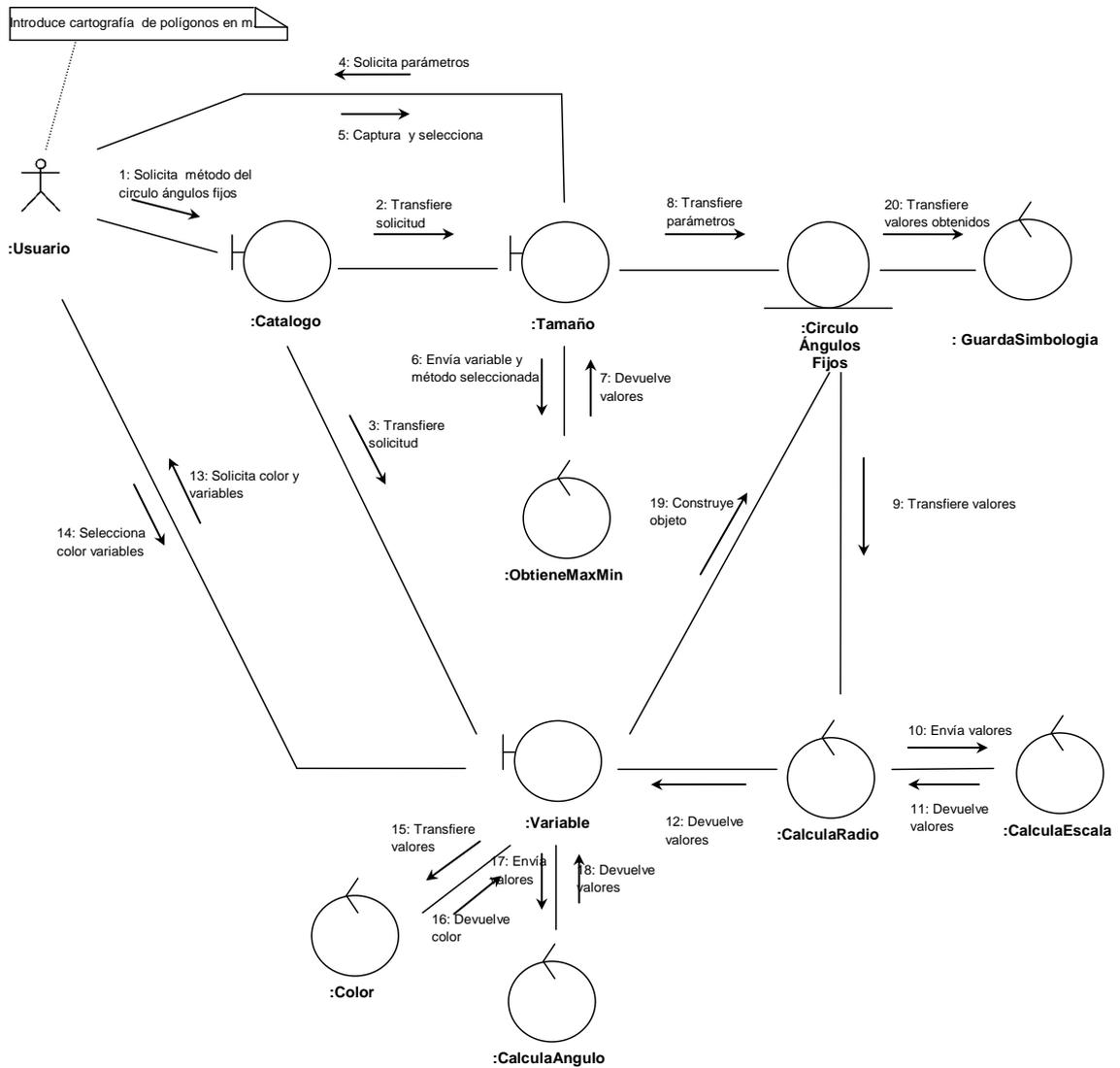


Figura 4.23. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Círculo Ángulos Fijos.

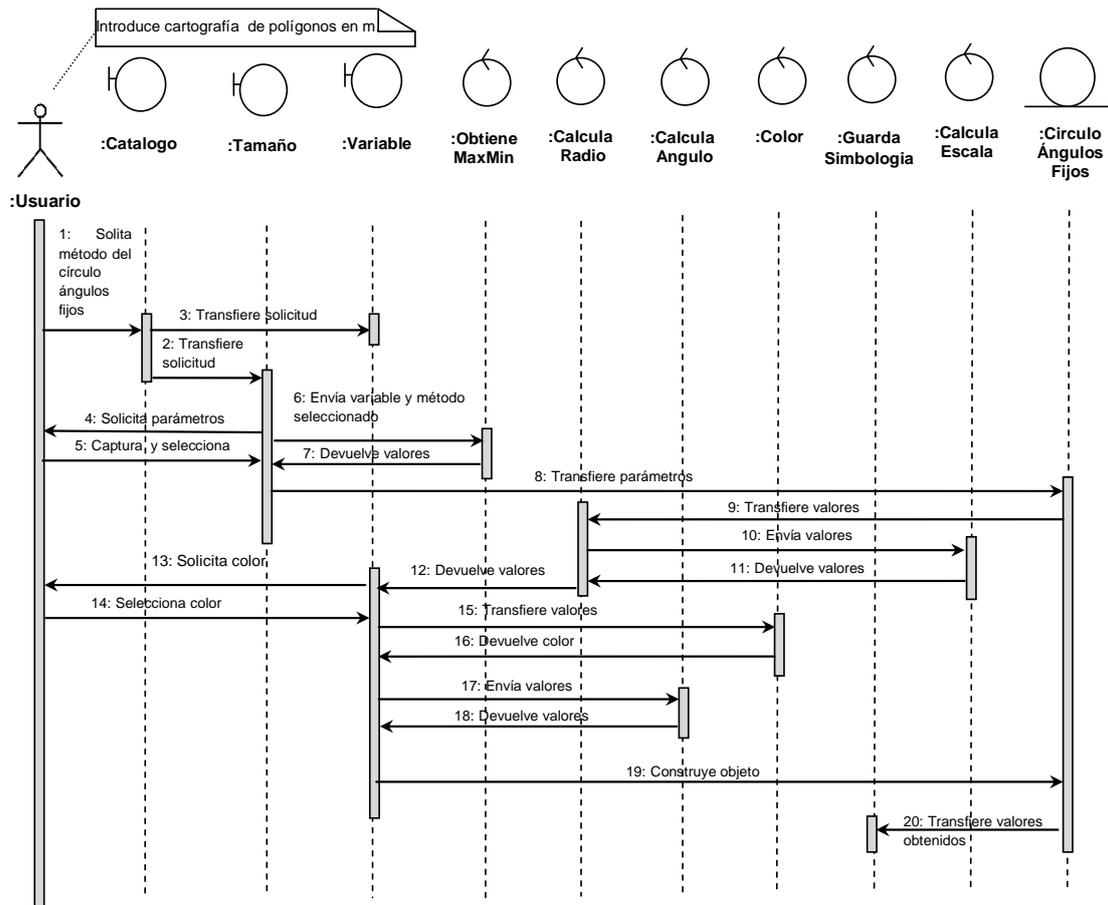


Figura 4.24. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Círculo Ángulos Fijos.

El usuario selecciona el método del círculo ángulos fijos que esta considerando aplicar en la cartografía (1 - 3). El módulo solicita que seleccione la forma en la que va a calcular el radio que podrá ser por raíces, flannery o rangos y la elección de la variable a aplicar que el usuario proporcionara (4 - 12). Luego le solicita si desea un cambio de color y variables para a estructura interna. Finalmente se crean las dimensiones de la forma (13 - 19). Se conservan los valores obtenidos para la futura construcción de la simbología (20).

Figura 4.25. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.23) y secuencias (figura 4.24) de la realización de escenario de la figura 4.18 del caso de uso Círculo Ángulos Fijos.

4.4.2.3 Casos de uso Círculo Ángulos Variables

El diagrama del casos de uso de la figura 3.18 a partir de su descripción (figura 3.19) se deduce que, del diagrama de clases de la figura 4.26, las clases que entran en este caso de uso son las clases interfaz *Catalogo*, *Tamaño*, *Variable* y *Simbologia*, las cuales modelan la interfaz de usuario; las clases *ObtieneMaxMin*, *CalculaRadio*, *CalculaAngulo*, *GuardaSimbologia*,

CalculaEscala y *Color* son clases control que modelan la obtención de máximos y mínimos de la variable, cálculo del radio, ángulo, simbología, ajustes de escala y los colores de fondo de los ángulos variables del círculo. Las clases entidad *CirculoAngulosVariables* y *Simbologia*, modelan el método y simbología que ha seleccionado el usuario y finalmente las clases *Anillo* y *Halo*, son los métodos que se incorporan. Las clases *Anillo*, *Halo* y *Simbologia* (entidad e interfaz), no son consideradas por el momento en el diagrama de clases de la figura 4.26.

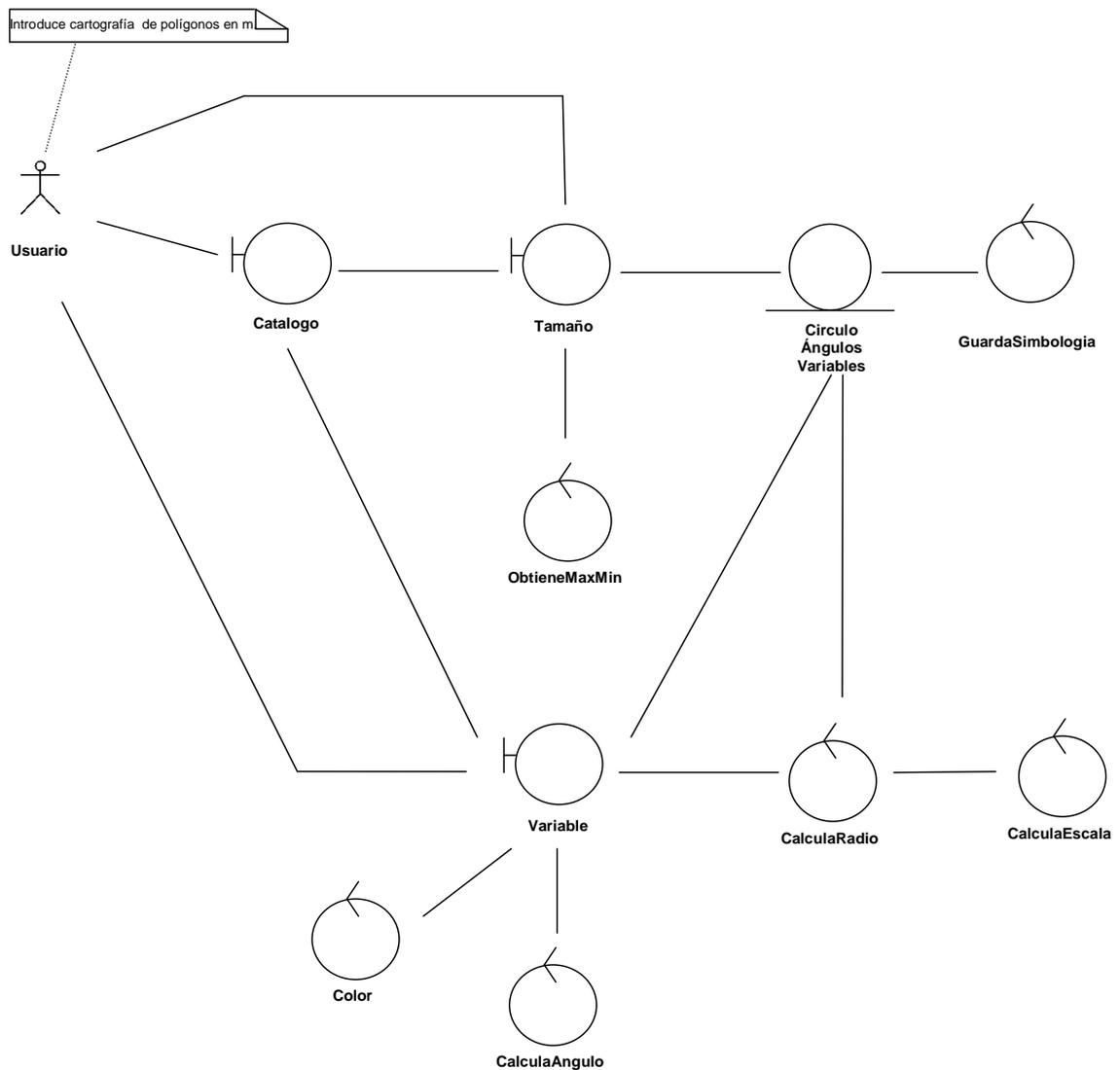


Figura 4.26. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Círculo Ángulos Variables.

El diagrama de colaboración (figura 4.27) muestra los objetos, así como los mensajes, numerados en el orden del escenario general, en este caso la figura 4.17.

En el enunciado 1, de escenario de la figura 4.17, el **:Usuario** selecciona el método que esta considerando aplicar a la cartografía. En la figura 4.27 esto se representa mediante el mensaje 1: El **:Usuario** solicita y/o selecciona el método **Círculo Ángulos Variables** al objeto **:Catalogo**. El objeto **:Catalogo** transfiere la solicitud obtenida a los objetos **:Tamaño** (mensaje 2) y **:Variable** (mensaje 3).

En el enunciado 2, de escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño**, solicita determinar el tipo de tamaños a manejar (iguales o variables) al **:Usuario**, en base a esta elección se solicita la captura del radio en cm (máximo o mínimo, según la determinación de los tamaños a manejar). Si se elijen tamaños iguales, se captura el radio en cm; o se elije tamaños variables, solicitara la elección del método de cálculo del radio (raíces, flannery o rangos) y selección de la variable a aplicar. En base a la variable seleccionada se determina el valor máximo o mínimo, según la elección del método de cálculo. De seleccionar el método de rangos (intervalos iguales) solicitara seleccionar el número de intervalos y capturar el incremento entre rangos (mensaje 4). El **:Usuario** captura parámetros solicitados (mensaje 5).

En el enunciado 3, de escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño** envía la variable seleccionada y el método de cálculo elegido a el objeto **:ObtieneMaxMin** para que obtenga los valores máximos o mínimos de la variable según corresponda al método de cálculo del radio que se selecciono (mensaje 6). El objeto **:ObtieneMaxMin** devuelve los valores obtenidos (máximos o mínimos de la variable según corresponda) (mensaje 7). El objeto **:Tamaño** transfiere la solicitud y parámetros obtenidos al objeto **:CirculoAngulosVariables** (mensaje 8) y este a su vez transfiere valores al objeto **:CalculaRadio** (mensaje 9). El objeto **:CalculaRadio** envía valores al objeto **:CalculaEscala** para hacer los cálculos de ajuste de escala (mensaje 10) y este devuelve valores al objeto **:CalculaRadio** (mensaje 11). El objeto **:CalculaRadio** devuelve valores calculados según la selección del cálculo del radio al objeto **:Variable** (mensaje 12). El objeto **:Variable** solicita las variables y sus colores de fondo de las variables representadas en el círculo de ángulos variables al **:Usuario**(mensaje 13). El **:Usuario** selecciona las variables y sus colores, se tendrá la opción de dejar los colores que se emitan por default o seleccionar otros y se aplica el método una vez que esta conforme con el método de cálculo y las variables seleccionadas (por lo que las alternativas de los incisos A, B, C y D del escenario extendido de la figura 4.4 se cumplen hasta este punto) en el objeto **:Variable** (mensaje 14). El objeto **:Variable** transfiere valores a el objeto **:Color** (mensaje 15) y este mismo devuelve el color (mensaje 16) que viene siendo simultaneo con el mensaje 14 y 15. El objeto **:Variable** envía las variables seleccionadas al objeto **:CalculaAngulo** (mensaje 17) y este mismo devuelve el ángulo de los segmentos que va a tener el círculo de ángulos variables (mensaje 18). El objeto

:CirculoAngulosVariables recolecta las instancias del objeto **:Variable** y construye objeto círculo de ángulos variables (mensaje 19), entonces se aplica el método.

En el enunciado 4, escenario de la figura 4.17, el objeto **:CirculoAngulosVariables** transfiere valores obtenidos (mensaje 20), a la clase borde representada por el objeto **:GuardaSimbologia**.

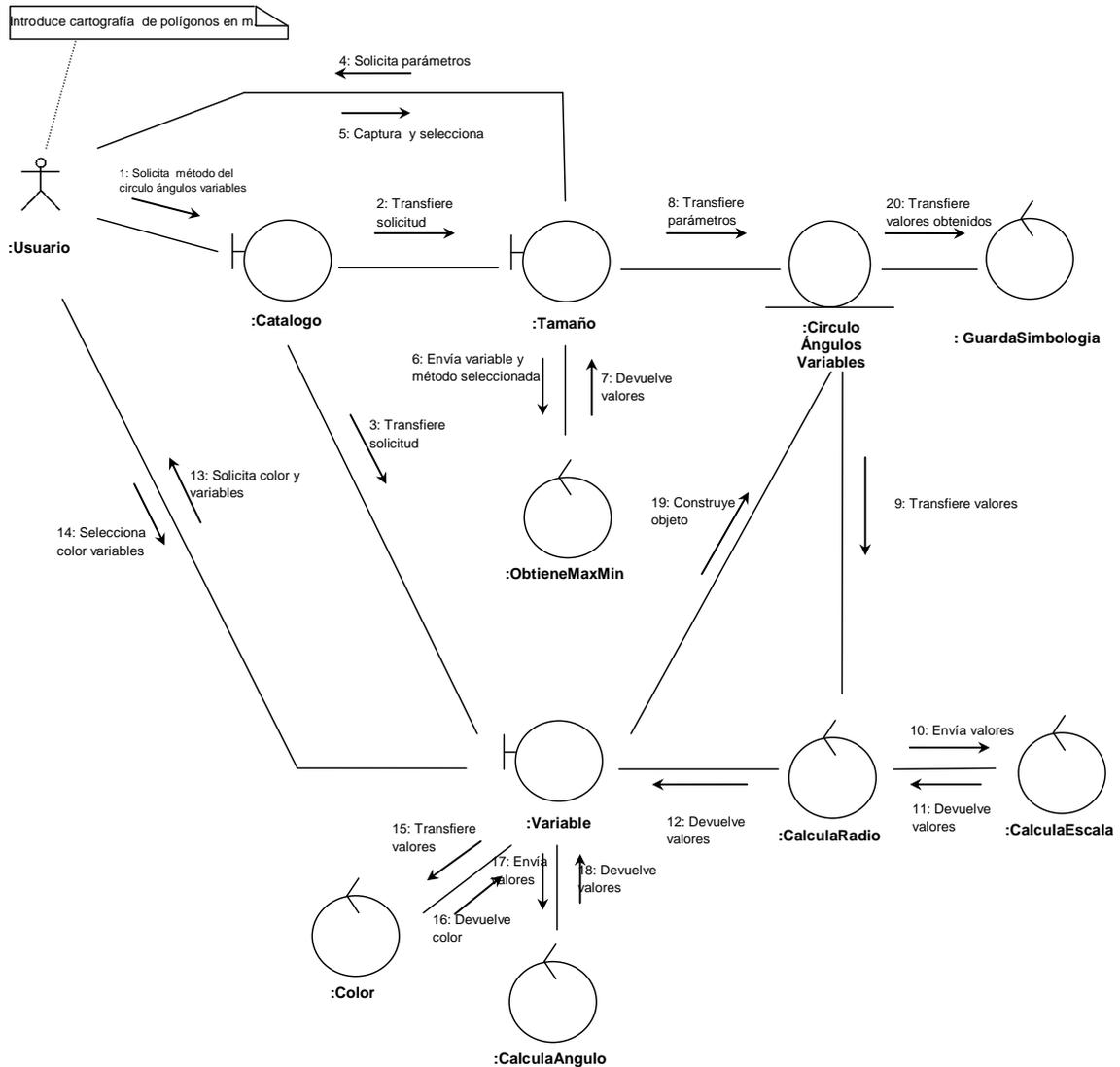


Figura 4.27. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Circulo Ángulos Variables

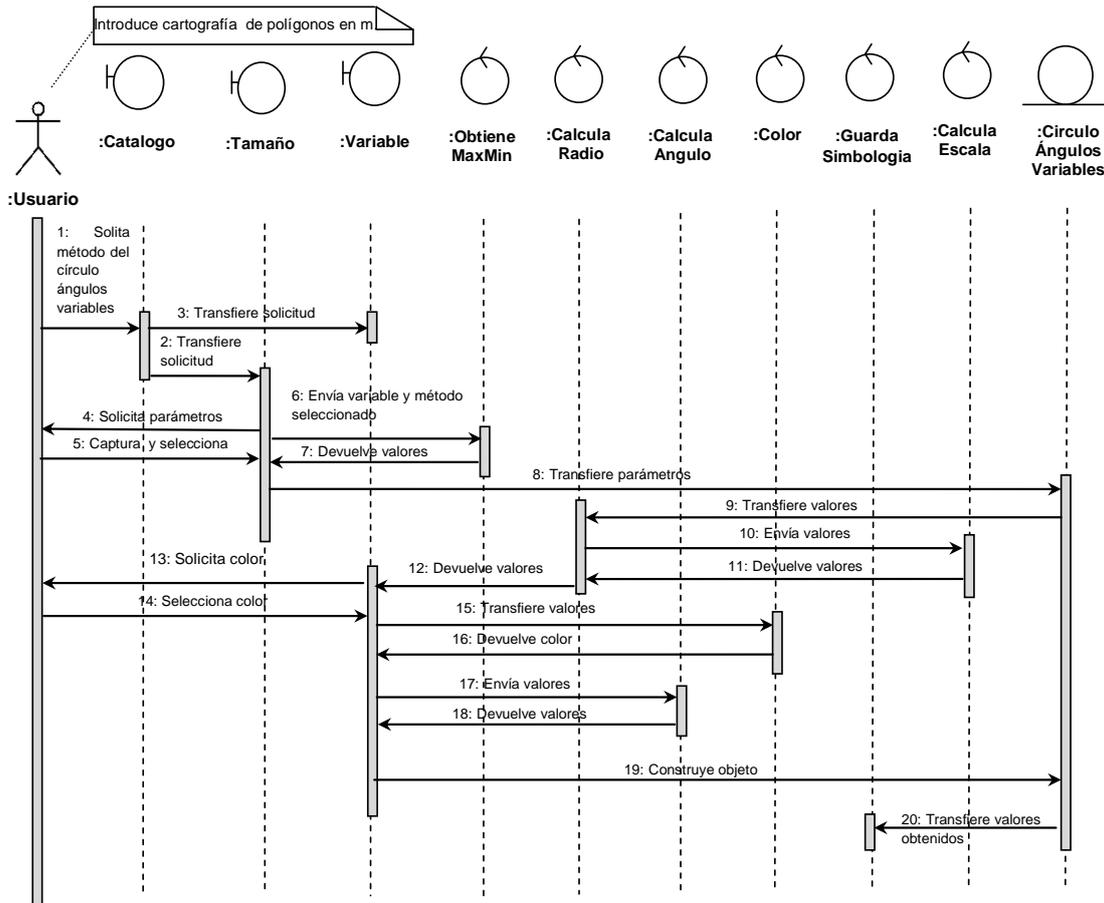


Figura 4.28. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Círculo Ángulos Variables.

El usuario selecciona el método del círculo ángulos variables que esta considerando aplicar en la cartografía (1 - 3). El módulo solicita que seleccione la forma en la que va a calcular el radio que podrá ser por raíces, flannery o rangos y la elección de la variable a aplicar que el usuario proporcionara (4 - 12). Luego le solicita si desea un cambio de color y variables para a estructura interna. Finalmente se crean las dimensiones de la forma (13 - 19). Se conservan los valores obtenidos para la futura construcción de la simbología (20).

Figura 4.29. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.27) y secuencias (figura 4.28) de la realización de escenario de la figura 4.4 del caso de uso Círculo Ángulos Variables.

4.4.2.4 Casos de uso Semicírculo

El diagrama del casos de uso de la figura 3.20 a partir de su descripción (figura 3.21) se deduce que, del diagrama de clases de la figura 4.30, las clases que entran en este caso de uso son las clases interfaz *Catalogo*, *Tamaño*, *Variable* y *Simbologia*, las cuales modelan la interfaz de usuario; las clases *ObtieneMaxMin*, *CalculaRadio*, *CalculaAngulo*, *GuardaSimbologia*,

CalculaEscala y *Color* son clases control que modelan la obtención de máximos y mínimos de la variable, cálculo del radio, ángulo, simbología, ajustes de escala y los colores de fondo de los ángulos variables del semicírculo. Las clases entidad *Semicirculo* y *Simbologia*, modelan el método y simbología que ha seleccionado el usuario y finalmente la Clase *Anillo* y *Halo*, son los métodos que se incorporan. Las clases *Anillo*, *Halo*, *Simbologia* (entidad e interfaz), no son consideradas por el momento en el diagrama de clases de la figura 4.30.

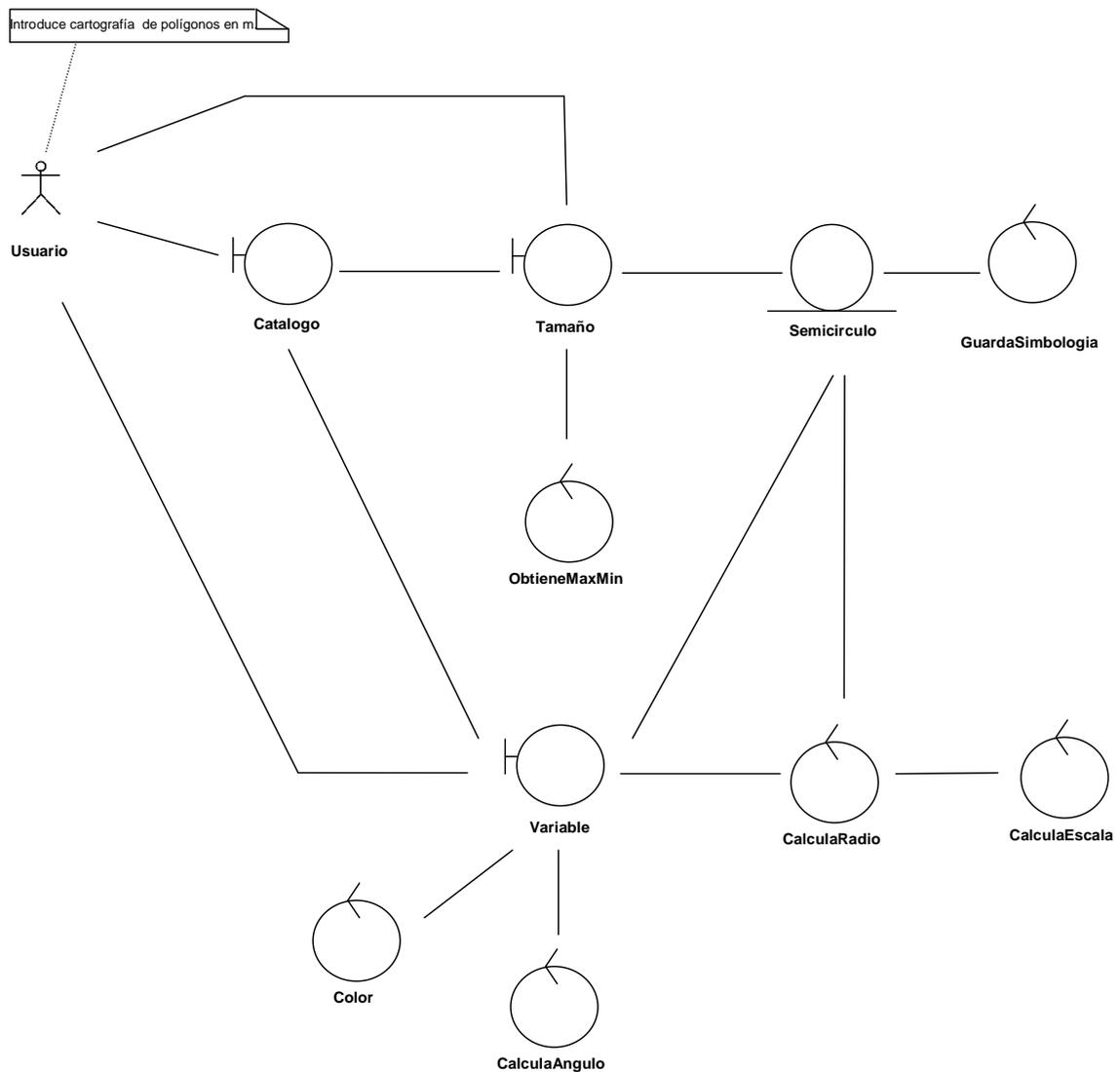


Figura 4.30. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Semicírculo.

El diagrama de colaboración (figura 4.31) muestra los objetos, así como los mensajes, numerados en el orden del escenario general, en este caso la figura 4.17.

En el enunciado 1, del escenario de la figura 4.17, el :**Usuario** selecciona el método que esta considerando aplicar a la cartografía. En la figura 4.31 esto se representa mediante el mensaje

1: El **:Usuario** solicita y/o selecciona el método Semicírculo al objeto **:Catalogo**. El objeto **:Catalogo** transfiere la solicitud obtenida a los objetos **:Tamaño** (mensaje 2) y **:Variable** (mensaje 3).

En el enunciado 2, escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño**, solicita determinar el tipo de tamaños a manejar (iguales o variables) al **:Usuario**, en base a esta elección se solicita la captura del radio en cm (máximo o mínimo, según la determinación de los tamaños a manejar) para cada semicírculo. Si el **:Usuario** se elijen tamaños iguales, se captura el radio en cm para cada semicírculo; o se elije tamaños variables, solicitara la elección del método de cálculo del radio (raíces, flannery o rangos) y selección de la variable a aplicar para cada semicírculo. En base a las variables seleccionada se determina el valor máximo o mínimo, según la elección del método de cálculo. De seleccionar el método de rangos de intervalos iguales solicitara seleccionar el número de intervalos y capturar el incremento entre rangos (mensaje 4). El **:Usuario** captura parámetros solicitados (mensaje 5).

En el enunciado 3, escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño** envía la variable seleccionada y el método de cálculo elegido a el objeto **:ObtieneMaxMin** para que obtenga los valores máximos o mínimos de la variable según corresponda al método de cálculo del radio que se selecciono (mensaje 6). El objeto **:ObtieneMaxMin** devuelve los valores obtenidos (máximos o mínimos de la variable según corresponda) (mensaje 7). El objeto **:Tamaño** transfiere la solicitud y parámetros obtenidos al objeto **:Semicirculo** (mensaje 8) y este a su vez transfiere valores al objeto **:CalculaRadio** (mensaje 9). El objeto **:CalculaRadio** envía valores al objeto **:CalculaEscala** para hacer los cálculos de ajuste de escala (mensaje 10) y este devuelve valores al objeto **:CalculaRadio** (mensaje 11). El objeto **:CalculaRadio** devuelve valores calculados según la selección del cálculo del radio al objeto **:Variable** (mensaje 12). El objeto **:Variable** solicita las variables y sus colores de fondo de las variables representadas en el círculo de ángulos fijos al **:Usuario**(mensaje 13). El **:Usuario** selecciona las variables, orientación, separación en cm entre los semicírculos y el de color cada variable; se tendrá la opción de dejar el color que se emita por default o seleccionar otro. Se aplica el método una vez que esta conforme con el método de cálculo y las variables seleccionadas (por lo que las alternativas de los incisos A, B, C, H, D e I del escenario extendido de la figura 4.5 se cumplen hasta este punto) en el objeto **:Variable** (mensaje 14). El objeto **:Variable** transfiere valores a el objeto **:Color** (mensaje 15) y este mismo devuelve el color (mensaje 16) que viene siendo simultaneo con el mensaje 14 y 15. El objeto **:Variable** envía las variables seleccionadas al objeto **:CalculaAngulo** (mensaje 17) y este mismo devuelve el ángulo de los segmentos que va

a tener el semicírculo (mensaje 18). El objeto **:Semicirculo** recolecta las instancias del objeto **:Variable** y construye objeto semicírculo (mensaje 19), entonces se aplica el método.

En el enunciado 4, escenario de la figura 4.17, el objeto **:Semicirculo** transfiere valores obtenidos (mensaje 20), a la clase borde representada por el objeto **:GuardaSimbologia**.

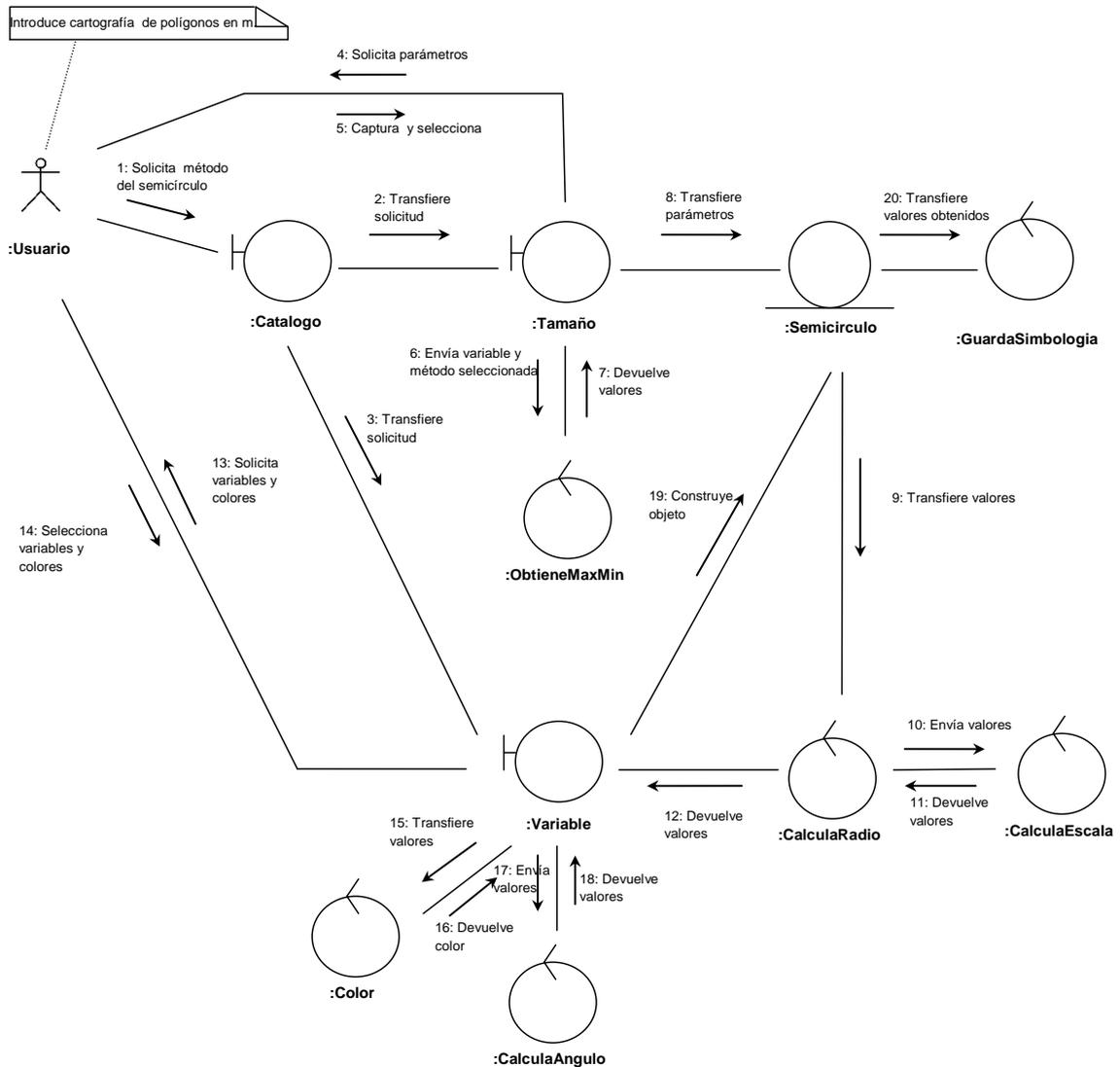


Figura 4.31. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Semicírculo.

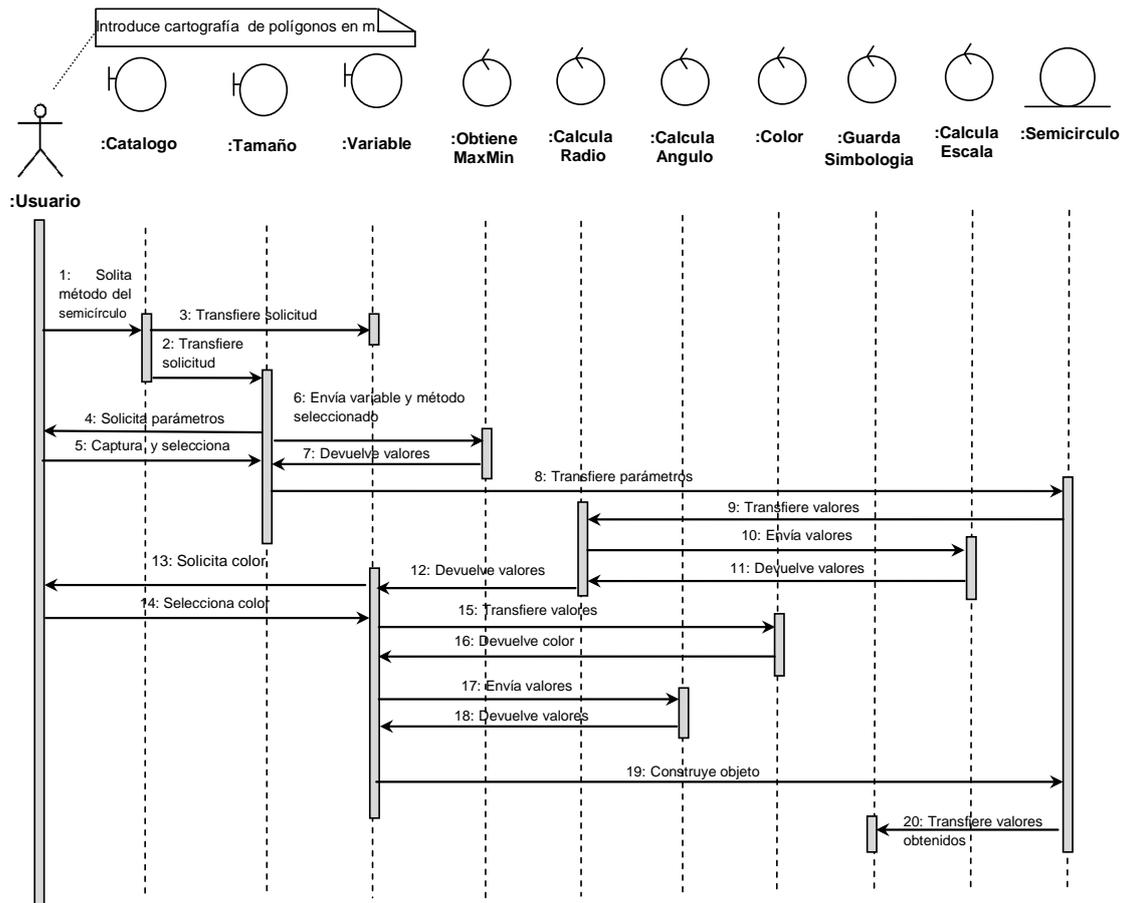


Figura 4.32. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Semicírculo.

El usuario selecciona el método del semicírculo que esta considerando aplicar en la cartografía (1 - 3). El módulo solicita que seleccione la forma en la que va a calcular el radio que podrá ser por raíces, flannery o rangos y la elección de la variable a aplicar que el usuario proporcionara (4 - 12). Luego le solicita si desea un cambio de color y variables para a estructura interna. Finalmente se crean las dimensiones de la forma (13 - 19). Se conservan los valores obtenidos para la futura construcción de la simbología (20).

Figura 4.33. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.31) y secuencias (figura 4.32) de la realización de escenario de la figura 4.5 del caso de uso Semicírculo.

4.4.2.5 Casos de uso Anillo

El diagrama del casos de uso de la figura 3.22 a partir de su descripción (figura 3.23) se deduce que, existen dos puntos a abordar, por lo que se considera en el diagrama de clases de la figura 4.34 como un método de representación independiente, en el que se involucran las clases interfaz *Catalogo*, *Tamaño*, *Variable* y *Simbologia*, las cuales modelan la interfaz de usuario; las clases *ObtieneMaxMin*, *CalculaRadio*, *CalculaAngulo*, *GuardaSimbologia*, *CalculaEscala* y *Color*

son clases control que modelan la obtención de máximos y mínimos de la variable, cálculo del radio, ángulo, simbología, ajustes de escala y los colores de fondo de los ángulos variables del anillo. Clase entidad *CirculoAngulosVariables* y *Simbologia*, modelan el método y simbología que ha seleccionado el usuario y finalmente la Clase *Halo*, es el método que se incorpora.

El siguiente punto, se considera al anillo como un método de representación dependiente, por lo que en el diagrama de clases de la figura 4.35 las clases que se involucran son interfaz de usuario *Variable* y *Simbología*, las cuales modelan la interfaz de usuario; las clases *ObtieneMaxMin*, *CalculaRadio*, *CalculaAngulo*, *GuardaSimbologia*, *CalculaEscala* y *Color* son clases control que modelan la obtención de máximos y mínimos de la variable, cálculo del radio, ángulo, simbología, ajustes de escala y los colores de fondo de los ángulos variables del anillo. Clase entidad *Anillo* y *Simbologia*, modelan el método y simbología que ha seleccionado el usuario.

Las clases *Halo* y *Simbologia* (entidad e interfaz), no son consideradas por el momento en el diagrama de clases de la figura 4.34 y 4.35.

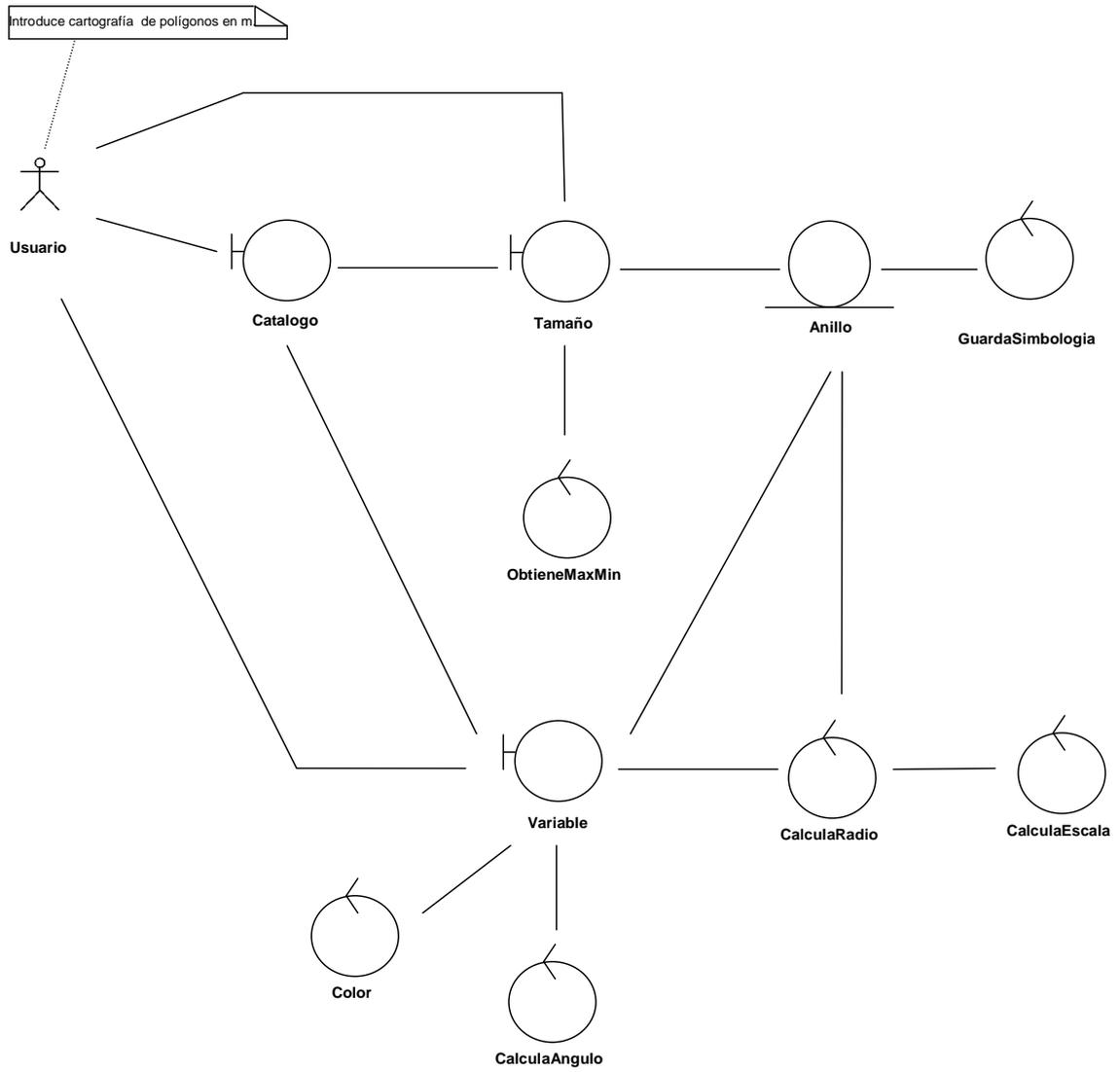


Figura 4.34. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Anillo (método independiente).

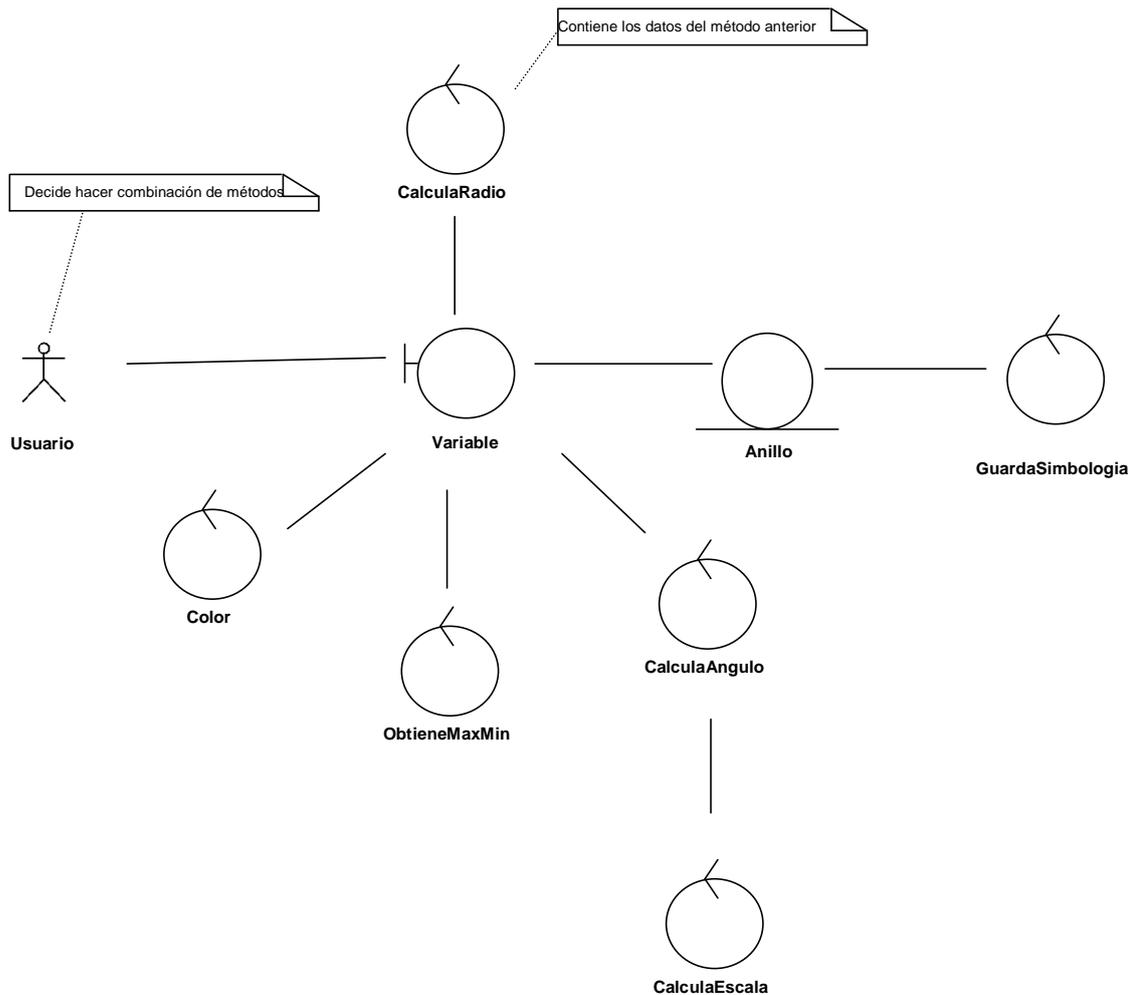


Figura 4.35. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Anillo (método dependiente).

El diagrama de colaboración (figura 4.36 y 4.37) muestra los objetos, así como los mensajes, numerados en el orden del escenario general, en este caso la figura 4.17.

En el enunciado 1, del escenario de la figura 4.17, el **:Usuario** selecciona el método que esta considerando aplicar a la cartografía. En la figura 4.36 esto se representa mediante el mensaje 1: El **:Usuario** solicita y/o selecciona el método Anillo al objeto **:Catalogo**. El objeto **:Catalogo** transfiere la solicitud obtenida a los objetos **:Tamaño** (mensaje 2) y **:Variable** (mensaje 3).

En el enunciado 2, escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño**, solicita determinar el tipo de tamaños a manejar (iguales o variables) al **:Usuario**, en base a esta elección se solicita la captura del radio (máximo o mínimo, según la determinación de los tamaños a manejar) y ancho, ambos en cm. Si se elijen tamaños iguales, se captura el radio en cm; o se elije tamaños variables, solicitara la elección del método de cálculo del radio (raíces, flannery o rangos) y selección de la variable a aplicar. En base a la variable seleccionada se determina y muestra el

valor máximo o mínimo, según la elección del método de cálculo. De seleccionar el método de rangos (intervalos iguales) solicitara seleccionar el número de intervalos y capturar el incremento entre rangos (mensaje 4). El **:Usuario** captura parámetros solicitados (mensaje 5).

En el enunciado 3, escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño** envía la variable seleccionada y el método de calculo elegido a el objeto **:ObtieneMaxMin** para que obtenga los valores máximos o mínimos de la variable según corresponda al método de calculo del radio que se selecciono (mensaje 6). El objeto **:ObtieneMaxMin** devuelve los valores obtenidos (máximos o mínimos de la variable según corresponda) (mensaje 7). El objeto **:Tamaño** transfiere la solicitud y parámetros obtenidos al objeto **:Anillo** (mensaje 8) y este a su vez transfiere valores al objeto **:CalculaRadio** (mensaje 9). El objeto **:CalculaRadio** envía valores al objeto **:CalculaEscala** para hacer los cálculos de ajuste de escala (mensaje 10) y este devuelve valores al objeto **:CalculaRadio** (mensaje 11). El objeto **:CalculaRadio** devuelve valores calculados según la selección del cálculo del radio al objeto **:Variable** (mensaje 12). El objeto **:Variable** solicita la variables y sus colores de fondo de las variables representadas en el anillo al **:Usuario** (mensaje 13). El **:Usuario** selecciona las variables y su color, se tendrá la opción de dejar el color que se emita por default o seleccionar otro y se aplica el método una vez que esta conforme con el método de calculo y las variables seleccionadas (por lo que las alternativas de los incisos A, B, C, D y F del escenario extendido de la figura 4.6 se cumplen hasta este punto) en el objeto **:Variable** (mensaje 14). El objeto **:Variable** transfiere valores a el objeto **:Color** (mensaje 15) y este mismo devuelve el color (mensaje 16) que viene siendo simultaneo con el mensaje 14 y 15. El objeto **:Variable** envía las variables seleccionadas al objeto **:CalculaAngulo** (mensaje 17) y este mismo devuelve el ángulo de los segmentos que va a tener el anillo (mensaje 18). El objeto **:Anillo** recolecta las instancias del objeto **:Variable** y construye objeto anillo (mensaje 19), entonces se aplica el método.

En el enunciado 4, escenario de la figura 4.18, el objeto **:CirculoAngulosVariables** transfiere valores obtenidos (mensaje 20), a la clase borde representada por el objeto **:GuadaSimbologia**.

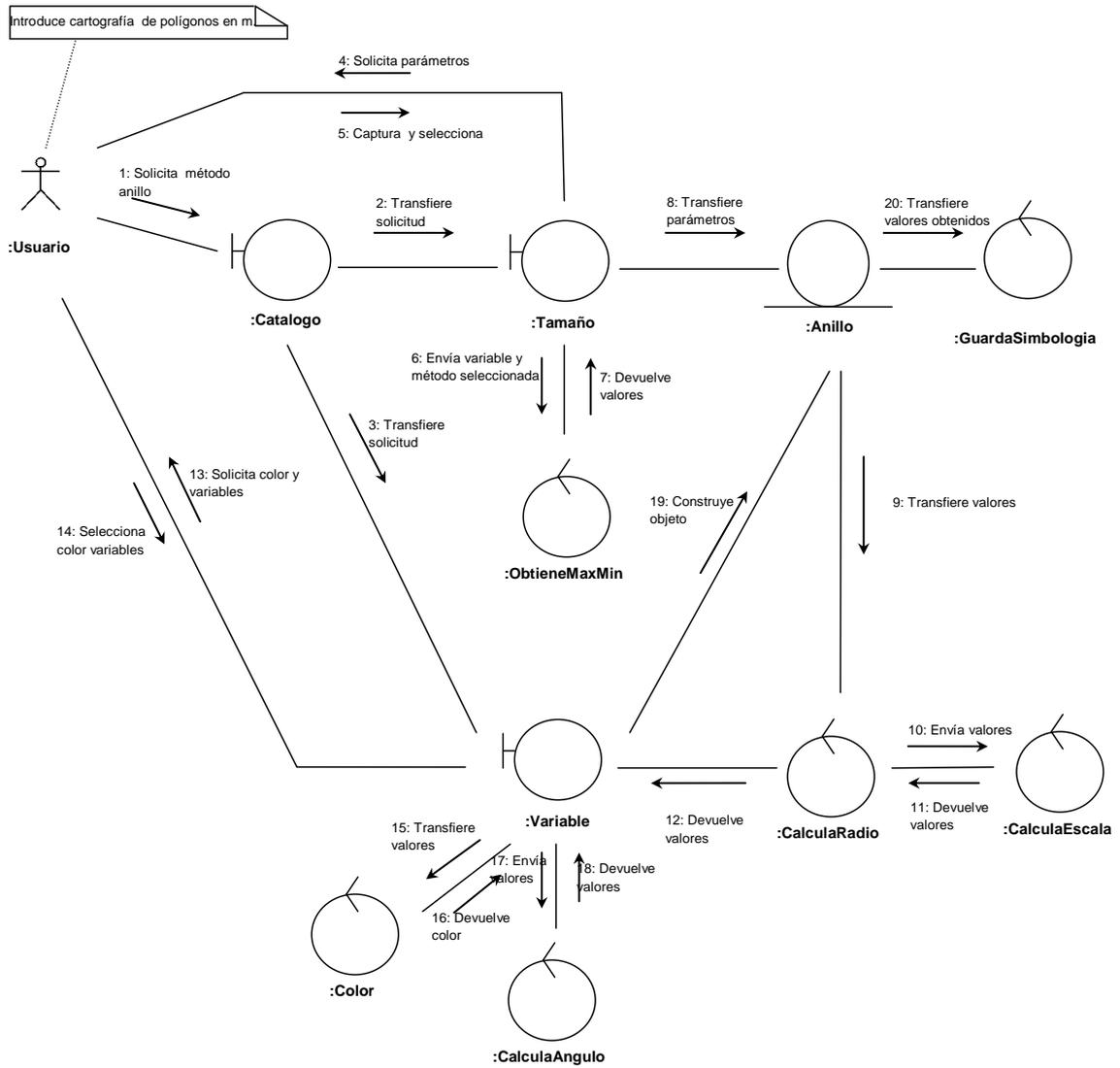


Figura 4.36. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Anillo (método independiente).

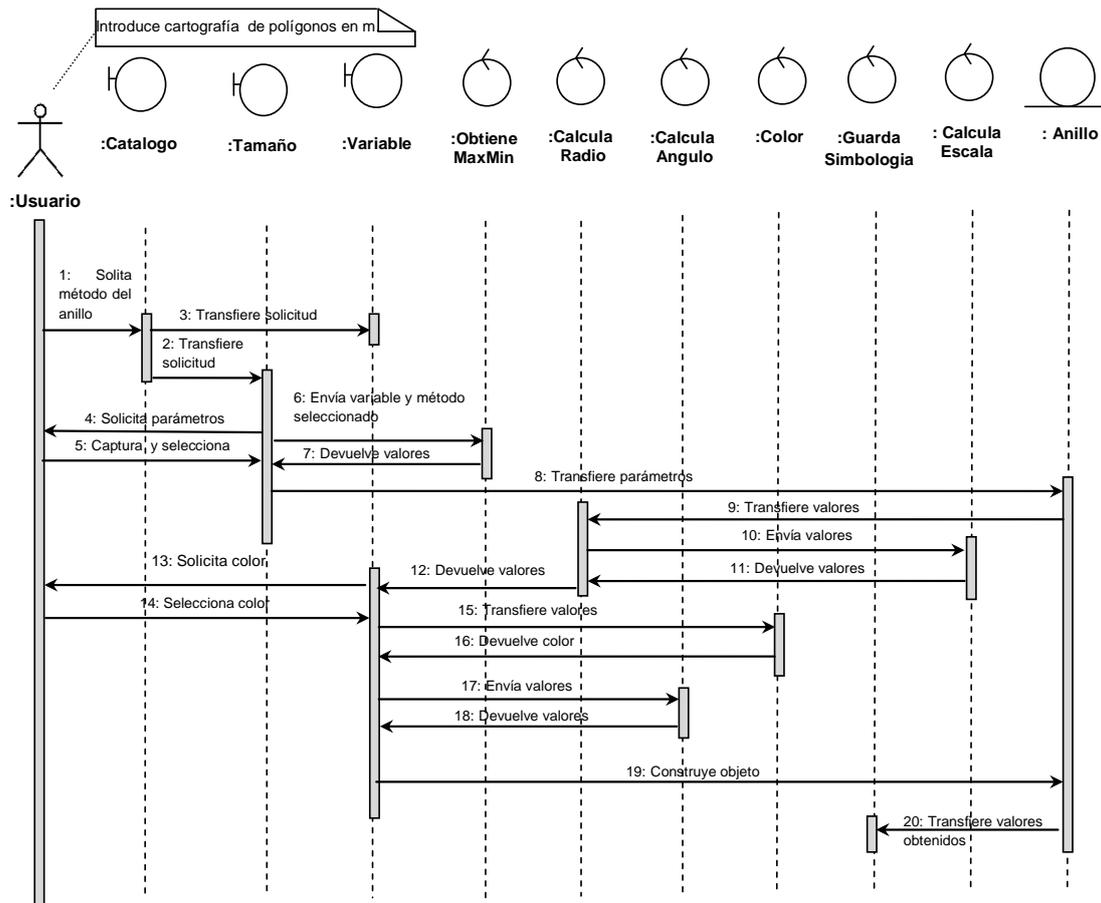


Figura 4.37. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Anillo (método independiente).

El usuario selecciona el método del anillo que esta considerando aplicar en la cartografía (1 - 3). El módulo solicita que seleccione la forma en la que va a calcular el radio que podrá ser por raíces, flannery o rangos y la elección de la variable a aplicar que el usuario proporcionara (4 - 12). Luego le solicita si desea un cambio de color y variables para a estructura interna. Finalmente se crean las dimensiones de la forma (13 - 19). Se conservan los valores obtenidos para la futura construcción de la simbología (20).

Figura 4.38. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.36) y secuencias (figura 4.37) de la realización de escenario de la figura 4.6 del caso de uso caso de uso Anillo.

En el enunciado 1, escenario de la figura 4.17, el **:Usuario** elije hacer una combinación a partir de un método base que esta considerando aplicar a la cartografía. En la figura 4.39 esto se representa mediante el mensaje 1.2: El objeto **:Variable** solicita al **:Usuario** la combinación del método anillo sobre el método ya concebido previamente, en donde el objeto **:CalculaRadio** envía parámetros obtenidos del método previo al objeto **:Variable** (mensaje 1.1).

En el enunciado 2, escenario de la figura 4.17, el **:Usuario** captura y selecciona (mensaje 1.3) los parámetros de selección de variables, color y ancho en cm en el objeto **:Variable**.

En el enunciado 3, escenario de la figura 4.17, el objeto **:Variable** transfiere los parámetros obtenidos los objetos: **:Color** recibe la selección del color o no selección (mensaje 1.4) y devuelve colores, sean estos seleccionados o no (mensaje 1.5); **:ObtieneMaxMin** recibe las variables seleccionadas (mensaje 1.6) y devuelve los máximos y mínimos según método de cálculo de radio (mensaje 1.7); **:CalculaAngulo** recibe las variables seleccionadas (mensaje 1.8) y devuelve los ángulos de cada variable (mensaje 1.9) a el objeto **:Variable**. Hasta este momento las alternativas de los incisos relacionados con anexar el anillo de los escenarios de las figuras 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 se cumplen hasta este punto.

El objeto **:Anillo** recolecta las instancias del objeto **:Variable** y construye objeto anillo (método dependiente) (mensaje 1.10), entonces se aplica el método.

En el enunciado 4, escenario de la figura 4.17, el objeto **:Anillo** transfiere valores obtenidos (mensaje 1.11), a la clase borde representada por el objeto **:GuardaSimbologia**.

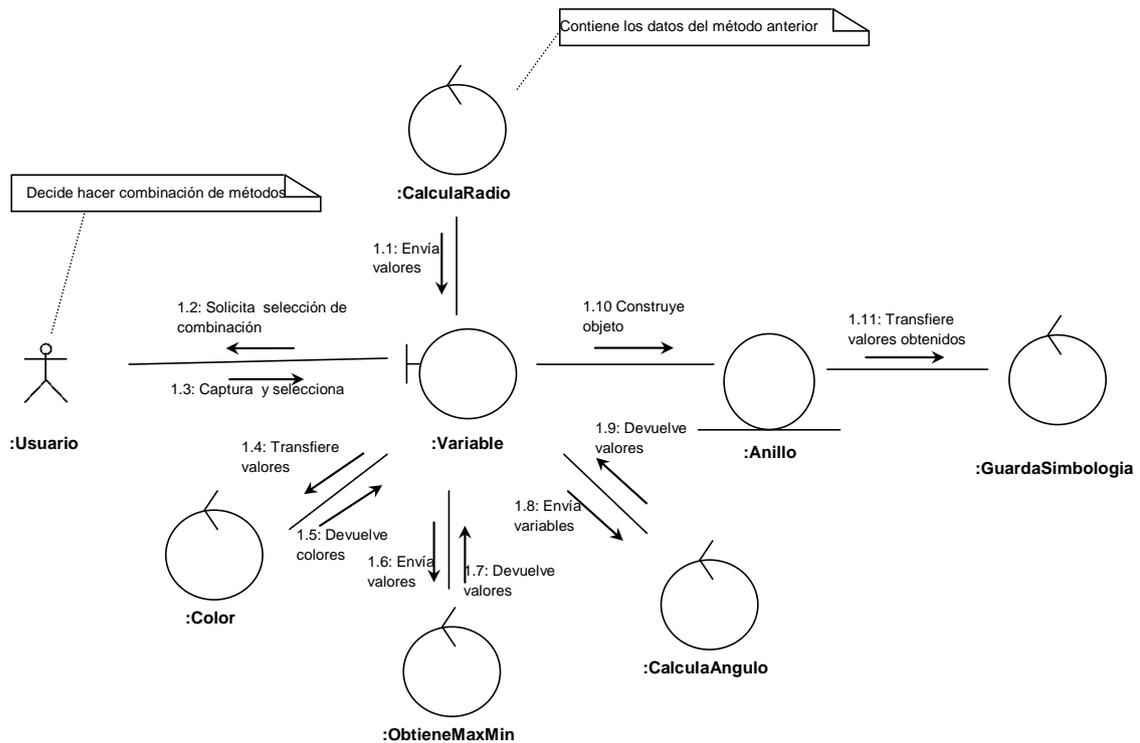


Figura 4.39. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 3.62 del caso de uso Anillo (método dependiente).

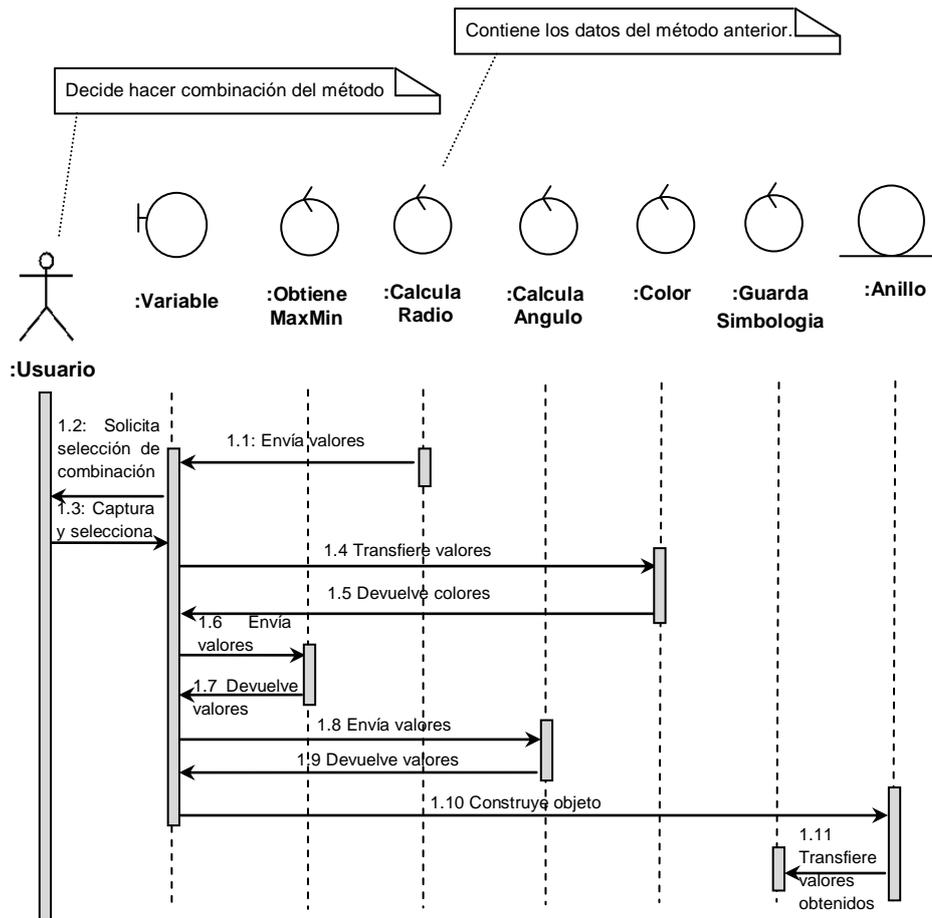


Figura 4.40. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Anillo (método dependiente).

El usuario selecciona una forma previamente, y decide hacer una combinación usando el anillo (es decisión del usuario). El usuario selecciona y captura los parámetros del anillo que esta considerando (1.1 – 1.3). Finalmente se crean las dimensiones de la forma (1.4 – 1.10). Se conservan los valores obtenidos para la futura construcción de la simbología (1.11).

Figura 4.41. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.39) y secuencias (figura 4.40) de la realización de escenario de la figura 4.6 del caso de uso Anillo.

4.4.2.6 Casos de uso Halo

El diagrama del casos de uso de la figura 3.24 a partir de su descripción (figura 3.25) se deduce que, se considera al halo como un método de representación dependiente, por lo que en el diagrama de clases de la figura 4.42 las clases que se involucran son interfaz *Variable* y *Simbologia*, las cuales modelan la interfaz de usuario; las clases *ObtieneMaxMin*, *CalculaRadio*, *CalculaAngulo*, *GuardaSimbologia*, *CalculaEscala* y *Color* son clases control que modelan la

obtención de máximos y mínimos de la variable, cálculo del radio, ángulo, simbología, ajustes de escala y el color de halo. Clase entidad *Halo* y *Simbología*, modelan el método y simbología que ha seleccionado el usuario. La clase *Simbología* (entidad e interfaz), no son consideradas por el momento en el diagrama de clases de la figura 4.42.

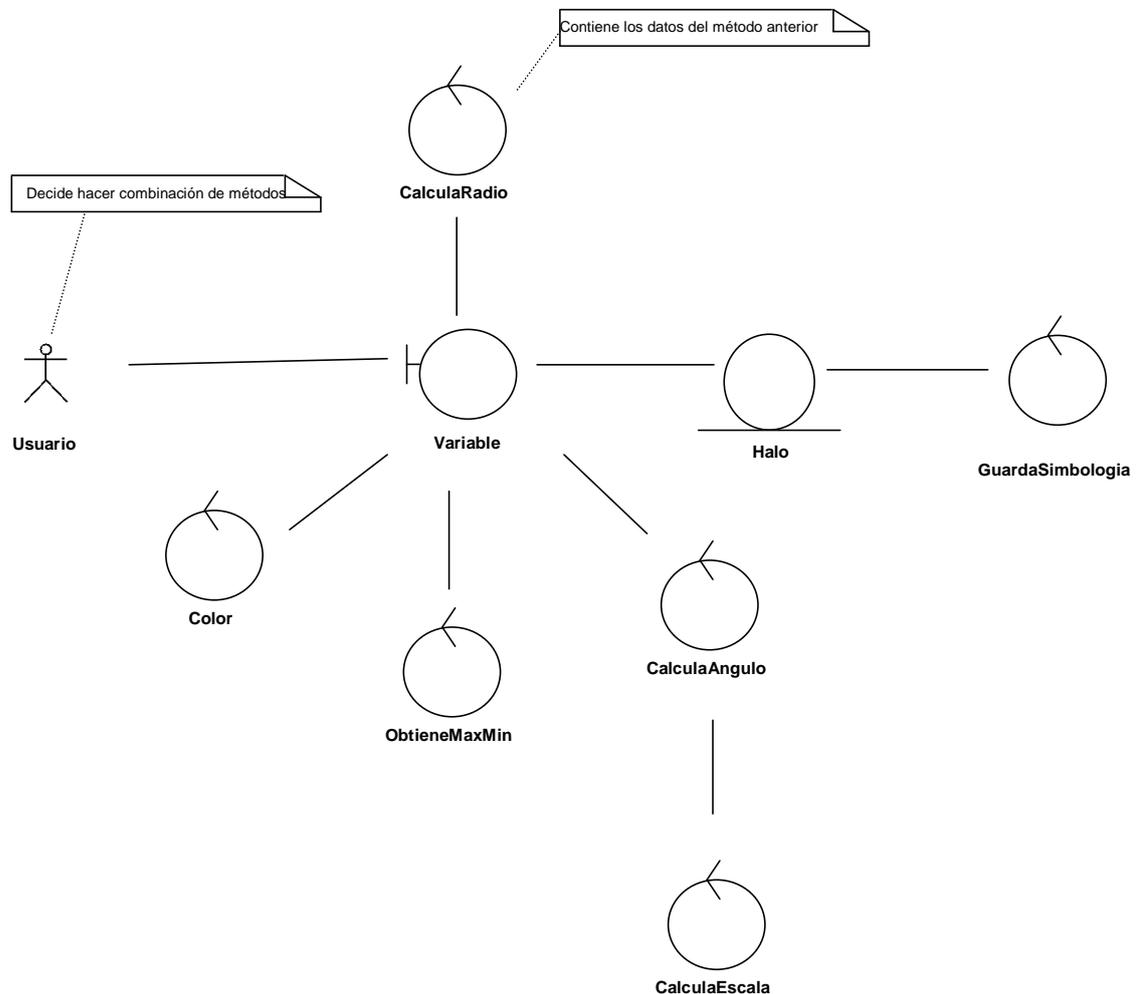


Figura 4.42. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Halo.

El diagrama de colaboración (figura 4.43) muestra los objetos, así como los mensajes, numerados en el orden del escenario general, en este caso la figura 4.17.

En el enunciado 1, del escenario de la figura 4.17, el **:Usuario** elige hacer una combinación a partir de un método base que esta considerando aplicar a la cartografía. En la figura 4.43 esto se representa mediante el mensaje 1.2: El objeto **:Variable** solicita al **:Usuario** la combinación del método Halo sobre el método ya concebido previamente, en donde el objeto **:CalculaRadio** envía parámetros obtenidos del método previo al objeto **:Variable** (mensaje 1.1).

En el enunciado 2, del escenario de la figura 4.17, el **:Usuario** captura y selecciona (mensaje 1.3) los parámetros de selección de variables, color y ancho en cm en el objeto **:Variable**.

En el enunciado 3, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:Variable** transfiere los parámetros obtenidos los objetos: **:Color** recibe la selección del color o no selección (mensaje 1.4) y devuelve colores, sean estos seleccionados o no (mensaje 1.5); **:ObtieneMaxMin** recibe las variables seleccionadas (mensaje 1.6) y devuelve los máximos y mínimos según método de cálculo de radio (mensaje 1.7); **:CalculaAngulo** recibe la variable seleccionada (mensaje 1.8) y devuelve los ángulos de la variable (mensaje 1.9) a el objeto **:Variable**. Hasta este momento las alternativas de los incisos relacionados con la anexar el halo de los escenarios de las figuras 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 se cumplen hasta este punto.

El objeto **:Halo** recolecta las instancias del objeto **:Variable** y construye objeto halo (método dependiente) (mensaje 1.10), entonces se aplica el método.

En el enunciado 4, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:Halo** transfiere valores obtenidos (mensaje 1.11), a la clase borde representada por el objeto **:GuardaSimbologia**.

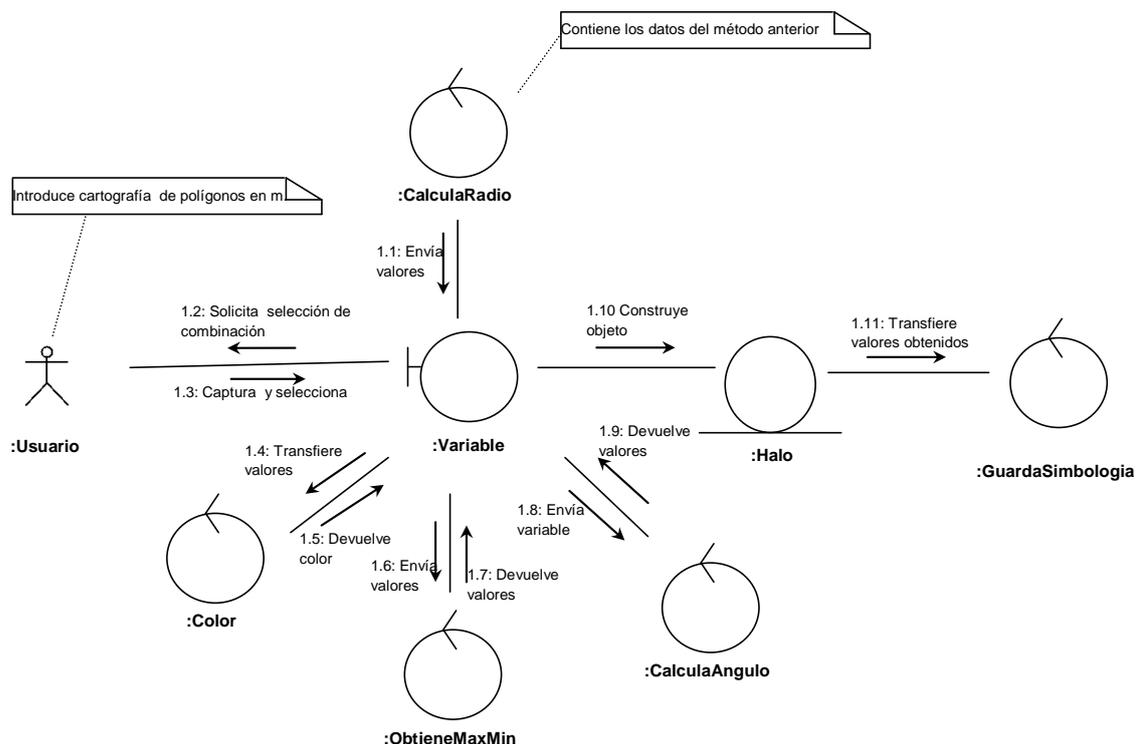


Figura 4.43. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Halo.

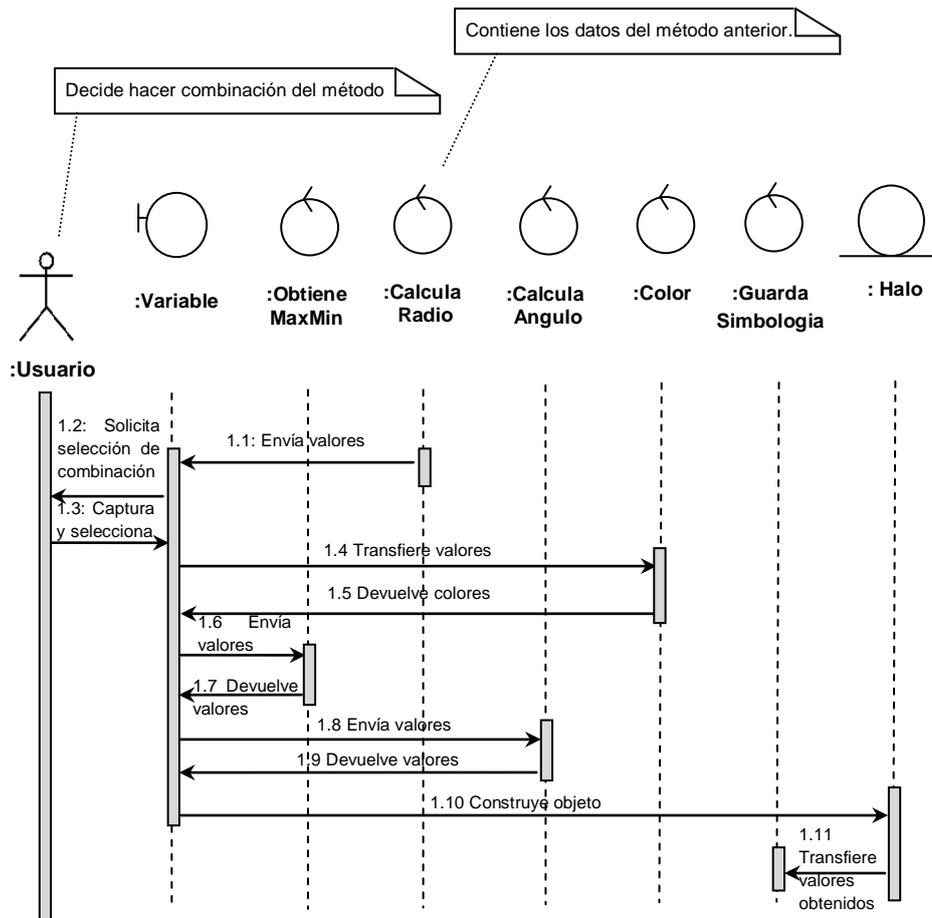


Figura 4.44. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Halo

El usuario selecciona una forma previamente, y decide hacer una combinación usando el halo (es decisión del usuario). El usuario selecciona y captura los parámetros del anillo que esta considerando (1.1 – 1.3). Finalmente se crean las dimensiones de la forma (1.4 – 1.10). Se conservan los valores obtenidos para la futura construcción de la simbología (1.11).

Figura 4.45. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.43) y secuencias (figura 4.44) de la realización de escenario de la figura 4.7 del caso de uso Halo.

4.4.2.7 Casos de uso Sectores

El diagrama del casos de uso de la figura 3.26 a partir de su descripción (figura 3.27) se deduce que, del diagrama de clases de la figura 4.46, las clases que entran en este caso de uso son las clases interfaz *Catalogo*, *Tamaño*, *Variable* y *Simbologia*, las cuales modelan la interfaz de usuario; las clases *ObtieneMaxMin*, *CalculaRadio*, *CalculaAngulo*, *GuardaSimbologia*, *CalculaEscala* y *Color* son clases control que modelan la obtención de máximos y mínimos de la variable, cálculo del radio, ángulo, simbología, ajustes de escala y los colores de fondo de los

ángulos fijos. Las clase entidad *Sectores* y *Simbología*, modelan el método y simbología que ha seleccionado el usuario. La clase *Simbología* (entidad e interfaz), no son consideradas por el momento en el diagrama de clases de la figura 4.46.

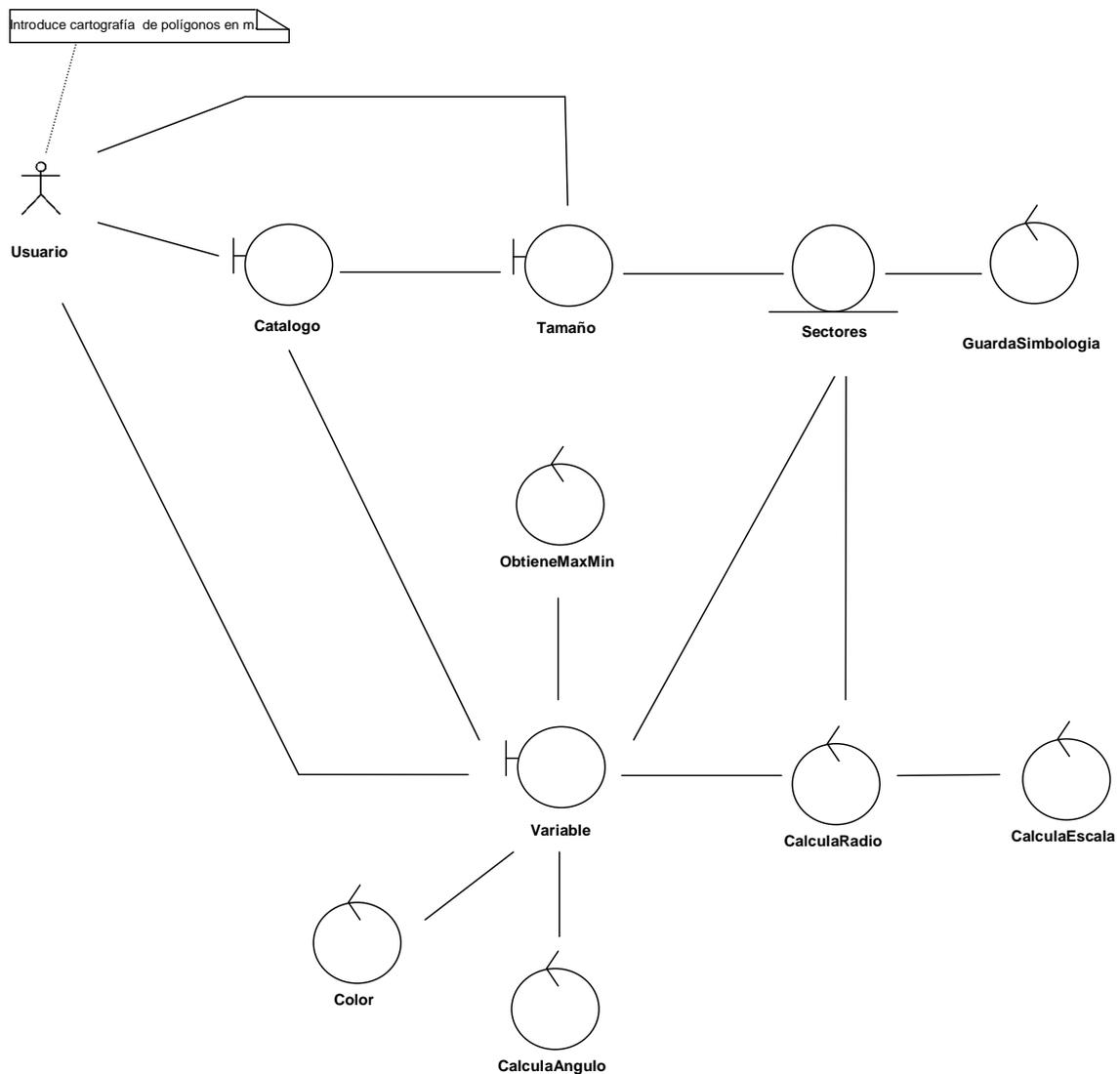


Figura 4.46. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso Sectores.

El diagrama de colaboración (figura 4.47) muestra los objetos, así como los mensajes, numerados en el orden del escenario general, en este caso la figura 4.17.

En el enunciado 1, del escenario de la figura 4.17, el **:Usuario** selecciona el método que esta considerando aplicar a la cartografía. En la figura 3.63 esto se representa mediante el mensaje 1: El **:Usuario** solicita y/o selecciona el método de Sectores al objeto **:Catalogo**. El objeto **:Catalogo** transfiere la solicitud obtenida a los objetos **:Tamaño** (mensaje 2) y **:Variable** (mensaje 3).

En el enunciado 2, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño**, solicita la captura al **:Usuario** del radio en cm (máximo o mínimo, según el método de cálculo del radio que será elegido), la elección del método de cálculo del radio (raíces o flannery) (mensaje 4). El **:Usuario** captura parámetros solicitados (mensaje 5).

En el enunciado 3, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño** envía parámetros seleccionados (mensaje 6) al objeto **:Sectores**, este mismo, transfiere valores (mensaje 7) al objeto **:CalculaRadio**. El objeto **:Variable** solicita las variables, su color y aplicación del método (mensaje 8) al usuario, este selecciona y captura lo requerido (mensaje 9). El objeto **:Variable** transfiere y recibe los valores a los objetos: **:Color** recibe valores (mensaje 10) y devuelve los colores (mensaje11); **:ObtieneMaxMin** recibe variables y método de cálculo seleccionado (mensaje 12) y devuelve máximos o mínimos (mensaje 13); **:CalculaRadio** recibe máximos o mínimos y envía valores (mensaje 15) calculados para el ajuste de escala al objeto **:CalculaEscala**, y este a su vez devuelve valores (mensaje 16) al objeto **:CalculaRadio**, que también devuelve los valores (mensaje 17); **:CalculaAngulo** recibe variables seleccionadas (mensaje 18) y devuelve el ángulo fijo de sectores (mensaje 19). Hasta este momento las alternativas de los incisos A, B, C y D de las alternativas del escenario extendido de la figura 4.8 se cumplen hasta este punto. El objeto **:Sectores** recolecta las instancias del objeto **:Variable** y construye objeto sectores (mensaje 20), entonces se aplica el método.

En el enunciado 4, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:Sectores** transfiere valores obtenidos (mensaje 21), a la clase borde representada por el objeto **:GuardaSimbologia**.

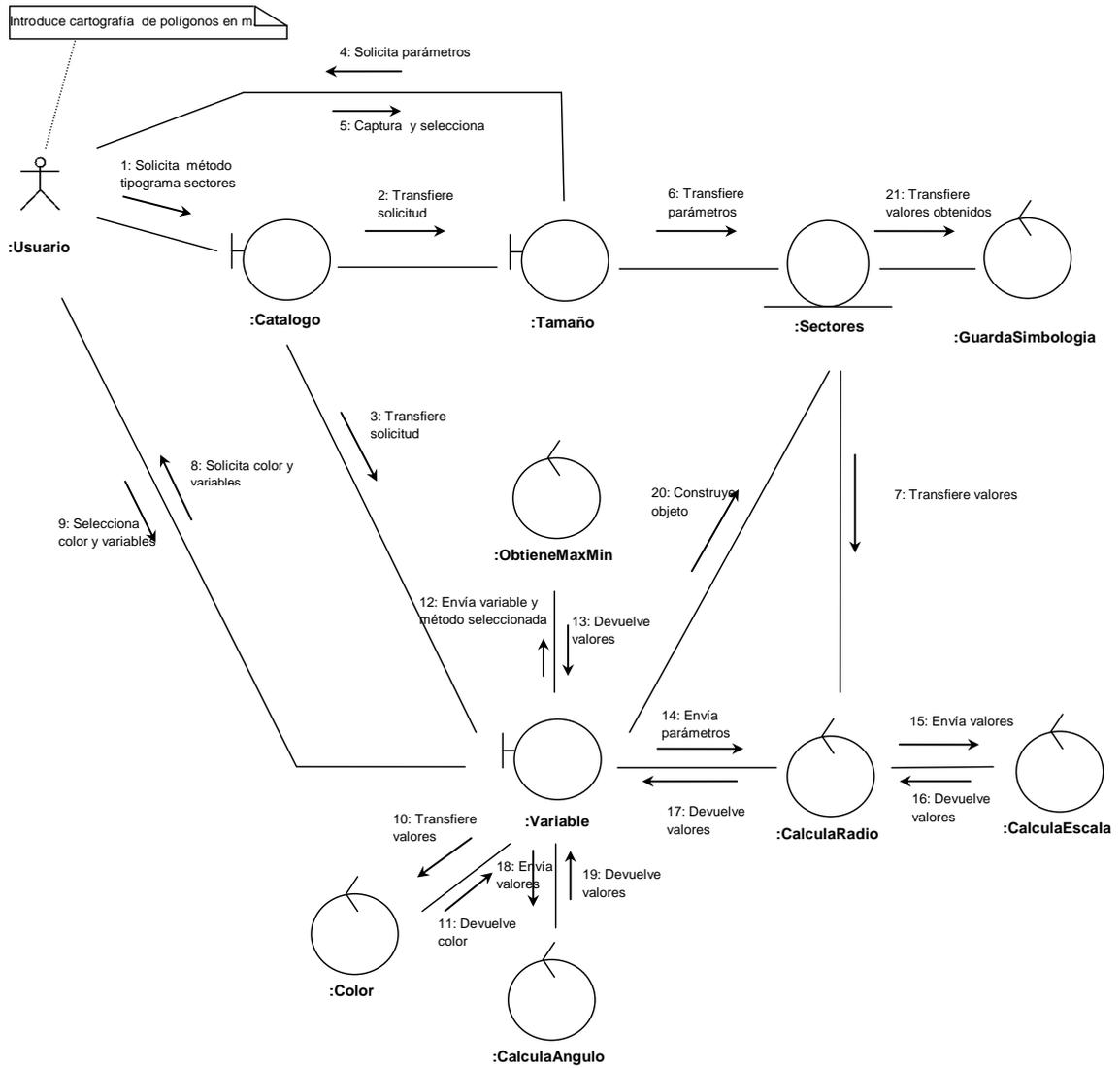


Figura 4.47. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Sectores.

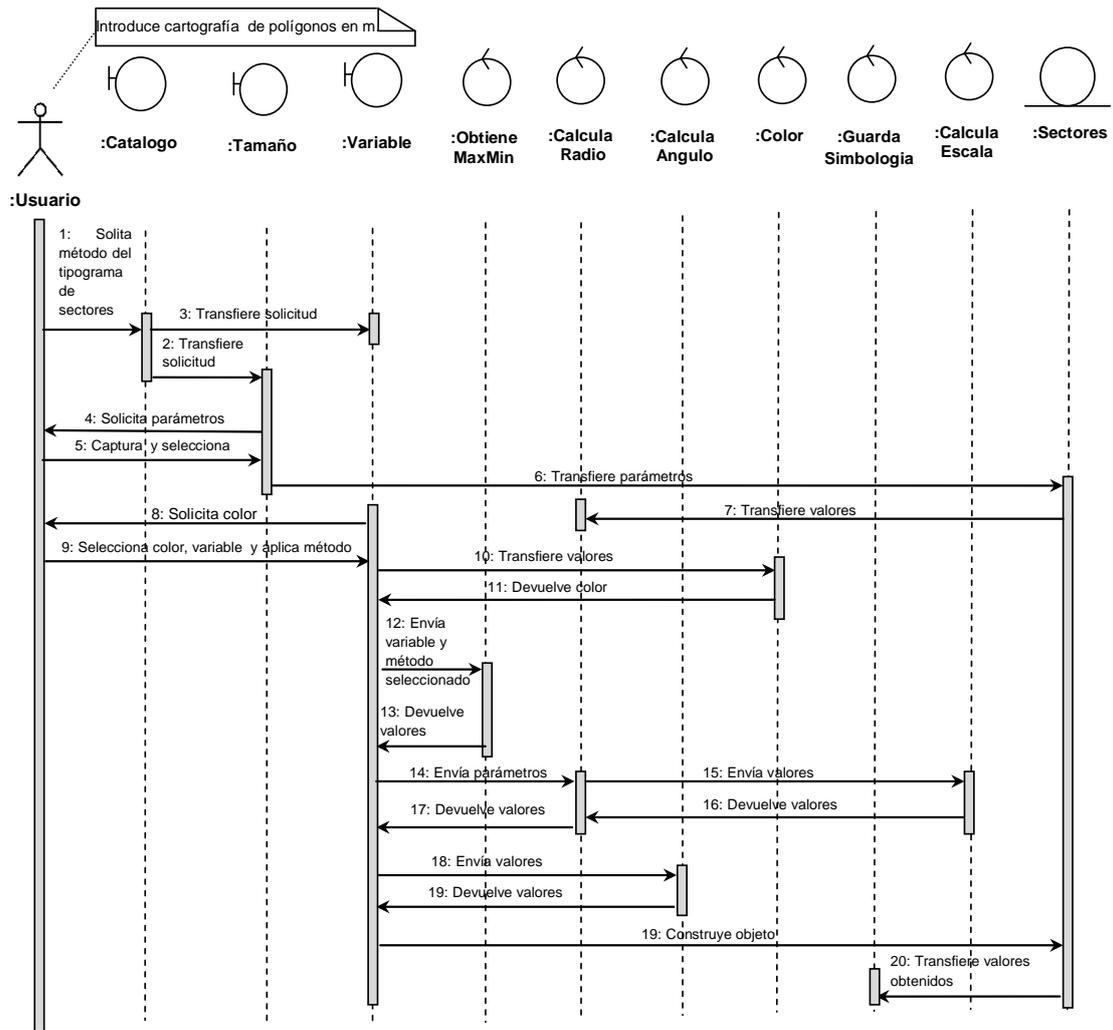


Figura 4.48. Diagrama de sectores de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Sectores.

El usuario selecciona el método de sectores que esta considerando aplicar en la cartografía (1 - 3). El módulo solicita que seleccione la forma en la que va a calcular el radio que podrá ser por raíces, flannery o rangos y la elección de la variable a aplicar que el usuario proporcionara (4 y 5). Luego le solicita si desea un cambio de color y variables para a estructura interna. Finalmente se crean las dimensiones de la forma (6 - 19). Se conservan los valores obtenidos para la futura construcción de la simbología (20).

Figura 4.49. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.47) y secuencias (figura 4.48) de la realización de escenario de la figura 4.8 del caso de uso Sectores.

4.4.2.8 Casos de uso Ejes Fijos

El diagrama del casos de uso de la figura 3.28 a partir de su descripción (figura 3.29) se deduce que, del diagrama de clases de la figura 4.50, las clases que entran en este caso de uso son las clases interfaz *Catalogo*, *Tamaño*, *Variable* y *Simbologia*, las cuales modelan la interfaz de

usuario; las clases *ObtieneMaxMin*, *CalculaReglaTres*, *CalculaAngulo*, *CalculaSimbología*, *CalculaEscala* y *Color* son clases control que modelan la obtención de máximos y mínimos de la variable, cálculo el punto de incidencia entre los ejes y los vértices del polígono, ángulo, simbología, ajustes de escala y el color de fondo del polígono tipograma de ejes fijos. Las clases entidad *EjesFijos* y *Simbologia*, modelan el método y simbología que ha seleccionado el usuario. La clase *Simbologia* (entidad e interfaz), no son consideradas por el momento en el diagrama de clases de la figura 4.50.

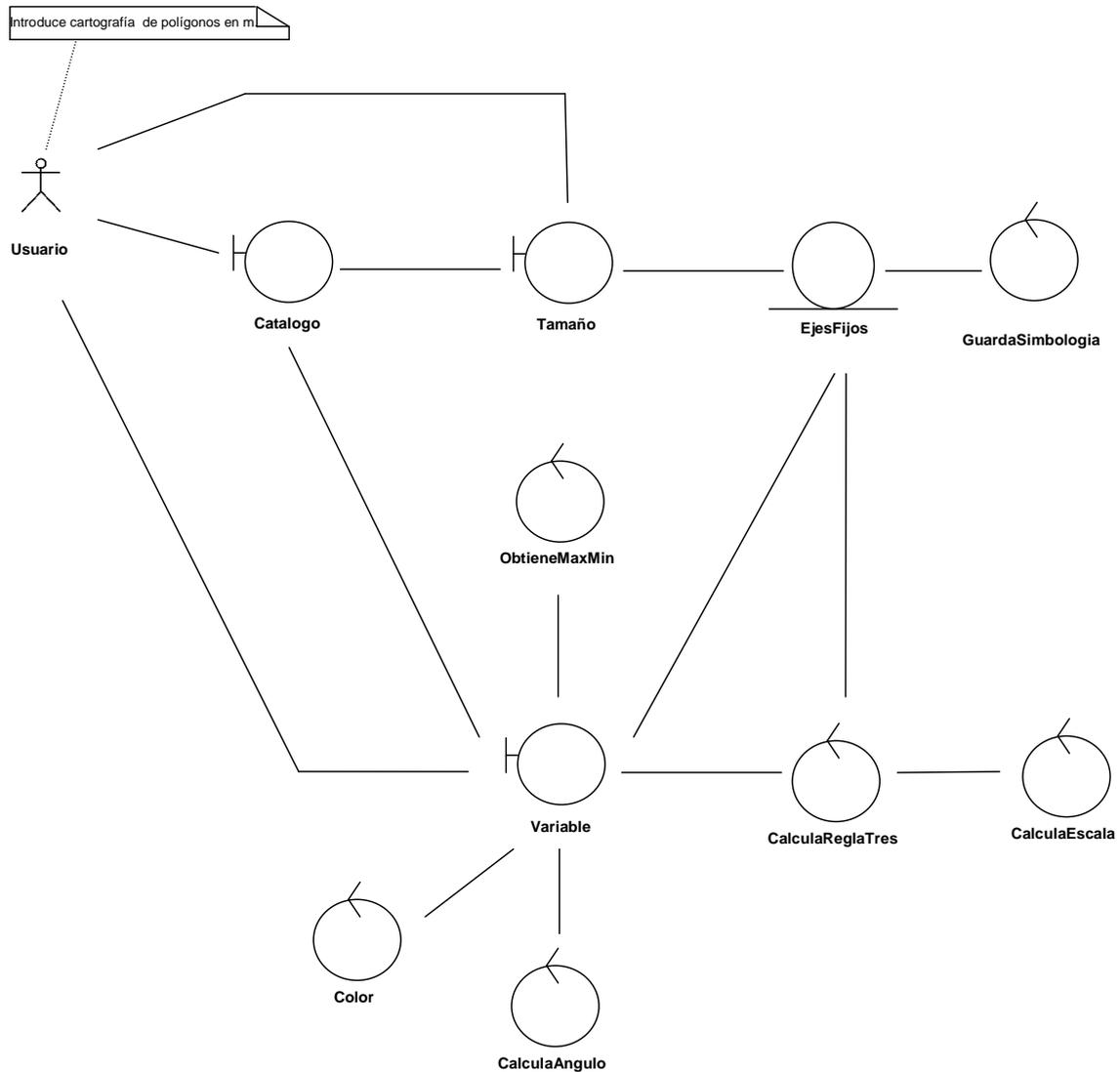


Figura 4.50. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso del Ejes Fijos.

El diagrama de colaboración (figura 4.51) muestra los objetos, así como los mensajes, numerados en el orden del escenario general, en este caso la figura 4.17.

En el enunciado 1, del escenario de la figura 4.17, el **:Usuario** selecciona el método que esta considerando aplicar a la cartografía. En la figura 3.63 esto se representa mediante el mensaje 1: El **:Usuario** solicita y/o selecciona el método de Ejes Fijos al objeto **:Catalogo**. La dirección de la flecha muestra hacia donde fluye la información. El objeto **:Catalogo** transfiere la solicitud obtenida a los objetos **:Tamaño** (mensaje 2) y **:Variable** (mensaje 3).

En el enunciado 2, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño**, solicita la captura al **:Usuario** la longitud de los ejes. El **:Usuario** captura longitud solicitada (mensaje 5).

En el enunciado 3, del escenario de la figura 4.17, el objeto **:Tamaño** envía parámetros seleccionados (mensaje 6) al objeto **:EjesFijos**, este mismo, transfiere valores (mensaje 7) al objeto **:CalculaRadio**. El objeto **:Variable** solicita las variables, su color y aplicación del método (mensaje 8) al usuario, este selecciona y captura lo requerido (mensaje 9). El objeto **:Variable** transfiere y recibe los valores a los objetos: **:Color** recibe valores (mensaje 10) y devuelve los colores (mensaje 11); **:ObtieneMaxMin** recibe variables y método de cálculo seleccionado (mensaje 12) y devuelve máximos o mínimos (mensaje 13); **:CalculaReglaTres** recibe máximos o mínimos y envía valores (mensaje 15) calculados para el ajuste de escala al objeto **:CalculaEscala**, y este a su vez devuelve valores (mensaje 16) al objeto **:CalculaRadio**, que también devuelve los valores (mensaje 17); **:CalculaAngulo** recibe variables seleccionadas (mensaje 18) y devuelve el ángulo fijo del tipograma de ejes fijos (mensaje 19). Hasta este momento las alternativas de los incisos A, B y C del escenario extendido de la figura 4.9 se cumplen hasta este punto. El objeto **:EjesFijos** recolecta las instancias del objeto **:Variable** y construye objeto de ejes fijos (mensaje 20), entonces se aplica el método.

En el enunciado 4, del escenario de la figura 4.17, , el objeto **:EjesFijos** transfiere valores obtenidos (mensaje 21), a la clase borde representada por el objeto **:GuardaSimbologia**.

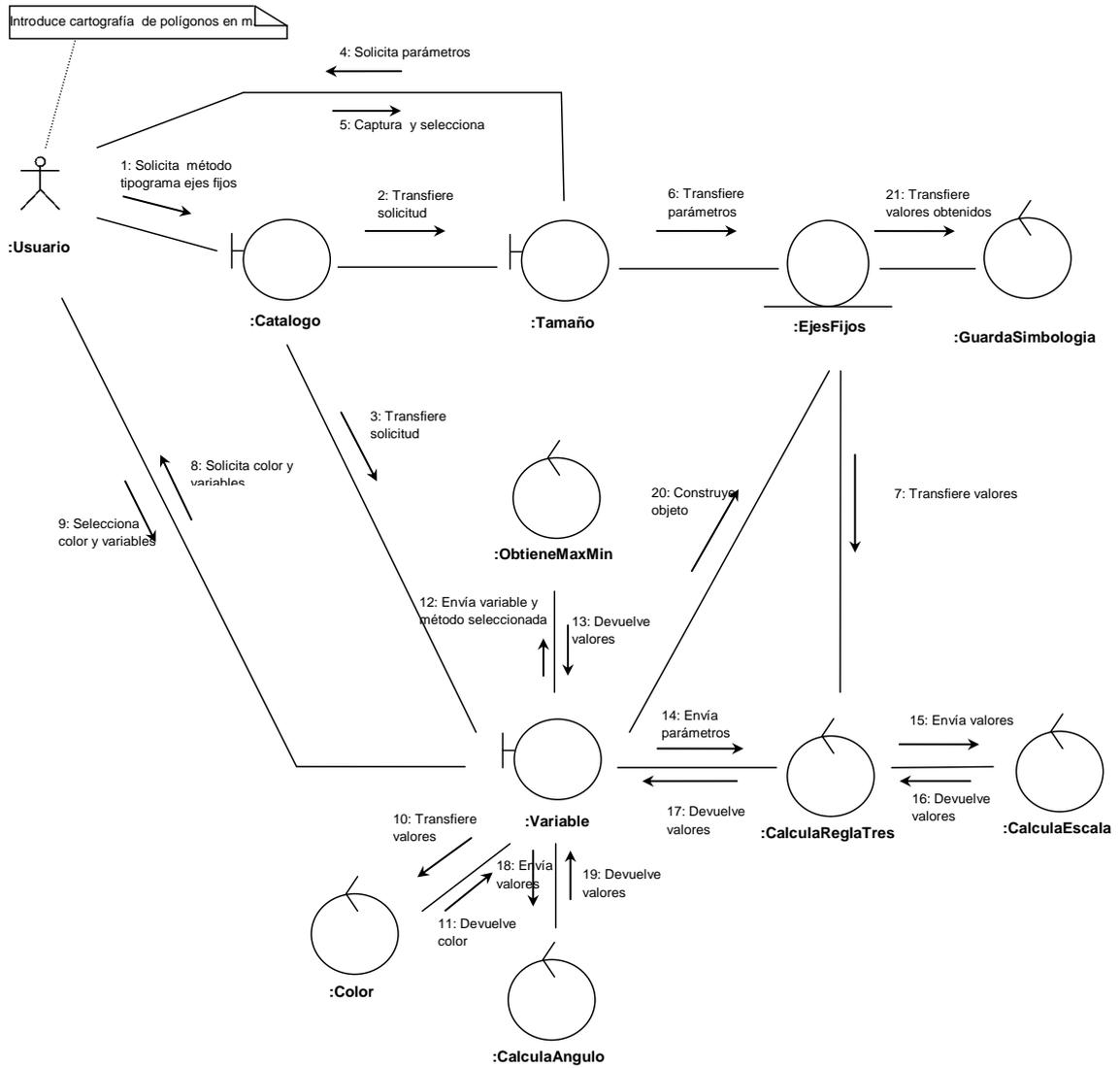


Figura 4.51. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Ejes Fijos.

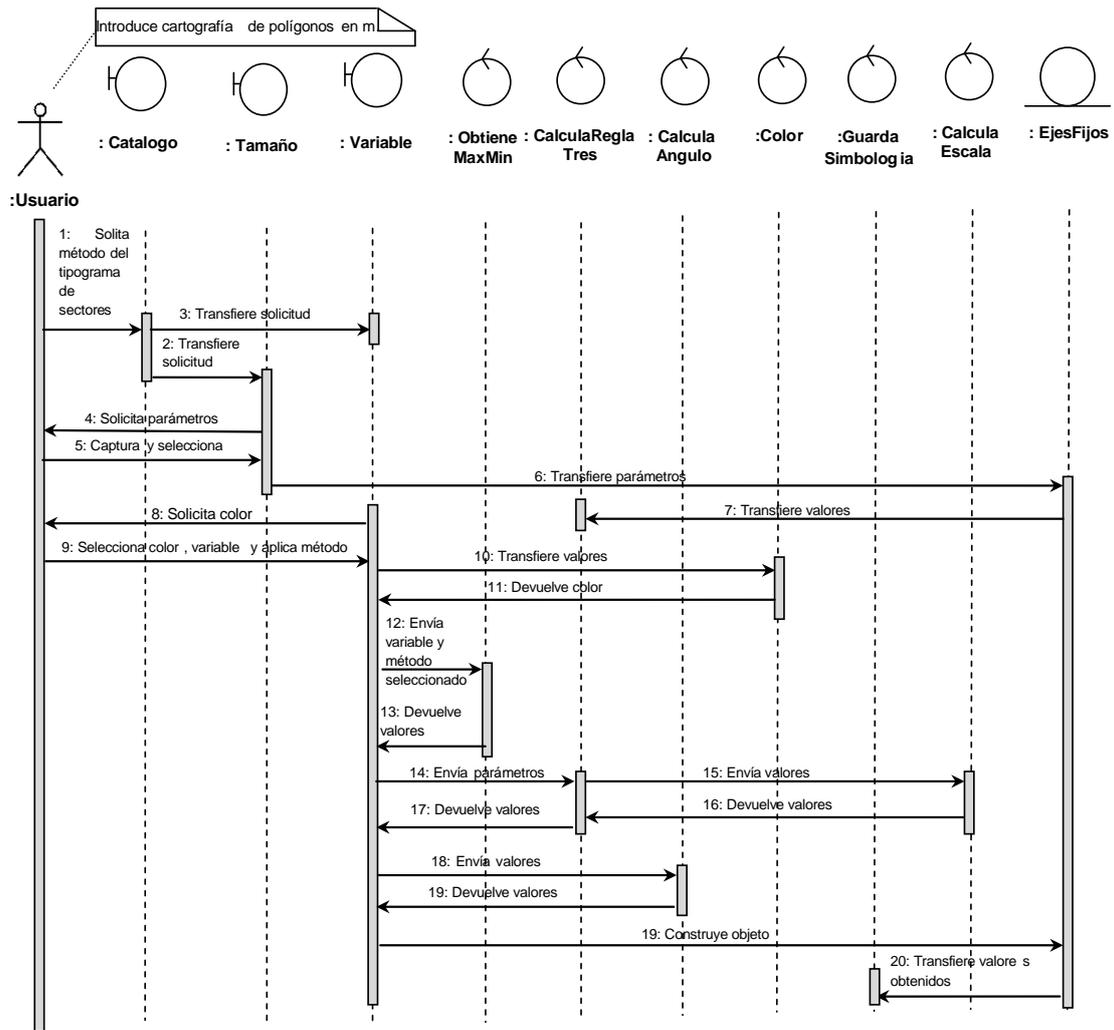


Figura 4.52. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 4.17 del caso de uso Ejes Fijos.

El usuario selecciona el método de ejes fijos que está considerando aplicar en la cartografía (1 - 3). El módulo solicita que seleccione la forma en la que va a calcular el radio que podrá ser por raíces, flannery o rangos y la elección de la variable a aplicar que el usuario proporcionara (4 y 5). Luego le solicita si desea un cambio de color y variables para la estructura interna. Finalmente se crean las dimensiones de la forma (6 - 19). Se conservan los valores obtenidos para la futura construcción de la simbología (20).

Figura 4.53. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.51) y secuencias (figura 4.52) de la realización de escenario de la figura 4.9 del caso de uso Ejes Fijos.

4.4.2.9 Casos de uso Simbología

El diagrama de los casos de uso de la figura 3.36 a partir de su descripción (figura 3.37) se deduce que, del diagrama de clases de la figura 4.54, las clases que entran en este caso de uso son las clases interfaz *Simbologia* la cual modela la interfaz de usuario; las clases *GuardaSimbologia* y

CalculaEscala son clases control que modelan la obtención de la simbología y ajustes de escala. Clase entidad *Simbologia*, modelan el método y simbología que ha seleccionado el usuario. Este caso es usado por todos los casos mencionados de los métodos.

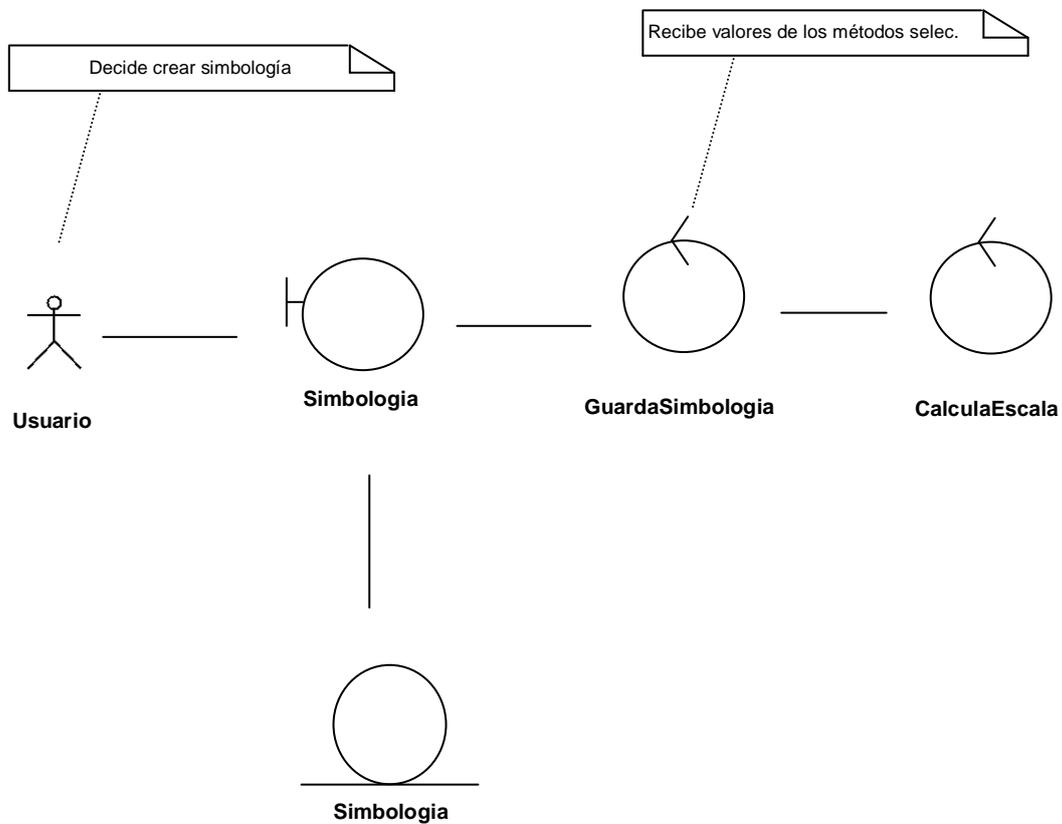


Figura 4.54. Diagrama de clases que muestra las clases que realizan el caso de uso Simbología.

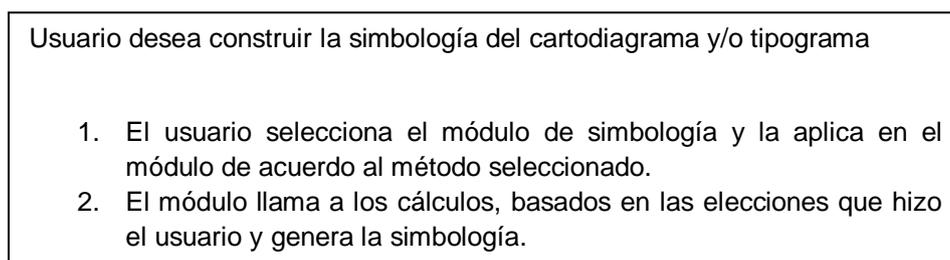


Figura 4.55. Realización de escenario de la figura 4.56 del caso de uso Simbología.

El diagrama de colaboración (figura 4.56) muestra los objetos, así como los mensajes, numerados en el orden del escenario general, en este caso la figura 4.55.

En el enunciado 1, del escenario de la figura 4.55, el **:Usuario** selecciona la simbología considerando aplicarla a la cartografía y/o en el mapa. En la figura 4.56 esto se representa

mediante el mensaje 1: El **:Usuario** solicita y/o selecciona la simbología de método construido al objeto **:Simbologia**. El objeto **:GuardaSimbologia** recibe valores de objetos de los métodos (mensaje 1.0), este envía valores (mensaje 1.2) al objeto **:CalculaEscala** y este regresa (mensaje 1.3) al objeto **:CalculaSimbologia**, este mismo envía valores (mensaje 1.4) obtenidos al objeto interfaz **:Simbologia**.

En el enunciado 2, del escenario de la figura 4.55, el objeto **:Simbologia** (entidad) recolecta las instancias del objeto **:Simbologia** (interfaz) y construye objeto **:Simbologia** (mensaje 1.5), entonces se aplica el método. Hasta este momento el enunciado 4 del escenario de la figura 4.17 se cumplen en este punto.

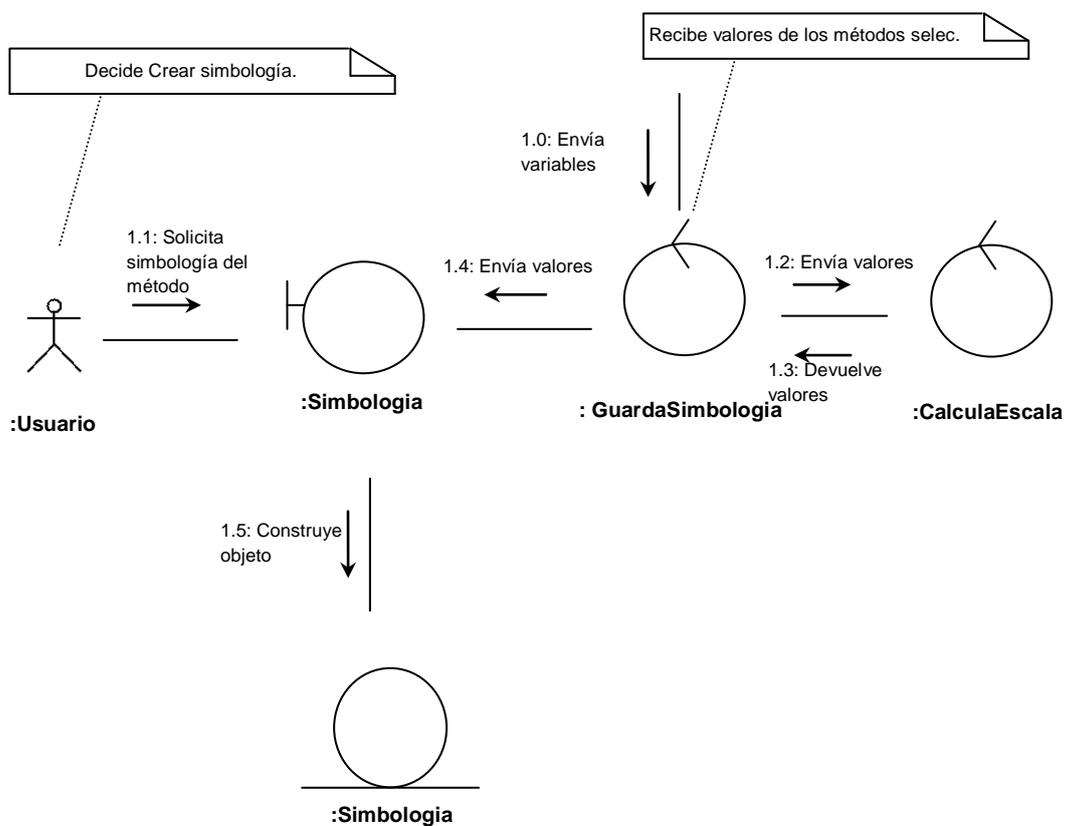


Figura 4.56. Diagrama de colaboración de la realización del escenario de la figura 4.55 del caso de uso Simbología.

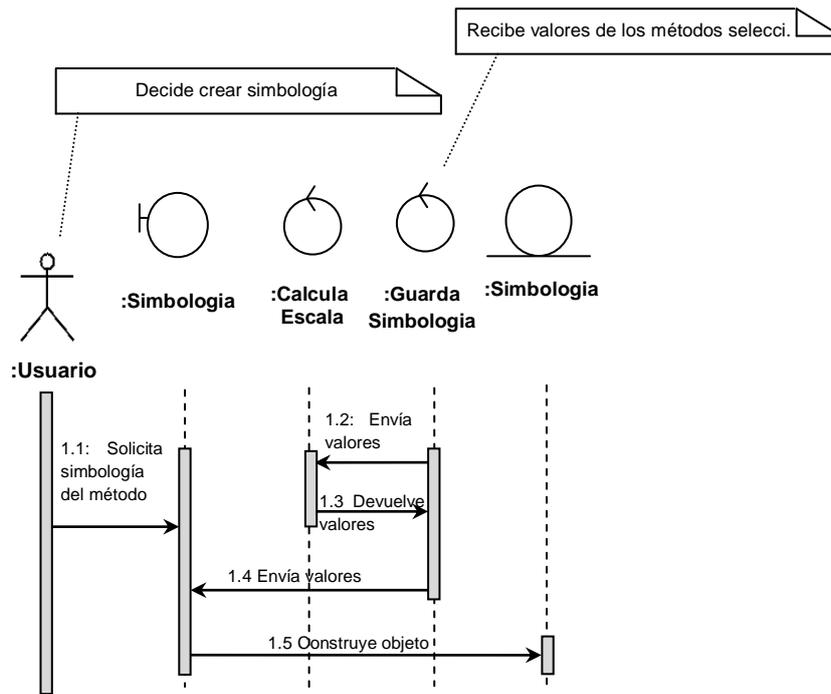


Figura 4.57. Diagrama de secuencias de la realización del escenario de la figura 3.99 del caso de uso Simbología.

Una vez que el usuario ya genero un MRCP, decide hacer la simbología (selecciona) el módulo recolecta los parámetros (1.2-1.4) y la aplica la simbología del MRCP elegido en el mapa (1.5).

Figura 4.58. Descripción del diagrama de colaboración (figura 4.56) y secuencias (figura 4.57) de la realización de escenario de la figura 4.55 del caso de uso Simbología.

4.4.3 Identificación y Adecuación inicial de las clases entidad, borde y control en ArcObject

Hasta este momento se tienen identificados el problema desde el punto de vista conceptual, esto, llevado a cabo desde la perspectiva de la ingeniería de software, en donde la concepción del cartodiagrama y tipograma esta resuelta en todas sus formas como una forma geométrica; para que deje de ser un simple forma, y tome el nombre apropiado y formal de método de representación cartográfica puntual (cartodiagrama y tipograma) debe ser considerado su lado geográfico. El lado geográfico no esta en el modelo conceptual, más que en forma de especificaciones muy generalizadas, pues en la definición del problema se menciona que esto no esta en el objetivo y control del módulo, pero que debe respetarse, para lograr una representación cartográfica ideal, pero en ningún momento se hace referencia a lugar en donde se despliega esta información y en que forma se presenta.

Sin embargo en la definición del problema, se menciona que se pretende desarrollar en un módulo en ArcMap de la familia de ArcGis 9x, dado que este tiene una plataforma de desarrollo llamada ArcObject y que esta misma esta orientada a COM, por lo que es necesario explorar sus diagramas de objetos, y hacer una discriminación de cuales se utilizaran y adecuarlos con los realizados en la contraparte.

4.4.3.1 ¿Por qué se sigue primeramente un metodo de la ingeniería de software y no se empieza a definir el problema en términos de ArcObject?

Para poder diseñar cualquier sistema, primero que nada se debe tener presente y entendido toda la conceptualización que esta en torno al problema por resolver. Esta misma debe quedar clara sin ningún tipo de duda en su contexto. Una vez realizado esto, se debe definir en qué categoría se llevara acabo el sistema.

Schach (2005) menciona que existen categorías en los sistemas de información (desde e punto de vista de la ingeniería de software y no de la geografía), en donde un sistema es una serie de componentes que en conjunto logran algún resultado.

Hay dos categorías importantes de sistemas de información: los sistemas personalizados y los paquetes comerciales de distribución en general.

Un sistema de información personalizado es aquel que se ha desarrollado para alguien específico. Los tres principales interesados en el desarrollo del sistema de información son:

- El cliente, quien paga por el sistema que se va desarrollar.
- Los usuarios futuros
- Los desarrolladores de ese sistema

Los paquetes comerciales de distribución en general, son concebidos con la idea de proporcionar funciones que satisfagan las necesidades de un grupo de usuarios; solo hay dos interesados:

- Los usuarios
- Los desarrolladores

Así mismo estos paquetes están integrados por una serie de elementos que los conforman como un todo, a los que llamamos módulos. Un módulo es una parte componente de sistema

de información. Dado esto la familia de ArcGis desktop 9x tiene una plataforma de desarrollo propia, ArcObject, a la que se le va ajustarla concepción del problema a sus diversas librerías.

4.4.3.2 Bibliotecas de referencia de ArcObject

Las bibliotecas de ArcObjects que se incluyen en ArcGIS Desktop son compartidas a través de la plataforma ArcGIS. Estas librerías permiten comprender la estructura, dependencias y funciones básicas que ayudan al desarrollador y navegar a través de los componentes de ArcGIS.

Las bibliotecas se discuten en el orden de dependencia y las que se proponen como las que son utilizadas y adaptadas en los diagramas de objetos hechos al principio de este capítulo. Por ejemplo, la biblioteca System, es la base de la arquitectura ArcGIS, por lo que se discute en primer lugar, y así subsecuentemente, no omitiendo que entre ellas se encuentran otras.

4.4.3.2.1 System

System es la biblioteca de más bajo nivel en la arquitectura de ArcGIS, contiene servicios componentes utilizados por otras bibliotecas y objetos relacionados con la funcionalidad. Hay algunas áreas de la funcionalidad que pueden agruparse en subsistemas. Estos subsistemas son: matrices y conjuntos, extensiones, streams, categorías de componentes, XML, clasificación y formato de número.

4.4.3.2.2 SystemUI

Esta biblioteca contiene las definiciones de interfaz para los componentes de interfaz de usuario en el sistema de ArcGIS. Estos incluyen el ICommand, ITool y IToolControl interfaces. El desarrollador utiliza estas interfaces para extender las aplicaciones de ArcGIS Desktop o los componentes de la interfaz de usuario de ArcGIS Engine.

La biblioteca SystemUI contiene diversos objetos relacionados con la funcionalidad, sin embargo hay algunas áreas que pueden ser agrupadas en subsistemas. Estos subsistemas son: operaciones, comandos y la herramienta en C++.

4.4.3.2.3 Geometry

Esta biblioteca contiene objetos geométricos básicos, como el punto, polígono, polilínea, etc., también define e implementa los objetos de referencia espacial como proyección y los

sistemas de coordenadas geográficas. Es utilizada por la base de datos geográficos y sistemas de elemento gráfico para definir las características y formas de los gráficos.

4.4.3.2.4 Display

Esta biblioteca contiene objetos utilizados para la visualización de datos GIS. Además de los objetos de la pantalla principal que son responsables de la producción real de la imagen, la colección contiene objetos que representan los símbolos y los colores, controlar las propiedades de las entidades dibujadas en la pantalla y objetos que proporcionan al usuario información visual al interactuar con la pantalla.

4.4.3.2.5 GeoDatabase

Esta biblioteca proporciona la API de programación para la base de datos geográficos. La geodatabase es un repositorio de datos geográficos basada en estándares de la industria y el objeto de la tecnología relacional de bases de datos relacionales. Los objetos dentro de la biblioteca son un modelo de programación unificado para todas las fuentes de datos compatibles dentro de ArcGIS.

4.4.3.2.6 DataSourcesFile

Esta biblioteca contiene la implementación de la API de base de datos geográficos para el archivo de base de datos fuentes. Este archivo de datos basada en fuentes incluyen: shapefile, cobertura, TIN, CAD, COSUDE, StreetMap, y VPF. La biblioteca DataSourcesFile no se extiende por los desarrolladores.

4.4.3.2.7 Carto

Esta biblioteca apoya la creación y visualización de mapas. ArcMap muestra mapas en dos vistas diferentes: la vista de datos y la vista de diseño. La vista de datos mostrará los datos de un determinado mapa mientras que el diseño de página puede mostrar muchos mapas y notas.

4.4.3.2.8 Framework

Esta biblioteca proporciona los componentes básicos de interfaces de software para apoyar los componentes de interfaz de usuario y las aplicaciones de ArcGIS. Define las interfaces de

software que utilizan los desarrolladores al crear interfaces de usuario para ampliar el sistema de ArcGIS utilizando las páginas de propiedades y las ventanas acoplables.

4.4.3.2.9 GeoDatabaseUI

Esta biblioteca proporciona interfaces de usuario, incluyendo páginas de propiedad para apoyar los objetos contenidos en la biblioteca de GeoDatabase. La biblioteca apoya una serie de diálogos que los desarrolladores pueden utilizar: TableView, Calculadora, y la versión de diálogos.

4.4.3.2.10 DisplayUI

Esta biblioteca proporciona interfaces de usuario, incluidas las páginas de propiedades, para apoyar a los objetos contenidos en la biblioteca de la pantalla. Por ejemplo, las páginas de propiedades para cada símbolo definido en la biblioteca de Display se definen dentro de esta biblioteca. Además, los cuadros de diálogo para administrar los estilos y los símbolos son parte de esta biblioteca.

4.4.3.2.11 CartoUI

Esta biblioteca proporciona interfaces de usuario, incluyendo páginas de propiedad para apoyar los objetos contenidos en la biblioteca de Carto, así como los componentes de graficación de ArcObjects. Las páginas de propiedades permiten a los usuarios cambiar las propiedades de un objeto en una interfaz gráfica de usuario. Además de las páginas de propiedades hay una serie de diálogos para que puedan utilizar los desarrolladores, aunque muchos de los diálogos que figuran en esta biblioteca son de acceso común a través de una página de propiedades. Los diálogos más comunes en aplicaciones personalizadas son la IdentifyDialog, la SQLQueryDialog, y el QueryWizard. Los desarrolladores pueden extender esta biblioteca cuando crean la interfaz de usuario para los componentes correspondientes que han creado en la biblioteca Carto.

4.4.3.2.12 ArcMapUI

Esta biblioteca ofrece componentes de la interfaz de usuario específico para la aplicación ArcMap. Los componentes que figuran en esta biblioteca no se pueden utilizar fuera del contexto de ArcMap. La biblioteca ArcMapUI proporciona interfaces de usuario de componentes específicos de la aplicación ArcMap.

Esta biblioteca es la implementación del editor de objetos de ArcMap como la edición de características simples, características de la red, las anotaciones, y las características topológicas, junto con los atributos para todas estas características. La biblioteca es compatible con una interfaz de usuario y una API de programación. La API proporcionada por el Editor es un nivel más alto de la API (interfaz de programación de aplicaciones) para la biblioteca GeoDatabase. Se alienta a los desarrolladores a usar el Editor de la API durante la edición y manipulación de las funciones de la base de datos geográfica. Los desarrolladores pueden ampliar la biblioteca con sus propios comandos de edición, editar tareas, y los agentes de complemento.

CAPÍTULO 5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

El diseño es un refinamiento y formalización adicional del análisis de requerimientos, donde se toma en cuenta las consecuencias del ambiente de implementación. El resultado del diseño son especificaciones muy detalladas de todos los objetos, incluyendo sus operaciones y atributos. El diseño se basa en el diseño por responsabilidades. Se requiere el diseño, ya que el análisis de requerimientos no es suficientemente formal para alcanzar el código fuente (Weitzenfeld, 2008). Para lograr esto, se considera por separado dos aspectos principales en el modelo de diseño: el diseño de objetos y el diseño de sistemas.

El diseño de objetos se refina y formaliza para generar especificaciones muy detalladas de todos los objetos, este paso genera las interfaces de los objetos, para este solo se darán los resultados obtenidos, y en ellos se aplicara algunas guías para el diseño de las interfaces propuestas por Shneiderman y Plaisant (2006).

El diseño de sistemas se adapta al ambiente de implementación, este paso incluye identificar e investigar las consecuencias del ambiente de implementación estratégicas, considerando por ejemplo, cómo se incorpora el módulo en ArcGis, qué y cómo se usaran las librerías de ArcObjects definidas en el capítulo 4. Igualmente que en el apartado del diseño de objetos, se muestran solo los resultados.

En lo referente a la implementación toma el resultado del diseño para generar el código final. Durante la implementación se adapta el lenguaje de programación. La elección del lenguaje influye en el diseño, pero este no debe depender los detalles de él. En general, no se debe comenzar a programar de manera prematura (Weitzenfeld, 2008). Primero es importante completar el proceso de planeación del módulo desarrollado durante el diseño, por lo que solo se darán algunas aclaraciones muy breves y algunas ya implícitas en el diseño de objetos y sistemas (pues se esta considerando que solo se muestran los resultados) referente al lenguaje de programación, requerimientos de hardware y software, instalacion y la ayuda, omitiendo, todo lo relacionado con el código.

5.1. Diseño de objetos

El diseño de sistemas informáticos abarca actividades desde crear el diseño de hardware hasta el de la interfaz de usuario. Hacer un diseño cauteloso de la interfaz de usuario conlleva a que el módulo tenga éxito en su uso, ya que debe ser fácil de entender y debe estar orientado a un grupo específico de personas con conocimientos sobre cartografía y sistemas de información geográfica además para ello se deben tomar en cuenta el tipo de interacción que se va a necesitar. Cabe señalar que el módulo necesita de dos interfaces principales, una que pueda guiar al usuario a través del proceso de construcción de cartodiagramas y tipogramas, y la segunda interface que se encargue de insertar la simbología en la vista layout así como dos interfaces secundarias mas que manden desplegar las interfaces principales (Shneiderman y Plaisant, 2006).

5.1.1. Elegir un tipo de interacción

El estilo de interacción entre usuario/interfaz es mediante el uso de formularios, para ello Visual Basic 6 resulto ser adecuado, ya que posee una serie de herramientas para construir interfaces gráficas en la que no es necesario escribir el código para generarlas, sino que se puede hacer de forma visual.

5.1.2. Determinar el nivel de competencia de los usuarios

Conocer al usuario es una parte primordial para el diseño de interfaces de usuario, para ello, los diseñadores consideran que los usuarios aprenden, piensan y resuelven problemas de muchas maneras, y factores como edad, sexo, capacidades físicas y cognitivas, educación, trasfondo cultural y étnico, formación, motivación, objetivos y responsabilidad, influyen en los usuarios de diferentes formas.

El proceso de conocer a los usuarios es interminable porque hay demasiado que saber y porque los usuarios continúan cambiando. Shneiderman y Plaisant (2006) hace una separación genérica, entre usuarios:

- *Usuarios principiantes*, son aquellos que saben poco acerca de la tarea o los conceptos de la interfaz.
- *Usuarios ocasionales* con conocimientos, son personas con conocimientos de varios sistemas, a los cuales han usado solamente lo básico.

- *Usuarios expertos*, habituales, aquellos usuarios que están plenamente familiarizados con la tarea y con los conceptos de la interfaz y buscan hacer su trabajo rápidamente.

Como conclusión los usuarios del módulo deben ser desde usuarios ocasionales a usuarios expertos, ya que se necesita cierto dominio de la tarea, para de esta forma entender lo mejor posible el estilo de trabajo de la interfaz.

5.1.3. Nombre del módulo

Es necesario elegir un nombre para poder referirse al módulo; de esta manera se eligió el nombre de “StatGraphics24”, de forma que su significado provenga del inglés “stat” estadística y “graphics” graficas, el prefijo “Stat” hace similitud a la aplicación antecesora StatMap, de donde se retomaron algunas ideas y el sufijo “graphics” se hace referencia a la clase “Graphics” de ESRI ArcObjects, literalmente en español significa “graficas estadísticas”, y para complementar su nombre se decidió agregar “24” ya que ese número representa el número total de MRC que se pueden hacer, entonces el nombre de la aplicación para construir cartodiagramas y tipogramas que se diseñó es “StatGraphics24”(figura 5.1).



Figura 5.1. Logotipo

5.1.4. Navegar por la interfaz

Algunas de las recomendaciones de la National Center Institute (Shneiderman & Plaisant, 2006), para la navegación por la interfaz serán tomadas en cuenta las siguientes:

- Estandarizar secuencias de tareas: permitir a los usuarios realizar tareas en el mismo orden y misma manera en situaciones similares.
- Asegurar que los enlaces son descriptivos: cuando se incluyen enlaces, el texto de enlace debería describir con exactitud el destino de enlace.

- Usar encabezados únicos y descriptivos: usar encabezados que sean diferentes de cualquier otro y relacionados conceptualmente con el contenido que describen.
- Usar casillas de selección para elecciones binarias (p.eg.si/no): proporciona un control con casillas de selección para que los usuarios elijan entre dos estados claramente distinguibles.

5.1.4.1. Estandarizar secuencias de tareas

Para asegurar que las tareas se realicen de una manera estándar, y habiendo diseñado la forma en que se construye cada MRC se puede concluir que existen ciertas diferencias en su construcción sin embargo se pueden resumir y encuadrar en tres o cuatro pasos:

- Si se construyen Cartodiagramas se elige:
 - MRC y la escala
 - Método de cálculo de radio
 - Variables y colores a usar
 - Crear Combinaciones
- Si se construyen tipogramas se elige:
 - MRC y la escala
 - Método de cálculo de radio
 - Variables y colores a usar
- Después de elegir alguna de las 2 anteriores se muestran la simbología

Lo anterior puede convertirse en una serie de ventanas bien definidas para todos los MRC, con algunas pequeñas variaciones, pero que se aplican de manera eficaz. Para los Cartodiagramas se aplica una secuencia de tres, cuatro o cinco pasos, dependiendo de la complejidad de la figura que se vaya construir y para los Tipogramas se sigue una secuencia de tres pasos así como se puede observar en la tabla 5.1 y 5.2. Y para mostrar la simbología se sigue la secuencia que se muestra en la figura 5.2 la cual se aplica tanto para cartodiagramas como para tipogramas. Todo este proceso se puede ver resumido en la figura 5.2

Tabla 5.1. Estandarización de la secuencia de tareas para construir Cartodiagramas

MRC	Forma básica			Forma combinada	
	Primer paso	Segundo paso	Tercer paso	Cuarto Paso	Quinto paso
Circulo Sencillo					
Ángulos Variables					
Ángulos Fijos					
Anillos					
Semicírculos					

Fuente: Elaboración propia en base el análisis del capítulo 3

Tabla 5.2. Estandarización de la secuencia de tareas para construir Tipogramas

MRC	Forma básica		
	Primer paso	Segundo paso	Tercer paso
Sectores			
Ejes fijos			

Fuente: Elaboración propia en base el análisis del capítulo 3



Figura 5.2. Secuencia para construir la simbología, esta figura es complemento de las tablas 5.1 y 5.2

5.1.4.2. Asegurar que los enlaces son descriptivos

Los enlaces contenidos dentro de la aplicación estarán contenidos en los botones con los que se podrá ir y venir a través de la interfaz, y dentro de los cuales se les asignara una etiqueta que identificara claramente hacia dónde conducen (figura 5.3).



Figura 5.3. Enlaces principales en el formulario principal

1 Objetos gráficos que funcionan como enlaces

5.1.4.3. Usar encabezados únicos y descriptivos

Para que el uso de la interfaz sea claro se usaran encabezados distintos y relacionados conceptualmente con su función. Para ello se usaran letras en “negritas” y el color azul marino para que resalten del resto de los encabezados (figura 5.4).

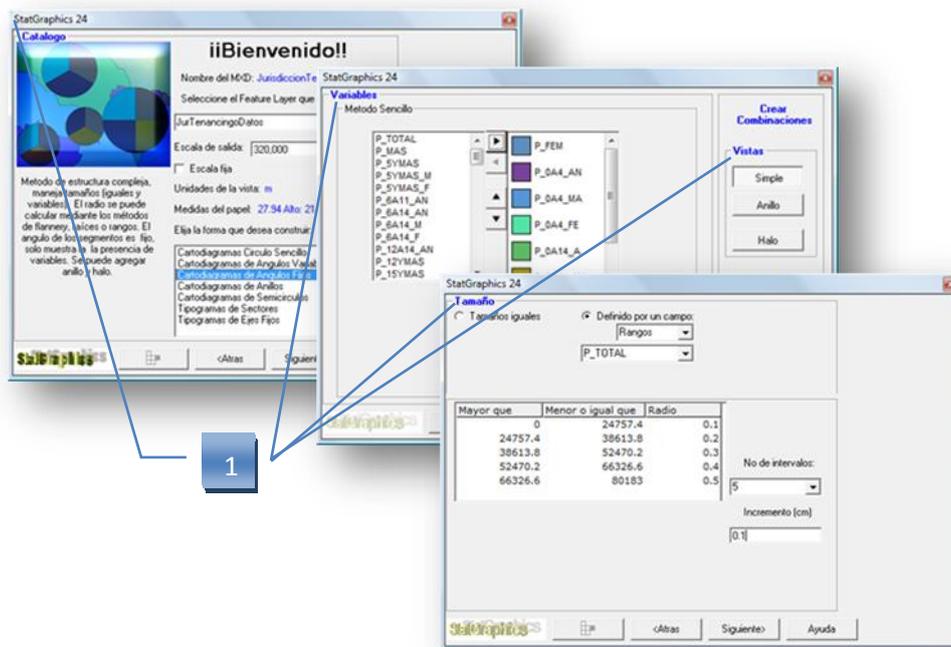


Figura 5.4. Los encabezados del formulario principal están en color azul y en negritas

1

Encabezados en el formulario principal

5.1.4.4. Usar casillas de selección para elecciones binarias

Para proporcionar el control de las elecciones entre dos opciones (si/no) que los usuarios realicen; se usan objetos de tipo “check box”, esto es útil para determinar si la escala es fija o automática, o si a un cartodiagrama se le desea agregar un halo o un anillo o ambos (figura 5.5).

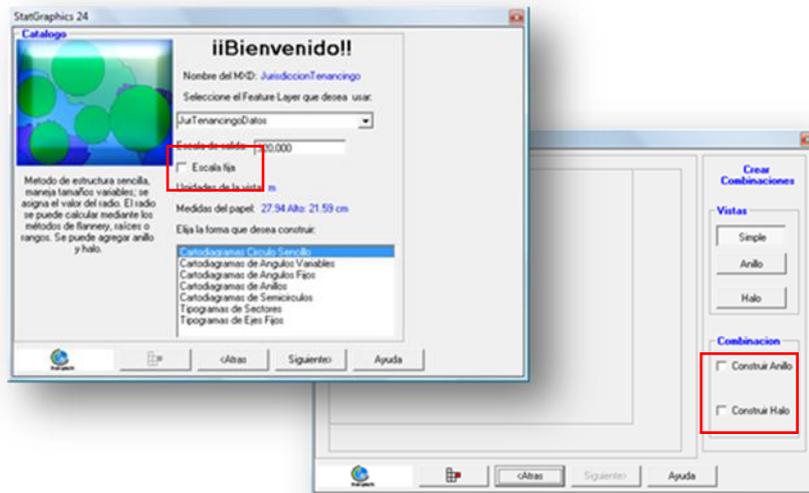


Figura 5.5. Uso de Check Box para elecciones binarias

5.1.4.5. Organizar la visualización

El diseño de visualización es un tema amplio con muchos casos especiales. Smith y Moiser presentan cinco objetivos de alto nivel para la visualización de datos (Shneiderman & Plaisant, 2006):

- Consistencia de la visualización de datos: durante el proceso de diseño, la terminología, abreviaciones, formatos, colores, mayúsculas, etc. Deberán estandarizarse y controlarse a través del uso de un diccionario escrito de estos elementos.
- Asimilación eficiente de la información por parte del usuario: el formato debería ser familiar para el operador y estar relacionado con las tareas que se tienen que realizar con los datos. Este objetivo se cumple mediante reglas para columnas de datos

ordenadas, alineación a la izquierda de los datos alfanuméricos, alineación a la derecha de los números enteros, alineación vertical de los puntos decimales, espaciado apropiado, uso de etiquetas comprensibles, unidades de medida adecuadas y número de dígitos decimales apropiados.

- **Mínima carga de memoria para el usuario:** A los usuarios no se les debería pedir que recordaran información de una pantalla para usarla en otra. Las tareas deberían ordenarse de tal forma que finalizaran con unas pocas acciones, minimizando así la posibilidad de olvidar la realización de un paso. Deberían facilitarse etiquetas y formatos comunes para los usuarios principiantes y ocasionales.
- **Compatibilidad de la visualización de datos con la entrada de datos:** El formato de la visualización de información debería estar claramente enlazado con el formato de la entrada. Donde sea posible y apropiado, los campos de salida deberían también actuar como campos de entrada editables.
- **Flexibilidad de control del usuario sobre la visualización de datos:** Los usuarios deberían poder obtener la información en pantalla en la forma que le resultara más conveniente para la tarea en la que esta trabajando.

5.1.4.5.1. Consistencia de la visualización de datos

La organización de la interface necesito un minucioso análisis para poder concebir el módulo “StatGraphics24”, tomando en consideración que el estilo de interacción elegido es mediante formularios (figura 5.6).; la primera interface fue creada en forma de “asistente” el cual está encargado de mostrar u ocultar objetos gráficos dependiendo del MRC que se quiera construir, y la segunda interface organizada de tal manera que se pueda observar la simbología de los gráficos y tener los medios necesarios pasara insertar la simbología en la vista layout.

La primer interface denominada interface “Principal”, está diseñada para construir sobre la vista del mapa los cartodiagramas y tipogramas, está constituida mediante tres ventanas secuenciales. La segunda interface denominada “Manejador de simbología”, se encarga de mostrar colores y nombres de variables que se usaron para construir cartodiagramas y/o tipogramas.

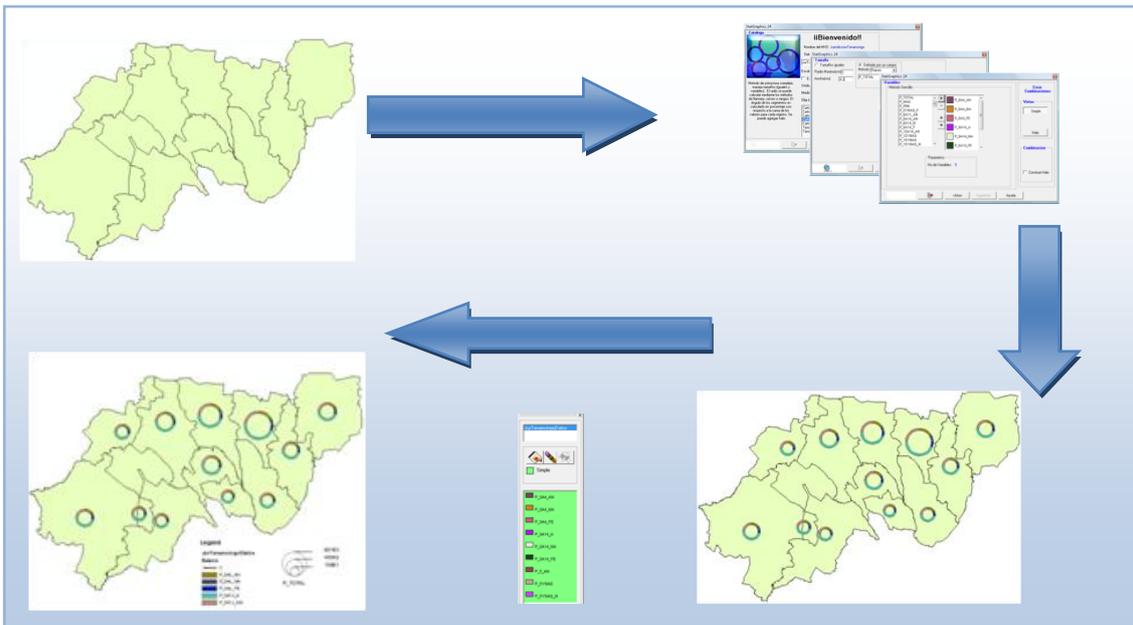


Figura 5.6. Consistencia de la visualización de datos

5.1.4.5.2. Asimilación eficiente de la información por parte del usuario

La información que se muestra al usuario debe ser en forma tal que le resulte fácil de identificar su estructura de acuerdo a estándares establecidos en ESRI ArcMap.

Para este caso los objetos gráficos de Visual Basic 6 realizan la mayoría de estas tareas de manera automática, alineación a la derecha de números enteros, alineación vertical de los puntos decimales (figura 5.7).

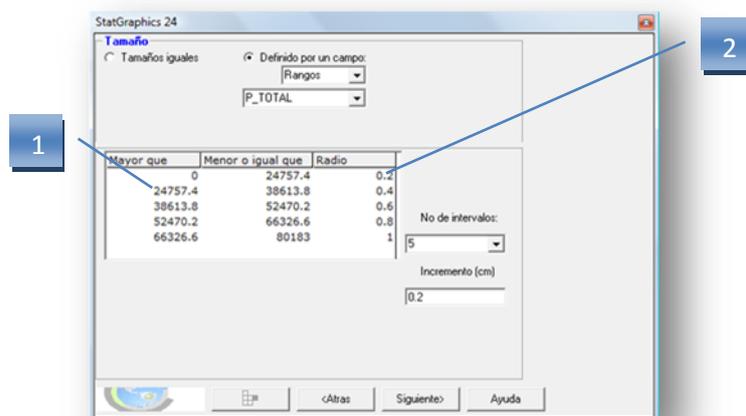


Figura 5.7. Alineación de datos numéricos a la derecha y alineación de puntos decimales

- 1 Alineación a la derecha en la celda
- 2 Alineación de los puntos decimales

El valor de la escala debe ser redondeado y manejado de la manera que lo hace ArcGIS, sin números decimales y separaciones de miles mediante comas, así como también las medidas del papel deben ser redondeadas a dos números decimales para facilitar su manejo (figura 5.8).

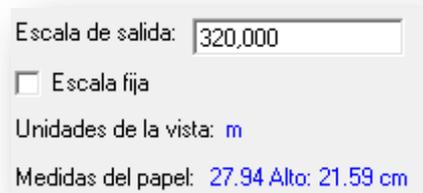


Figura 5.8. Valor de la escala separado por comas y tamaños de papel truncado a dos decimales

Las figuras que se construyan deben estar asociadas al feature layer fuente de datos, esto para hacer similitud a la forma de trabajo de ESRI ArcMap, de modo que cuando se apague el feature layer las figuras desaparecerán de la vista y viceversa (figura 5.9).

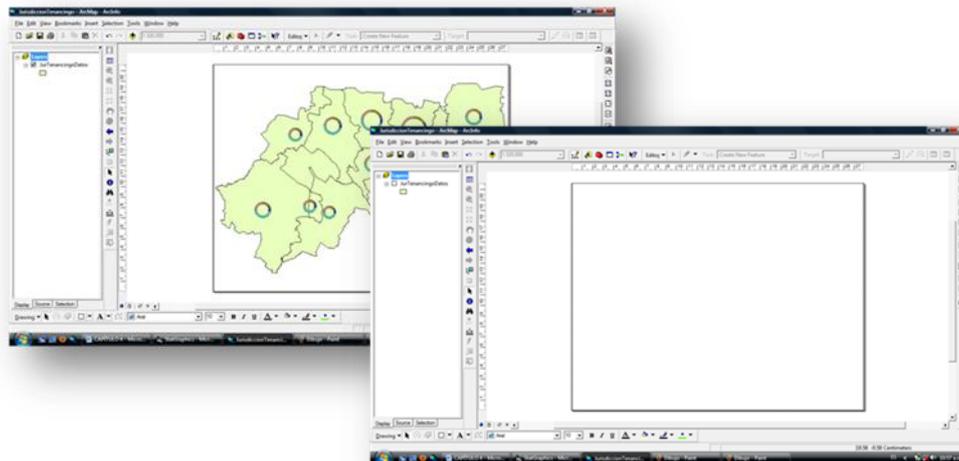


Figura 5.9. Asociación de los gráficos con el feature layer

5.1.4.5.3. Mínima carga de memoria para el usuario

A los usuarios se les pedirá que recuerden el mínimo de información para continuar su proceso, como es:

- A través de las ventanas del asistente deben recordar que MRCP eligió.
- Debe recordar que método de calculo de radio se utilizo.
- Para comprobar que la relación entre escala y medida mínima o máxima es correcta se debe recordar que valor arbitrario establecido para el valor máximo o mínimo de los datos, esto dependiendo si se uso el método de Flannery o el método de las raíces.
- Se debe recordar a que Feature Layer se le construyo un cartodiagrama o tipograma.

5.1.4.5.4. Compatibilidad de visualización de datos con las entradas de datos

Los resultados de los procesos deben estar claramente vinculados con la entrada de datos, para ello, la interface Manejador de simbología debe contar con los mismos colores y nombres de campos, que los que se ven en la vista del mapa y del layout (figura 5.10).

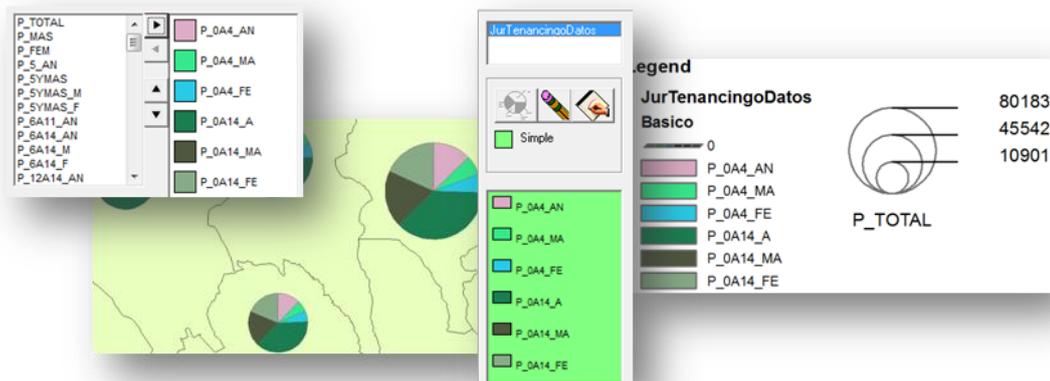


Figura 5.10. Compatibilidad de la visualización de datos a través de toda la aplicación

5.1.4.5.5. Flexibilidad de control del usuario sobre la visualización de los datos

Los usuarios deben poder ver la información en la forma que más les agrade (figura 5.11), para ello se pueden reordenar las listas de nombres de variables, e incluso reubicar los cartodiagramas y tipogramas, sobre la vista del mapa (figura 5.12).

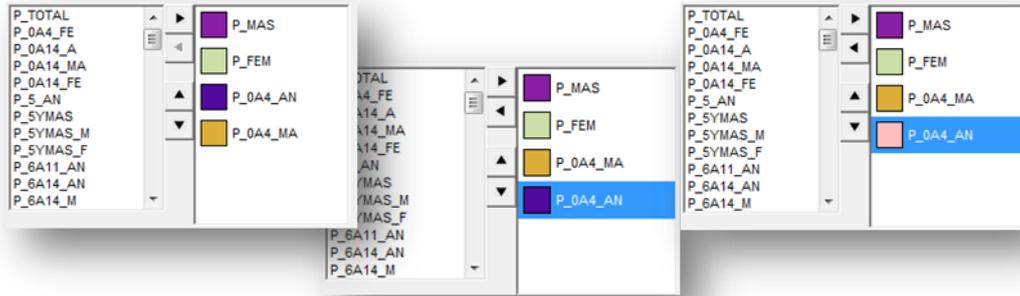


Figura 5.11. Reordenamiento de las listas de variables y cambio de color de las mismas

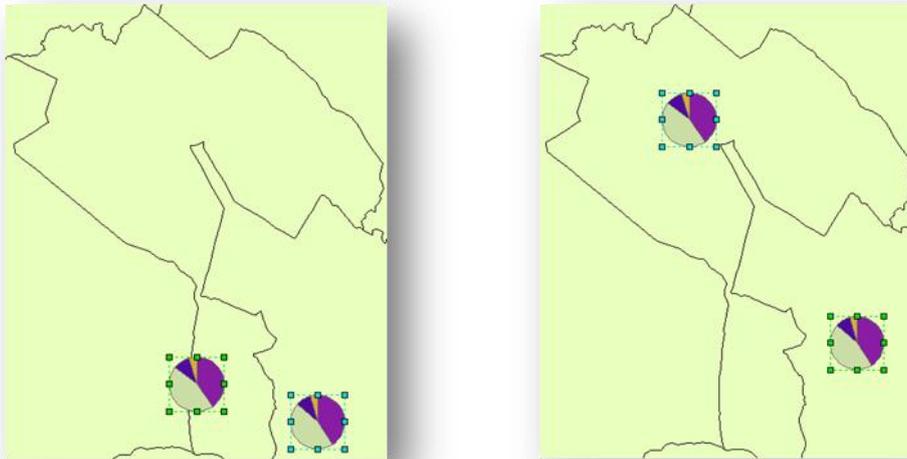


Figura 5.12. Reubicación de los gráficos

5.1.5. Obtener la atención del usuario

Durante el desarrollo, puede presentarse una cantidad de información considerable a los usuarios, las condiciones excepcionales o la información dependiente del tiempo les debe ser presentada de tal forma que atraiga su atención, algunas recomendaciones para la atención del usuario son (Shneiderman & Plaisant, 2006):

- Elección de fuentes: Usar hasta tres fuentes.
- Color: Usar hasta cuatro colores estándar, reservando colores adicionales para uso ocasional.

Las fuentes elegidas para ser utilizadas en el módulo son (figura 5.13):

- MS Sans Serif tamaño 8 estilo Negrita color azul
- MS Sans Serif tamaño 8 estilo normal color azul
- MS Sans Serif tamaño 8 estilo normal

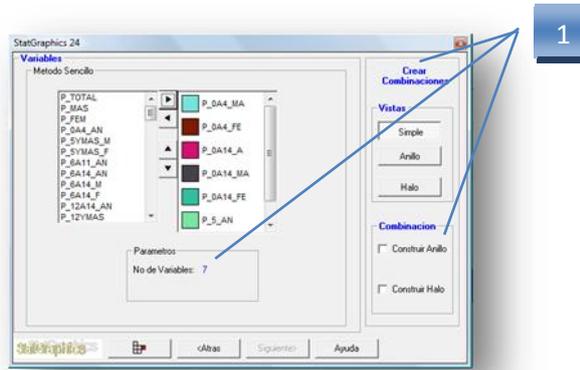


Figura 5.13. Algunas fuentes usadas en el formulario principal

1 Ejemplos de fuentes usadas

“StatGraphics24” genera colores aleatorios para cada variable cada vez que se usa el botón “agregar”, esto gracias a una función que crea colores aleatorios que serán los que distinguirán a cada figura geométrica y a su vez pueden ser modificados (figura 5.14).

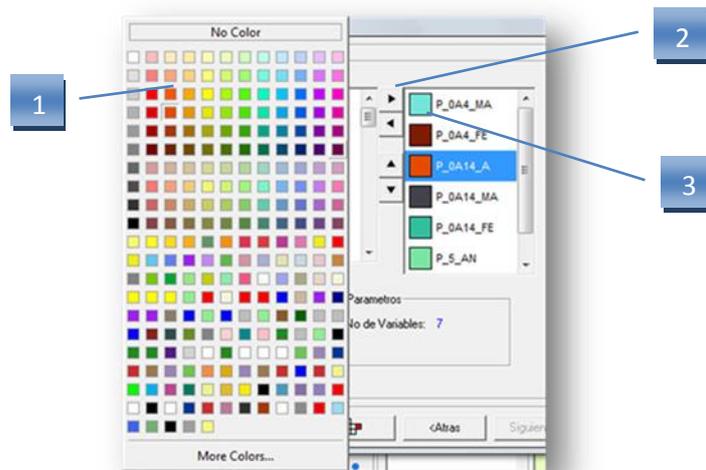


Figura 5.14. Uso de colores para distinguir variables unas de otras

- 1 Cuadro de dialogo para cambiar de color
- 2 Botón “agregar”
- 3 Color creado aleatoriamente

5.1.6. Entrada de datos

La entrada de datos puede ocupar una fracción importante del tiempo de los usuarios y puede ser la fuente de errores frustrantes y potencialmente peligrosos. Smith y Moiser (1986) (Weitzenfeld, 2008) presentan algunos objetivos de alto nivel como parte de sus recomendaciones para entrada de datos:

- Consistencia en transacciones de entrada de datos
- Mínimo número de acciones de entrada por parte del usuario

5.1.6.1. Consistencia en transacciones de entrada de datos

Deben usarse formas similares para todas las entradas de datos para que sea fácil identificar donde hay que introducir información estos serán siempre en objetos gráficos “TextBox” y “Label”, estos últimos describen que información debe ser capturada respectivamente (figura 5.15).



Figura 5.15. Entradas de datos mediante TextBox

5.1.6.2. Mínimo número de acciones de entrada por parte del usuario

Se redujeron lo más posible las acciones de entrada de datos por parte del usuario esto con el fin de aumentar la productividad. De modo que las acciones de entrada de datos son:

- Introducir escala (opcional)

- Introducir valor arbitrario para el radio
- Introducir el incremento entre intervalos (opcional según sea el caso)
- Introducir el ancho de anillo/halo (opcional según sea el caso)

5.2. Diseño de sistemas

Después de seguir las consideraciones anteriores de la interface, y recordando que el tipo de interacción elegida es mediante formularios y que se eligió Visual Basic 6 para ello, en este apartado se describen las interface grafica de usuario que han sido diseñadas conforme a los objetos gráficos de VB6, y está constituida por dos comandos.

5.2.1. Descripción de la forma de trabajo

La primera consideración que se hizo fue que la interface de usuario debe trabajar sobre ESRI ArcMap, por lo que se necesita usar una terminología similar para no distorsionar el ambiente de trabajo que ya tiene ESRI ArcMap, lo cual implico hacer un análisis de su interfaz de usuario y conservar similitudes para “StatGraphics24”. Para eso la forma en que “StatGraphics24” aparecerá en ArcMap es en forma de dos “Commands” y dos formularios. La lógica principal de trabajo de “StatGraphics24” es similar a la de ArcMap, es decir con el comando “Construir Cartodiagramas/Tipogramas” se construyen los graphics y posteriormente con el command “Manejador de Simbología” y el formulario “DW Manejador de Simbología” se visualiza la simbología de los Cartodiagramas o Tipogramas y si el usuario lo desea se inserta la simbología en la vista layout para que se pueda imprimir el mapa.

5.2.2. Commandos

Para cargar los “Commands” en ArcMap se incluyo una categoría en la lista de Commands que se despliega cuando se accede al menú Tools > Customize y luego en la solapa “Commands”. De esta manera se sigue la misma estructura de trabajo que tiene ESRI ArcMap (figura 5.16).

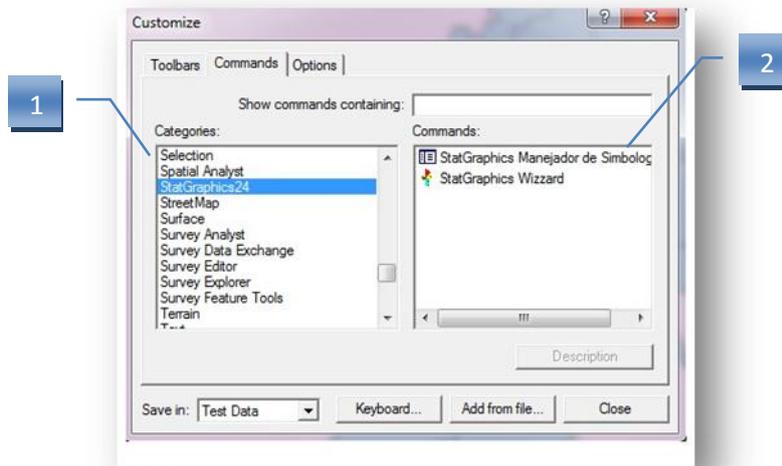


Figura 5.16. Ventana “Customize” de ESRI ArcMap

- 1 · Lista de categorías
- 2 · Lista de comandos

5.2.2.1. Comando “StatGraphics Wizzard”

Este comando se encarga de desplegar el formulario principal (figura 5.17), su segunda función es hacer la vinculación entre “StatGraphics24” y ArcMap, y se encuentra deshabilitado si el usuario está en la vista “Layout” y habilitado en la vista de mapa de ArcMap, lo que obliga al usuario a usar el formulario principal solo en esta.



Figura 5.17. El Comando “ StatGraphics Wizzard” acoplado al entorno de ESRI ArcMap

- 1 · Comando “StatGraphics Wizzard”

5.2.2.2. Comando “Manejador de Simbología”

Este comando surgió por la necesidad de tener alguna forma de mostrar al usuario otro formulario para manejar la simbología (figura 5.18), esta función se activa cuando el usuario dispara el evento “On Click”, y al igual que el comando anterior su otra función es vincular ArcMap y el Dockable Window. Este command se encuentra habilitado tanto en la vista del Layout y del mapa y se mantiene en estado de “Oprimido” mientras esta visible el formulario “Manejador de Simbología”.



Figura 5.18. El Comando “Manejador de Simbología” acoplado al entorno de ESRI ArcMap

1 · Comando “Manejador de Simbología”

5.2.3. Formularios

Los formularios son los que se encargan de interactuar directamente con el usuario y recolectar sus datos y preferencias, por ello “StatGraphics24” está constituido por dos formularios:

- Formulario Principal
- Formulario DW Manejador de Simbología

5.2.3.1. Formulario Principal

De esta forma el formulario principal funciona en forma de asistente ocultando y mostrando objetos gráficos, dependiendo de la figura que se vaya a construir, para ello se tiene que pasar

por tres ventanas y opcionalmente si se desea hacer alguna combinación con anillo y/o halo se accede al menú combinaciones dentro del mismo formulario variables. En orden de aparición se mostraran: Ventana Catalogo, Ventana Tamaño, y Ventana Variables (figura 5.19).



Figura 5.19. Orden de aparición de las ventanas del formulario principal de StatGraphics24

5.2.3.1.1. Ventana Catalogo

En la ventana catalogo se muestra una lista donde se encuentran todos los Cartodiagramas y Tipogramas disponibles para usar, a su vez cuando se elige un elemento en esta lista aparece una imagen y una pequeña descripción, así mismo muestra la escala de salida obtenida del layout que es la que se considera para que las formas sean dibujadas a una escala correcta, y a su vez muestra un combo box con los layers que están disponibles, es decir, aparecerán enlistados los layers que sean de tipo polígono y en formato shp. Por ultimo aparece un grupo de botones con los cuales se puede avanzar y retroceder entre las ventanas, un botón para pre visualizar el gráfico y otro botón para mostrar la ayuda (figura 5.20).



Figura 5.20. Descripción de la ventana "Catalogo"

- 1 · Logotipo de StatGraphics24
- 2 · CheckBox para escala fija/automática
- 3 · Unidades de la vista del mapa
- 4 · Medidas del papel de acuerdo a la escala
- 5 · Animación Flash
- 6 · Botón Aplicar
- 7 · Botón para navegar hacia la ventana anterior
- 8 · Botona para navegar hacia adelante
- 9 · Botón para desplegar la ayuda del sistema
- 10 · Lista de MRC disponibles
- 11 · Escala de salida (vista layout)
- 12 · Lista de Feature's layer disponibles
- 13 · Nombre del proyecto mxd
- 14 · Mensaje de Bienvenida

5.2.3.1.2. Ventana Tamaño

En esta ventana se tiene el objetivo de definir la forma en la que el tamaño de las figuras será construida, cabe señalar que dependiendo del cartodiagrama o tipograma que se haya elegido en la ventana Catalogo este formulario mostrara u ocultara sus opciones, esto debido a que cada forma necesita parámetros distintos (figura 5.21).

Para calcular el radio de los gráficos la aplicación tiene dos opciones principales, definidas en este formulario: por tamaños iguales o definir el tamaño en base a un campo y esta segunda a su vez tiene otras tres opciones, como son por formulas de las raíces, Flannery e intervalos.

Entonces dependiendo de ello se puede hacer uso de las opciones contenidas en esta ventana y en general hay que realizar las configuraciones eligiendo o cambiando los parámetros en los

combo box que se muestran, e introduciendo un valor para el radio arbitrario (según el caso valor máximo, mínimo o incremento entre intervalos).

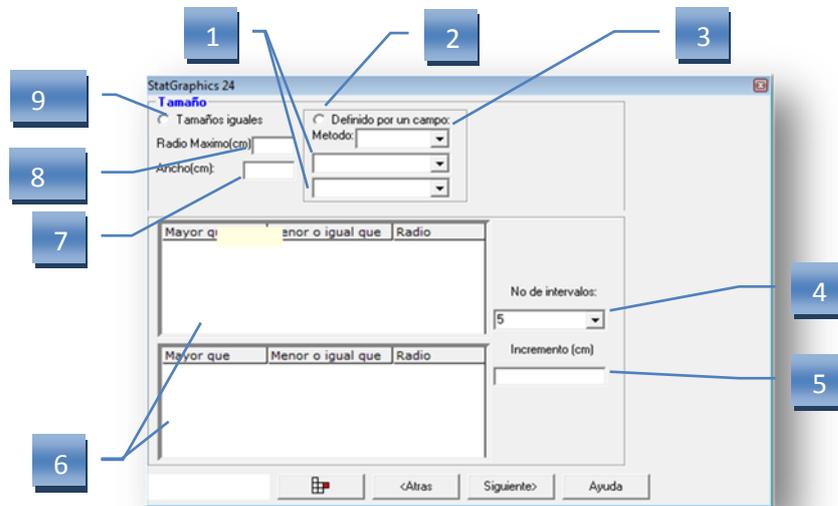


Figura 5.21. Descripción de la ventana “Tamaño”

- 1 . Combo Box para enlistar los campos de la base de datos
- 2 .OptionButton para activar la función de tamaño variable
- 3 .Combo Box para elegir el método de cálculo de tamaño variable
- 4 .Combo Box para elegir el número de intervalos
- 5 .TextBox para capturar el incremento entre rangos
- 6 .MsFlexGrid para contener los intervalos e incrementos
- 7 .TextBox para capturar el ancho del anillo
- 8 .TextBox para que el usuario capture el valor del radio arbitrario (valor máximo o mínimo)
- 9 .OptionButton para activar la función de tamaños iguales

5.2.3.1.3. Ventana Variable

De la misma manera que el formulario Tamaño, este formulario tiene la característica de mostrar u ocultar opciones dependiendo de la forma que se quiera construir pero su funcionamiento en general va sobre una misma línea que es el de definir las variables y colores

que serán representados al interior de cada forma para cada registro. Para eso se tienen dos listas, una es la lista de variables contenidas en la tabla del layer y la lista de variables que serán representadas, entonces la tarea que tiene que realizar el usuario, es agregar variables para poder ser visualizadas después de haber dado clic en el botón “Prevista”. Y la aplicación dará un color aleatorio para los segmentos angulares estos pueden ser modificados dando doble clic sobre los mismos.

Debido a la estructura de esta ventana se tienen cinco distintas vistas dependiendo del MRC que se halla elegido en la ventana Principal, estas vistas se pueden clasificar en:

- Vista para el círculo sencillo (figura 5.22)
- Vista para el Pie, ángulos fijos, anillos (figura 5.23)
- Vista para el semicírculos (figura 5.24)
- Vista para el tipograma de Sectores (figura 5.25)
- Vista para el tipograma de Ejes fijos (figura 5.26)

Si se eligió algún cartodiagrama se mostrara la sección para combinaciones y si se eligió algún tipograma esta sección no aparecerá.

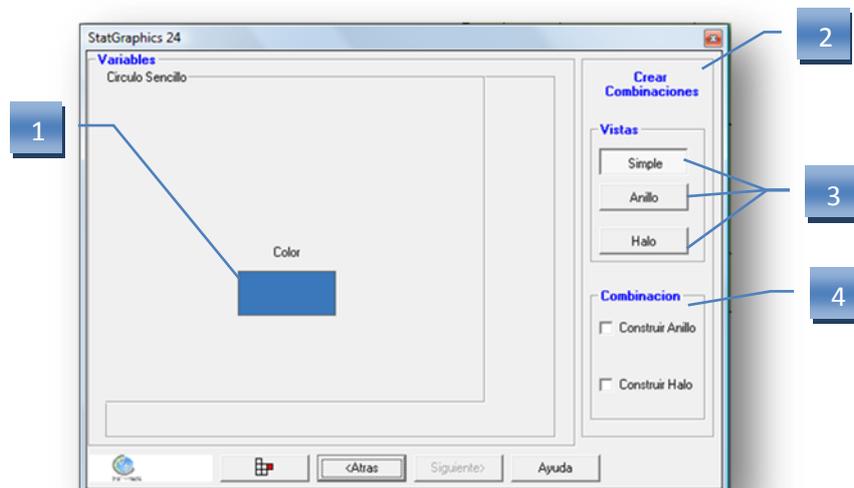


Figura 5.22. Descripción de la ventana “Variables” para el cartodiagrama de círculo sencillo

- 1 Color de fondo para el círculo sencillo
- 2 Sección para crear Cartodiagramas combinados
- 3 OptionButton's para acceder a los menús "Simple", "Anillo" y "Halo"
- 4 Sección para activar las combinaciones que se dibujaran

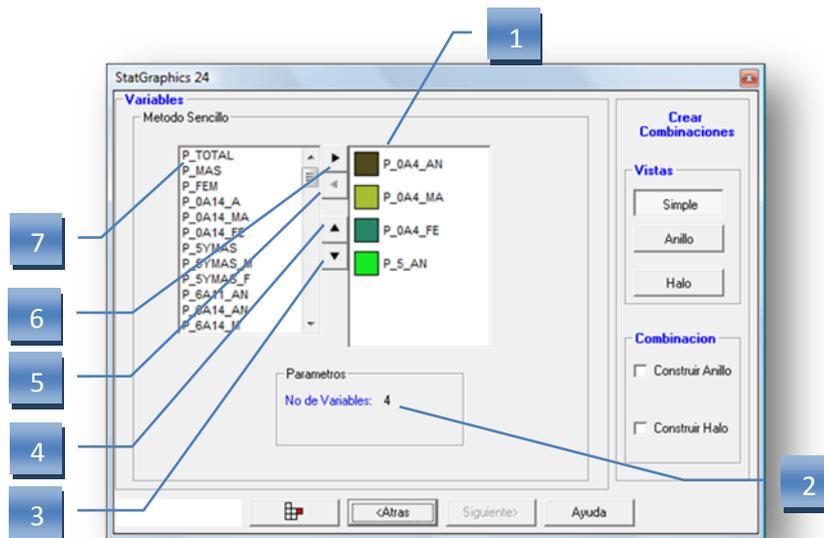


Figura 5.23. Descripción de la ventana "Variables" para el cartodiagrama de ángulos variables, ángulos fijos, anillos

- 1 ListEx donde el usuario agrega campos para graficar
- 2 Información para el usuario
- 3 CommandButton para bajar campos
- 4 CommandButton para subir campos
- 5 CommandButton para quitar campos
- 6 CommandButton para agregar campos
- 7 ListBox donde se encuentran agrupados los campos numéricos del feature layer que se eligió en la ventana principal

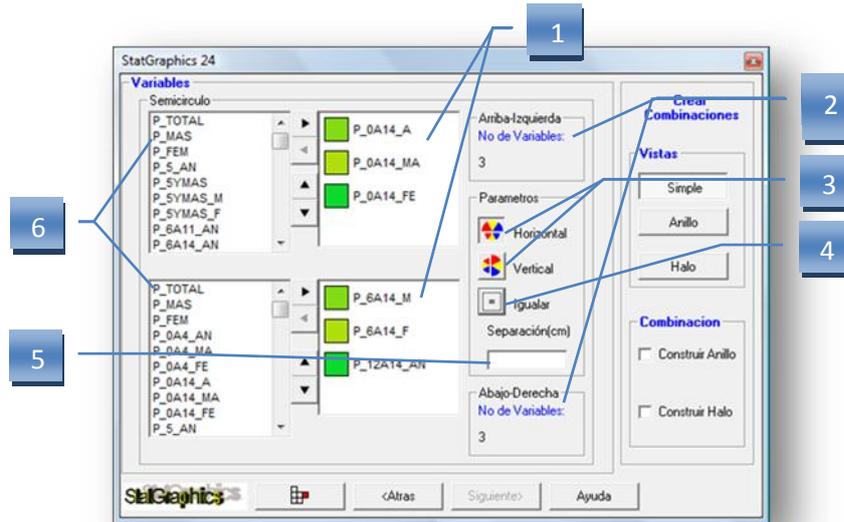


Figura 5.24. Descripción de la ventana “Variables” para el cartodiagrama de semicírculo

- 1 Doble lista de campos para agregar
- 2 Información para el usuario
- 3 FlatButton para activar la forma horizontal y vertical
- 4 FlatButton para activar el procedimiento para igualar colores
- 5 TextBox para capturar la separación entre semicírculos
- 6 Doble lista de campos

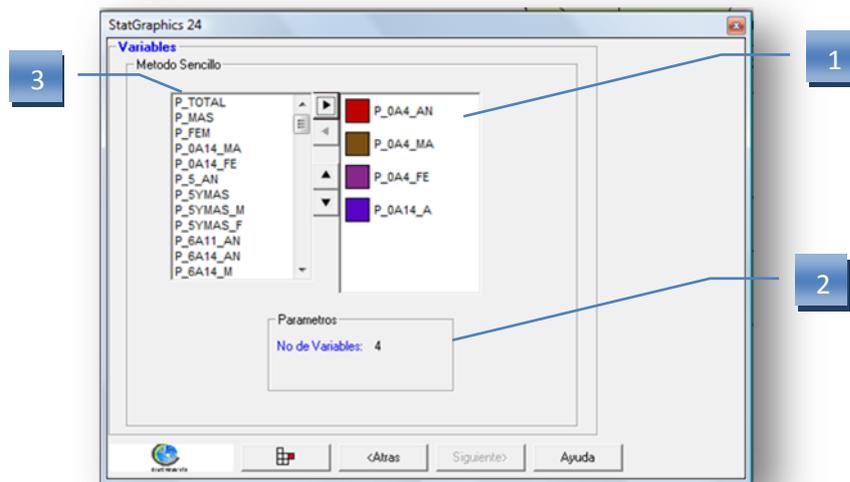


Figura 5.25. Descripción de la ventana “Variables” para el tipograma de sectores

- 1 Lista de campos a graficar
- 2 Información para el usuario
- 3 Lista de campos del feature layer elegido en la ventana catalogo

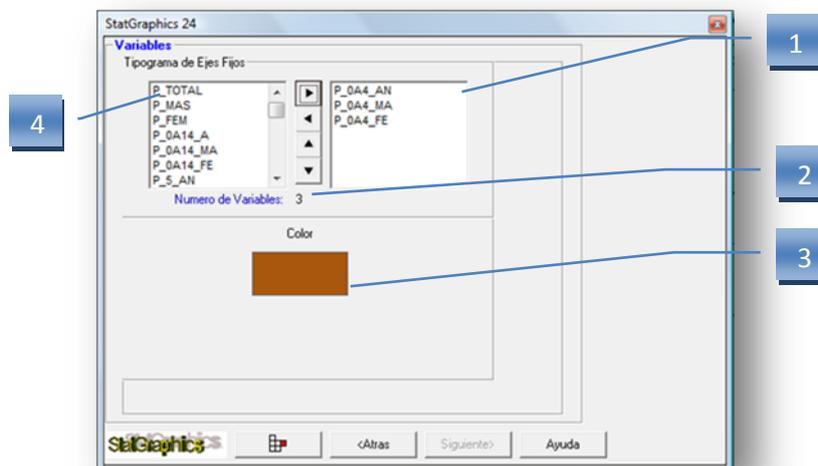


Figura 5.26. Descripción de la ventana “Variables” para el tipograma de ejes fijos

- 1 ListBox para visualizar las variables a graficar
- 2 Información para el usuario
- 3 Color que se usara para iluminar la figura poligonal
- 4 Lista de campos del feature layer elegido en la ventana catalogo

Igualmente, es en la ventana Variable es donde se puede crear un anillo o semianillo (según el caso), esta sección solo aparecerá si se construye alguna forma de cartodiagrama, ya que los tipogramas no permiten combinaciones (figura 5.27).

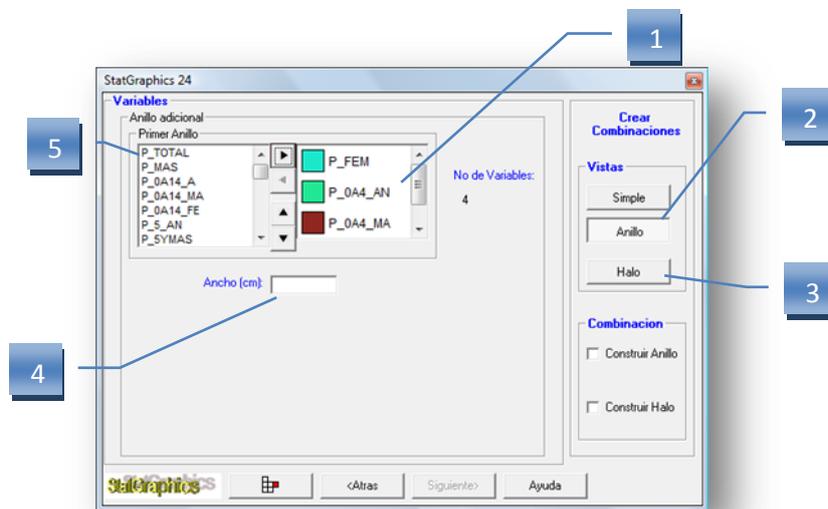


Figura 5.27. Descripción de la ventana “Variables” para hacer combinación con el cartodiagrama de anillo

- 1 Lista de variables y colores para la estructura interna
- 2 OptionButton Anillo activado
- 3 OptionButton halo desactivado
- 4 Ancho del anillo
- 5 Lista de variables disponibles

El halo por sus características solamente puede existir como un método combinado, es decir debe haberse elegido un cartodiagrama previamente (figura 5.28).

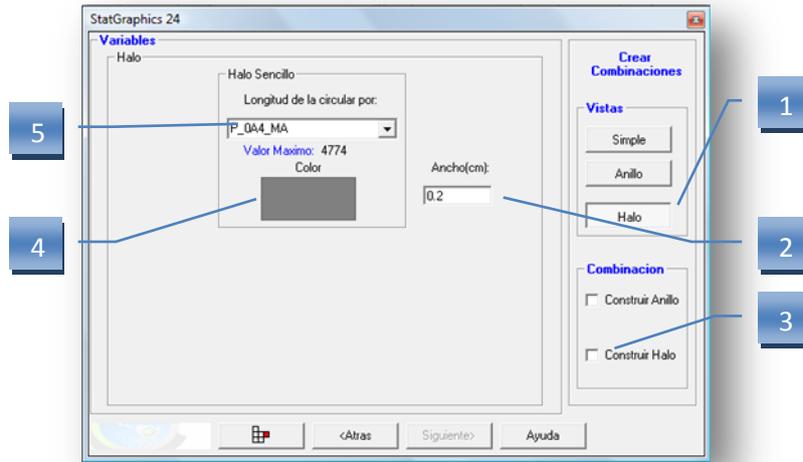


Figura 5.28. Descripción de la ventana “Variables” para hacer combinación con el cartodiagrama de halo

- 1 OptionButton para activar la vista para el halo
- 2 Ancho del halo
- 3 CheckBox para activar las funciones del halo
- 4 Color del halo
- 5 Lista de variables disponibles

5.2.3.2. Formulario Acoplable Manejador de Simbología

Este formulario es el complemento del formulario principal ya que con el se puede interpretar el significado de los colores e insertar la simbología al layout. Esta diseñado de una manera distinta ya que es un formulario de tipo Dockable Window (figura 5.29 y 5.30) que le da propiedades adicionales a un formulario normal, para poder auto adaptarse a las distintas secciones de la interface de ESRI ArcMap (figura 5.30).

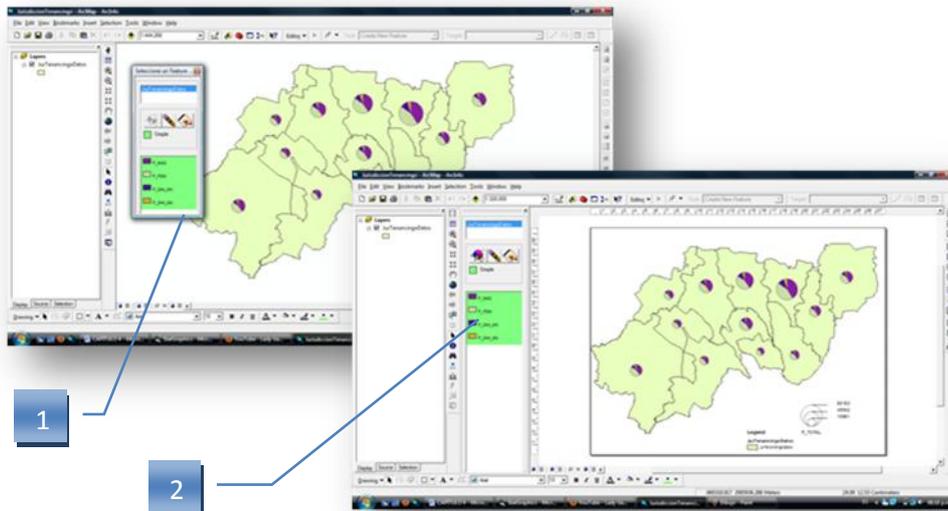


Figura 5.29. El formulario “Manejador de Simbología” puede estar de manera independiente o acoplado a ArcMap

- 1 Formulario “Manejador de simbología” en estado independiente en ArcMap
- 2 Formulario “Manejador de simbología” acoplado a ArcMap

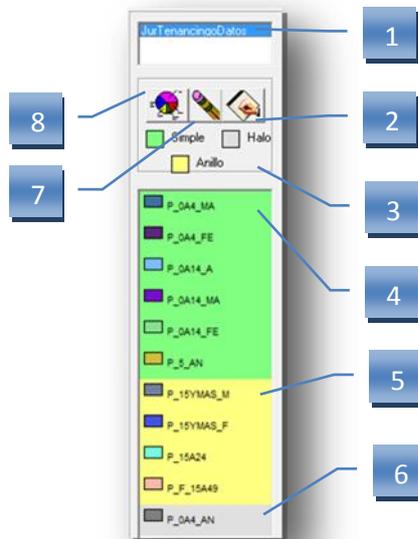


Figura 5.30. Descripción del formulario “Manejador de Simbología”

- 1 Lista de feature's layers a los que se les construyo un grafico
- 2 CommandButton para borrar layers de la lista
- 3 Simbología de la simbología
- 4 Sección verde de la simbología, muestra las variables de la estructura básica
- 5 Sección amarilla de la simbología, muestra las variables del anillo adicional
- 6 Sección gris de la simbología, muestra las variables que se usaron para construir el halo
- 7 CommandButton para borrar los gráficos del mapa
- 8 CommandButton para insertar la simbología en el layout

5.2.4. Requerimientos de hardware y software

Los requerimientos mínimos sugeridos del hardware son:

Computadora:

- Tipo de computadora: Monoprocesador ACPI de PC
- Motherboard:
- Tipo de CPU: Intel Pentium 4, 1700 MHz (17 x 100)
- Memoria del sistema: 512 MB (PC133 SDRAM)

Monitor:

- Placa de video: RAGE 128 PRO AGP 4X TMDS (Microsoft Corporation) (32 MB)
- Aceleradora 3D: ATI Rage128 Pro AGP4X TMDS
- Monitor: LG StudioWorks / HiSync 700S [17" CRT] (114314313337)

Almacenamiento:

- Disco óptico: LG DVD-ROM DRD8160B (16x/48x DVD-ROM)
- Dispositivos de entrada:
- Teclado: Teclado estándar de 101/102 teclas o Microsoft Natural PS/2 Keyboard

- Mouse: Mouse compatible con HID, Mouse PS/2 de Microsof

En cuanto a los requerimientos mínimos del software para la instalación del módulo de “StatGraphics24” son:

- Sistema operativo: Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Windows Vista, Microsoft Windows 7.
- ArcGIS Desktop 9x.

5.2.5. Instalación

Aquí se describe el proceso que se lleva para instalar StatGraphics24, esta descripción se apega a Windows 7 ya que es la versión más reciente de este sistema operativo. Para Windows Vista, el proceso es similar y para Windows XP no es necesario hacer el paso 1 (figura 5.31) y 2 (figura 5.32).

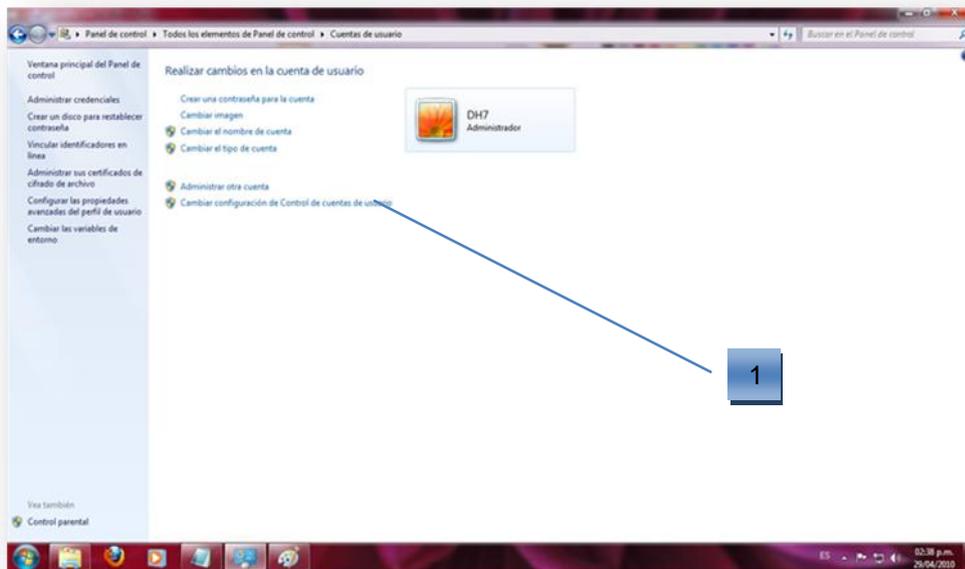


Figura 5.31. Paso 1 para instalación

1 Clic aquí para cambiar el control de cuentas de usuario

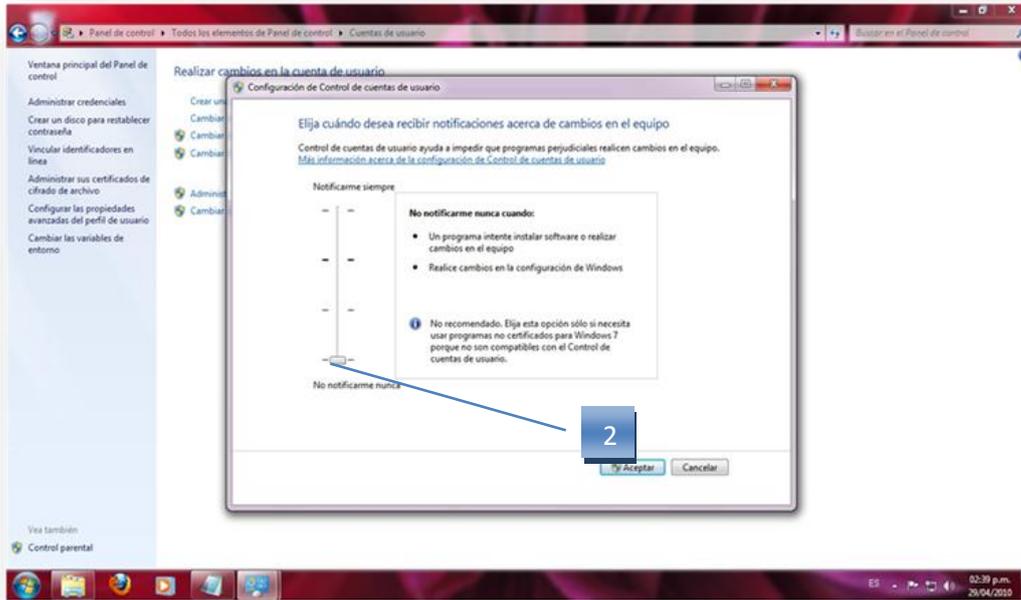


Figura 5.32. Paso 2 para instalación

2 El paso siguiente es colocar el nivel de notificaciones en “No notificarme nunca”

A continuación se muestran las pantallas (figuras 5.33 - 5.42), como guía de instalación, si se siguieron al pie de la letra estos pasos el módulo funcionara sin ningún problema.



Figura 5.33. Menú instalación

3 Insertar el CD de instalación y dar clic en “Instalar”.

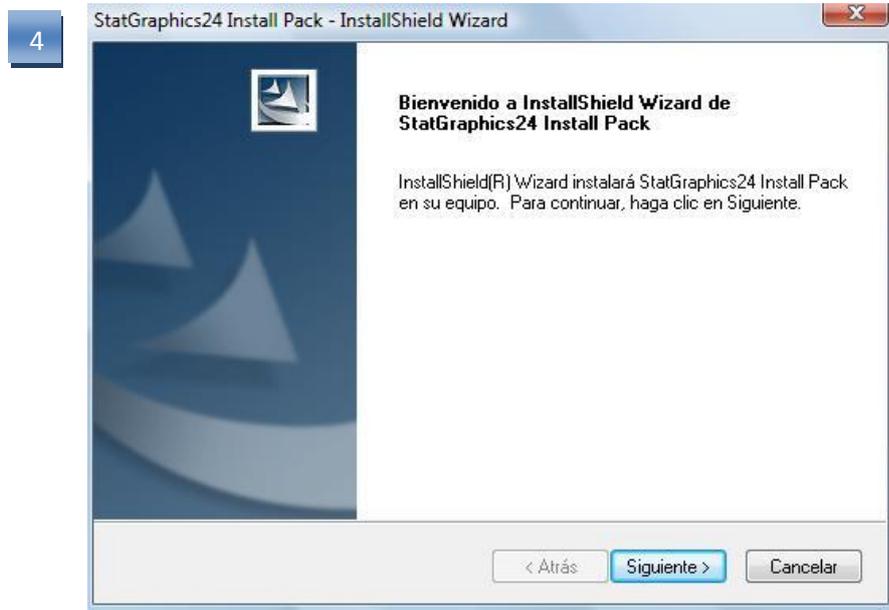


Figura 5.34. Asistente de instalación

4 La instalación inicia y ahora debe seguir las instrucciones, hasta que la instalación este completa.

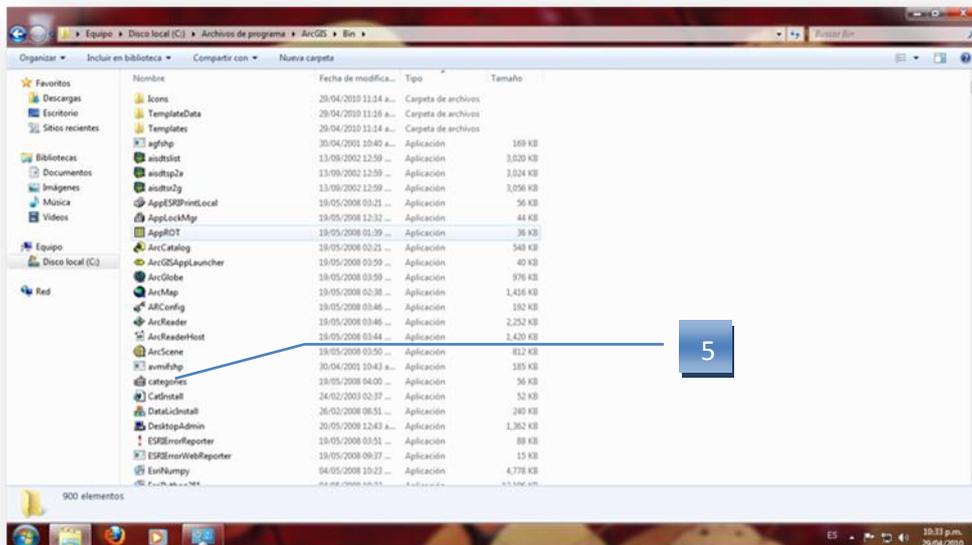


Figura 5.35. Ubicación de categories :Exe

5 Ahora con el explorador de Windows busque la aplicación “Categories” ubicada en “C:\Program Files\ArcGIS\Bin”, y dar doble clic.

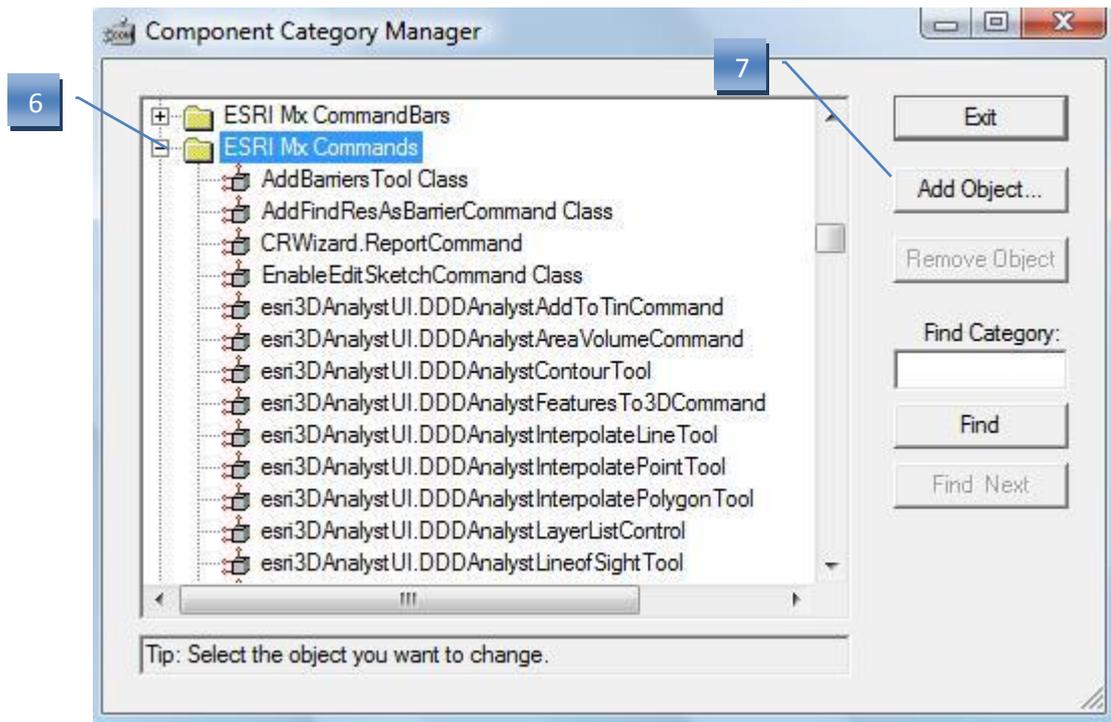


Figura 5.36. Component Category Manager”, mostrando el “ESRI Mx Commands”

- 6 Se despliega la aplicación “Component Category Manager”, ahora ubique el nodo “ESRI Mx Commands” y seleccionarlo con el ratón.
- 7 Ahora dar clic en “Add Object” seguido se muestra la ventana para que escoja el DLL que agregara a ArcMap

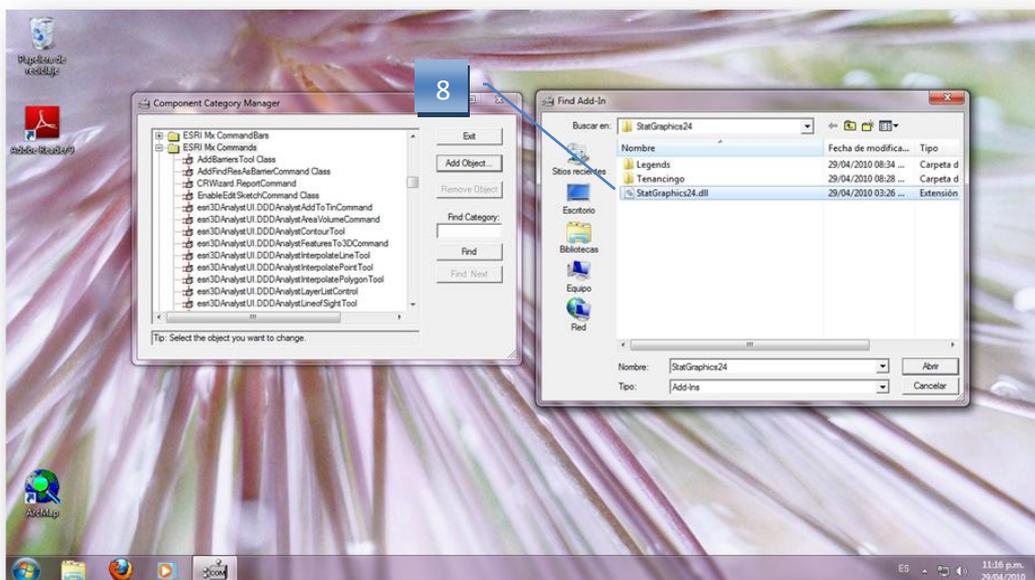


Figura 5.37. Búsqueda de StatGraphics24.dll

- 8 Elija StatGraphics24.dll ubicado en la carpeta “C:\Program Files\DYLA Factory\StatGraphics24\”

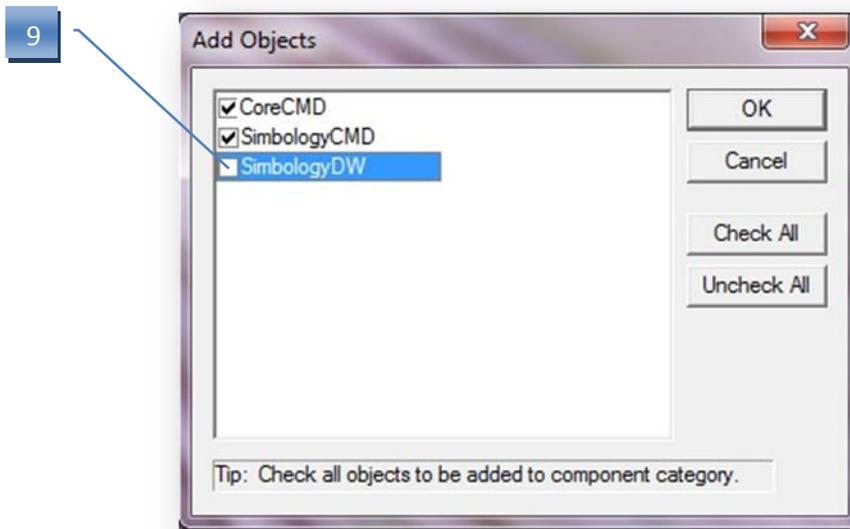


Figura 5.38. Dejar activos CoreCMD y SimbologyCMD

- 9 Deshabilitar únicamente “SimbologyDW” y a continuación dar clic en “OK”

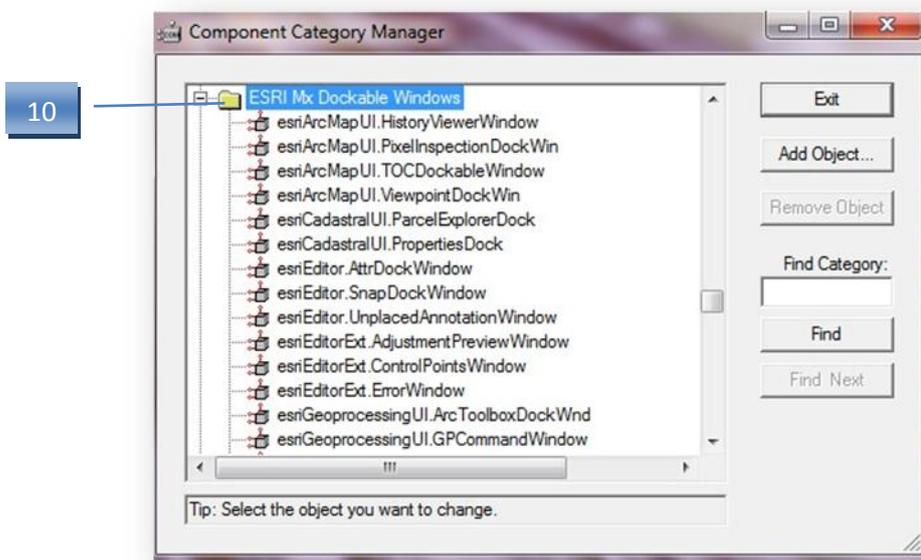


Figura 5.39. Configuración de la instalación ESRI Dockable Windows

- 10 Después busque el nodo “ESRI Dockable Windows” y a continuación clic en “Add Object” y repita el paso 8

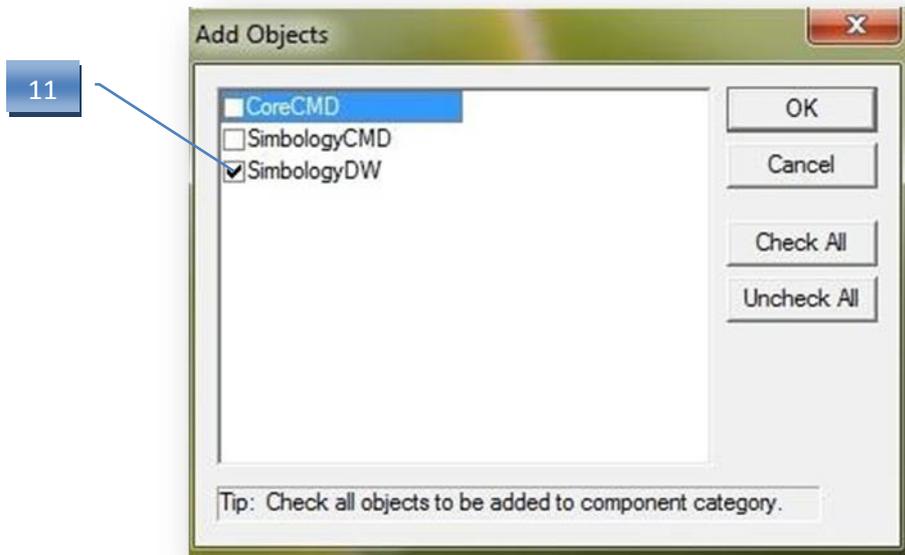


Figura 5.40. SimbologyDW

11 Y esta vez deshabilitar “CoreCMD” y “SimbologyDW”, dar clic en “OK” y cerrar el “Component Category Manager”

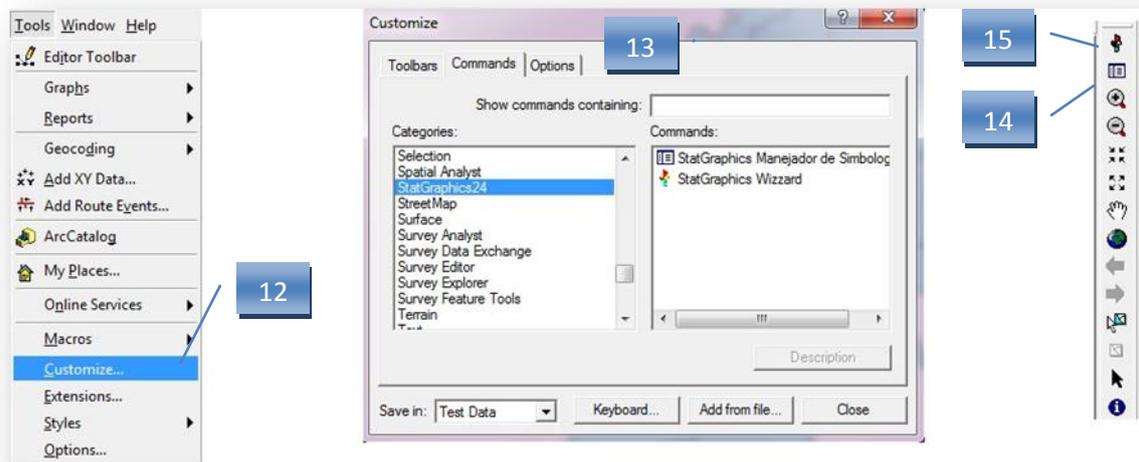


Figura 5.41. Configuración de la instalación

- 12 Dentro de ArcMap ir al menú “Tools>Customize”
- 13 Después entrar en la solapa “Commands” y elegir “StatGraphics24” de la lista “Categories” que está del lado derecho, al momento aparecerán dos elementos en la lista “Commands”.
- 14 Seleccionar y arrastrar el command “StatGraphics Manejador de Simbología” a una barra de herramientas.
- 15 Seleccionar y arrastrar el command “StatGraphics Wizzard” a cualquier barra de herramientas

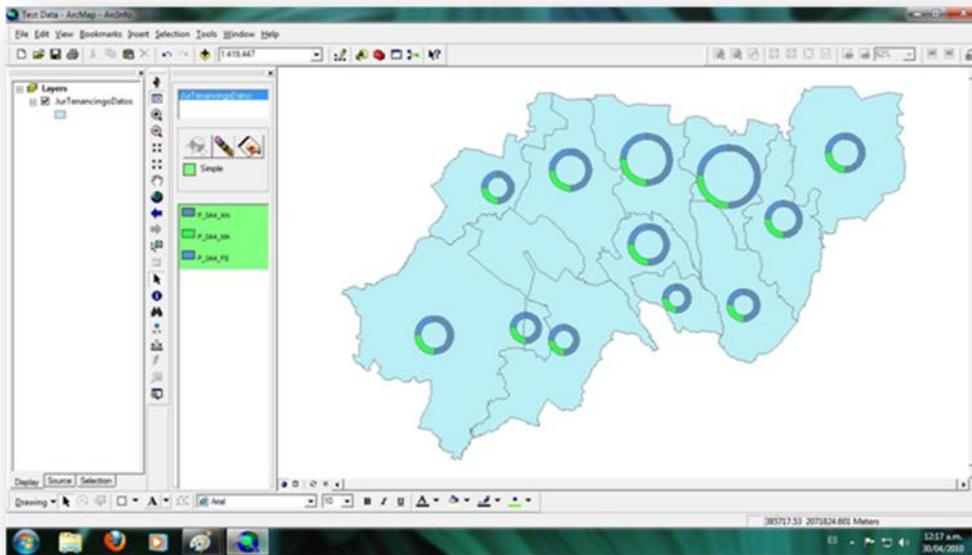


Figura 5.42. StatGraphics24 funcionando en el entorno de Windows 7

5.2.6. Ayuda

El botón de ayuda (figura 5.43) de “StatGraphics24” proporciona acceso al contenido de ayuda del módulo. La ventana de ayuda (figura 5.44) muestra los temas y pasos que se deben entender y seguir para su correcto funcionamiento. Está integrada por el siguiente contenido:

- ¿Qué es “StatGraphics24”?
- ¿Qué son los cartodiagramas y tipogramas?
- Instalación
- Inicializando con “StatGraphics24”
- Funcionamiento general

- Construir cartodiagramas
- Construir tipogramas
- Métodos de calculo de radio

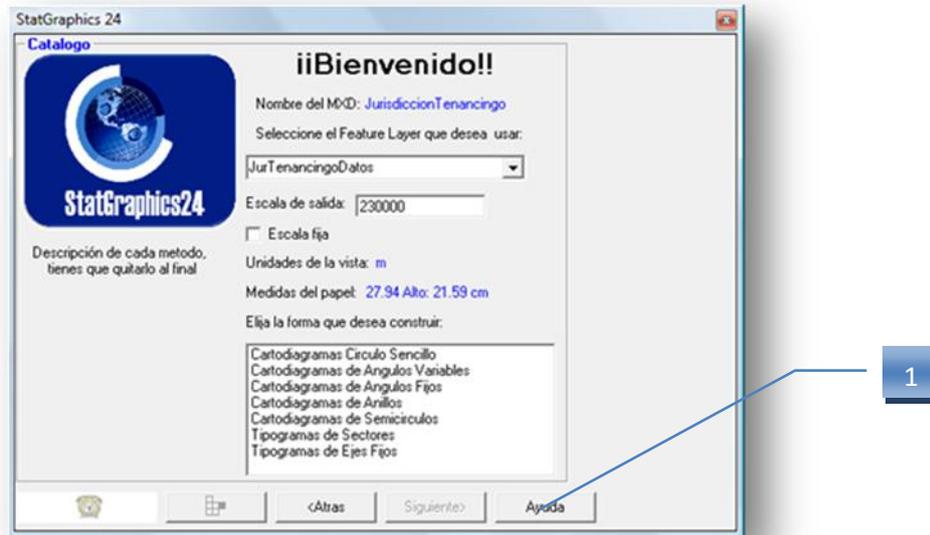


Figura 5.43. Botón para desplegar la ayuda de “StatGraphics24”

1 Botón para desplegar la ayuda de “StatGraphics24”



Figura 5.44. Ventana de ayuda de “StatGraphics24”

CAPÍTULO 6. APLICACIÓN EN UN CASO PRÁCTICO

Para poder probar y describir el funcionamiento de “StatGraphics 24” este capítulo trata acerca de un caso práctico con información real, donde se mostrara el uso del módulo, con el fin de resaltar su capacidad de análisis estadístico.

“StatGraphics 24” muestra veinticuatro formas distintas de formas, esto ligado a la información y naturaleza del fenómeno, por lo que los cartodiagramas y tipogramas sobre los mapas van íntimamente ligados al criterio del usuario y al comportamiento de los datos estadísticos (figura 6.1).

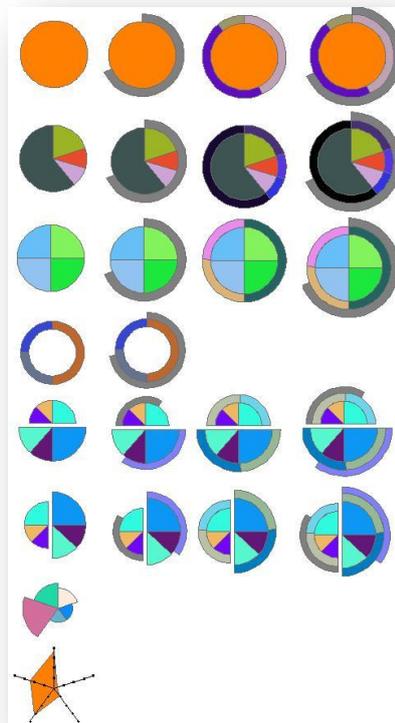


Figura 6.1. MRC de “StatGraphics 24”

6.1 Selección de Temática y Zona de estudio

La información que se puede representar puede ser de todas las temáticas a partir de datos estadísticos, por lo que el módulo no solo se centra exclusivamente en una temática, pueden ser datos de tipo económico, poblacional, marginación, producción industrial etc.

En los últimos años la facultad de Geografía de la UAEM ha tenido un creciente interés por la Geografía de la Salud y contando con la ayuda del Instituto de Salud del Estado de México para esta tesis, se ha optado por usar datos referentes al equipamiento de infraestructura de

salud y algunas variables socioeconómicas del Censo de Población y Vivienda INEGI 2005, de la Jurisdicción Sanitaria Tenancingo de ISEM, (figura 6.2 y 6.3), la cual está compuesta por doce municipios en la zona sur del Estado de México (tabla 6.1).

Tabla 6.1. Municipios de la Jurisdicción Tenancingo.

Jurisdicción Sanitaria Tenancingo		
Almoloya de Alquisiras	Ocuilán	Tonatico
Coatepec Harinas	Sultepec	Villa Guerrero
Ixtapan de la Sal	Tenancingo	Zacualpan
Malinalco	Texcaltitlán	Zumpahuacan

Fuente: ISEM 2010

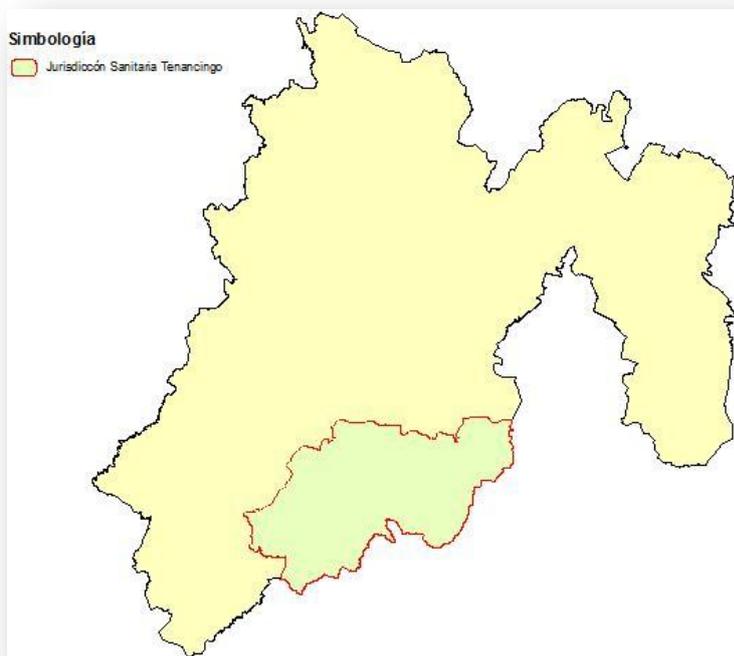


Figura 6.2. Ubicación de la Jurisdicción Tenancingo dentro del contexto del Estado de México.



Figura 6.3. Jurisdicción Sanitaria Tenancingo desmembrado por municipios.

6.2 Información requerida para aplicar el módulo “StatGraphics 24”

La información que se eligió para mostrar el funcionamiento del módulo corresponde a información en formato vectorial poligonal de ESRI Shape File de los límites municipales de la Jurisdicción Sanitaria Tenancingo del Instituto de Salud del Estado de México, basado en el marco Geoestadístico Municipal INEGI 2005 (INEGI, 2005), con su respectiva tabla de atributos .dbf con variables elegidas del Censo de Población y vivienda INEGI 2005 (INEGI, 2006) y variables elegidas a partir del Subsistema de Información Equipamiento, Recursos Humanos e Infraestructura para la Salud SINERHIAS de Abril del 2010 (Secretaría de Salud, 2010), estas variables se describen en la tabla 6.2.

Tabla 6.2. Variables y su descripción usadas como ejemplo

Variables	Descripción
P_HOGAR	Población en hogares
P_MAS	Población masculina
P_FEM	Población femenina
TOT_HOGAR	Total de hogares
P_HOG_JM	Total de hogares con jefatura masculina
P_HOG_JF	Total de hogares con jefatura femenina
P_HOG	Población en hogares
P_TOTAL	Población total
TOTCNC	Total de camas no censables

TOTCC	Total de camas censables
TOTCG	Total de camas generales
P_SINDER	Población sin derecho a los servicios de salud
P_DERE	Población derechohabiente de los servicios de salud
P_SEGPOP	Población con seguro popular
PocSS	Población con seguridad social
PobSSS	Población sin seguridad social
P_OA4_AN	Población de 0 a 4 años
P_65YMAS	Población de mas de 65 años
P_OA4_MA	Población de 0 a 4 años masculina
P_OA4_FE	Población de 0 a 4 años femenina
P_65YMAS_M	Población de mas de 65 años masculina
P_65YMAS_F	Población de mas de 65 años femenina
P_IMSS	Población afiliada al IMSS
P_ISSSTE	Población afiliada al ISSSTE
P_SEGPOP	Población con seguro popular
P_TOTAL	Población Total
P_DERE	Población derechohabiente
TOT_HOG	Total de hogares
T_VIVHAB	Total de viviendas habitadas
AMBULANCIA	Número de ambulancias

Fuente: INEGI 2005, SINEHIAS 2010

6.3 Descripción y funcionamiento general

“StatGraphics 24” necesita que los elementos básicos de un mapa estén definidos dentro del entorno de ArcMap, para ello primero se tiene que definir el tamaño de papel y la escala de salida, la cual debe ser la escala que nos muestra en la vista “Layout”. Para el ejemplo la medida del papel debe ser de 215 x 279 mm y la escala de salida del layout es de 1:320,000. Es indispensable que estos elementos estén correctamente definidos de lo contrario los tamaños de los Cartodiagramas y Tipogramas se saldrán de control.

Para que las formas se encuentren a escala de acuerdo al mapa, es necesario elegir una unidad expresada en cm que dependiendo del método de cálculo de radio (tamaños iguales, raíces, flannery e intervalos) será tomado como valor máximo, mínimo o incremento para el radio graduado de las formas. “StatGraphics 24” está organizado de la siguiente forma:

- Commandos
 - Comando para “Construir Cartodiagramas y Tipogramas”

- Comando “Manejador de Simbología”
- Formularios
 - Formulario “Asistente”
 - Formulario “DW Manejador de Simbología”

Cuando se tiene la aplicación instalada dentro del entorno de ArcGIS, de manera general para comenzar a construir alguna forma se tiene que hacer mediante el formulario “Asistente para “construir Cartodiagramas y Tipogramas” y después con el formulario “Manejador de Simbología” se insertan la simbología sobre el layout.

6.4 Ejemplos de Construcción de Cartodiagramas y Tipogramas

Considerando que se tienen varios métodos para calcular el radio, se plantea una finalidad de un mapa, se eligen variables y de ahí dependerá la elección del mejor método que vaya con el uso que se le dará al mapa.

6.4.1 Cartodiagrama de círculo sencillo

Para este primer ejemplo se quiere construir un mapa donde se muestren los municipios con su respectiva población en hogares, graduado por tamaño de acuerdo a su peso. Para iniciar debe elegir la opción del círculo sencillo en la ventana Catalogo y después verificar que la escala este correctamente ajustada a 1:320,000 como en la figura 6.4.



Figura 6.4. Menú principal con la opción para el círculo sencillo.

Para la ventana Tamaño nos aseguramos que tenga como parámetros los siguientes: Radio elegido: 1 cm, definido por un campo: P_HOGAR y elegir el método de las raíces (figura 6.5).

Para la ventana Tamaño se introduce la siguiente información: Radio máximo: 1cm

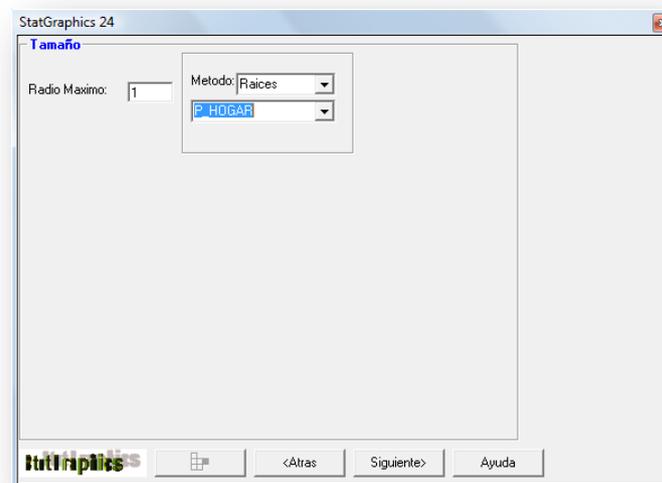


Figura 6.5. Ventana Tamaño para el Circulo Sencillo.

En la ventana variables dará un color aleatorio y solo hay que dar clic en el botón “Prevista” para poder ver el resultado (figura 6.6).

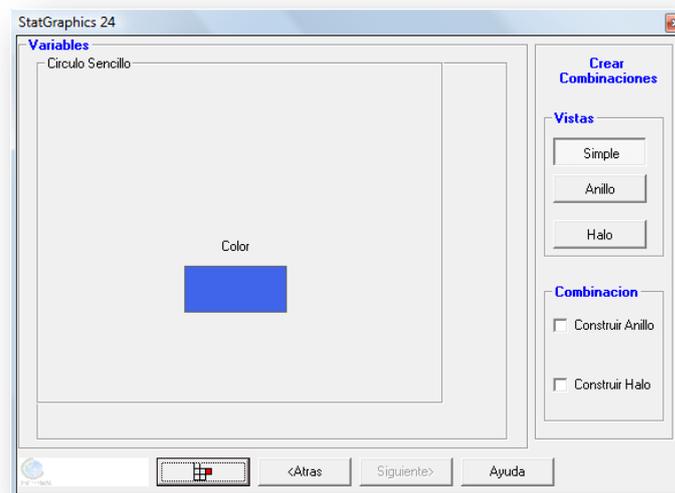


Figura 6.6. Ventana Variables del Circulo **Proporcional**.

De esta manera se ha creado un círculo sencillo para el área de estudio donde se pueden observar las diferencias que existen entre los municipios (figura 6.7).

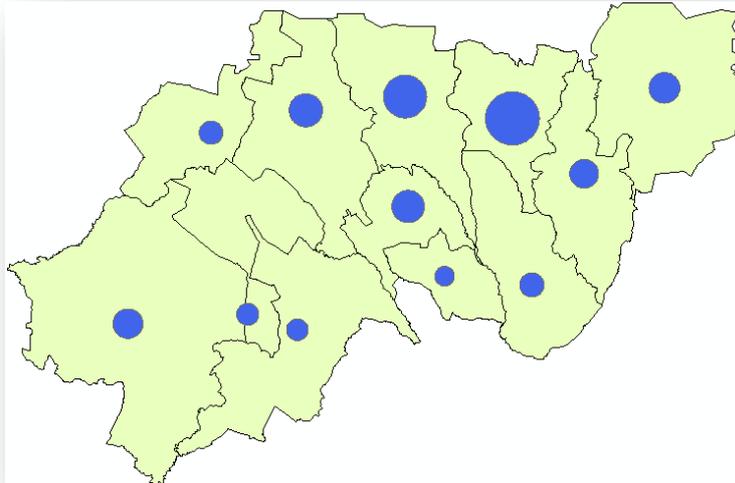


Figura 6.7. Círculo sencillo por el método de Flannery.

De la misma manera en la ventana Variables aparece el menú para poder agregar un Halo un Anillo o ambos, por cuestiones de objetivos del mapa que se desea construir en esta ocasión se agregara un cartodiagrama de anillo, con las variables de población en hogares con jefatura masculina y femenina. Lo que superara y enriquecer el objetivo del mapa de acuerdo a lo que se tenía establecido. Para después dar clic en el botón Anillo y usar los siguientes parámetros que están en la tabla 6.3.

Tabla 6.3. Parámetros para el método estructural del círculo sencillo.

Método Estructural Anillo	
Parámetro	Valor
Variables:	P_MAS, P_FEM
Ancho del Anillo:	0.2 cm

Fuente: Elaboración propia

Después de haber dado clic en el botón “Prevista”, aparece el círculo sencillo y adicionalmente con un anillo, entonces se puede ver el comportamiento que tienen las tres variables graficadas a nivel jurisdicción, y su interpretación se mejora si se agrega la simbología a la vista del Layout (figura 6.8).

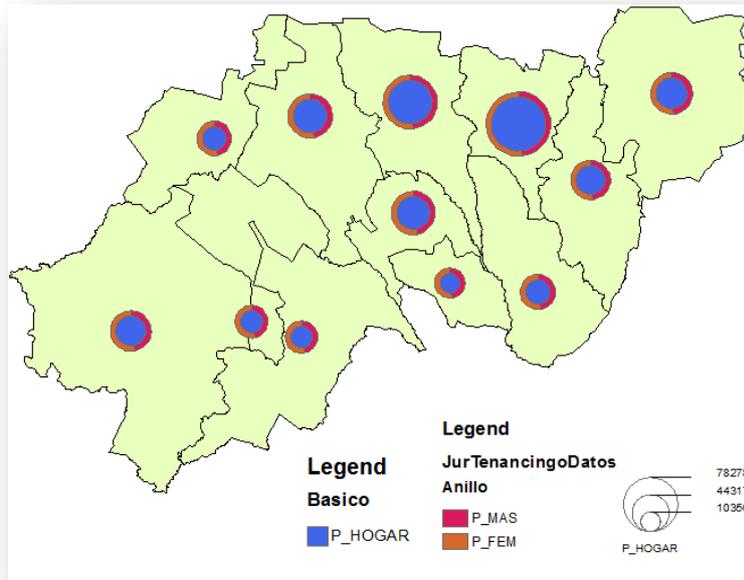


Figura 6.8. Producto final, Círculo sencillo con Anillo adicional y con la simbología, construido por el método de Flannery.

6.4.2 Cartodiagrama de círculo de ángulos variables

Para ejemplificar este método de representación cartográfica se desea hacer una comparación entre la población en hogares que vive con jefe de familia masculino y población en hogares que vive con jefatura femenina, así mismo se desea mostrar el municipio que tiene más hogares.

Para poder resolver este problema se puede establecer que el tamaño sea de acuerdo al campo TOT_HOGAR y que para ello se utilice el método de las raíces, donde el tamaño más grande será de 1 cm, y dividir el círculo en dos partes, cada una representara la población con jefatura masculina y la población con jefatura femenina.

Luego de elegir en la ventana Catalogo la opción “Cartodiagrama de Ángulos Variables”, y asegurarse que la escala este correctamente ajustada (figura 6.9).



Figura 6.9. Ventana Catalogo para el Cartodiagrama de Ángulos Variables.

En la figura 6.10 se encuentran los parámetros necesarios para la ventana Tamaño según la tabla 6.4.

Tabla 6.4. Parámetros para la ventana “Tamaño” para el cartodiagrama de ángulos variables.

Parámetro	Valor
Radio elegido(cm):	1
Definido por el campo:	TOT_HOGAR
Método de cálculo de radio:	Raíces

Fuente: Elaboración propia

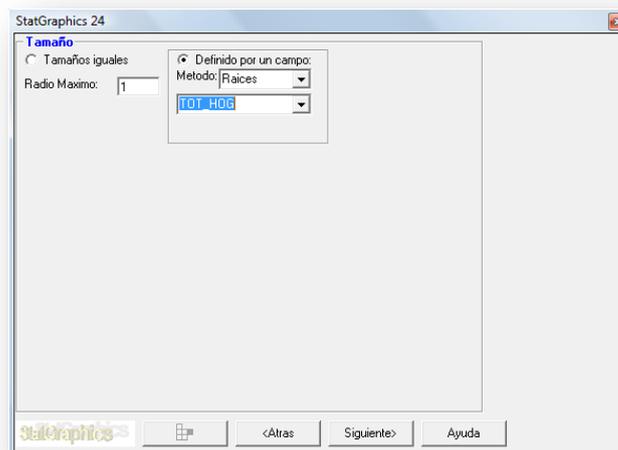


Figura 6.10. Parámetros para la ventana Tamaño, del cartodiagrama de ángulos variables.

Para después en la ventana Variables agregar a la lista las variables P_HOG_JM y P_HOG_JF y dar clic en el botón “Prevista” (figura 6.11), de esta manera se obtiene el cartodiagrama (figura 6.12).

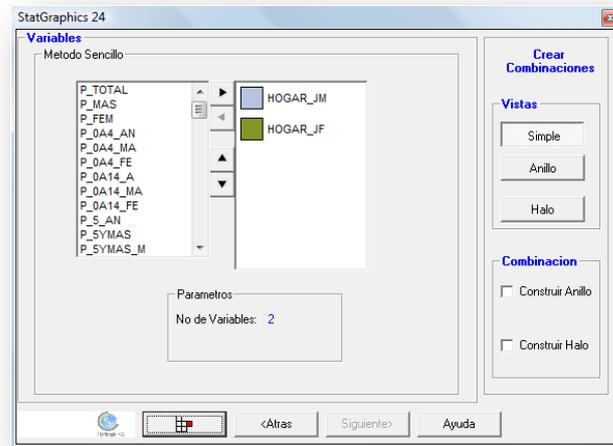


Figura 6.11. Ventana “Variables” del Cartodiagrama de ángulos variables.

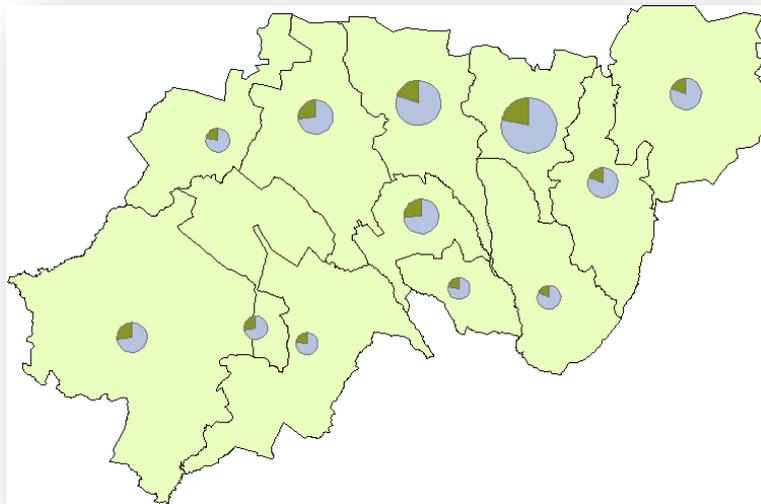


Figura 6.12. Cartodiagrama de Ángulos Variables.

Con esto se cumple el objetivo del mapa pero adicionalmente se agregará un Halo que represente la población en hogares, para ampliar el análisis. Lo cual hace más interesante el mapa, y puede ser mejor interpretado con su simbología respectiva (figura 6.13).

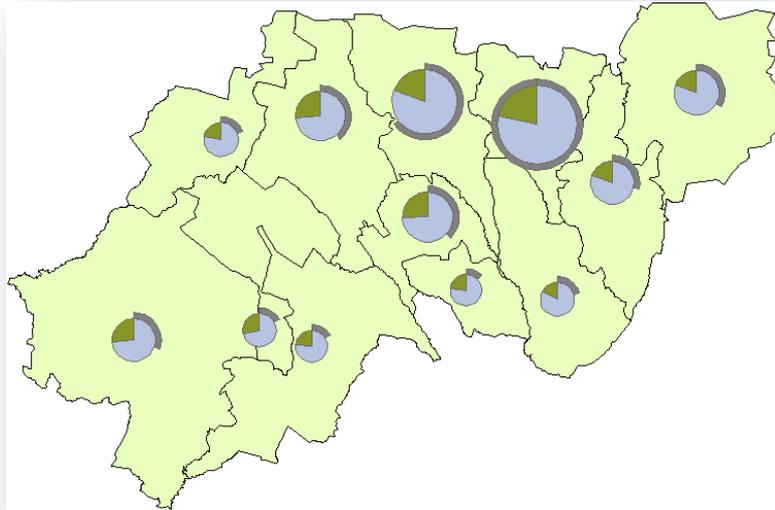


Figura 6.13. Cartodiagrama de Ángulos variables con halo adicional y su simbología, para su interpretación.

6.4.3 Cartodiagrama de Ángulos Fijos

Para mostrar este cartodiagrama se representara la existencia de camas censables, camas no censables y camas generales dentro de los municipios que comprenden la jurisdicción, de esta forma pretende demostrar la dotación de camas hospitalarias para compararlo con el total de habitantes por municipio. Entonces en la ventana Catalogo escoger el Cartodiagrama de Ejes fijos (figura 6.14), después llenar los parámetros para la ventana Tamaño (figura 6.15) de acuerdo a la tabla 6.5 y para la ventana Variables agregar las variables TOTCNC, TOCC, TOTCG, así como se ve en la figura 6.16.

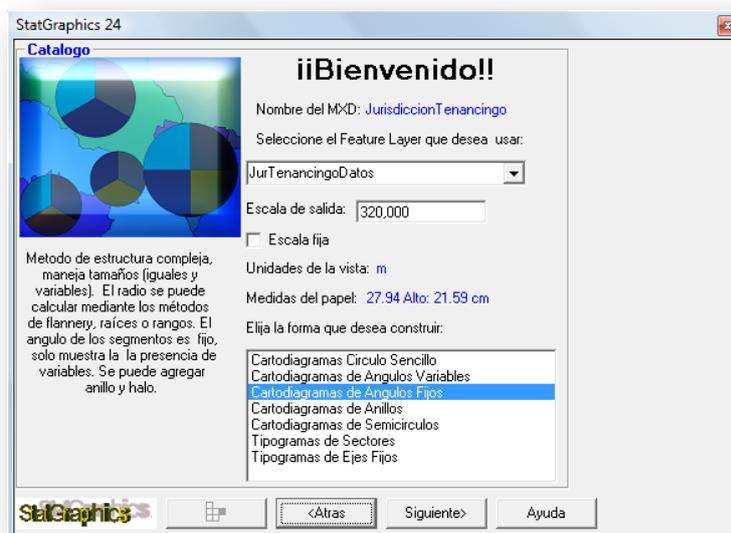


Figura 6.14. Ventana catalogo con la opcion del Cartodiagrama de Ejes Fijos.

Tabla 6.5. Parámetros de la ventana Tamaño para el Cartodiagrama de Ángulos fijos.

Parámetro	Valor
Radio elegido(cm):	1
Definido por el campo:	P_TOTAL
Método de cálculo de radio:	Flanery

Fuente: Elaboración propia

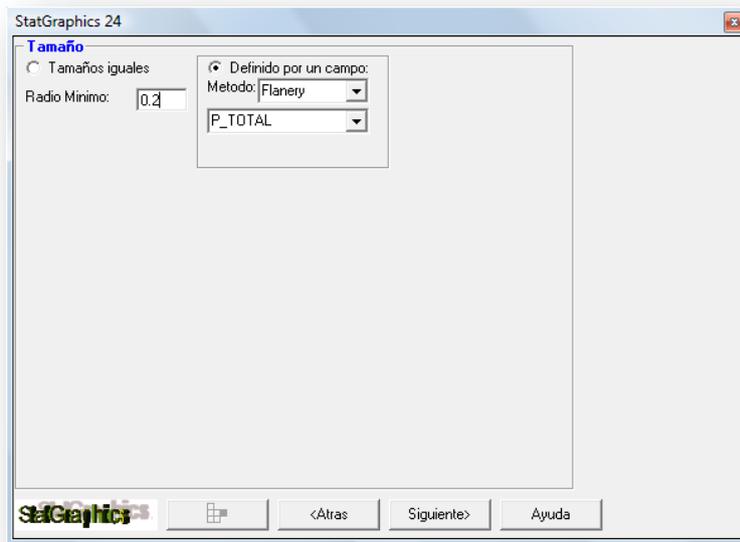


Figura 6.15. Ventana Tamaño para el cartodiagrama de ejes fijos.

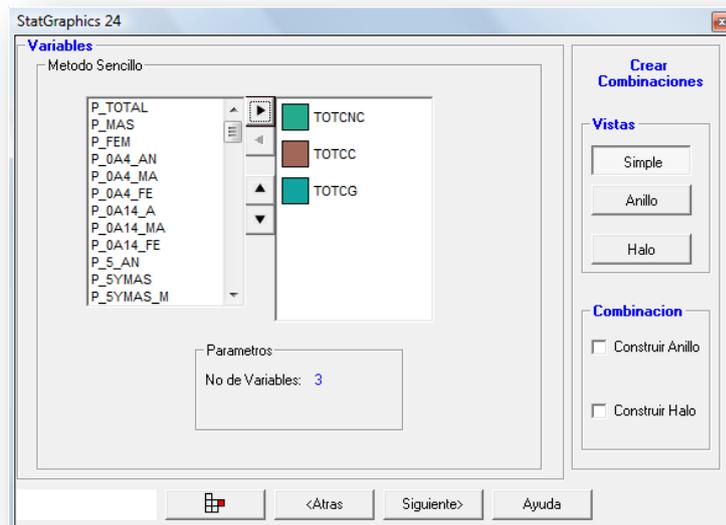


Figura 6.16. Ventana Variables para el cartodiagrama de ejes fijos.

De esta manera el resultado es la representación de la jurisdicción Tenancingo y la presencia de camas censables, camas no censables y camas generales y con el tamaño regulado de acuerdo a su población total por municipio (figura 6.17). Para aumentar el nivel de análisis para este mapa se puede agregar un anillo y un halo, el anillo (figura 6.18) representara la población derechohabiente y la población no derechohabiente, y el halo permite ver cual es el municipio con mayor cubrimiento en la jurisdicción con seguro popular. De esta manera se pueden sacar análisis y conclusiones de la dotación de camas hospitalarias, con su población derechohabiente y no derechohabiente y también se puede observar el municipio con mayor número de afiliados al seguro popular (figura 6.19).

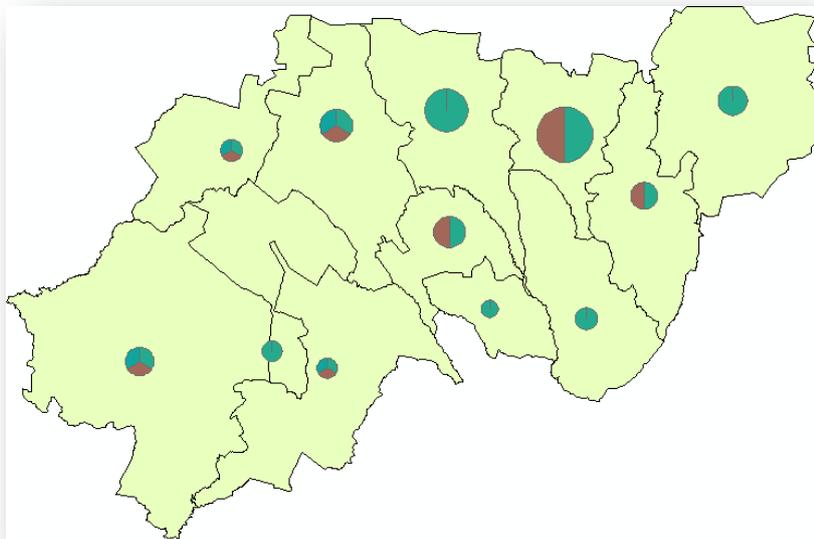


Figura 6.17. Cartodiagrama de ejes fijos.

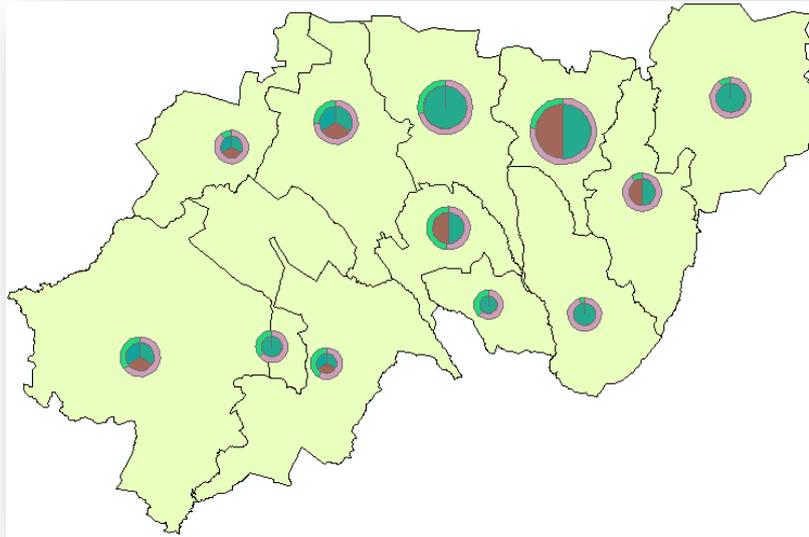


Figura 6.18. Cartodiagrama de Ángulos fijos combinado con anillo.

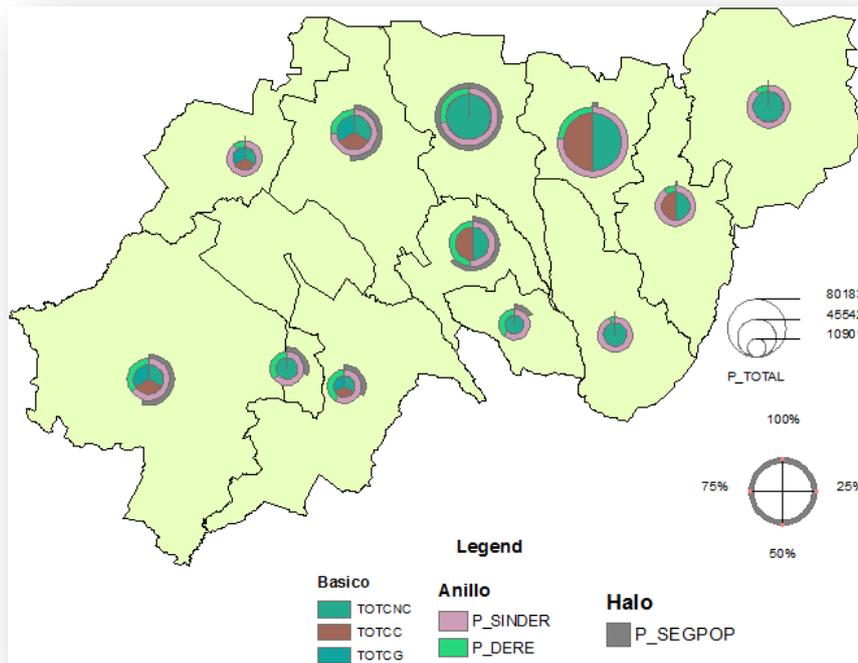


Figura 6.19. Simbología del Cartodiagrama de ejes fijos con Halo y Anillo.

6.4.4 Cartodiagrama de Anillo

Para demostrar las ventajas del cartodiagrama de anillo se eligieron las variables PobCSS y PobSSS que representan a la población con seguridad social y a la población sin seguridad social a nivel municipal, con la elección de estas variables existe la posibilidad de valorar los

municipios que tienen un mayor número de personas con y sin seguridad social. Para empezar en el menú principal elegir el cartodiagrama de anillo (figura 6.20).



Figura 6.20. Menú principal con la opción Cartodiagrama de Anillo.

En esta ocasión únicamente se requiere analizar la población con seguridad social y sin seguridad social por lo que ahora se elige “Tamaños iguales” para la ventana Tamaño, el radio para todos los tamaños será de 0.5 cm y el ancho del anillo de 0.2 cm (figura 6.21) y para la siguiente ventana usaremos las variables PobCSS y PobSSS (figura 6.22). De esta manera se tienen el Cartodiagrama de Anillo sobre el mapa en forma de anillo donde se pueden hacer observaciones acerca del comportamiento de estas variables (figura 6.30).

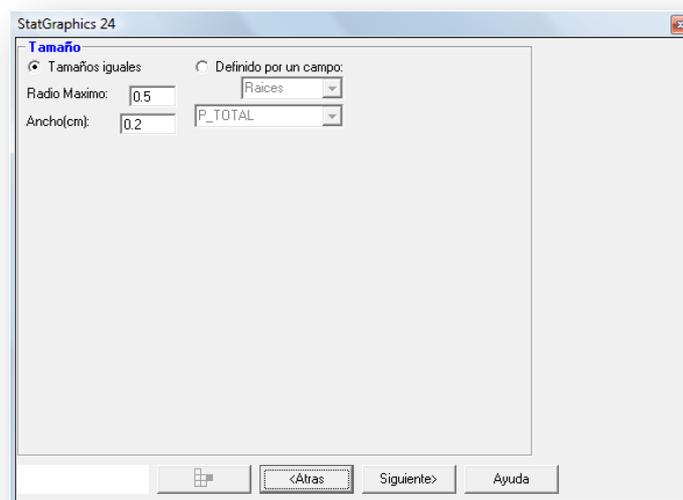


Figura 6.21. Ventana tamaño para el cartodiagrama de Anillo.

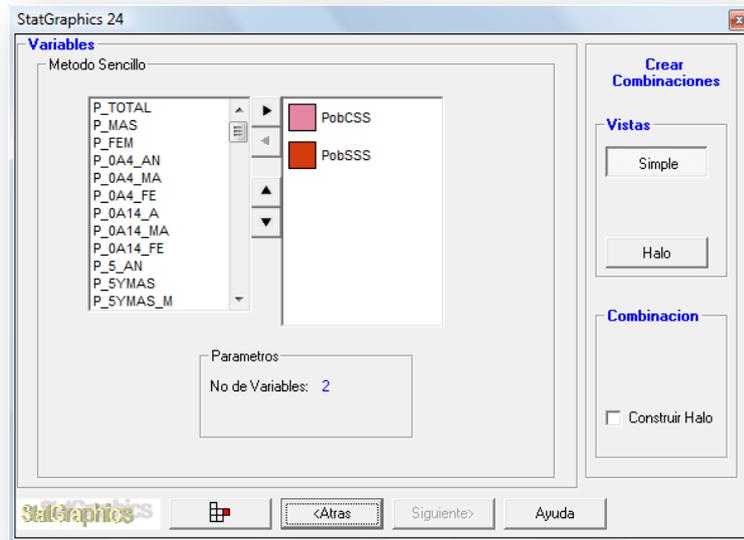


Figura 6.22. Ventana Variables para el Cartodiagrama de anillo.

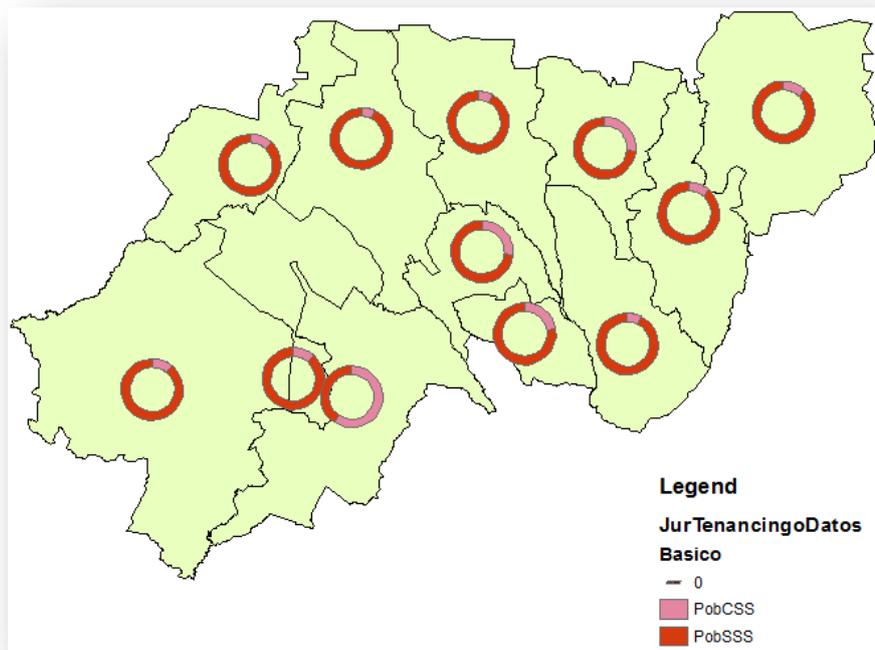


Figura 6.23. Cartodiagrama de anillo graficado.

6.4.5 Cartodiagrama de Semicírculo

Una comparación entre las personas de la tercera edad y las recién nacidas que habitan en la jurisdicción puede ser un análisis interesante gracias al Cartodiagrama de Semicírculo. Para hacer este análisis se eligen las variables P_0A4 y P_65YMAS, que representa a la población de

0 a 4 años y a la población mayor de 65 años los cuales funcionarán como reguladores del tamaño de las formas y para hacer la comparación de edades por sexo, se eligen los campos P_0A4MA, POA4FE, que son las personas de 0 a 4 años masculinas y de 0 a 4 años de sexo femenino, estas como van relacionados con la variable P_0A4 constituirán el semicírculo A. Así mismo las variables P_65YMAS_M, P_65YMAS_F serán el otro semicírculo B ya que van vinculadas con la variable P_65YMAS. Para comenzar con la labor se elige de la ventana Catalogo el método Cartodiagrama de Semicírculo, (figura 6.24).



Figura 6.24. Ventana Catalogo con la opción de Semicírculos.

De la ventana siguiente se elige que la definición del tamaño sea por un campo por el método de las raíces y de los combo box se eligen las variables P_0A4 y P_65YMAS respectivamente (figura 6.25). Se debe observar que el combobox superior corresponderá en el dibujo al semicírculo “A” dibujado arriba y el combobox de abajo corresponderá al semicírculo “B” situado abajo.

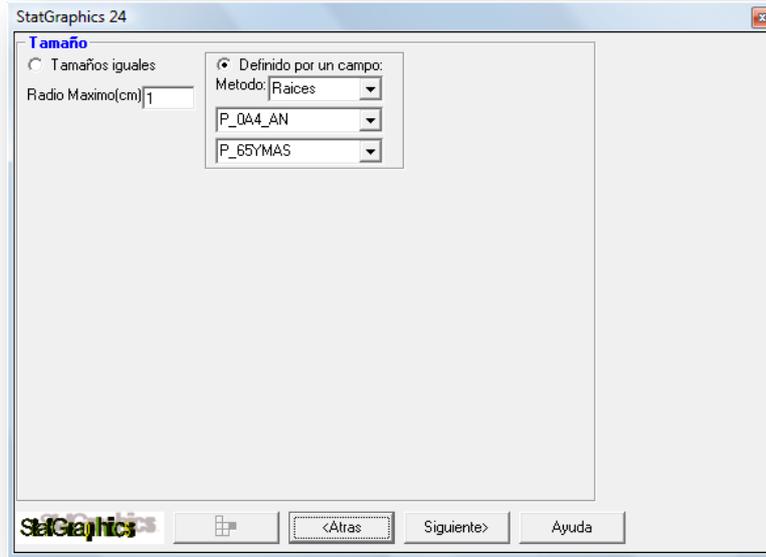


Figura 6.25. Ventana Tamaño Cartodiagrama de Semicírculo.

Este cartodiagrama tiene dos variantes con orientación vertical y con orientación horizontal, esto se puede manipular con los botones que aparecen en el frame “Parametros” (figura 6.26).

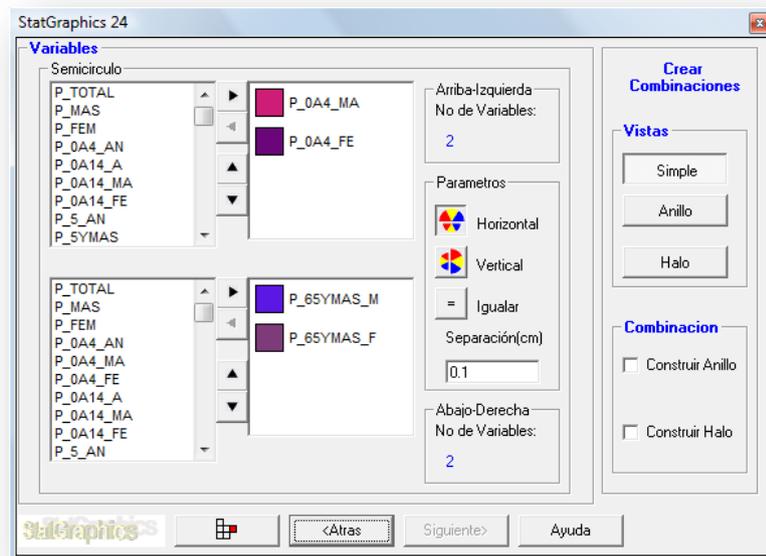


Figura 6.26. Cartodiagrama de Semicírculo en la ventana Variables.

El resultado obtenido será el análisis de la población de 0 a 4 años y de la población de más de 65 años y a su vez por sexo, donde claramente aparecen los contrastes entre los datos (figura 6.27).

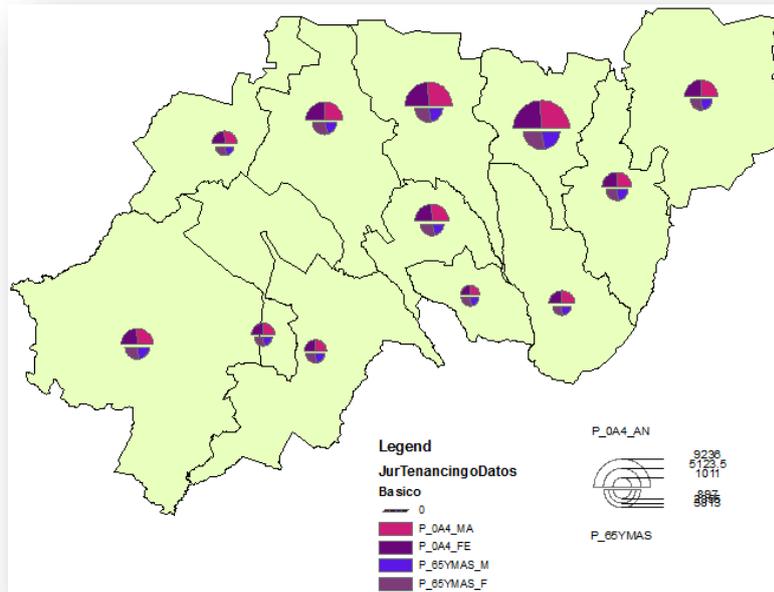


Figura 6.27. Cartodiagrama de Semicírculos con su simbología proporcional.

6.4.6 Tipograma de Sectores

Ahora si se mandara construir una mapa que nos muestre la población afiliada al IMSS al ISSTE y al Seguro Popular, se tendría el problema de que estas variables no van directamente relacionadas, ya que son instituciones de salud que se rigen independientemente, pero si están orientadas al mismo lugar, con el Tipograma de Sectores se puede observar cómo se comportan estas variables dentro del área de estudio. Se eligieron las variables P_IMSS, P_ISSTE, P_SEGPOP que son los campos que se necesitan; comenzado con la ventana Catalogo elegimos “Tipograma de Sectores” (figura 6.28).

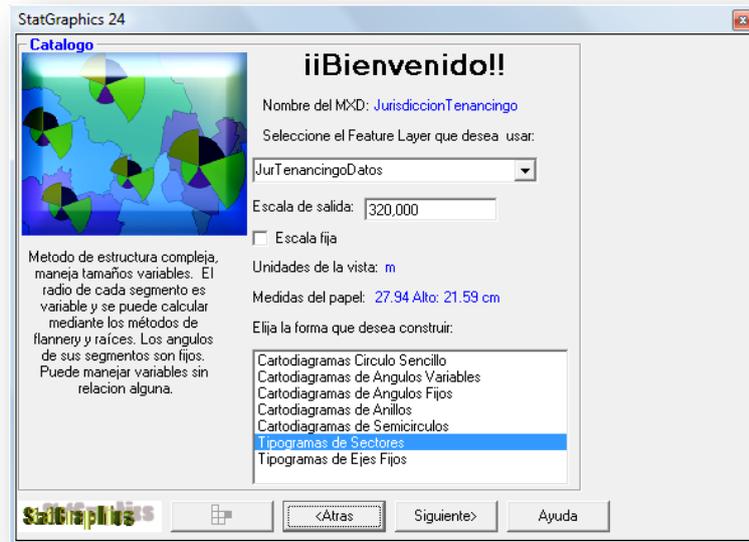


Figura 6.28. Ventana Catalogo Tipograma de Sectores.

Para construir esta forma se opto por un tamaño máximo de 1 cm para el valor más grande es decir se uso la formula de las Raíces (figura 6.29), y se agregaron las variables mencionadas para los segmentos fijos angulares (figura 6.30). El mapa resultante nos facilitara el análisis de estas variables para cada municipio (figura 6.31).

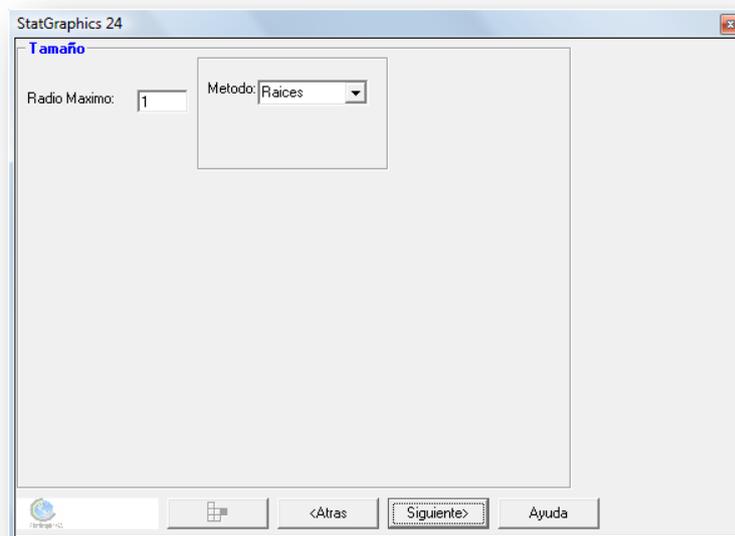


Figura 6.29. Ventana Tamaño para el Tipograma de Sectores.

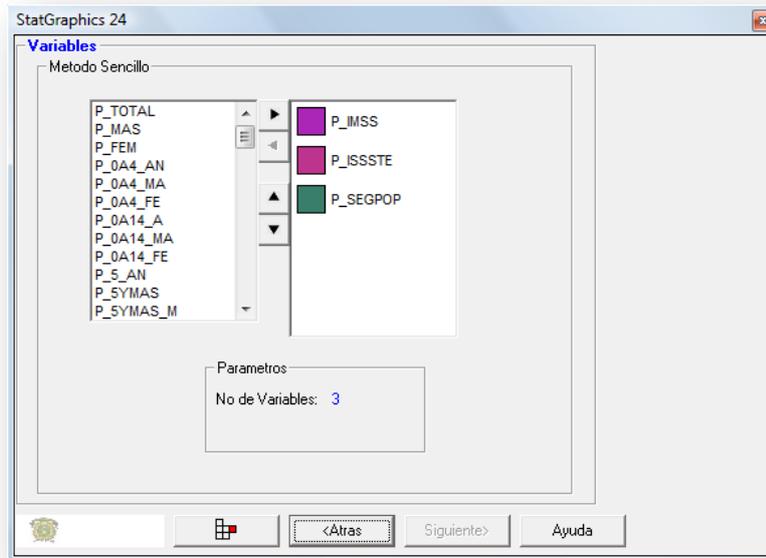


Figura 6.30. Ventana Variables para el Tipograma de Sectores.

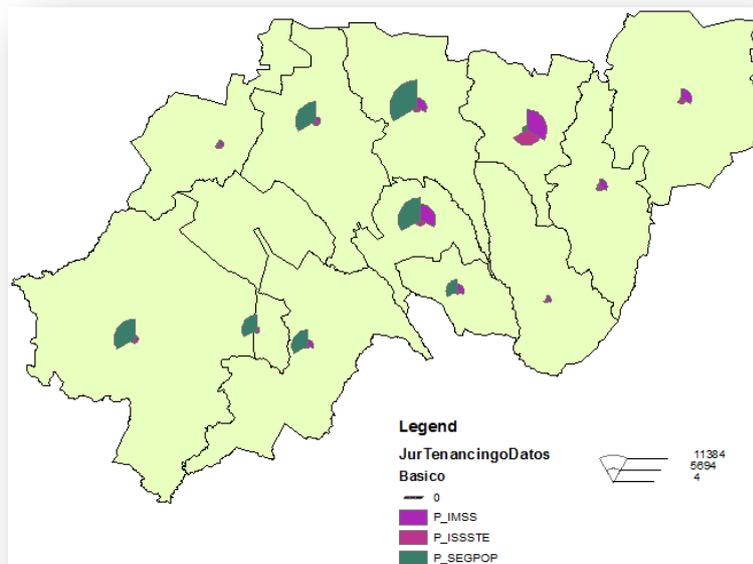


Figura 6.31. Tipograma de sectores con su simbología.

6.4.7 Tipograma de Ejes Fijos

Comparar la población total con la población derechohabiente, el total de hogares, el total de viviendas habitadas y el número de ambulancias por municipio es posible mediante el Tipograma de Ejes fijos que puede graficar variables sin relación y con escalas muy distintas, ya que sus valores máximos se normalizan a la unidad elegida por el usuario que para este ejemplo a sido de 1 cm. En la ventana inicial elegimos el método “Tipograma de Ejes Fijos”

(figura 6.32), para la ventana siguiente se introduce el valor elegido para el largo de los ejes fijos (figura 6.33) y para la tercera ventana se agregan los campos: P_TOTAL, P_DERE, TOT_HOG, T_VIVHAB, AMBULANCIA (figura 6.34), para así obtener la visualización de todas estas variables (figura 6.35).

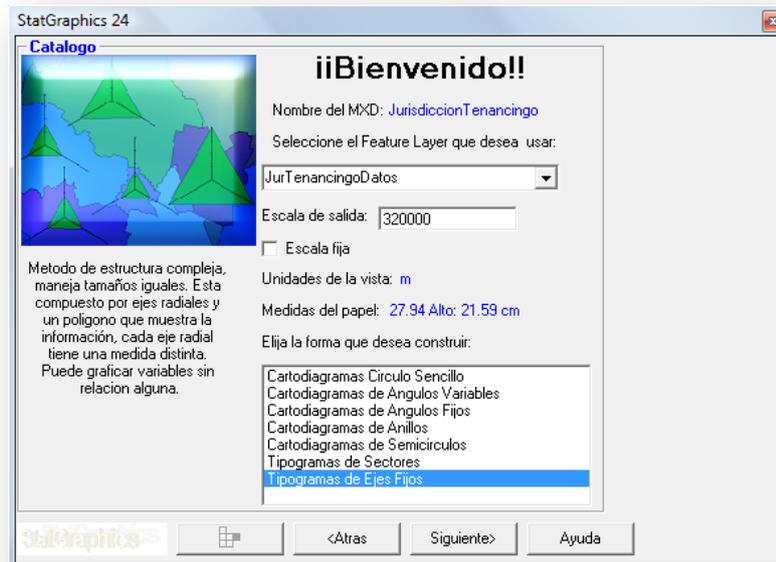


Figura 6.32. Ventana inicial Tipograma de ejes Fijos

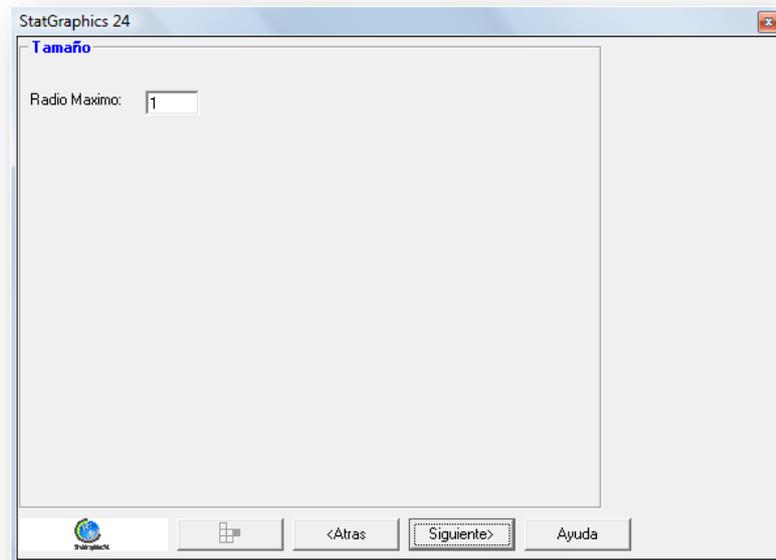


Figura 6.33. Ventana Tamaño para el Tipograma de ejes Fijos.

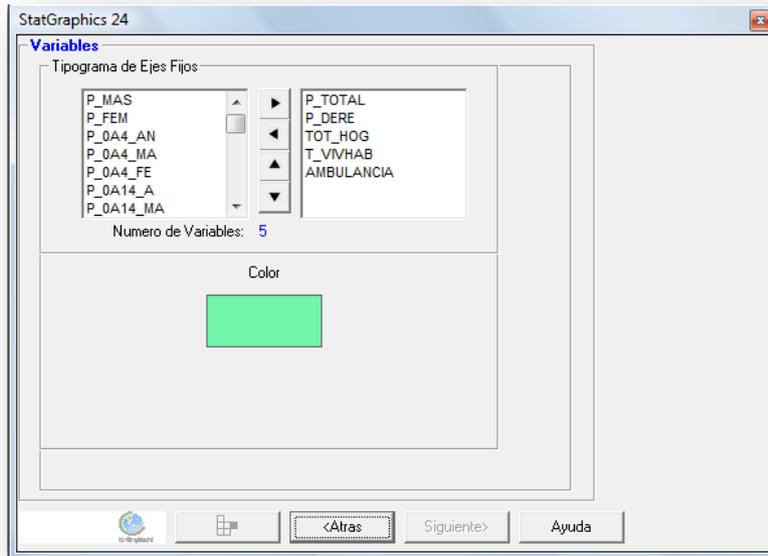


Figura 6.34. Ventana Variables para el Tipograma de ejes Fijos.

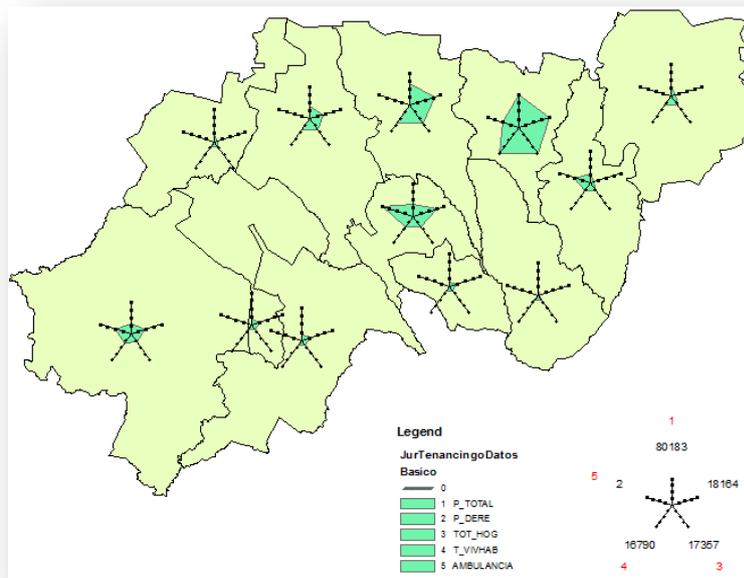


Figura 6.35. Mapa resultante con el Tipograma de ejes Fijos.

Conclusiones y recomendaciones

Los Cartodiagramas y Tipogramas son una gran herramienta de análisis y con esta nueva módulo “StatGraphics24”, se pretende que su difusión y uso sea mayor. Existen cosas que por falta de tiempo no pudieron ser realizadas pero se pueden hacer mejoras en las interfaces mediante aplicación de otras técnicas para medir su rendimiento y entendimiento por parte de los usuarios. Y es cierto que el desarrollo de StatGraphics 24 no termina aquí sino que es un proceso constante que debe continuarse con el afán de mejorarse y ampliarse.

Y así el uso de la ingeniería de software dentro del campo de la Geoinformática es vital porque su enfoque es válido para programar dentro de un entorno de software SIG es la mejor forma de planear un proyecto de este tipo, y en esta tesis es aplicable al máximo ya que ArcGIS fue diseñado en un entorno de objetos y de esta forma se sigue la misma línea de desarrollo.

Más que otra cosa la programación orientada a objetos es una forma de diseñar/organizar los procesos y funciones viéndolos como si fueran objetos de la realidad lo que ofrece a StatGraphics 24, dos ventajas principales sobre la programación estructurada como son:

StatGraphics fue diseñado para expandirse y corregirse

La notación UML es universal y el resto de la documentación que constituye esta tesis permitirá la comunicación entre diseñadores de software.

Cabe señalar que se usa la ingeniería de software a favor de la Geoinformática, para impulsar este proyecto, haciendo hincapié que su campo de acción incluye muchas ciencias e innovaciones tecnológicas y que finalmente comparte el objeto de estudio de la Geografía, el análisis de los hechos y fenómenos sobre la superficie terrestre, pero mediante un conjunto de tecnologías y ciencias.

Cada proyecto de desarrollo de software es distinto pero específicamente si se desea hacerlo sobre un entorno de software SIG es necesario que se siga por esta línea de investigación y así mismo que se usen otros lenguajes de programación orientados a objetos como Java o C++, continuar usando la notación UML y un modelo de ingeniería de software, para retomar lo que ya existe y no generar controversia, concibiendo nuevos conceptos de desarrollo de software lo que iría contra normas de calidad ISO la ingeniería de software.

Bibliografía

Aronoff S GIS A management perspective. [Book]. - Ottawa, Canada : WDL Publication, 1989.

Balena Francesco Programación Avanzada con Visual Basic 6 [Book]. - USA : Microsoft Press, 1999.

CALIPER CORPORATION Maptitude, Geographic Information System [Online]. - 2008. - marzo 9, 2010. -

http://www.caliper.com/Maptitude/International/Español/software_de_cartografía.htm.

Candeau Rafael Cartografía estadística en SIG en el ejemplo del módulo para Genamap STATMAP [Book]. - Toluca, México : UAEM, 1996.

Carreto Fernando, González Raul and Villavicencio Juan José Geografía General [Book]. - Toluca, México : UAEM, 1990.

Chuvienco Emilio Fundamentos de Teledetección Espacial [Book]. - Madrid : RIALP, 1990.

De León Sergio Esteban Estudio territorial de violencia en contra de las mujeres [Book]. - Toluca, México : [s.n.], 2006.

Díaz Luís, Candeau Rafael and Novua Orlando Sistemas de Información Geográfica en Cuba [Book]. - Toluca, México : [s.n.], 1992.

ECOATLAS ECOATLAS [Online]. - Marzo 2002. - Noviembre 5, 2009. - http://www.ecoatlas.org.ar/pdf/manual_arcview.pdf.

ECOATLAS Introducción a Arc View 3.2 [Online]. - 2002. - diciembre 2007, 2007. - http://www.ecoatlas.org.ar/pdf/manual_arcview.pdf.

ESRI What is ArcGIS? [Book]. - Redlands, USA : ESRI, 2008.

ESRI What's new in ArcGIS 9.2 [Online]. - 2007. - diciembre 17, 2007. - http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=What's_new_in_ArcGIS_9.2.

Florez Antonio and Thomas B. Javier Las variables visuales en la cartografía temática [Journal] // Revista Cartográfica. - 1992. - p. 39.

Flower Marin UML gota a gota [Book]. - México : Pearson, 1999.

Franco M. Sergio and Valdez P. Maria Eugenia [Book].

Franco Roberto Concepción e implementación de un modulo Hidrogeomático para la evaluación de recursos hidricos [Book]. - Toluca, México : UAEM, 2008.

Franco Sergio and Valdez Ma. Eugenia Principios básicos de cartografía y cartografía automatizada [Book Section]. - Toluca, México : UAEM, 2003.

Franco Sergio and Valdez Ma. Eugenia Principios básicos de cartografía y cartografía automatizada [Book]. - Toluca, Estado de México : UAEM, 2003.

González Maria A. and Chacon Orlando Especificidades socioespaciales en el ordenamiento territorial [Book]. - Toluca, México : UAEM, 2004.

Hidrografica Hidrografica [Online]. - Octubre 21, 2001. - Noviembre 5, 2009. - <http://hidrografica.tripod.com/geomatica.htm>.

Iglesias José Manuel Actas de los X Cursos Monográficos sobre el Patrimonio Histórico [Book]. - Reynosa, España : Universidad de Cantabria, 1999.

INEGI Coteo de Población y Vivienda 2005. - Aguascalientes : [s.n.], Septiembre 16, 2006.

INEGI Marco Geoestadístico Municipal. - Aguascalientes : [s.n.], Mayo 20, 2005.

Jaton Annick Département des sciences géomatiques [Online] = Qu'est-ce que la géomatique ? / ed. Hamelin Stéphanie / prod. Laval Université. - 2007. - Octubre 28, 2009. - <http://www.scg.ulaval.ca/page.php?nom=geomatique>.

Lacoste Yves La Geografía: un arma para la guerra [Book]. - Barcelona : ANAGRAMA, 1977.

Map Info Corporation Map Info Professional [Online]. - 2003. - diciembre 17, 2007. - <http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp?Info=074;>

MapInfo Corporation MapInfo Profesional Guía del usuario [Book]. - New York, USA : MapInfo Corporation, 2003.

Minami Michael [et al.] Using Arc Map [Book]. - USA : ESRI, 2000.

Minami Michel and Hatekayama Alan Using ArcMap [Book]. - Redlands, USA : ESRI, 2000.

Moreno Antonio Sistemas y Análisis de la Información Geográfica [Book]. - Madrid, España : Alfaomega, 2006.

Nieves Eugenia del Carmen Universidad Autónoma de Guadalajara [Online]. - Septiembre 2006. - Octubre 28, 2009. - <http://genesis.uag.mx/revistas/escholarum/articulos/cyt/geomatica.cfm>.

Novua Orlando Sistema de Programas Complementarios PRC_Estudio Para Potenciar el Análisis Espacial y la Representación Cartográfica en las Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica [Book]. - [s.l.] : Mapping Interactivo, 2006.

Novua Orlando, Diaz Luis and Candeau Rafael Sistemas de Información Geográfica en Cuba [Book]. - Toluca, México : UAEM, 1992.

Orozco Hernandez Maria E. [et al.] Atlas Agrario Ejidal del Estado de México [Book]. - Toluca, Estado de México : UAEM, 2004.

Pozo Pedro Clikear.com [Online]. - Enero 1, 2004. - Marzo 5, 2009. - <http://www.clikear.com/manuales/uml/modelofisico.aspx>.

Pressman Roger Ingeniería de Software, un enfoque práctico [Book]. - Madrid, España : McGraw-Hill/Interamericana de España, 2002.

Ramírez Nieves Eugenia del Carmen Geomática: ciencia geográfica y tecnología aplicada al territorio [Online] // División de Apoyo para el Aprendizaje. - septiembre 2006. - marzo 03, 2009. - <http://genesis.uag.mx/revistas/escholarum/articulos/cyt/geomatica.cfm>.

Santiago Iván Fundamentos de ArcGis versión ArcView 9.1 [Online]. - 2005. - noviembre 27, 2007. - <http://www.cartesia.org/data/apuntes/arcgis/TutorialArcGISLecturas.pdf>.

Schach Stephen R. Análisis y diseño orientado a objetos [Book]. - Mexico DF : McGraw-Hill, 2005.

Schmuller Joseph Aprendiendo UML en 24 horas [Book]. - USA : Pearson Educación, 2001.

Secretaría de Salud SINERHIAS [Online]. - Mayo 4, 2010. - Abril 12, 2010. - <http://sinerhias.salud.gob.mx/>.

Shneiderman Ben and Plaisant Catherine Diseño de interfaces de usuario [Book]. - Madrid : Pearson, 2006.

- Tikunov Vladimir** UNESCO [Online]. - Noviembre 22, 1996. - Noviembre 5, 2009. - <http://www.unesco.org/issj/rics150/tikunov150.htm>.
- Tomlin C.D.** Geographical Information Systems and Cartography Modeling [Book]. - N. J. USA : Engewood Cliff, 1990.
- UAEM** Atlas Regionales y Especiales, Teoría y Práctica [Book]. - Toluca, México : UAEM, 1994.
- UAEM** Atlas Regionales y Especiales, Teoría y Práctica [Book]. - Toluca, México : UAEM, 1994.
- Universidad Nacional de Colombia** Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales [Online]. - Septiembre 23, 2009. - Agosto 13, 2009. - <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060010/lecciones/Capitulo1/modelo.htm>.
- Waniez Philippe** Philgeo [Online]. - Diciembre 17, 2007. - Diciembre 17, 2007. - <http://philgeo.club.fr/Index.html>.
- Weitzenfeld Alfredo** Ingenieria de software orientada a objetos con UML Java e internet [Book]. - CD de México : Cengage Learning Editores, 2008.
- Zeyler Michael** Exploring ArcObjects [Book]. - Redlands, USA : ESRI, 2002.