

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA PEDAGÓGICA BASADA EN SISTEMAS  
DE INFORMACION GEOGRÁFICA PARA EL ANÁLISIS DE UN  
CORREDOR VIAL**



**JORGE ALVARO CASTELLANOS RIVERO**  
**Lic. en Topografía; Esp. Docencia Universitaria**

**GERMAN GARCIA VERA**  
**Ing. Civil; Esp. Docencia Universitaria**

**ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECANICAS**  
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**Bucaramanga, Mayo 2004**

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA PEDAGÓGICA BASADA EN SISTEMAS  
DE INFORMACION GEOGRÁFICA PARA EL ANÁLISIS DE UN  
CORREDOR VIAL**



**JORGE ALVARO CASTELLANOS RIVERO**  
Lic. en Topografía; Esp. Docencia Universitaria

**GERMAN GARCIA VERA**  
Ing. Civil; Esp. Docencia Universitaria

**Monografía requisito para optar al título de Especialista en Sistemas de  
Información Geográfica en la Universidad Industrial de Santander.**

**DIRECTOR:**  
**JORGE HERNANDO GOMEZ GOMEZ**  
Ing. Vías y Transportes; M.Sc. Sistemas de Información Geográfica

**ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECANICAS**  
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**Bucaramanga, Mayo 2004**

*En una época de cambio radical,  
El futuro pertenece a los que  
Siguen aprendiendo,  
Los que ya aprendieron  
Se encuentran equipados  
Para vivir en un mundo  
Que ya no existe  
"Eric Hoffer"*

*A las mujeres que gobiernan mi vida*

*ALIX,  
MARTHA YANETH,  
ANDREA CAROLINA,  
CLAUDIA JULIANA.*

*Jorge Alvaro*

*A mis padres,*

*A mi esposa*  
**ELIZABETH GOMEZ VELÁSQUEZ**

*A mis hijos:*  
**SILVIA**  
**DANIELA**  
**GERMAN FABIAN.**

*German*

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos nuestros familiares, compañeros y amigos, por el apoyo brindado durante la elaboración del presente trabajo.

A HERNAN PORRAS DÍAZ, Ingeniero Civil; M.Sc., PhD. por habernos invitado a ser partícipes de esta especialización.

JORGE HERNANDO GOMEZ GOMEZ, Ingeniero de Vías y Transportes; M.Sc. Nuestro asesor: Por haber sido un guía, desde su concepción, en la elaboración de este trabajo y en la sugerencia de correcciones conceptuales y el atemperamiento de algunas críticas.

Ingeniero Civil EDGAR RENÉ MUÑOZ DÍAZ por sus orientaciones a este trabajo, a todos aquellos compañeros y amigos que de alguna u otra manera colaboraron en la revisión del presente escrito y brindaron opiniones relevantes relacionadas con el contenido del mismo.

A nuestros “colaboradores externos”, Ingeniero Civil LUIS ALBERTO CAPACHO M.Sc. y el Ingeniero Civil RAFAEL GUSTAVO ORTIZ MARTÍNEZ.

A los autores de los diversos trabajos a los que se pudo tener acceso, por su buena predisposición para brindar acceso gratuito y completo a los mismos, en los diferentes sitios Web de Internet, así como a las personas encargadas del mantenimiento de los mismos en las salas de Geomática.

A FABIO ESPARZA VELASCO estudiante de pregrado de Ingeniería Civil quien hizo la implementación (colonización) de esta herramienta.

A todas aquellas personas no mencionadas anteriormente, en la medida en que con sus críticas, planteos, dudas y preguntas nos ayudaron a que el presente trabajo llegara a su conclusión.

## CONTENIDO

	<b>Pag</b>
INTRODUCCION	1
CAPITULO 2. MARCO TEORICO	4
CAPITULO 3. ESTADO DEL ARTE	28
CAPITULO 4. MODELO PEDAGOGICO	32
CAPITULO 5. DISEÑO DE LA HERRAMIENTA	53
CAPITULO 6. IMPLEMENTACION DE LA HERRAMIENTA	89
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES	154
BIBLIOGRAFIA	156
ANEXOS	160

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pag</b>
Tabla 01. Parámetros Geométricos	20
Tabla 02. Parámetros Geotécnicos	20
Tabla 03. Parámetros Geológicos	21
Tabla 04. Ponderación Típica Susceptibilidad a Movimientos	21
Tabla 05. Tipos de Roca	21
Tabla 06. Geoformas	22
Tabla 07. Estratificación – Topografía	22
Tabla 08. Fracturación	22
Tabla 09. Pendiente	22
Tabla 10. Indicadores de Oferta Ambiental	23
Tabla 11. Indicadores de Impacto Ambiental	23
Tabla 12. Empresas Participantes	28
Tabla 13. Tipos de Estudios	50
Tabla 14. Actores	54
Tabla 15. Casos de Uso	54
Tabla 16. Tabla de Interfaz	71
Tabla 17. Tabla Clases de Control	74
Tabla 18. Tabla Clases de Entidad	81
Tabla 19. Identificación de Subsistemas	82

## LISTA DE IMAGENES

	Pag
Figura 01. Capas en un SIG	5
Figura 02. Interrelación entre la Información Geográfica y las Bases de Datos	6
Figura 03. Descripción de las Funciones de los SIG	7
Figura 04. Estructuras de Datos	9
Figura 05. Modelo Spaghetti	11
Figura 06. Modelo Raster	12
Figura 07. Planificación de un Corredor Vial	14
Figura 08. Importancia de la Tierra	15
Figura 09. Elementos de un Corredor Vial deben ser tenidos en cuenta.	16
Figura 10. Ciclo de un Proyecto Vial	17
Figura 11. Evaluación de las Alternativas de Diseño	19
Figura 12. Historia del Proceso Unificado	25
Figura 13. El Gran Trabajo de un Proceso	25
Figura 14. Desarrollo Iterativo de Software	26
Figura 15. Fases de un Ciclo de Proceso	27
Figura 16. Modelo de Casos de Uso	55
Figura 17. Identificación de Paquetes de Análisis	58
Figura 18. Dependencia entre Paquetes de Análisis y Capas	58
Figura 19. Modelo de Casos de Uso	61
Figura 20. Diagrama de Despliegue.	82
Figura 21. Identificación de Subsistemas	83
Figura 22. Dependencias entre Subsistemas	84
Figura 23. Menús de la aplicación	91
Figura 24. Barra de botones de la aplicación	91
Figura 25. Ubicación del software en la estructura del directorio	96
Figura 26. Ejecución del programa desde el escritorio.	96
Figura 27. Ubicación del software en el menú inicio	97
Figura 28. Imagen de la ventana donde se abre la aplicación	97
Figura 29. Solicitud de identificación de usuario	98
Figura 30. Visualización de la aplicación al iniciar.	98
Figura 31. Ventana Adicionar tema, aquí se selecciona la información a cargar	99
Figura 32. Ventana convertir tema	100
Figura 33. Ventana cargar tabla de ponderación	101
Figura 34. Ventana de selección de tabla a editar.	101
Figura 35. Ventana Lista de temas para ponderación	102
Figura 36. Ventana Tabla de ponderación.	102
Figura 37. Ventana de revisión de tablas de atributos	103
Figura 38. Vista de la interfaz de clasificación de zonas.	104
Figura 39. Ventana resumen de la selección	105
Figura 40. Ventana de selección de temas a intersectar	107
Figura 41. Vista de resultado de intersección de mapas de aptitud y pendientes.	108
Figura 42. Leyenda del tema producto de intersección.	109

Figura 43. Consulta de Puntajes	109
Figura 44. Diálogo de Consulta	110
Figura 45. Trazar Alternativa Vial	111
Figura 46. Nuevo Tema.	112
Figura 47. Mensaje de Aceptación	112
Figura 48. Visualización de Alternativas	113
Figura 49. Tema generado según aptitud para la alternativa	113
Figura 50. Ventana de selección de temas	114
Figura 51. Información de la Alternativa escogida.	115
Figura 52. Información de costo estimado de la alternativa.	116
Figura 53. Creación de Superficie de Terreno.	117
Figura 54. Detalle de Leyenda de la Superficie Generada	118
Figura 55. Superficie del Terreno	118
Figura 56. Ventana Convertir Tema.	119
Figura 57. Selección de Temas.	120
Figura 58. Ventana Guardar Tema	120
Figura 59. Ventana añadir escena 3D	121
Figura 60. Adicionar Tema en 3D	122
Figura 61. Modelo Digital del Terreno	122
Figura 62. Presentación de un Layout	123
Figura 63. Presentación Preliminar para Impresión	124
Figura 64. Propiedades de los Perfiles	125
Figura 65. Mapas Temáticos y su Leyenda	126
Figura 66. Mapa de Aptitud Totalizado	127
Figura 67. Información de las clases temáticas	127
Figura 68. Selección de Zonas Óptimas.	128
Figura 69. Longitudes para cada Rango	129
Figura 70. Longitudes para cada Alternativa	129
Figura 71. Información de Costo Aproximado de la Alternativa	130
Figura 72. Estructura de Directorio	131
Figura 73. Estructura de Almacenamiento de los Proyectos	132
Figura 74. Estructura de Directorio: Ubicación tablas de ponderación	133
Figura 75. Interfaz Abrir Proyecto	134
Figura 76. Presentación de la Herramienta Pedagógica.	135
Figura 77. Diálogo de Identificación del Proyecto	136
Figura 78. Adicionar Tema	137
Figura 79. Convertir Tema.	137
Figura 80. Interfaz Cargar Tabla	138
Figura 81. Selección de Tabla a Editar	138
Figura 82. Interfaz de Información	139
Figura 83. Interfaz de Selección de Tema a Ponderar	139
Figura 84. Selección de Tablas de Ponderación	140
Figura 85. Interfaz de Selección de Tablas a Revisar	140
Figura 86. Posibles Respuestas en la Revisión de Tablas	141
Figura 87. Interfaz Clasificar Zonas	142
Figura 88. Información de Proceso	143

Figura 89. Interfaz de Análisis Especifico	144
Figura 90. Consulta de Puntajes	144
Figura 91. Consultas de Alternativas	145
Figura 92. Interfaz de Trazar Alternativa Vial	146
Figura 93. Interfaz Nuevo Tema	146
Figura 94. Interfaz Informativa	147
Figura 95. Interfaz de Consulta por Atributos.	147
Figura 96. Diferentes Consultas.	148
Figura 97. Interfaz de Resultados por Longitud	148
Figura 98. Interfaz de selección de Tema	149
Figura 99. Interfaz Informativa	150
Figura 100. Interfaz Guardar Análisis	150

## LISTA DE ANEXOS

	Pag.
ANEXO A. DIAGRAMAS DE SECUENCIA	160

## RESUMEN

TITULO: Diseño de una Herramienta Pedagógica Basada en Sistemas de Información Geográfica para el Análisis de un Corredor Vial.\*

AUTOR: CASTELLANOS R. Jorge A.  
GARCIA V. German\*\*

PALABRAS CLAVES: Sistemas de Información Geográfica, Software, Corredor Vial, Herramienta Pedagógica, Diseño de Vías, iteración, Interacción.

### DESCRIPCIÓN:

El avance de las nuevas tecnologías, las mejoras en los equipos de captura y manejo de información y la reducción de sus costos ha permitido agilizar las tareas que no era posible llevar a cabo debido a las grandes jornadas necesarias para estos procesos. Dentro de estos proyectos se encuentra el diseño de un corredor vial, que de manera análoga toma mucho tiempo en su realización, y ha venido agilizándose y mejorando con la introducción de los sistemas de Diseño Asistido por Computador (CAD), los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y en esta última etapa con las Imágenes de Satélites y otros Sensores Remotos.

Lo que se propone con el diseño de esta herramienta es la fase inicial de un proceso de incursión de las diferentes asignaturas y en especial las concernientes con los procesos de concepción y realización de estructuras viales que lleven desarrollo y bienestar a las diferentes comunidades beneficiadas por el mismo. Esta herramienta computacional basada en las ventajas y propiedades de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) busca principalmente que el estudiante, inicialmente, aplique los conocimientos obtenidos no solamente en las asignaturas de Vías de Comunicación, sino también, de las demás materias que atañen a este tipo de procesos y a fomentar la cultura investigativa en el estudiante, pues es bien sabido que no solo los aspectos técnicos y económicos deben ser tenidos en cuenta para la realización de un corredor vial.

Por medio de este proyecto se propone diseñar un Sistema de Información Geográfica que tenga aplicabilidad en la enseñanza, permitiendo al estudiante interactuar con las bases informáticas y aplicar durante el proceso educativo los conocimientos obtenidos de selección de alternativas teniendo en cuenta los patrones físicos que afectan la toma de decisiones.

---

\*Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Especialización en Sistemas de Información Geográfica. Jorge Hernando Gómez Gómez.

## ABSTRACT

TITLE Desing of a Pedagogic Tool Based in Geographic Information Systems for the Analysis of a Road Stripe.\*

AUTHOR CASTELLANOS R. Jorge A.  
GARCIA V. German\*\*

KEY WORDS: Geographic Information Systems , Software, Road Stripe, Pedagogic Tool, Road Design, iterative, Interactive.

### DESCRIPTION:

The advance of the new technologies, the developments on the capture and management equipments and the reduction of their cost allows to improve the duties that where impossible to finish because the long journeys needed to this process. One of these projects is the design of a road strip, that the old fashion way takes a long time and have been improved with the help of the Computer Assisted Design Systems (CAD), the Geographic Information Systems (GIS) and lately the Satellite Images and other Remote Sensing Process.

The proposal with the design of this tool is the first part of a process of enrollment the different subjects and especially the ones attached to the design of roads structures that bring development to the communities. This informatics tool based in the advantages of the Geographic Information Systems (GIS) seeks that the student, at first, apply their knowledge obtained in the different subjects related to the communication roads and the other subjects near to this one and to grow in them a research cultural, because is well known that not only the technique and economic aspects has to be analyzed here for the design of a road stripe

This Project proposal is to design a Geographic Information Systems that could be apply in the teaching process, giving the student the opportunity to interact with informatics data bases and put on the ground the knowledge obtained for the selection of a road stripe using the physic matters to this solution.

---

\* Paper

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil, Especialización en Sistemas de Información Geográfica. Jorge Hernando Gómez Gómez.

## GLOSARIO

**ÁLGEBRA DE MAPAS** (MAP ALGEBRA). Conjunto de operaciones definidas sobre datos espaciales para el análisis y síntesis de información espacial.

**ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD** (CONNECTIVITY ANALYSIS). Operaciones realizadas en un SIG para determinar que elementos de un conjunto están conectados entre sí.

**ANÁLISIS DE CONTIGÜIDAD** (ADJACENCY ANALYSIS). Proceso para agrupar áreas geográficas en razón de un atributo común. Análisis para determinar si un conjunto de áreas poseen un límite común. (Sinónimo de CONTIGUITY ANALYSIS).

**ANÁLISIS DE PROXIMIDAD** (PROXIMAL ANALYSIS). Generación de polígonos Thiessen para un grupo determinado de elementos espaciales.

**ANÁLISIS DE RUTAS OPTIMAS** (OPTIMUM PATH ANALYSIS). Método para determinar el recorrido, entre los posibles recorridos de una red, que satisface la condición de menor costo, conforme al criterio seleccionado (longitud, tiempo, coste económico, etc.).

**ANÁLISIS DE VECINDAD** (NEIGHBOURHOOD ANALYSIS). Análisis de las relaciones entre un elemento y otros elementos similares que lo rodean.

**ANOTACIÓN** (ANNOTATION). Texto usado como descripción de los elementos de un mapa, que procura información adicional sobre el mismo.

**APTZ.** Abrev. Aptitud de Zona.

**ARCO** (ARC) Elemento lineal definido por una ecuación analítica. Cadena de pares de coordenadas X,Y que se inicia en una localización y termina en otra.

**ÁREA** (AREA). Superficie definida por unos límites, generalmente arcos.

**ATRIBUTO** (ATTRIBUTE). Información que describe características de los elementos de un mapa (puntos, líneas, áreas). El atributo describe, generalmente, una entidad en un modelo de datos relacional, equivalente a una columna en una tabla relacional.

**BASE DE DATOS RELACIONAL** (RELATIONAL DATABASE). Tipo de base de datos en que la información se almacena en tablas, siendo posible establecer conexiones entre las mismas a través de un campo común.

**BOOLEANO (BOOLEAN) ÁLGEBRA BOLEANA** (BOOLEAN ALGEBRA). Conjunto finito o infinito de elementos en el cual se han definido las operaciones de adición, negación y multiplicación. Estas operaciones corresponden a un grupo acciones de unión, complemento e intersección.

**CAPA DE INFORMACIÓN** (LAYER). Conjunto de datos espaciales asociados lógicamente en función de un contenido temático común. Representación geográfica a modo de cobertura (coverage). Los componentes principales de un layer son: título (title), resolución (resolution), orientación (orientation) y zonas (zones).

**CARÁCTER ALFANUMÉRICO** (ALPHANUMERIC SYMBOL). Cualquier letra, número o signo de puntuación.

**CARTOGRAFÍA AUTOMATIZADA/GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS** (AM/FM) (Automated Mapping/Facilities Management). Sistemas de información geográfica diseñados para optimizar procesos de información sobre infraestructuras y servicios (redes eléctricas, abastecimiento de agua, etc.).

**CENTROIDE** (CENTROID). Centro geométrico de un polígono. La ubicación de un centroíde puede calcularse como la localización media de todos los vértices que definen el polígono.

**CLASIFICACIÓN** (CLASSIFICATION ). Método de generalización. El proceso de clasificación implica agrupar datos en clases en función de la similitud en sus atributos, con el fin de simplificar la variedad de los elementos. La clasificación suele basarse en atributos temáticos más que en los geométricos.

**COBERTURA** (COVERAGE). Objeto en una base de datos espaciales. Principal modo de almacenamiento de datos vectoriales. Es la versión digital de los elementos de una clase de un mapa, con sus datos locacionales y atributos temáticos.

**COBERTURA DE POLÍGONOS** (POLYGON COVERAGE). Archivo que contiene información de entidades geográficas representadas por polígonos y atributos asociados.

**COBERTURA DE PUNTOS** (POINT COVERAGE). Archivo que contiene información de entidades geográficas representadas por puntos y con atributos asociados.

**CONSULTA** (QUERY). Conjunto de condiciones y preguntas realizadas para recuperar información de una base de datos.

**CONSULTA ESPACIAL** (SPATIAL QUERY). Interrogación que incluye criterios espaciales de selección de elementos.

**COORDENADAS** (COORDINATES). Cada n-tupla de valores que definen unívocamente a un punto en un sistema n-dimensional de referencia (sistema de coordenadas).

**CORREDOR, ÁREA DE INFLUENCIA** (BUFFER). En un SIG, un buffer es un polígono que encierra el área resultante de una distancia especificada en torno a un punto, línea o polígono. Área de memoria de almacenamiento temporal.

**CORREDOR, ÁREA DE INFLUENCIA** (BUFFER, CORRIDOR). Área en torno a un punto, línea o polígono a una distancia especificada desde éstas últimas.

**CUANTIL** (QUANTILE). Cada una de las partes, que contiene el mismo número de observaciones, en que se divide una distribución. Es un procedimiento para establecer intervalos apropiados para unidades espaciales de superficie, siempre que no existan diferencias considerables en los tamaños de sus áreas.

**DATOS DIGITALES** (DIGITAL DATA). Información representada en formato manejable por ordenadores.

**DBF**. Abrv. (DATA BASE FILE). Archivo de Base de Datos.

**DIGITALIZACIÓN** (DIGITIZING). Conversión de un documento en formato analógico (mapa, fotografía, gráfico) a representación digital (numérico), directamente manejable por un ordenador.

**DIRECTORIO** (DIRECTORY). Estructura jerárquica que contiene el índice de los archivos almacenados en un disco o parte de él.

**ELEMENTO** (FEATURE). Cada uno de los objetos de una base de datos espaciales de los cuales es posible distinguir sus características. Elemento gráfico (punto, línea, área) que representa a un objeto en un mapa.

**ELEVATION** (ELEVATION). Distancia vertical sobre, o bajo, una superficie de referencia. La elevación del terreno se expresa con relación a la altitud media del nivel del mar.

**ESCALA DE MEDIDA** (MEASUREMENT SCALE). Sistema de cuantificación de las observaciones de acuerdo a reglas preestablecidas, que define el grado de precisión de los datos (nominal, ordinal, intervalo y ratio).

**ESCALA DEL MAPA** (MAP SCALE). Relación de magnitud entre las distancias en un mapa y las distancias reales sobre la superficie terrestre. Relación o proporción entre medidas comparables de un mapa y las áreas que representan. La distancia en un mapa se expresa siempre como unidad, mientras que la escala puede expresarse de varias formas: como ESCALA NUMÉRICA (fracción o razón), EXPRESIÓN TEXTUAL (distancia en el mapa en relación con la distancia sobre la tierra), ESCALA GRÁFICA LINEAL (línea subdivida en segmentos que indica la correspondencia entre unidades del mapa y unidades reales) y como ESCALA PARA SUPERFICIES (razón entre superficie del mapa y la correspondiente de la Tierra).

**ESPAQUETI** (SPAGHETTI). Estructura de datos vectorial en que el almacenamiento y gestión de la información espacial se realiza a través de listas de coordenadas.

**ESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES** (SPATIAL DATA STRUCTURE). Tipo de organización de datos diseñado para gestionar información espacial.

**ESTRUCTURA DE DATOS RASTER** (RASTER DATA STRUCTURE). Organización de datos espaciales en que la unidad básica de almacenamiento de la información es el pixel ((ej.: "árbol cuaternario").

**ESTRUCTURA DE DATOS VECTORIAL** (VECTOR DATA STRUCTURE). Organización de datos espaciales que representa la información en modo de vectores. Los elementos básicos de esta estructura son: puntos (codificados mediante pares de coordenadas) y líneas (codificadas como series de puntos) organizadas como cadenas, arcos o polígonos.

**ESTRUCTURA DE DATOS**. (DATA STRUCTURE). Organización de datos simples (tipos de datos) representable directamente por un ordenador (en árboles, listas).

**GENERALIZACIÓN** (GENERALIZATION). Proceso de simplificación de las características temáticas o geométricas de las entidades de un mapa.

**GEOPROCESAMIENTO** (GEOPROCESSING). Manipulación y análisis de datos referenciados geográficamente.

**IU**. Abrv. Interfaz del ordenador.

**INTERFAZ** (INTERFACE). Dispositivo de conexión entre dos partes de un ordenador. **INTERFAZ CON EL USUARIO** (USER INTERFACE). Procedimientos y elementos que se utilizan en los programas de ordenador para facilitar la interacción con los usuarios. Cuando el interfaz hace uso de ventanas, menús, iconos y ratón, se denomina interfaz gráfico (Graphical User Interface, GUY).

**LONG**. Abrv. Longitud

**LONGT1**. Abrv. Longitud del Tema Uno.

**MAPA** (MAP). Representación bidimensional de parte o la totalidad de la superficie terrestre, utilizando un sistema de proyección y escala determinados.

**MAPA BASE** (BASE MAP). Mapa que contiene cierta cantidad de información, generalmente topográfica, utilizable para referenciar localizaciones de otros elementos.

**MAPA TEMÁTICO** (THEMATIC MAP). Representación cartográfica de fenómenos mediante símbolos sobre una base o fondo de referencia.

**MAPA TOPOGRÁFICO** (TOPOGRAPHIC MAP). Representación precisa de la localización, forma, clase y dimensiones de los accidentes de la superficie terrestre, así como de los objetos que se sitúan de forma permanente sobre ella.

**PENDIENTE** (SLOPE). Parámetro morfométrico que expresa la inclinación del terreno respecto del plano horizontal.

**POLÍGONO** (POLYGON). Entidad espacial con área y perímetro mayor que cero. En un SIG, el polígono representa un área con límites definidos que posee características uniformes. Área comprendida entre un conjunto de arcos que definen sus límites.

**POND\_\***. Abrv. Indicación de Ponderación.

**PPOL**. Abrv. Ponderación del Polinomio.

**PTB1**. Abrv. Ponderación Tabla uno.

**RASTER** (RASTER). En SIG, modelo de datos que divide el área de estudio en celdillas regulares, normalmente cuadradas, cada una de las cuales posee atributos en la base de datos. Matriz regular de celdas referida a un área determinada (sinónimo de "malla").

**RASTER A VECTOR** (RASTER-TO-VECTOR). Proceso de conversión de imágenes raster a una estructura vectorial.

**SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**, SIG (Geographical Information System, GIS). Conjunto de utilidades informáticas, (programas y hardware) y procedimientos organizados para tomar, almacenar, analizar y visualizar información georeferenciada.

**SUPERFICIE** (SURFACE). Representación de la información geográfica como conjunto de datos espacialmente continuos. Pueden representarse por modelos GRID, TIN, DTM o DEM.

**SUPERPONER** (OVERLAY). Proceso de superposición de dos o más mapas de tal forma que el resultado contenga información procedente de las hojas utilizadas.

**SUPERPOSICIÓN** (DRAPPING). Visualización de datos bidimensionales sobre un modelo digital del terreno; por ejemplo, la red de carreteras puede superponerse a una perspectiva de las altitudes.

**TABLA** (TABLE). Matriz bidimensional organizada en filas y columnas (registros e ítems o campos; records) que almacena los atributos de una entidad

**UNIÓN** (UNION). Proceso de superposición topológica de dos o más coberturas por el que se obtiene otra con todos los elementos de las anteriores.

**UNIÓN DE MAPAS** (MAPJOIN). Operación para el ajuste automático de hojas adyacentes de un mapa. El resultado es un mapa

## INTRODUCCION

En el desarrollo de la vida profesional se van poniendo de manifiesto diferentes situaciones en las cuales se proponen y crean diferentes proyectos con el fin de mejorar y hacer, de alguna manera, que el proceso de aprendizaje y conocimiento sea cada vez más dinámico y efectivo. De esta forma como docentes de la Universidad Industrial de Santander, entidad reconocida a nivel nacional e internacional por su excelente calidad en el proceso educativo e investigativo, se nos ha puesto de manifiesto la necesidad de mejorar el proceso enseñanza – aprendizaje del Diseño de un Corredor vial.

El avance de las nuevas tecnologías, las mejoras en los equipos de captura y manejo de información y la reducción de sus costos ha permitido agilizar las tareas que no era posible llevar a cabo debido a las grandes jornadas necesarias para estos procesos. El Ingeniero de Vías y Transportes, M.Sc. Jorge Hernando Gómez Gómez en aras de contribuir con el proceso enseñanza – aprendizaje en la Universidad Industrial de Santander, nos presenta la idea de revisar la actualidad en el caso del diseño de un corredor vial, que de manera análoga toma mucho tiempo en su realización, y ha venido agilizándose y mejorando con la introducción los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y en esta ultima etapa con las Imágenes de Satélites y otros Sensores Remotos.

Una herramienta relativamente reciente en este tipo de estudios son los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estos sistemas han venido a facilitar la implementación de las metodologías, el manejo de la información y sobre todo, la visualización de los resultados, gracias a su capacidad de georeferenciación, que permite modelar los elementos de la zona de estudio de una forma real. Además la poderosa estructura en la cual están construidos los SIG facilita el manejo de gran cantidad de datos.

La utilidad de un Sistema de Información Geográfica esta íntimamente relacionada con la capacidad que posee este de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos, lo que se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aun más información para el análisis espacial.

La construcción de modelos o modelos de simulación, se convierte en una valiosa herramienta para analizar fenómenos que tengan relación con tendencias en el ámbito espacio – temporal, sin embargo, es posible utilizar las funcionalidades de las aplicaciones SIG para interpretar la información que se ha recopilado. Esta información representada en bases de datos y mapas presenta tendencias o patrones especiales que ayudarán al análisis e interpretación de la información. Al ser una aplicación SIG dinámica, la información que se produce no está limitada al tiempo, sino que puede ir variando con éste y al mismo tiempo permite por medio de interfaces que el usuario tenga acceso mas fácil y en tiempo real a la información,

Caso tal, como el planteado en la realización de esta herramienta pedagógica para el diseño de un corredor vial fase I y fase II.

Generalmente no hay visualización espacial digital de las variables que intervienen en un diseño vial en la etapa de prefactibilidad. El estudio de prefactibilidad de un proyecto es un proceso de descarte de alternativas y estudio de una, dos, o más de las alternativas que a primera vista demuestren la mejor aptitud para el diseño y construcción de un diseño vial.

Las fases primordiales para llevar a cabo el diseño y posterior aprobación y construcción de un corredor vial deben ser seguidas de manera metodológica y haciendo énfasis en las diferentes características, tanto físicas como sociales, económicas y ambientales de las zonas que se verán afectadas por la construcción y consiguiente utilización del proyecto.

El conocimiento de los diferentes aspectos que influyen en la toma de decisiones al momento de emprender un proyecto de un corredor vial son de vital importancia para el buen término del mismo, y construir una herramienta soportada en los SIG que permita el desarrollo y aplicación de estos conocimientos se ha convertido en una meta a desarrollar dentro el proceso cognitivo de la Especialización en Sistemas de Información Geográfica.

Lo que se propone con el diseño de esta herramienta es la fase inicial de un proceso de incursión de las diferentes asignaturas y en especial las concernientes con los procesos de concepción y realización de estructuras viales que lleven desarrollo y bienestar a las diferentes comunidades beneficiadas por el mismo. Esta herramienta computacional basada en las ventajas y propiedades de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) busca principalmente que el estudiante, inicialmente, aplique los conocimientos obtenidos no solamente en las asignaturas de Vías de Comunicación, sino también, de las demás materias que atañen a este tipo de procesos y a fomentar la cultura investigativa en el estudiante, pues es bien sabido que no solo los aspectos técnicos y económicos deben ser tenidos en cuenta para la realización de un corredor vial.

Actualmente los modelos con los cuales se están llevando a cabo estos procesos generan gran lentitud en la toma de decisiones para elegir las alternativas más favorables, esto debido a que los procesos deben ser llevados a cabo con herramientas manuales, que aunque son muy efectivas y se cuenta con personal de muy alta calidad para este proceso, dejan de lado las múltiples aplicaciones que las nuevas tecnologías nos ofrecen y que pueden ser aplicables a la solución de este tipo de interrogantes.

La carencia de automatización de los diferentes procesos de diseño de la fase ante preliminar para un corredor vial, tanto para el desarrollo profesional, como en el ámbito académico ha hecho que el profesional dedique mas tiempo a procesos operativos que a los procesos propios del Ingeniero como toma de decisiones y solución de alternativas para mejorar los procesos de Diseño, construcción y entrega a la sociedad de las diferentes soluciones planeadas para mejorar la calidad de vida de la comunidad en general.

La instrucción no cuenta con una herramienta informática como estrategia para la enseñanza aprendizaje del diseño vial, Fase I, Fase II, y el método tradicional (sin la aplicación de las nuevas tecnologías en informática), no permite visualizar y modificar los resultados ágilmente, lo cual genera no solamente demoras, sino inseguridades y dudas en el Ingeniero que degeneran en sobredimensionamientos y en costos de replanteos y salidas de campo, entre otros, para corroborar la información obtenida de los informes de cada uno de los especialistas que participan en los procesos de diseño y construcción de las obras.

Por medio de este proyecto se propone diseñar un Sistema de Información Geográfica que tenga aplicabilidad en la enseñanza, permitiendo al estudiante interactuar con las bases informáticas y aplicar durante el proceso educativo los conocimientos obtenidos de selección de alternativas teniendo en cuenta los patrones físicos que afectan la toma de decisiones.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1. SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA

Desde tiempos inmemoriales, el hombre ha buscado la forma de tecnificar y simplificar cada vez más su trabajo cotidiano, tratando de realizar sus actividades mejor y más rápido.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), aparecen en los años 50s, inicialmente con utilidades modestas, posteriormente con aplicaciones administrativas, pasando en la década de los 70s a tener apoyos logísticos. “Los adelantos de las ciencias modernas hacen prever la aparición de sistemas inteligentes u otro tipo de aplicaciones derivados de los Sistemas Expertos que seguramente traerán consigo aplicaciones hasta el momento inimaginadas”.<sup>1</sup>

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato.

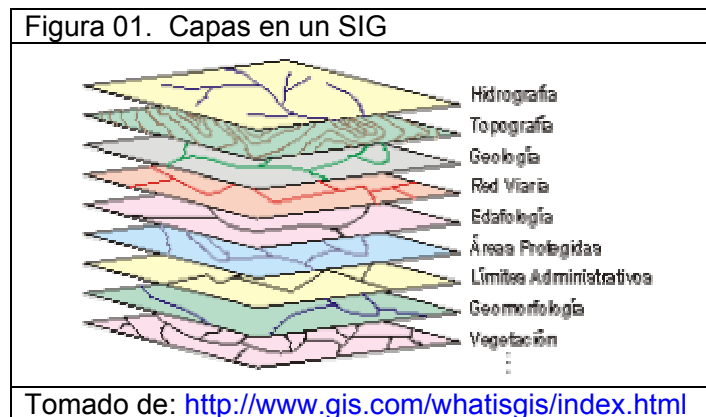
Existen otras muchas definiciones de SIG, algunas de ellas acentúan su componente de base de datos, otras sus funcionalidades y otras enfatizan el hecho de ser una herramienta de apoyo en la toma de decisiones, pero todas coinciden en referirse a un SIG como un sistema integrado para trabajar con información espacial, herramienta esencial para el análisis y toma de decisiones en muchas áreas vitales para el desarrollo nacional, incluyendo la relacionada con la infraestructura de un municipio, estado o incluso a nivel nacional.

Una definición que nos puede acercar mas al objetivo de la herramienta propuesta en este documento es: “Un Sistema de Información Geográfica es una combinación de capas de información acerca de un lugar específico, con las cuales se puede dar un mejor entendimiento a los factores existentes y actuantes en ese lugar.”<sup>2</sup>

---

1 LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICOS, Gomez Jorge H.

2 INTENSIDAD EXTRACTIVA DEL USO ACTUAL DEL SUELO Y COBERTURA VEGETALDE LA SUBCUENCA DEL RIO TONA BASADA EN SENSORES REMOTOS, Muñoz Edgar, León Javier. UIS. 2003.



Un SIG mantiene una base de datos. El concepto de base de datos es esencial y es la principal diferencia entre un Sistema de Información Geográfica y un programa de Dibujo Asistido por Computador (CAD) que solo puede producir buena información georeferenciada, pero no permite la generación de nuevas bases de datos, consultas dinámicas y análisis espaciales. Cualquier SIG contemporáneo incorpora un sistema de administración de base de datos. Esta base de datos puede estar formada por coberturas, imágenes, tablas y cualquier tipo de información gráfica o alfanumérica que se quiera incorporar.

Un SIG enlaza los datos espaciales con la información descriptiva acerca de una característica particular de un mapa. La información es almacenada como atributos o características del elemento gráficamente representado.

### 2.1.1. Componentes de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

#### ➤ Hardware

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se desarrollan en un amplio rango de tipos de computadoras desde equipos centralizados hasta configuraciones individuales o de red, una organización requiere de hardware suficientemente específico para cumplir con las necesidades de aplicación.

#### ➤ Software

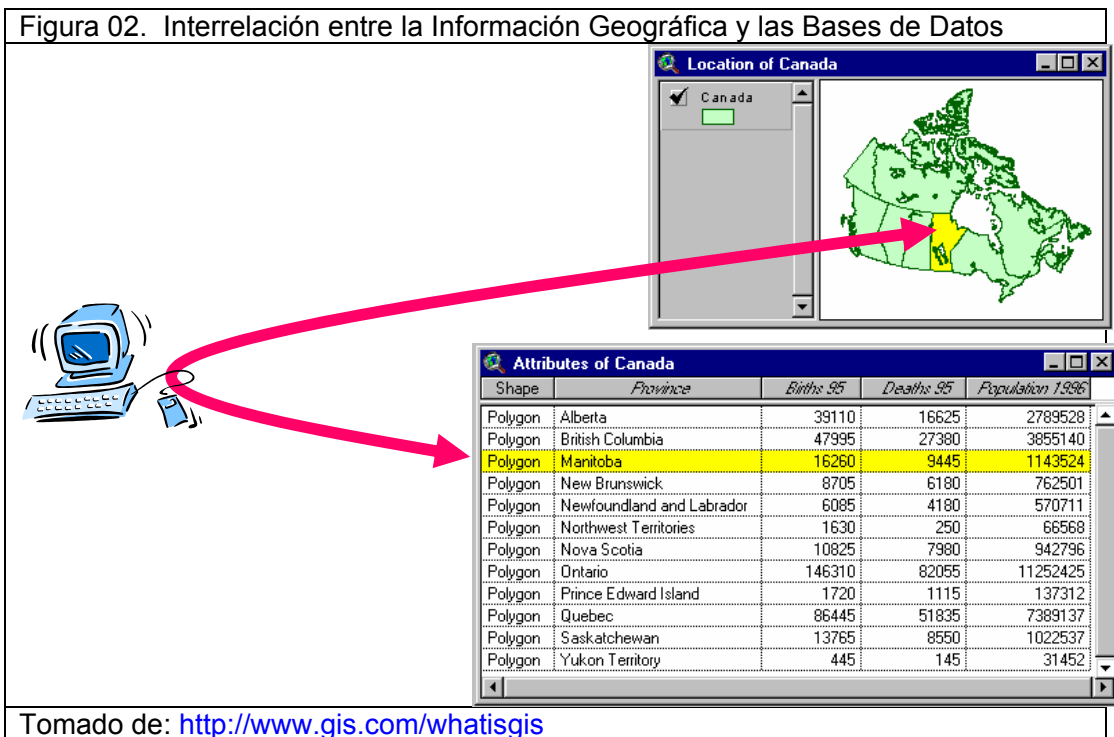
Los programas de aplicación de los SIG proveen las herramientas y funcionalidades necesarias para almacenar, analizar y mostrar información geográfica, los componentes principales del software SIG son:

- Sistema de manejo de base de datos.
- Una interfase gráfica de usuarios (IGU) para el fácil acceso a las herramientas.
- Herramientas para captura y manejo de información geográfica.
- Herramientas para soporte de consultas, análisis y visualización de datos Geográficas.

Actualmente la mayoría de los proveedores de software SIG distribuyen productos fáciles de usar y pueden reconocer información geográfica estructurada en una gran variedad de formatos.

➤ **Información**

El componente más importante para un SIG es la información. Se requiere de adecuados datos de soporte para que el SIG pueda resolver los problemas y contestar a una variedad de preguntas de la forma mas acertada posible. La consecución de datos correctos generalmente absorbe entre un 60 y 80% del presupuesto de implementación del SIG, y la recolección de los datos es un proceso largo que frecuentemente demora el desarrollo de productos que son de utilidad. Los datos Geográficas y alfanuméricos pueden obtenerse por recursos propios u obtenerse a través de proveedores de datos. Mantener, organizar y manejar los datos debe ser política de la organización.



➤ **Personal**

Las tecnologías SIG son de valor limitado, si no se cuenta con los especialistas en manejar el sistema y desarrollar planes de implementación del mismo. Sin el personal experto en su desarrollo, la información se desactualiza y se maneja erróneamente, el hardware y el software no se manipula en todo su potencial.

## ➤ Métodos

Para que un SIG tenga una implementación exitosa debe basarse en un buen diseño y en reglas de actividades definidas, que son los modelos y prácticas operativas exclusivas en cada organización.

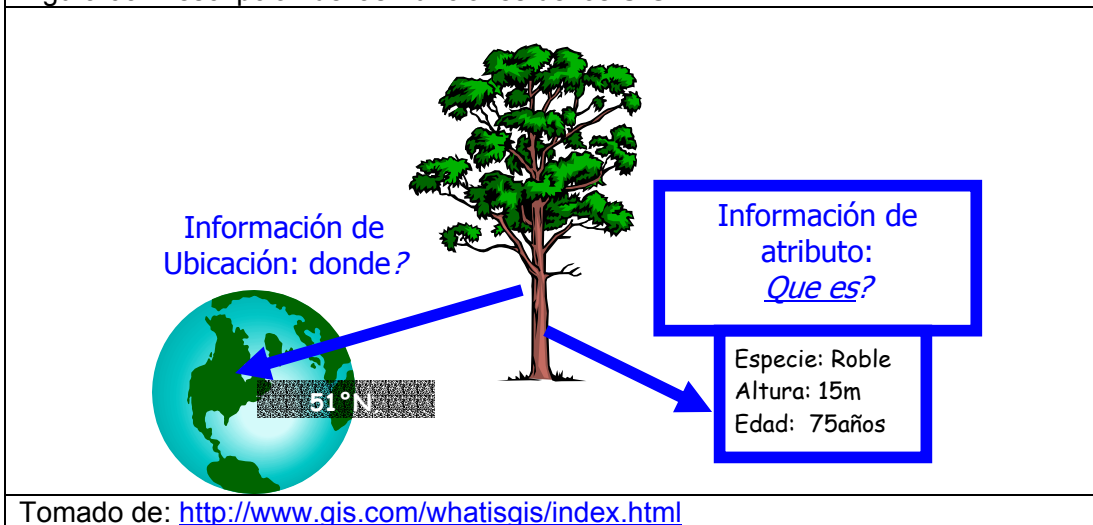
### 2.1.2. Funciones De Los SIG.

Los programas de aplicación de los SIG tienen una serie de funciones diseñadas para la gestión de información geográfica:

Captura, registro y almacenamiento de datos: el paso de información analógica, de papel, a formato digital de una computadora; esto se puede realizar de varias maneras como digitalización, vectorización, importación y otras.

- Estructuración de datos y manipulación: creación de bases de datos, de nueva cartografía.
- Proceso, análisis y gestión de datos: topología, consultas gráficas, alfanuméricas, combinadas, superposición de planos e información.
- Creación de salidas: impresión de informes, graficación de planos y publicación en diversos formatos electrónicos.

Figura 03. Descripción de las Funciones de los SIG



Tomado de: <http://www.gis.com/whatisgis/index.html>

Estas actividades son de interés primordial en actividades relacionadas con la planificación. Para instituciones de investigación, los SIG contribuyen en el estudio de la distribución y monitoreo de recursos, tanto naturales como humanos, tecnológicos, de infraestructura y sociales así como en la evaluación del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente respectivo. De esta forma se contribuye; por ejemplo, en la planeación de actividades destinadas a la preservación de los recursos naturales.

Toda la generación de nueva información que puede proveer un SIG depende significativamente de la información que posee la base de datos disponible. La calidad de esta base de datos, incluyendo su actualización y sus contenidos determinan la cantidad y calidad de los resultados obtenidos del SIG.

### **2.1.3. Construcción de un SIG**

La construcción e implementación de un SIG en cualquier organización es una tarea siempre progresiva, compleja, laboriosa y continua. Los análisis y estudios anteriores a la implantación de un SIG son similares a los que se deben realizar para establecer cualquier otro sistema de información. Pero en los SIG, además, hay que considerar las especiales características de los datos que utiliza y sus correspondientes procesos de actualización.

Es indiscutible que los datos son el principal activo de cualquier sistema de información, por ello el éxito y la eficacia de un SIG se miden por el tipo, la calidad y vigencia de los datos con los que opera.

Los esfuerzos y la inversión necesaria para crear las bases de datos y tener un SIG eficiente y funcional no son pequeños, ni tampoco es una gran inversión. Es un esfuerzo permanente por ampliar y mejorar los datos almacenados, utilizando las herramientas más eficientes para nuestro propósito.

### **2.1.4. Conceptos Básicos de un SIG**

- **Objetos o entidades**

Son los elementos del paisaje que conforman el mundo real, tales como ríos, bosques, edificaciones, vías, etc. Estos elementos que conforman la realidad, son los que se almacenan en el sistema de información geográfica. Estos elementos tienen una forma geométrica o apariencia física dentro del sistema, representado por un punto, una línea o un polígono y a su vez estos tipos de objetos representados tienen atributos, los cuales son características propias de los elementos, tales como nombres, propietario, tipo, tamaño.

- **Características**

Ocupan un lugar sobre la superficie de la tierra y por lo tanto tienen una posición absoluta definida por sus coordenadas geográficas, interactúan entre si y tienen una posición relativa con respecto a las demás; tienen una forma geométrica y pueden ser representados por un punto, una línea o un polígono.

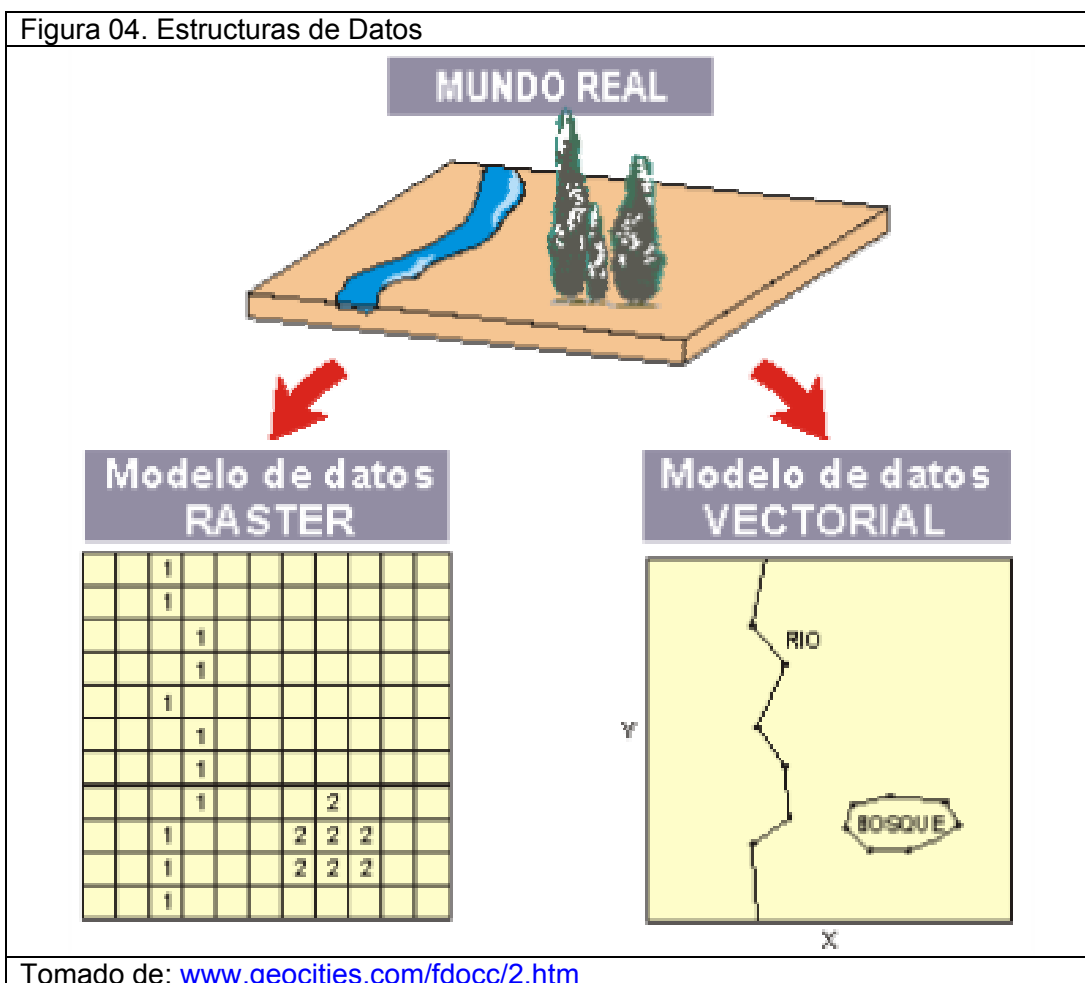
- **Atributos**

Son las características de los objetos o entidades. Así un predio rural tiene como atributos su identificación (numero predial), área, propietario, uso, valor comercial, entre otros. Estos atributos pueden ser:

Atributos físicos Atributos sociológicos, Atributos espaciales y Atributos topológicos.

### 2.1.5. Estructura de Datos para Representar la Información Espacial

Son las diferentes formas de representar los datos espaciales (mapas e imágenes) en forma digital para la entrada en el SIG, estas se pueden representar de dos maneras: como un sistema vectorial o como un sistema raster.



- **Estructuras vectoriales.**

En las estructuras vectoriales los elementos del paisaje son representados por puntos, líneas o polígonos, las cuales serán las entidades geográficas del sistema. En el caso de entidades puntuales (ejemplo, escuela, iglesia, etc.), este punto será representado por un par de coordenadas X, Y.

Para una entidad lineal (ejemplo, vía, río, etc.), puede ser descrita como la sucesión de puntos. Efectivamente, el sistema podría almacenar datos de puntos con la frecuencia que se quisiera, con lo cual se obtendría un crecimiento exagerado de los

archivos, totalmente innecesarios. Por consiguiente, la conclusión obvia será almacenar únicamente los puntos extremos de la línea y en el caso de líneas quebradas, limitar a los puntos extremos y de quiebre.

En el caso de las áreas, puede ser representada por su perímetro, en cuyo caso adquiere las características de una línea (serie de puntos). Claro está que la diferenciación puede ir implícita con los datos de atributos. Por ejemplo, una zona con determinadas características de suelos se supone que se trata de un área.

La diferencia con el otro caso radica en que la línea va a ser cerrada. Sin embargo, no siempre una línea cerrada representa un área; tal es el caso de las curvas de nivel.

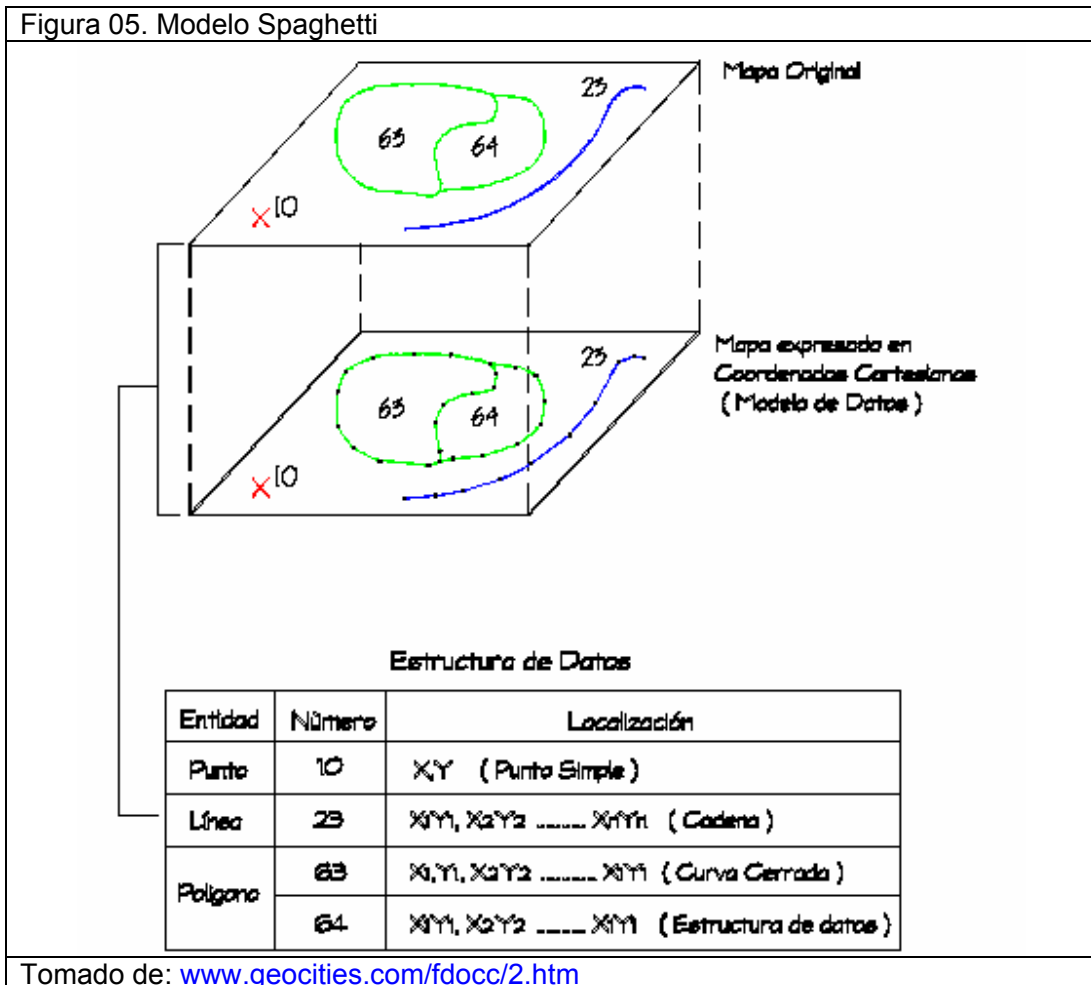
En los sistemas de información geográfica hay diferentes modelos de datos vectoriales.

### **Modelo Spaghetti:**

La forma más simple de tomar información de un mapa analógico es línea por línea. En tal forma, cada entidad en el mapa corresponde a un elemento en el archivo digital y está definido como una secuencia de datos coordenados X, Y. Esta estructura es muy simple y fácil de entender.

Los mapas en dos dimensiones quedan transformados en una lista de líneas con sus coordenadas de puntos X, Y. A pesar de que todas las entidades están definidas, debe notarse que no existen relaciones espaciales entre ellos, es decir, los datos están prácticamente amontonados sin relacionarse. De tal forma que un polígono se representa por una serie de fajas de puntos X, Y que definen su perímetro. Para polígonos adyacentes, los límites deben ser tomados dos veces, una vez para cada uno de ellos. Este modelo es verdaderamente ineficiente para muchos análisis.

Figura 05. Modelo Spaghetti



Tomado de: [www.geocities.com/fdocc/2.htm](http://www.geocities.com/fdocc/2.htm)

### Modelo topológico:

Es la forma mas conocida para determinar las relaciones entre los distintos elementos capturados. Para este caso, el elemento básico es la línea recta. Un segmento de línea empieza o termina en la intersección con otra línea o en el quiebre de una de ellas. Cada segmento está archivado con las coordenadas de sus puntos extremos. Adicionalmente, el identificador o nombre del polígono a cada lado de la línea, también es registrado. En esta forma queda tomada la forma más elemental de relación espacial entre los elementos y posteriormente muy fácilmente usada para análisis.

- **Estructuras raster.**

El modelo raster funciona a través de una retícula que permite asociar datos a una imagen; es decir, se pueden relacionar paquetes de información a los píxeles de una imagen digitalizada.

**Figura 06. Modelo Raster**



### 2.1.6. Sistemas De Bases De Datos

En los sistemas de información geográfica (SIG) las entidades espaciales están representadas en forma gráfica por medio de un mapa, pero adicionalmente a estos, lleva una descripción asociada, lo que lleva al sistema a tener una base de datos.

Un sistema que maneje base de datos debe permitir la captura de datos, con la facilidad de actualizarlos cada vez que sea conveniente; facilidad para su almacenamiento, incluyendo su recuperación, actualización o modificación por personal autorizado; previsión de alteraciones, bien por usuarios inexpertos, o malintencionados; permitir su acceso para los análisis que deseen hacer los usuarios.

### 2.2. PLANEACION DE UN CORREDOR VIAL (FASE I ; FASE II)

El trazado de un corredor vial requiere inicialmente de una planeación o proceso continuo de previsión de los recursos y servicios requeridos para obtener objetivos determinados de acuerdo con un orden de prioridades establecidas de manera que permita escoger la o las soluciones óptimas entre varias alternativas.<sup>3</sup>

La planeación se desarrolla a través de diferentes etapas de responsabilidad y alcance en cuya categoría superior están los planes de desarrollo, a partir de los cuales se desprenden las *Unidades de Gestión* que dan solución a los problemas específicos de la población. Las unidades de gestión son los programas, subprogramas y proyectos, que por su carácter de medios de acción, subordinan sus objetivos y estrategias a las establecidas en los planes de desarrollo.

Los *Planes de Desarrollo* comprenden el análisis de la problemática económica, social y ambiental a nivel nacional, departamental y municipal, a partir de la cual se

<sup>3</sup> Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Secretaria General Técnica. Instituto Nacional de Vías.

define una estrategia de solución basada en objetivos y metas, políticas generales y sectoriales, de los programas de gobierno.

El programa es la estrategia de acción que permite dar una solución integral a problemas. El objetivo de un programa corresponde a uno de los objetivos establecidos por el plan de desarrollo. A partir del objetivo general se definen sus objetivos específicos, las metas, el tipo de proyecto y el plan de inversión del programa.

Subprograma, por su parte, es la división de un programa en grupos homogéneos de proyectos. Esta homogeneidad no corresponde a un criterio único, ya que puede definirse por tecnología, ubicación, tamaño, etc. de acuerdo con las necesidades particulares de clasificación de un programa. El objetivo general de un subprograma, generalmente, corresponde a un objetivo específico del programa.

El proyecto es la mínima unidad operacional que vincula recursos, actividades y componentes durante un período determinado y con una ubicación definida para resolver problemas o necesidades de la población. El objeto general de un proyecto debe estar relacionado con algunos de los objetivos específicos de un programa o subprograma y en consecuencia, con los objetivos del plan de desarrollo.

### **2.2.1. Las Etapas del Desarrollo Vial**

Son cinco las etapas básicas del proceso de desarrollo vial: planificación, desarrollo del proyecto (proyecto preliminar), diseño final, zona de camino, y construcción. Después de terminada la construcción, las siguientes actividades de operación y mantenimiento continúan durante toda la vida de la obra.

- **Planificación:** La definición inicial de la necesidad de cualquier proyecto de mejoramiento de carretera o puente tiene lugar durante la etapa de planeamiento.

Esta definición del problema ocurre en el nivel Estatal, regional o local, según la escala del mejoramiento propuesto. Este es el tiempo clave para conseguir que el público se involucre y provea datos dentro del proyecto de toma de decisiones.


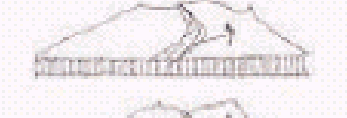




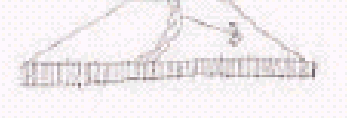

Figura 07. Planificación de un Corredor Vial



- **Desarrollo del proyecto:** Después de la planificación y programación de un proyecto, se pasa a la etapa de desarrollo del proyecto. En esta etapa se intensifica el análisis ambiental. El nivel de revisión varía ampliamente, según la escala e impacto del proyecto. El producto del proceso de desarrollo del proyecto generalmente incluye una descripción de la ubicación y las características principales de diseño del proyecto recomendado, que más tarde se diseña y construye, en tanto continuamente se procura evitar, minimizar y mitigar el impacto ambiental.

El proyecto debe considerar cuidadosamente su contexto y ubicación física durante esta etapa de planificación del proyecto. En la figura 07 se representan las diferentes actividades y características de una zona a tener en cuenta para la realización de un proceso de selección de un corredor vial.

Figura 08. Importancia de la Tierra

	Preservación Lugares Arqueología Prehistórica e Histórica
	Reconocimiento Miradores Especiales y Carácter Escénico
	Preservación Paisaje Histórico
	Respecto Ríos, Arroyos, y Vías Drenaje Natural
	Reconocimiento Límites, Alambrados, Filas de Árboles
	Respeto Trazos de Caminos Históricos
	Reconocimiento Vistas Lejanas, Montañas, Ríos, Océanos, Lagos y Horizontes
	Preservación Forma Natural de la Tierra

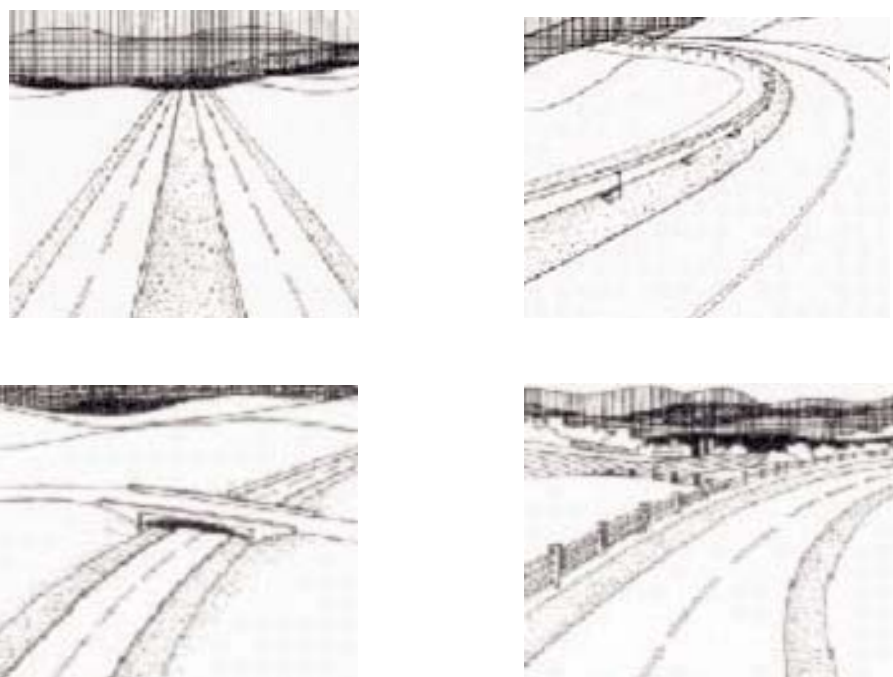
Tomado de: Guía para el Diseño de Carreteras, Administración Vial Federal (FHWA)

- **Diseño final:** Después de haber seleccionado la opción preferida y si la descripción del proyecto concuerda con lo establecido en el estudio de impacto ambiental, un proyecto puede pasar a la etapa de diseño final. El producto de esta etapa es un conjunto completo de planos, especificaciones y estimaciones de las cantidades requeridas de materiales listos para la solicitud de las licitaciones y siguiente construcción. Según la escala y complejidad del proyecto, el proceso de diseño final puede tomar desde pocos meses a varios años.

La necesidad de emplear la imaginación, ingenio y flexibilidad entra en juego en esta etapa, dentro de los parámetros generales establecidos durante la planificación y desarrollo del proyecto. Los Ingenieros necesitan estar conscientes de los compromisos relacionados con el diseño hechos durante la planificación y desarrollo del proyecto y la mitigación propuesta. También

necesitan conocer la aptitud para hacer cambios menores al concepto original desarrollado durante la fase de planificación que puedan resultar en un mejor producto final. Muestra de eso es el análisis de los elementos a ser tenidos en cuenta en la selección de un corredor vial

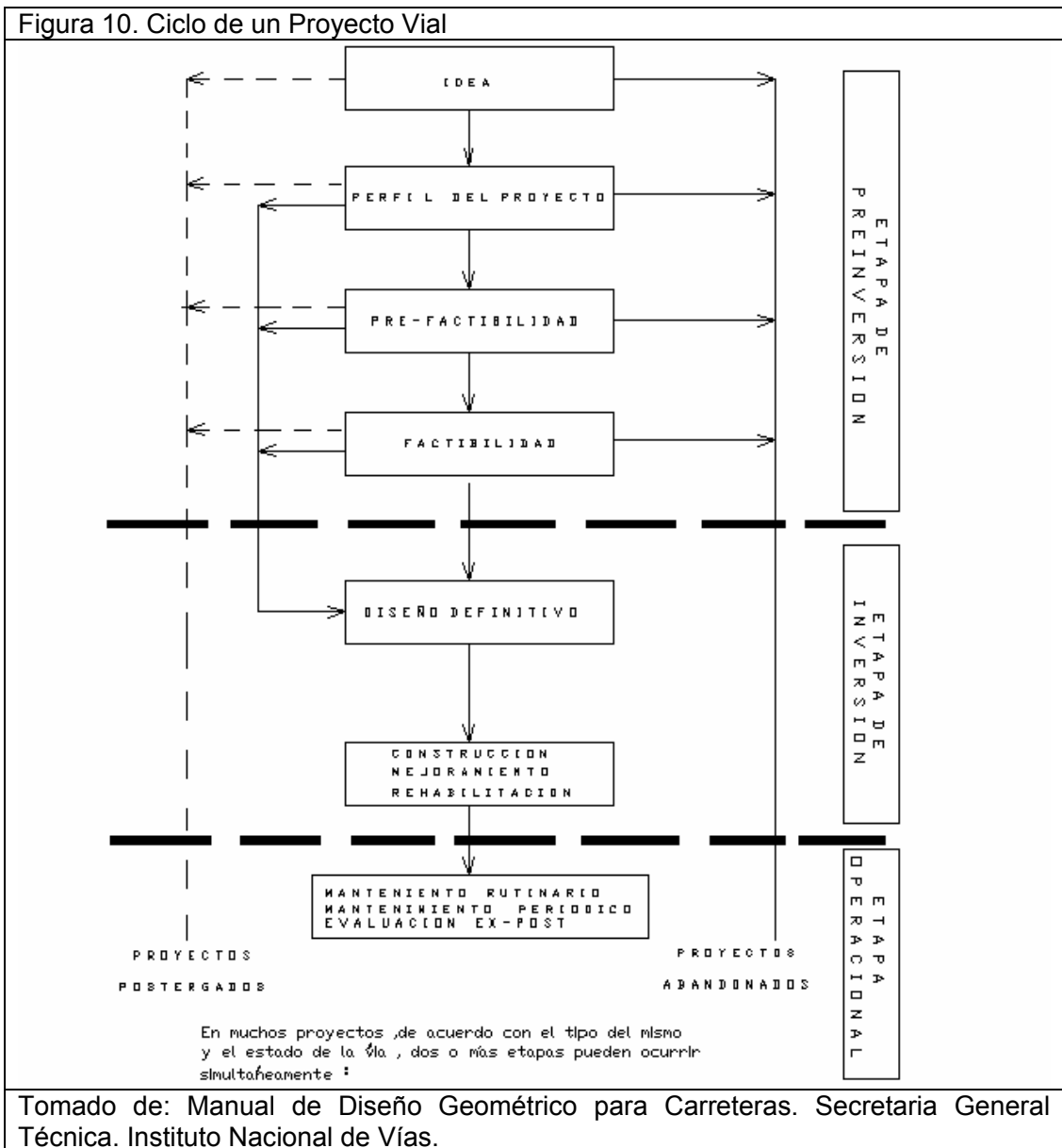
Figura 09. Todos los elementos de un Corredor Vial deben ser tenidos en cuenta.



Tomado de: Guía para el Diseño de Carreteras, Administración Vial Federal (FHWA)

### 2.3. CICLO DE UN PROYECTO DE CARRETERA

Un proyecto de carretera obedece a un problema o necesidad por solucionar y termina cuando soluciona las necesidades de manera que alcanza sus objetivos. Las diferentes etapas por las que debe pasar el proyecto es lo que se llama *Ciclo del Proyecto*. Estas etapas son: Preinversión, Inversión y Operacional.



- **Etapa de Preinversión:**

Esta etapa contempla todos los estudios necesarios para decidir realizar o no el proyecto. Tiene por objeto examinar la viabilidad del proyecto de carretera

mediante la identificación del mismo, la preparación de su información técnica, financiera, económica y ambiental, el cálculo de las cantidades de obra, de costos y beneficios y la preparación de los bosquejos o anteproyectos que se requieran y consideren necesarios.

En la etapa de Preinversión se desarrollan los siguientes estudios:

- ⑩ Perfil del Proyecto.
- ⑩ Estudios de Prefactibilidad (Fase I)
- ⑩ Estudio de Factibilidad (Fase II)

El perfil del proyecto permite servir información de origen secundario, verificar todas las alternativas del proyecto y estimar sin costos y beneficios de manera preliminar, realizar la versión preliminar del diagnóstico ambiental de alternativas; descartar algunas, o todas, las alternativas y plantear cuáles de estas son susceptibles de estudios más detallados.

El estudio de Prefactibilidad (Fase I) consiste en estudiar una, dos o más alternativas. Se parte de un diagnóstico financiero preliminar y se definen las grandes orientaciones de los estudios técnicos, financieros y ambientales.

Los estudios técnicos están basados principalmente en información existente: fotografías aéreas, restituciones, mapas, planchas IGAC, entre otros, y como mínimo una salida de campo a la zona de estudio. Pasado este primer proceso se estiman los costos para cada una de las alternativas propuestas, se escoge la más conveniente y se reduce el estudio a una o dos soluciones como máximo.

Para el estudio de Factibilidad (Fase II) se perfecciona la alternativa, o alternativas, elegidas en el proceso de prefactibilidad. En esta fase del diseño vial se afinan los estudios de las soluciones o se amplían los aspectos tanto técnicos como financieros, económicos y ambientales, con el fin de obtener la solución vial más coherente y conveniente para la comunidad.

- **Contenido de los Estudios de Preinversión:**

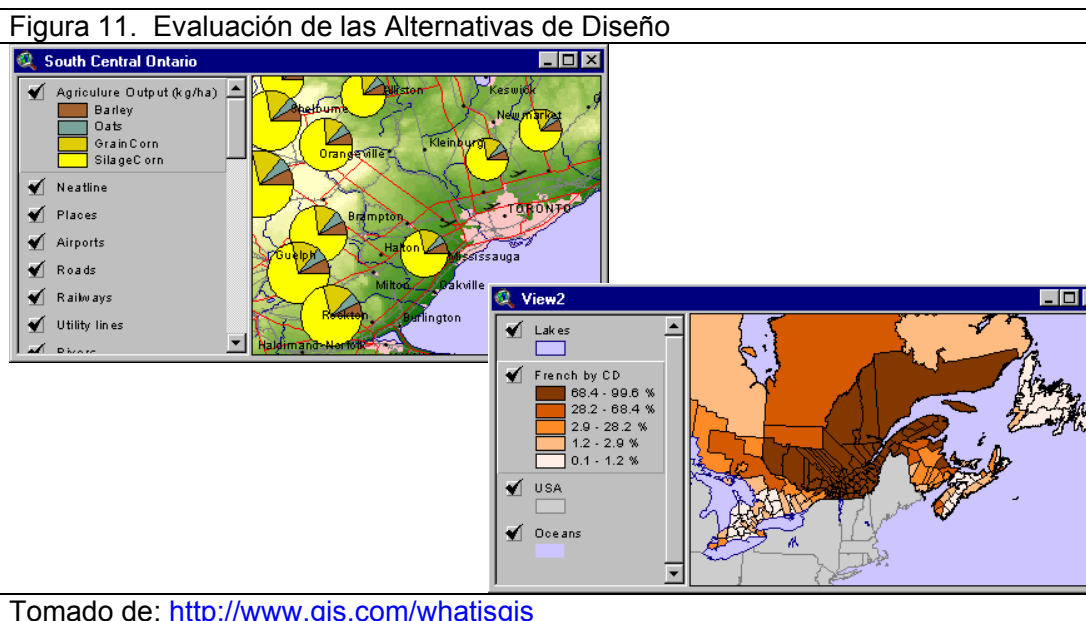
Todos y cada uno de los diferentes estudios acerca del diseño de un corredor vial debe cumplir con ciertos requerimientos específicos:

- ⑩ Localización geográfica del proyecto
- ⑩ Descripción de la zona de influencia del proyecto
- ⑩ Aspectos técnicos del proyecto:
  - Topografía
  - Geología y Geotecnia
  - Tránsito
  - Valores Ambientales
  - Climatología
  - Aspectos Hidráulicos e Hidrológicas
  - Criterios de Diseño
  - Planteamiento de Solución de Alternativas

Descripción de Solución de Alternativas  
Esquemas de Obras de Drenaje y Estructuras

- ⑩ Programas para la ejecución del proyecto
- ⑩ Cuadros de inversión
- ⑩ Costos de conservación
- ⑩ Costos de operación y explotación
- ⑩ Financiación del proyecto
- ⑩ Flujo de caja del proyecto
- ⑩ Estudio de Alternativas
- ⑩ Evaluación técnica, económica y social
- ⑩ Evaluación ambiental
- ⑩ Conclusiones.

Todos los estudios anteriormente nombrados son de vital importancia para la evaluación de las diferentes alternativas de diseño en la figura 11 se presenta algunos de los procesos que pueden realizarse para la evaluación de las alternativas de diseño



## 2.4. PARAMETROS FÍSICOS A CONSIDERAR EN EL PROCESO DE ANALISIS, EVALUACION Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

### 2.4.1. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS.

Las Características Geométricas de un proyecto vial son un parámetro de vital importancia al momento de evaluar las alternativas de más opción.

Como es de esperarse, la longitud de la alternativa es el factor predominante en la decisión. El numero de estructuras hidráulicas requeridas pasa a ser otro de los factores a considerar, dejando por ultimo las consideraciones espaciales en donde se plantee la construcción de viaductos y túneles.

Tabla 01. **Parámetros Geométricos**

PARAMETRO	DESCRIPCION	PONDERACION
Longitud	1-10, Siendo 1 la mas larga y 10 la mas corta	40%
Pendiente	Baja (0-30%) Media (30%-50%) Alta (>50%)	35%
Estructuras hidráulicas	Cantidad necesaria, depende de los cruces sobre cuerpos de agua	10%
Estructuras Especiales	Longitud de las estructuras y dimensiones de cada una de ellas	15%
	<b>Total</b>	100%

- **GEOTECNIA: Se tienen en cuenta los parámetros geotécnicos de los corredores por los cuales se plantean las diferentes alternativas.**

Tabla 02. **Parámetros Geotécnicos**

SUSCEPTIBILIDAD	FACTOR
	<b>Pendiente</b>
0	Baja (0-30%)
1	Media (30%-50%)
2	Alta (>50%)
	<b>Litología</b>
0	Escarpes Estructurales
1	Suelos Inestables
2	Coluviones Inestables
	<b>Tipo de Estructura (Meteorización)</b>
0	Favorable
1	Desfavorable
	<b>Facturación</b>

SUCEPTIBILIDAD	FACTOR
0	Facturación Normal
1	Muy Fracturada
	<b>Espesor de Suelos Blandos o Suelos</b>
0	< 2mts
1	2-5mts
2	5-10mts
3	> 10mts

- **GEOLOGIA:** Tipo de roca aflorante en los corredores, fracturación, plegamientos, depósitos recientes y subrecientes no consolidados.

**Tabla 03.** Parámetros Geológicos

PARAMETRO	PONDERACION
Tipo de Roca	40%
Geoformas	25%
Relación Estratificación-Topografía	15%
Fracturamiento	10%
Pendiente del Terreno	10%

**Tabla 04.** Ponderación Típica Susceptibilidad a Movimientos

Susceptibilidad al Movimiento (de acuerdo con los % anteriores)	Puntos
Baja	< 30
Media	30-50
Alta	50-60
Muy Alta	60-80
Extremadamente Alta	> 80

La información necesaria para evaluar este proceso se obtiene de los mapas geológicos, de pendiente y Topográficos, de la siguiente forma.

- **Tipo de Roca.**

**Tabla 05.** Tipos de Roca

Tipo	Puntaje (1-100)
Lutitas y Shales	90
Coluviones Recientes	90
Coluviones Antiguos	80
Terrazas	60
Tipo	Puntaje (1-100)
Calizas	50
Limolitas Silíceas y Areniscas	40
Areniscas	10

- **Geoformas:** A mayor Inestabilidad, mayor puntaje.

**Tabla 06.** Geoformas

<b>Geoformas</b>	<b>Puntaje (1-100)</b>
Coluvion de Ladera	90
Vertientes de Valles y Quebradas	80
Pendientes Estructurales	60
Zonas de Graderías	60
Zonas de Media Ladera	50
Contra pendientes o Escarpas	40
Lomas Onduladas	40
Coluviones de Pie de Ladera	30

- **Relación Estratificación – Topografía**

**Tabla 07.** Estratificación – Topografía

<b>Relación</b>	<b>Puntaje</b>
Horizontal	10
En Contra de la Pendiente	30
Transversal a la Pendiente	60
A favor de la Pendiente	90
No Estratificado	20

- **Fracturación:** A mayor puntaje, mayor inestabilidad.

**Tabla 08.** Fracturación

<b>Fracturación</b>	<b>Puntaje</b>
<b><i>Roca Fallada y Cizallada</i></b>	100
Roca Plegada y Diaclasada	70
Roca Laminada	60
Roca Ligeramente Masiva	30
Roca Masiva	20

- **Pendiente**

**Tabla 09.** Pendiente

<b>Pendiente</b>	<b>Puntaje</b>
0-8°	10
9°-13°	30
13° - 30°	50
> 60°	70
30° - 60°	100

## 2.4.2. FACTORES DE PONDERACION BIOTICOS Y ABIOTICOS – IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ALTERNATIVAS

- **Indicadores de Oferta Ambiental**

**Tabla 10.** Indicadores de Oferta Ambiental

INDICADOR	VALOR
<b>Áreas de Alta Fragilidad</b>	
Escarpes Estructurales	1.0
Suelos Inestables	0.7
Coluviones Inestables	0.8
<b>Áreas de Significación Especial</b>	
<b>Cabeceras, Nacimientos de Agua</b>	1.0
Cruces de Ríos y Quebradas	1.0
Bosques	0.8
Rastrojos	0.3
<b>Áreas Degradadas</b>	
Áreas de Erosión Intensa	1.0
<b>Áreas Sensibles Ambientalmente</b>	
Escarpes en Rocas Duras y Blandas Intercaladas	0.6
Coluviones de Bloques Auto soportados	0.5
Transiciones entre Zonas de Vida	0.2
<b>Áreas de Riesgos Naturales</b>	
Escarpe en Rocas Blandas	1.0
Coluviones Inestables	0.4
<b>Áreas de Aptitud Productiva Con Restricciones</b>	
Suelos de Mediana Pendiente	0.7
Suelos de Mediana y Alta Pendiente	0.6
Suelos de Alta Pendiente	0.5
Suelos de Muy Alta Pendiente	0.2

- **Indicadores de Impacto Ambiental**

**Tabla 11.** Indicadores de Impacto Ambiental

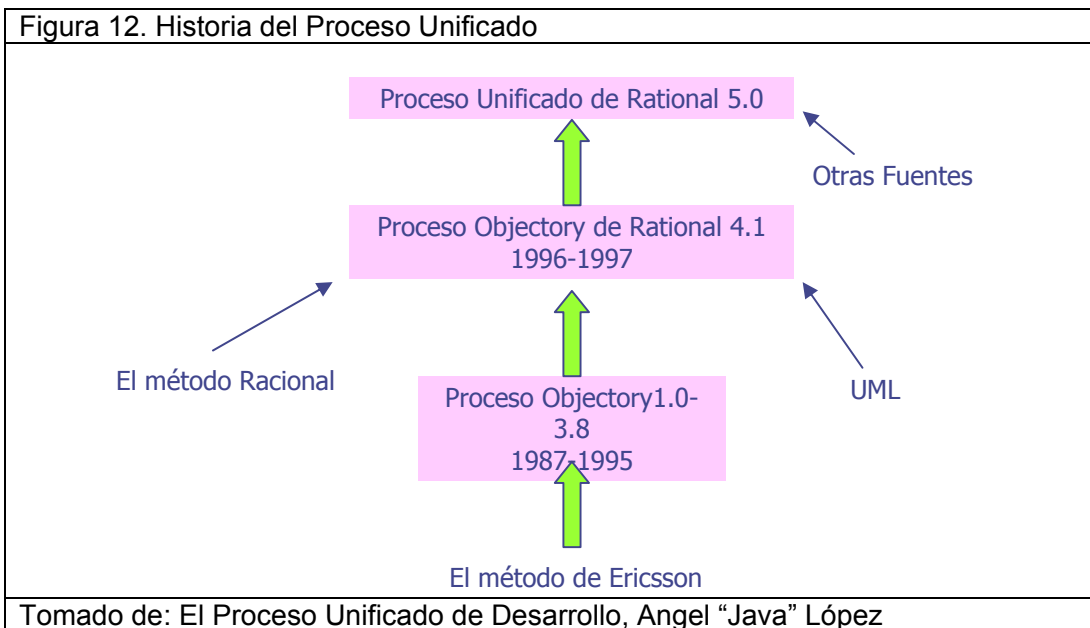
INDICADOR	VALOR
<b>Vegetación Como Factor Protector de Aguas</b>	
Bosques	1.0
Cultivos Altos y Densos	0.7
Rastrojos	0.6
Potreros con Árboles Esparcidos	0.5
Potreros Enrastrojados	0.4
Potreros	0.3
<b>Afectación de Áreas de Refugio Faunístico</b>	
Bosques Naturales Intervenidos	0.9

Rastrojos	0.5
Cultivos Altos y Densos	0.3
Potrero	0.2
Potrero con Árboles Esparcidos	0.15
<b>Suelos como Componente de los Ecosistemas</b>	
Suelos de Baja Fertilidad	0.4
Suelos de Baja a Muy Baja Fertilidad	0.3
Suelos de Muy Baja Fertilidad	0.2
<b>Suelos como Factor Topográfico</b>	
Suelos de Muy Alta Pendiente	0.8
Suelos de Alta Pendiente	0.6
Suelos de Mediana a Alta Pendiente	0.5
Suelos de Mediana Pendiente	0.3
<b>Suelos como Protectores del Relieve</b>	
Erosión Muy Severa	1.0
Erosión Moderada	0.3
Erosión Ligera	0.2
Erosión Leve	0.1

## 2.5. PROCESO UNIFICADO DE DESARROLLO

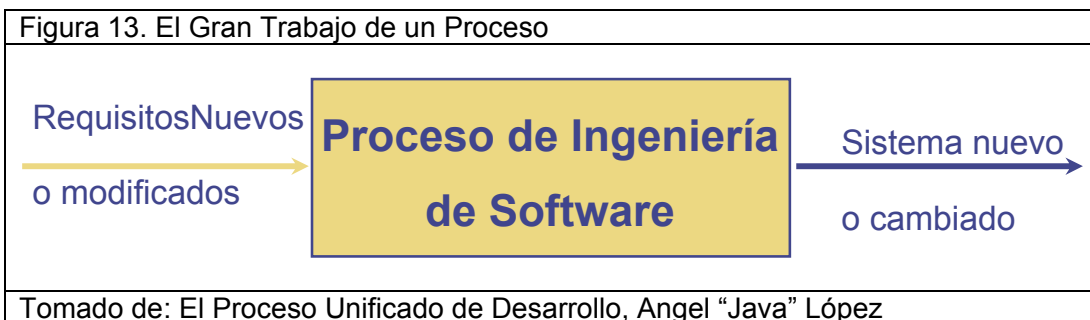
El proceso unificado de desarrollo, como su nombre lo indica es un grupo de pasos enfocados hacia el desarrollo de alguna actividad. Inicialmente fue planteado por programadores y desarrolladores de software cuando sobrevino el “boom” de los programas de computación y los desarrollos informáticos se convirtieron en pan de cada día en las actividades y labores de los ingenieros de sistemas y el personal capacitado que vio en la programación la profesión con un mayor horizonte y probabilidad de crecimiento.

El proceso unificado surge de la necesidad de construir unos estándares en los proyectos de creación de nuevos desarrollos informáticos, así como el proceso unificado, existen también otras metodologías para seguir al momento de iniciar un proyecto de desarrollo, diseño o implementación de una herramienta computacional.

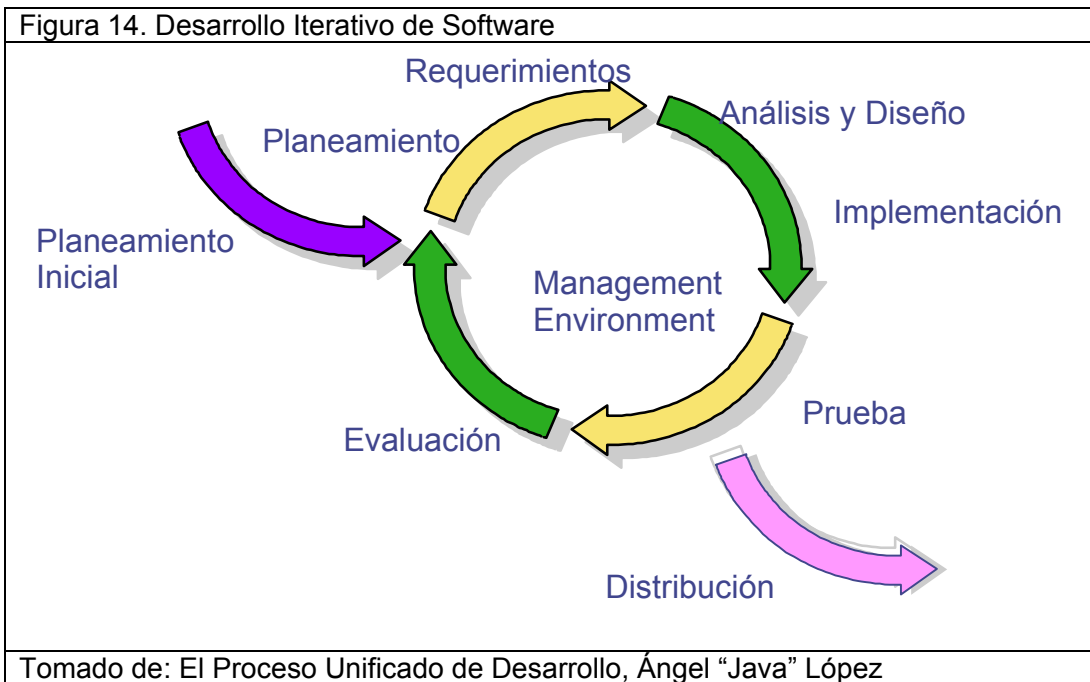


Esta metodología no es exclusiva de procesos de creación de software, sino que puede implementarse en cualquier trabajo genérico que sea necesario especializar. Está dirigido por casos de uso, que no es más que una secuencia de acciones efectuadas por el sistema que producen un resultado observable para un actor específico, entendiendo por actor a alguien o algo externo al sistema que interactúa con el sistema.

El proceso unificado está basado y centrado en la arquitectura del sistema, lo cual permite ganar y retener control intelectual sobre el proyecto, para administrar su complejidad, Provee una base efectiva para la reutilización de software, para la administración del proyecto, facilita el desarrollo basado en componentes. Un componente cumple una función clara en el contexto de una arquitectura bien definida, cumple y provee la realización física de un conjunto de interfaces y existen en relación a una arquitectura dada. Otra de las ventajas de la aplicación de este proceso es el hecho de que es iterativo e incremental, la característica más relevante del desarrollo iterativo es que el riesgo del proyecto es reducido en las primeras iteraciones, antes de hacer las inversiones más significativas.

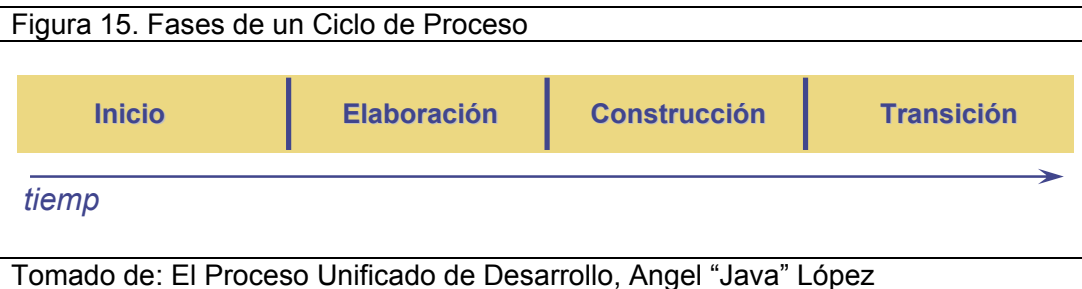


Durante la Concepción se define el ámbito del proyecto, qué es lo que incluirá y qué no. Para ello se deben identificar los actores y casos de uso, y detallando los principales casos de uso (aproximadamente un 20% del modelo completo). Se desarrolla un plan de negocio, a partir del cual se decide qué recursos comprometer para el proyecto.



Durante la Elaboración, el proceso se centra en dos focos: obtener una buena comprensión de los requerimientos (debe completarse alrededor del 90%) y establecer una arquitectura base. De esta manera se pueden eliminar los principales riesgos y tener una estimación confiable del resto del trabajo. La fase de Construcción termina con una versión beta. Durante la Transición la ocupación central es la capacitación de los usuarios, la instalación y el soporte.

La cantidad de tiempo ocupado en cada fase varía. Para un proyecto muy complejo, con mucha incertidumbre técnica y requerimientos poco claros, la Elaboración puede constar de entre 3 y 5 iteraciones. Para un proyecto simple donde los requerimientos son conocidos y la arquitectura simple, la Elaboración puede contener una sola iteración.



Dentro de cada fase del proceso se realiza una serie de iteraciones. El número de iteraciones por fase varía. Cada iteración genera como resultado una versión de software ejecutable abarcando un subconjunto cada vez mayor de la versión final. Una iteración es una secuencia de actividades con un plan establecido y un criterio de evaluación, cuyo resultado es una versión de software ejecutable.

El final de una iteración constituye el cumplimiento de un hito parcial. Es el punto en el cual se evalúan los resultados técnicos y, si es necesario, se revisan los planes futuros.

Se encontró que la última fase es la de Transición, en donde se deben cumplir con los requisitos, hasta la satisfacción de todos los usuarios, atender los aspectos del entorno del usuario (errores detectados en distintos escenarios) y la finalización de los artefactos.

¿Cuándo termina?, al ser un proceso iterativo y teniendo en cuentas que día a día los desarrollos informáticos y tecnológicos, la cultura de investigación que está siendo inculcada en los centros educativos y los refuerzos en cuanto a financiación y fortalecimiento de las entidades creadoras, desarrolladoras y encargadas de implementar las nuevas tecnologías, el proceso puede nunca tener un final, solamente versiones cada vez mejores de una primera idea o proyecto.

### 3. ESTADO DEL ARTE

#### 3.1. DEFINICION

El estado del arte busca definir la situación en que se encuentran los sistemas de información geográfica aplicados al diseño vial. Este estado del arte nos ayuda a direccionar la presente monografía, ya que nos informa el estado de aplicación de los sistemas de información geográfica dentro del medio. Para obtener este tipo de información, se desarrolló una metodología, la cual consiste en un formulario de encuesta en el que se hace una serie de preguntas.

#### 3.2. FORMULARIO DE ENCUESTA PARA EL ESTADO DEL ARTE

Para indagar dentro del medio regional, tanto en instituciones publicas como privadas, se desarrolló un formulario de encuesta, el cual se envió a empresas del sector privado las cuales trabajan en consultoría y las entidades del sector público que se encargan de evaluar los proyectos desde el punto de vista ambiental y territorial-

##### 3.2.1. Alcance

El alcance que se quiere hacer dentro de este estudio se contempla desde el punto de vista departamental. En las empresas de mayor renombre en la zona y de las cuales se tenga el conocimiento que por alguna razón son usuarias o deberían serlo de aplicaciones de los sistemas de información geográfica.

##### 3.2.2. Empresas participantes

Dentro de las empresas participantes en la encuesta, se seleccionaron tanto del sector público como del privado, teniendo en cuenta que para poder tener unos buenos resultados y contar con la participación de éstas sería recomendable trabajar con las empresas en donde pueda tener un acceso mas fácil y la colaboración sea prestada de una manera mas formal y efectiva.

**Tabla 12.** Empresas Participantes

<b>SECTOR PUBLICO</b>	<b>SECTOR PRIVADO</b>
Universidad Industrial de Santander	ETA.S.A.
Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. CDMB.	Marco A. Solano
Gobernación de Santander. (Departamento de Planeación)	OTACC.S.A.
Fundeuis.	ESAO.Ltda

### 3.2.3. Descripción de la encuesta

La encuesta consta de trece puntos en los que se pregunta si se cuenta con un SIG para diseño preliminar vial o si no lo tiene que tipo de sistema utiliza y además se preguntan que aspectos del diseño le gustaría que se aplicase si se implementa. A continuación se presenta diferentes puntos de la encuesta.

- Uso de la entidad de un SIG: Dependiendo de la respuesta, si es no, esta pasa a la pregunta numero 10

1. ¿La entidad cuenta con un sistema de información geográfica para el diseño vial preliminar? (Fase I). Si su respuesta es No, Pasar a la pregunta 10.	Si: <input type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------

- Tiempo de funcionamiento del sistema

2. ¿Cuanto lleva funcionando dicho sistema?	_____
---------------------------------------------	-------

- Aspectos del diseño vial preliminar que maneja el SIG.

3. Que temas de la fase 1 maneja la entidad a través del sistema. Ejem. (Impacto ambiental, geología, Uso suelo, Predial)	_____ _____ _____
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------

- Escala en que se maneja la información.

4. A que escala maneja la información	1: _____
---------------------------------------	----------

- Cobertura territorial del sistema.

5. Cual es la cobertura de territorial del sistema.	Municipal: <input type="checkbox"/> Departamental: <input type="checkbox"/> Regional: <input type="checkbox"/> Nacional: <input type="checkbox"/> Otra: <input type="checkbox"/> Cual: _____
-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Software del sistema.

6. ¿Que software maneja el sistema de información geográfica?	_____ _____ _____
---------------------------------------------------------------	-------------------------

- Actualización de la información.

7. Fecha de actualización del software y de la información	Software: _____ Información: _____
------------------------------------------------------------	---------------------------------------

- Convenios para actualizar el sistema.

8. Que tipo de información interinstitucional existe en el marco del sistema (Ejem. Convenios con otras entidades para actualizar el sistema.)
Descripción:

- Nuevos proyectos sobre el tema en la entidad.

9. ¿Que proyectos o nuevos temas de información van a trabajar en el futuro?
Descripción:

- Razones por la cual no cuentan con un SIG.

10. ¿Por qué no cuentan, o han implementado la entidad un Sistema de Información geográfica para el diseño vial Fase I?

- Aspectos del sistema vial que le gustaría que maneje.

11. Ante la posibilidad de implementación de un SIG. ¿Que aspectos del diseño vial en la fase I le gustaría que maneje?
<input type="checkbox"/> Geología <input type="checkbox"/> Cobertura vegetal <input type="checkbox"/> hidrología <input type="checkbox"/> Pendiente <input type="checkbox"/> Catastro <input type="checkbox"/> Sitios de interés <input type="checkbox"/> Otros    Cuales? _____

- Maneras en que el sistema presenta la información.

12. ¿De que manera le gustaría que el SIG le mostrara la información?
<input type="checkbox"/> Grafica (Mapas de la zona) <input type="checkbox"/> Alfanumérica (Tablas de reportes) <input type="checkbox"/> Otros Cuales? _____

- Maneras en que el sistema presenta la información.

13. ¿Que otro sistema utiliza la entidad para evaluar estos aspectos?

### **3.3. ASPECTOS ENCONTRADOS DENTRO DEL ESTADO DEL ARTE**

#### **3.3.1. Entidades que cuentan con un SIG**

En el estudio realizado ninguna de las empresas tiene implementado un sistema de información geográfica, Solo La Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Tiene como proyecto implementar uno. Por lo tanto las preguntas de la encuesta del 8 al 10 no tienen ninguna respuesta. En cuanto a las entidades participantes solo dos no contestaron la encuesta, una de ellas la gobernación del Departamento de Santander y la otra la firma ESAO. Ltda.

Estos primeros resultados desilusionaron en gran medida al grupo, pero al mismo tiempo incitaron un proceso reflexivo acerca de la imperante necesidad de hacer público el uso de las nuevas tecnologías aplicadas a las Ingenierías y mucho más a la Ingeniería Civil.

#### **3.3.2. Razones por las cuales no se implementa el SIG.**

Dentro de los aspectos más importantes dentro de la implementación de los SIG está el costo el cual dentro de algunas compañías representa un gasto alto. Ya que ellos cuentan para diseño con otras alternativas.

La mayoría de las empresas en donde se recibieron este tipo de respuestas fueron en las cuales los modelos de desarrollo están implementados de una manera anticuada y para las cuales la consecución, manejo y almacenamiento de la información no tiene la importancia que debe tener, así mismo como la misma información como un insumo vital en cualquier desarrollo de productos empresariales.

#### **3.3.3. Aspectos de los cuales quieren que se maneja en una eventual implementación de un SIG para diseño vial.**

Dentro de la encuesta realizada, en todas las personas consultadas coinciden en aspectos como geología, cobertura vegetal, hidrológica, pendiente del terreno, catastro y sitios de interés.

#### **3.3.4. Forma de salida de la información del SIG.**

En la encuesta realizada las entidades prefieren que la información se represente en dos aspectos, una parte la información gráfica (sobre mapas) y la otra alfanumérica (Tablas de reportes).

## 4. ENFOQUE PEDAGOGICO

### 4.1. PEDAGOGIA TRADICIONAL PARA LA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE UN CORREDOR VIAL.

La resolución de problemas es una estrategia de enseñanza – aprendizaje basada en plantear al estudiante problemas que deben ser resueltos por él, bajo la orientación del docente y que además le permiten adquirir un conocimiento significativo para formarse como un individuo competente.

Es conveniente partir entonces de la definición del problema y más exactamente de qué es resolver un problema? Hay muchos autores y definiciones que hablan sobre este tema, pero se tomará la definición de Poley que señala: “Resolver un problema consiste en encontrar un camino allá donde previamente no se conocía tal, encontrar una salida para una situación difícil, para vencer un obstáculo, alcanzar un objetivo deseado, que no puede ser inmediatamente alcanzado por medios adecuados”<sup>4</sup>

Queda establecido entonces, que lo que se pretende con la resolución de problemas es cambiar la actitud pasiva del estudiante que se limita solamente a recibir información a través de contenidos recitados por el profesor y en los cuales solo es importante el manejo de fórmulas y algoritmos, que llevan a creer que en la vida cotidiana los problemas son fáciles de resolver y entonces solo hay que memorizar.

Creencias de un maestro de la educación tradicional:

- Todo estudiante necesita ser calificado con notas, estrellitas, y otros incentivos como motivación para aprender y cumplir con los requisitos escolares.
- Cada estudiante debe ser calificado con base a los estándares de aprendizaje.
- El currículo debe estar organizado por asignaturas de una manera cuidadosa y en secuencia detallada.
- Los maestros que aceptan la perspectiva conductista asumen que el comportamiento de los estudiantes es una respuesta a su ambiente pasado y presente y que todo comportamiento es aprendido. Por tanto cualquier problema con el comportamiento de un estudiante es visto como el historial de refuerzos recibido. Como para los conductistas el aprendizaje es una manera de modificar el comportamiento, los maestros deben de proveer a los estudiantes con un ambiente adecuado para el refuerzo de las conductas deseadas.

---

<sup>4</sup> POLYA, 1980, Citado por Prendergast, 1986.

- Las conductas no deseadas de los estudiantes en el aula pueden ser modificados utilizando los principios básicos de modificación de conducta.
- Las siguientes son técnicas aplicadas en la educación tradicional para eliminar conductas no deseadas en los estudiantes:
  - Refuerzo de las conductas deseadas, que de esta manera competirá con la conducta no deseada hasta reemplazarla por completo.
  - Debilitar las conductas no deseadas eliminando los refuerzos de estas.
  - La técnica de la "saturación" que implica envolver a un individuo en la misma conducta no deseada, de manera repetitiva hasta que el individuo se sienta hastiado del comportamiento.
  - Cambiando la condición del estímulo que produce la conducta no deseada, influenciando al individuo a tomar otra respuesta a dicho estímulo.
  - Usando castigos para debilitar la conducta no deseada.

Una importante aplicación del condicionamiento operante utilizado en la educación tradicional es la de Aprendizaje Programado. En esta técnica las asignaturas son divididas en pequeños simples pedazos o marcos de referencia, en que en cada parte al estudiante se le bombardea con una cantidad de preguntas a las que el estudiante conoce la respuesta y probablemente conteste correctamente; luego de una en una se van agregando preguntas al repertorio, dando premios e incentivando las respuestas correctas.

De forma general el sistema de valores que promueve la educación está guiada por los valores universales resultantes de la tradición cultural ya establecida, que se presenta en sus formas abstractas, genéricas y universales promoviendo un tipo de educación que no dirige su atención fundamental a las particularidades e individualidades de los escolares.

Finalmente, esta perspectiva, aplicada al campo de la formación laboral promueve un tipo de hombre inadaptable a las condiciones cambiantes de las actividades laborales, donde los continuos descubrimientos tecnológicos y científicos necesitan un sujeto presto a la innovación y adaptación a los cambios.

La filosofía de la Escuela Tradicional, considera que la mejor forma de preparar al estudiante para la vida es formar su inteligencia, su capacidad de resolver problemas, sus posibilidades de atención y de esfuerzo. Se le da gran importancia a la transmisión de la cultura y de los conocimientos, en tanto que se les considera de gran utilidad para ayudar en el educando al progreso de su personalidad. Esta filosofía perdura en la educación en la actualidad.

El maestro reina en este sistema: organiza la vida y las actividades, vela por el cumplimiento de las reglas y formas y resuelve los problemas.

Después de Comenio y la Didáctica magna, educación tradicional significará sobre todo método y orden. Comenio lo explicitó y Ratke enfatizó en ello.

En esta concepción el maestro es el encargado de organizar el conocimiento y hacer la materia y conducir al alumno por el camino de su método. Prepara y dirige los ejercicios para que se distribuyan de acuerdo a una gradación establecida. Él toma las iniciativas y desempeña el cometido central.

El manual es la expresión de la organización, el orden y la programación. El método de enseñanza será para todos lo mismo y se aplicará escrupulosamente en todas las ocasiones. El repaso como repetición exacta y minuciosa de lo que dijo el maestro tiene un lugar importante.

El maestro es el modelo y el guía, al cual se debe imitar y obedecer. El papel de la disciplina y el castigo es muy importante. Ya sea a través de reprimendas y reproches o castigo físico se trata de estimular el aprendizaje del alumno. Pero también el maestro es un mediador entre los modelos y el estudiante.

La institución educativa continúa siendo un mundo aparte de la vida diaria en un recinto aislado y preservado del mundo exterior. Según Snyders la educación tradicional pretende poner al educando en contacto con las mayores realizaciones de la humanidad. La noción de modelo es fundamental en este tipo de educación.

La pedagogía tradicional persigue un objetivo central, el de ordenar, ajustar y regular la inteligencia de los estudiantes y ayudarlos a disponer de sus capacidades. La obediencia a las normas y reglas es una vía de acceso a los valores, al mundo moral y al dominio de sí mismo.

La escuela tradicional parece preocuparse poco de los intereses grupales e individuales y con ello está minando las bases de la vida moral, la inteligencia, de la vida estética. Sus programas, métodos, concepto de necesidades del estudiante y su disciplina reprimen la energía y ahogan el impulso que presentan los educandos, consiguiendo el efecto inverso al que pretenden lograr. Sus métodos arcaicos y sus programas distan mucho de los nuevos conocimientos en psicología evolutiva.

El parcelamiento de las materias y los estudios y su inadecuación a la capacidad de los estudiantes, sobre todo por el exceso de lecciones para sus posibilidades. La escuela tradicional prepara sus programas sin tener en cuenta el grado de diferenciación de los estudiantes a los que van destinados, que obliga a retener y memorizar y retener sin coordinación. Se da demasiada materia abstracta demasiado pronto para el grado de madurez que posee el educando.

Leyes escolares absurdas, programas rígidos e inadecuados, métodos brutalmente coercitivos, horarios inflexibles, exámenes destructores de toda individualidad, a causa de lo cual la conciencia de los alumnos queda disgregada a causa de dos realidades separadas, la escolar y la extraescolar, donde conductas y hábitos de una no concuerdan con los de la otra.

Por último la escuela clásica prolonga demasiado la tutela del adulto sobre el niño, tanto en lo intelectual (con su dogmatismo) como en lo moral (con la disciplina ejercida arbitrariamente y ex cátedra ejercida por el maestro).

En su momento la Escuela Tradicional representó un cambio importante en el estilo y la orientación de la enseñanza, sin embargo, con el tiempo se convirtió en un sistema rígido, poco dinámico y nada propicio para la innovación; llevando inclusive a prácticas pedagógicas no deseadas. Por ello, cuando nuevas corrientes de pensamiento buscaron renovar la práctica educativa, representaron una importante oxigenación para el sistema; aunque su desarrollo no siempre haya sido fácil y homogéneo, sin duda abrieron definitivamente el camino interminable de la renovación pedagógica.

#### **4.1.1. ROL DEL PROFESOR:**

- Comunicador del saber.
- Seleccionar y adecuar los tópicos generales que servirán de hilo conductor a su quehacer
- Diseñar y presentar situaciones de aprendizajes
- Enseñar, mostrar un objeto o contenido al alumno para que se apropie de él
- Es considerado y respetado como autoridad

#### **4.1.2. ROL DEL ALUMNO:**

- Receptivo: recibe y asimila información; resuelve ejercicios por reiteración mecánica siguiendo modelo o procedimiento realizado por el profesor

#### **4.1.3. APRENDIZAJE:**

- Asimilación de información
- La memoria tiene un rol decisivo.
- El éxito del aprendizaje está determinado por la capacidad del alumno de adaptarse al profesor y por aptitudes connaturales

Para cambiar este paradigma se hace una propuesta de cambio pedagógico para elegir un corredor vial en la fase I y fase II, que a continuación se analiza.

### **4.2. PROPUESTA DE ELECCION DE UN CORREDOR VIAL POR MEDIO DE UNA ESTRATEGIA PEDAGOGICA BASADA EN LA RESOLUCION DE PROBLEMAS**

La diversidad de criterios acerca de cómo dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior con la perspectiva de lograr modos de actuación que se caractericen por la independencia y creatividad en la toma de decisiones, la solución de problemas docentes y paradocentes propios de nuestra época, es motivo de obligada reflexión para la mayor parte del profesorado de este nivel.

Uno de los problemas que tradicionalmente se ha configurado como regularidad en nuestra Universidad y escuela de ingeniería civil es el relacionado con el pobre trabajo de profundización epistemológica, holística y didáctica de los contenidos

curriculares que es necesario emprender como parte del proceso constante de perfeccionamiento de la dirección del aprendizaje y la estimulación de la independencia cognoscitiva de los estudiantes que se encuentran cursando niveles de educación superior. La dirección del aprendizaje para el diseño de un corredor vial sin esta herramienta basada en sistemas de información geográfica (SIG) se sustentaba en una Didáctica despersonalizada, descontextualizada y predictiva con resultados forzosamente predeterminados desde la posición del profesor.

Desde la concepción de la escuela histórico cultural de Vigotski, todo proceso de aprendizaje presupone una necesaria transferencia de responsabilidad con relación a los propósitos más mediatos de la tarea planteada, es en este despliegue de acciones donde se pueden constatar las potencialidades de aprendizaje del sujeto a través del estudio de la zona de desarrollo actual (ZDA) y cuáles son las perspectivas con la profundización en la zona de desarrollo próximo (ZDP), aquí es necesario diferenciar la existencia de dos niveles: uno inferior, determinado por el nivel de desarrollo potencial, que revela las potencialidades del sujeto para aprender, enfrentarse a las nuevas exigencias y el otro estadio, cuando puede trabajar por si solo, también denominado nivel de desarrollo real: que no es más que el nivel de logro, el desarrollo ya alcanzado por el estudiante. La distancia entre estos dos niveles evolutivos de desarrollo es a lo que Vigotski denominó Zona de desarrollo próximo, que de ser entendido metodológicamente por los profesores de este nivel como agudización de las contradicciones y continuidad del proceso de aprendizaje, permitirá el tránsito de lo potencial al desarrollo real del estudiante.

El análisis de estos fundamentos nos conduce a reflexionar sobre la siguiente interrogante: ¿Existen estudiantes que no están aptos para aprender? ¿Promueve el profesor la igualdad de oportunidades desde la propia clase? Por lo que se infiere, que la mayor parte de las insuficiencias en el trabajo y aprendizaje independiente de nuestros estudiantes están dadas por dificultades de carácter metodológico, a las que el profesor debe brindarle especial atención.

En las obras de Vigotski se ponen de manifiesto cuáles son los mecanismos del proceso de aprendizaje, sobre todo lo referente a la relación que existe entre aprendizaje y desarrollo, entre pensamiento y lenguaje, criterios de gran valor metodológico para enfrentar la teoría y práctica pedagógica. Este autor sostiene que el aprendizaje es una actividad social y no solo un proceso de realización individual.

El postulado teórico antes referido constituye una premisa para estudiar el proceso de formación de la personalidad en la actividad educativa, en revelar la esencia de los niveles de conocimiento del objeto y de la interrelación entre los sujetos, donde se manifiestan cualidades como la independencia y la creatividad en la ejecución de las tareas docentes.

Esto nos conduce además, a reflexionar sobre cuáles son los niveles de orientación hacia las actividades docentes y si están configuradas como necesidades, motivos e intereses de los sujetos que aprenden es un reto al perfeccionamiento del trabajo docente-educativo, de dirección y caracterización de grupos, lo que demanda una fundamentación epistemológica multidimensional del proceso de formación de la personalidad, donde la dirección del aprendizaje como un problema social

trascienda el marco escolar y que se comprometan con los sujetos implicados con las transformaciones que ellos mismos protagonizan, es por ello que han sido disímiles los intentos por organizar el trabajo de los estudiantes como constante preocupación de maestros, pedagogos y profesores de todos los niveles de enseñanza.

Con esta herramienta pedagógica el proceso para la selección de un corredor vial, desde la determinación hasta el control del trabajo, la orientación cumple una función cada vez más preponderante si se tiene en cuenta que nuestros profesionales en formación constantemente se enfrentan a las complejidades de la vida moderna con su vertiginosa dinámica, la multiplicidad de opciones por las cuales hay que decidir, el gran cúmulo de información que en ocasiones tiene que ser de obligada consulta, parece alejarnos de la frontera de la desactualización, experiencias, vivencias o situaciones cotidianas que relacionadas con el desempeño de un determinado rol social debe manejar el sujeto y que lo hacen más vulnerable a situaciones estresantes, de agobio, disminución de la capacidad de trabajo y la pérdida del conocimiento perspectivo de cómo darle solución a un determinado problema, esto conduce a la siguientes reflexiones:

- ¿Está la escuela de ingeniería civil actual en condiciones de vincular en el espacio escolar, la preparación intelectual de los estudiantes con la de enfrentar la vida?
- ¿Se ha logrado en nuestra Universidad vincular armónicamente la formación académica del futuro egresado con el desarrollo de su independencia cognoscitiva en función de darle solución a los problemas docentes?
- ¿Han logrado los profesores una eficiente orientación en la dirección del proceso de aprendizaje?

El término orientación ha transitado por diferentes acepciones de acuerdo con las funciones que ha ejercido el hombre en el enfrentamiento a diferentes problemas sociales. Una especial connotación ha tenido en la necesidad de dirigir algo hacia un fin determinado, donde puedan apreciarse los cambios y transformaciones del objeto o fenómeno que se estudia desde los estados iniciales hasta los finales, constatando así en qué medida se lograron los propósitos prefijados.

Se manifiesta en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, la necesidad de lograr que los estudiantes tengan iniciativa en la solución de tareas docentes, (selección de un corredor vial) teniendo en cuenta la forma en que son capaces de buscar alternativas propias en el proceso de su ejecución, y que cada postulado teórico estudiado origina el perfeccionamiento de las actividades en la selección de la alternativa vial.

Eran evidentes procederes homogéneos en cuanto al estudio de la bibliografía consultada para el diseño de un corredor vial, en las valoraciones de estos análisis predominaban criterios centralizados sobre los contextualizados. En cuanto a las actividades prácticas existía una marcada tendencia a la fragmentación de tareas por equipos a partir de la bibliografía, dando pocas posibilidades al debate abierto y socializado del tema.

En este sentido, la orientación de las fuentes de información para la selección de un corredor vial con esta herramienta pedagógica, se centra además de los textos de la asignatura, los conocimientos adquiridos en las demás asignaturas y los conocimientos a priori que lleva consigo cada uno de los educando generando con esto las actividades docentes para los estudiantes es necesario, que todos los sujetos reflexionen sobre la necesidad del cambio de actitud, que la interacción y reconocimiento del otro acrecienta la voluntad de cada uno a ser vulnerable a lo que se aprende y compartir lo aprendido en aras de lograr modos de actuación que se correspondan con las necesidades del cambio y que a su vez continúen estimulándolo.

La escuela de ingeniería civil, como fuente inagotable de experiencias en la formación de las nuevas generaciones, enfrenta los retos de una época que evoluciona bajo la égida de la Revolución Científico Técnica y las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, de ahí la necesidad de renovar, constantemente, métodos y estilos de trabajo que estén dirigidos a lograr transformaciones duraderas en todos los niveles de enseñanza.

Una connotación muy especial tiene esta problemática para la Universidad industrial de Santander que tiene como encargo social formar en las nuevas generaciones modos de actuación permeados de las potencialidades educativas necesarias para hacer más eficiente el aprendizaje, no solo desde la posición del profesor sino a partir de su incorporación e interacción con el resto de los sujetos en este complejo proceso.

Desde una concepción didáctica, en función de la socialización del proceso de aprendizaje y en el contexto de una escuela independiente y organizada, es el reconocimiento del otro, de las posibilidades que le son inherentes y cómo las puede irradiar; qué saberes considera necesario demandar a otros sujetos del grupo, qué fuentes de información consultar, saber diferencias cuáles le pueden ser más útiles y cómo con su accionar es capaz de contribuir al bienestar de sus semejantes, expresar elección de alternativas. El valor fundamental de la orientación como proceso y etapa reside en que garantiza la comprensión por el estudiante de lo que va hacer antes de iniciar la ejecución. En la medida que él comprende, no solamente lo que va hacer, el producto que va a obtener, sino también cómo ha de proceder, qué materiales e instrumentos ha de utilizar y qué acciones y operaciones debe emprender y el orden de su despliegue, mayor será la calidad de la ejecución y del resultado que se obtenga.

Además, es importante antes de iniciar la ejecución, que el profesor tenga un pleno control de la comprensión de los estudiantes, aquí se deben realizar preguntas para constatar su preparación para esta etapa, propiciar las condiciones favorables para el intercambio, la búsqueda de soluciones alternativas, la ayuda, la reflexión, el tiempo necesario para llegar de forma gradual a un resultado

El control no puede identificarse únicamente con el resultado final, se implementa, como estrategia de dirección, desde la orientación para darle seguimiento a la incorporación del estudiante a todo el proceso, esto propicia el desarrollo de

habilidades generales como: planificar una actividad, determinar qué acciones seguir y controlar su realización.

Los componentes de la actividad de aprendizaje antes referidos se materializan a través de la socialización de este proceso.

Las manifestaciones del desarrollo alcanzado en todos los ámbitos de la vida social han puesto a la escuela ante la necesidad de una constante renovación de estilos y métodos de trabajo que promuevan la independencia en la búsqueda de soluciones y que en este proceso, sean cada vez más evidentes los niveles de colaboración, donde el sujeto, independientemente de su responsabilidad individual en el cumplimiento de determinada tarea, se identifique con las preocupaciones del otro y le sea placentero y agradable brindar determinado nivel de ayuda siempre que sea necesario.

La necesidad de que profesores y estudiantes sean más independientes en la ejecución de diversas tareas, trasciende los marcos de la escuela de ingeniería civil e influye de forma decisiva en la vida social. Actualmente la Universidad no es lugar donde los adolescentes y jóvenes permanecen sentados la mayor parte del día en espera de órdenes a ejecutar. Es una institución determinante, influyente en el desempeño social de todos los individuos, los enseña a comportarse a manifestarse en disímiles situaciones lo que da una apertura sociológica a su intención formativa. No se trata de reforzar normas o estilos coercitivos, sino de que cada estudiante se dote de sus propias normas y sepan adecuar sus estilos a cada situación, que aprendan a analizar lo que sucede en su escuela, en su entorno y microsociedad, a interaccionar con los otros en distintas situaciones que pueden ser competitivas, de conflictos, de cooperación, de ayuda y de apoyo emocional a los demás. Esto hace que la educación no sea algo inalcanzable, engorrosa y dura; sino una actividad placentera, libre de barreras, a la que de forma fluida y cotidiana se incorpora el individuo. Es por ello que la Universidad como centro de formación de la cultura debe suministrar todos los elementos necesarios y suficientes para hacer más trascendente a la educación en todas sus dimensiones, que gane en universalidad, que esté dirigida a rescatar el lugar que merece el hombre en el sistema de relaciones sociales y la perpetuidad de transformación social que este le imprime al proceso del conocimiento.

Lo esencial es cambiar las formas de trabajo, mostrar que el conocimiento es una fuerza transformadora de la realidad, que se aplica a los problemas cotidianos, que en cada modo de actuación de los sujetos se expresa satisfacción por el seguimiento a la evolución cualitativa del proceso y de los resultados alcanzados en términos de aprendizaje.

En el ejercicio de su función el maestro necesita muchos elementos, tiene que conocer profundamente la cultura humana, saber cómo piensan y se desarrollan sus estudiantes para guiarlos en este complejo proceso, insistir sistemáticamente en la necesaria formación de valores, de la que no pueden prescindir nuestras influencias educativas por muy informales que sean.

Esto permite que la Universidad se abra más a los problemas sociales y luche por resolverlos, que los educandos se sientan más comprometidos con transformar la sociedad en beneficio de todos y que luchen por un ideal social, en el ejercicio de su futura profesión.

El obligado reconocimiento que merece la Universidad como centro formador de una cultura determinada, hace que esta logre mayor aproximación a la realidad y aprenda a analizarla, que todo su accionar se revierta en auto transformación para cada profesor, que se libere de la resistencia al cambio, que aprenda a pensar cómo enseñar y enseñe a pensar cómo aprender. Exigir porque cada estudiante sea crítico y colaborativo, que piensen por sí mismos y se conviertan en seres autónomos.

En el proceso educativo, se concibe el trabajo con esta herramienta pedagógica como un método y que se materializa en cuatro etapas fundamentales:

- **La determinación:** Es un trabajo didáctico que esta a cargo de los profesores del colectivo pedagógico (vial) para concretar qué aspectos del contenido del programa formarán parte del sistema de trabajo independiente, condiciones en que se desarrollará, fuentes de información a consultar por el estudiante, resultados del diagnóstico, ya sea el de entrada o su seguimiento, de acuerdo con la etapa del curso que se valore.
- **Orientación:** Es una de las etapas más importantes del proceso, es donde se concreta el qué y cómo ejecutarlo. Se aprovechan todas las potencialidades del contenido para una adecuada motivación, sobre la base de los beneficios que reporta el trabajo para los estudiantes, su utilidad presente y futura y qué tributa a los sujetos que aprenden en función de habilidades profesionales que se conviertan en modos estables de actuación. La base orientadora de la actividad se concreta en una guía para el autoaprendizaje.
- **Ejecución:** Puede ser en la clase o fuera de esta, se solucionan tareas de carácter individual o colectivo. Es donde se aprende la habilidad y el profesor da seguimiento a las particularidades de su despliegue. Se constata cómo evoluciona el tránsito de la dependencia a la independencia y qué regularidades nos demuestran una transformación cualitativa estable de los modos de actuación del sujeto que aprende ante la solución de nuevos problemas, que le aporten nuevas informaciones, que organicen la lógica de su actuación en función de asumir su rol protagónico como centros del proceso.
- **Control:** Seguimiento constante al proceso desde la propia determinación para constatar cómo va evolucionando el desarrollo de las habilidades propuestas en situaciones de aprendizaje que sean novedosas.

Las etapas anteriores además de coincidir en su mayoría con los componentes de la actividad de aprendizaje, implican un modo peculiar de estar y de participar en el proceso educativo, ya que el profesor y el estudiante han de valorar en todas sus

dimensiones las posibilidades de interrogarse y de actuar en el espacio que comparten, qué acciones educativas emprender en el contexto y cómo replantearlas hacia la transformación profunda que demanda la actividad en la que ambos están comprometidos.

¿Qué aporta esta herramienta pedagógica en la actividad educativa a los estudiantes?

Tiene sus fundamentos en la capacidad e intencionalidad de los seres humanos para comprender y aprehender la realidad, pero esta será más interiorizada cuanto mayor es la participación del estudiante en el proceso de aprendizaje.

El principio de la actividad educativa, en toda su dimensión, presupone que profesores y estudiantes asuman el proceso de enseñanza-aprendizaje como una realidad compleja, que parte de la responsabilidad profunda de cada estudiante para estructurar su propio proceso de aprender a aprender. Así, "el aprendizaje es la construcción e interiorización de la realidad experiencias y académica que la persona realiza, dependiendo esencialmente de su libre implicación, del nivel de motivación, del estilo cognitivo y de su entorno cultural y socio-emocional con el que interactúa".<sup>5</sup>

Lo anteriormente citado, aunque de sobrada actualidad, nos lleva a reflexionar sobre la expresión: dependiendo esencialmente de su libre implicación, que en el contexto del proceso, en su dirección e interrelaciones, tiende a sobredimensionar las posibilidades del sujeto que aprende en cuanto a su participación, por lo que en nuestras condiciones, esta libertad de implicarse no puede identificarse en modo alguno con el dejar hacer como la preponderancia al excesivo directivismo de la escuela tradicional.

De lo anterior se infiere la siguiente reflexión: ¿Cómo incentivar el aprendizaje activo y autónomo?,. ¿Qué cualidades lo identifican? ¿Está en condiciones el estudiante, actual, de la escuela de ingeniería civil de la universidad industrial de Santander, de auto dirigirse en la búsqueda de la independencia y el estudio independiente desde la clase de vías?

Cada profesor en la sala de clases, debe crear ese espacio-tiempo que promueva verdaderas situaciones de aprendizaje, donde en un entramado socio-cognitivo cada estudiante busque y reconsidere los procesos instructivos, se cuestione lo presentado por el profesor, lea creadoramente cada texto, los compare y los complemente con los que ya posee elaborados por él.

La naturaleza didáctica de la actividad (con esta herramienta) radica en la calidad y representatividad de la misma para que el estudiante aprenda y se sienta creativo en las tareas que realiza.

---

<sup>5</sup> A.M. Rivilla, 2000

"El estudiante activamente implicado en su aprendizaje ha de sentirse en la clase como co-protagonista de ella, y con estímulo continuo para que asuma que la tarea de aprender es un proceso esencialmente personal y de búsqueda irrenunciable".<sup>6</sup>

Aunque en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, la configuración de las actividades que propician un aprendizaje activo son decididas por el profesor como proceso inicial, luego, como consecución de lo procesal, deben ser co-decididas y auto propuestas conjuntamente con los estudiantes.

La autonomía se va construyendo con un marcado carácter vivencial, valorada socialmente pero decidida prioritariamente por cada estudiante. Es la clase el verdadero espacio de aprendizaje autónomo si el profesor comprende este desafío y actúa en consecuencia, procurando que la naturaleza de las actividades que se proponen sean favorables a la toma de decisiones y tiendan a que se mantengan los niveles deseados de autonomía.

La independencia y la autonomía, no excluyen la acción orientadora del profesor, todo lo contrario, esto presupone la adecuada diferenciación de cómo se manifiesta el tránsito de los estadios iniciales de dependencia hacia los niveles de mayor independencia y protagonismo que va adquiriendo el estudiante desde los primeros años de estudio, y que al finalizar será más rigurosa y tendente a la corresponsabilidad. El aprendizaje activo y autónomo se materializa en la medida en que las actividades que se orienten estimulen la elaboración de repuestas independientes, creativas y acertadas.

Aprender con independencia y autonomía debe ser un propósito curricular desde los primeros años de vida, que ha de significar para todos los implicados un proceso de apertura y superación continua, que requiere de una metodología diferenciada hacia el estudio independiente con la necesaria complementación del trabajo en equipos.

El aprendizaje adquiere el rango de activo y autónomo cuando el proceso educativo en su realización de proceso de enseñanza-aprendizaje sitúa a cada estudiante como el principal protagonista de su propia realidad personal y escolar, comprometiéndolos con los niveles alcanzados de su auto desarrollo para dar soluciones a los problemas auto propuestos que se revelan como parte de la cultura escolar.

El conjunto de tareas docentes que se le plantean al alumno debe estar permeado de una perspectiva de búsqueda e iniciativas de nuevos procesos de descubrimiento compartido entre profesor y estudiante, lo que conduce a la creación de espacios interactivos flexibles que sitúa a los sujetos del proceso "como creadores de una nueva práctica co-formativa".<sup>7</sup>

Es por ello que la dirección del aprendizaje, desde la clase, debe estar mediada por un ambiente de preguntas, cuestionamientos de problemas planteados por cualquiera de las partes implicadas, satisfacciones, insatisfacciones; que se van

---

<sup>6</sup> A.M. Rivilla, 2000

<sup>7</sup> A.M. Rivilla, 2000

estructurando como una manifestación necesaria de la interactividad en este proceso. O sea, aprender independientemente, es básicamente avanzar en el modo de entender, relacionarse y dar sentido a la realidad, descubriendo las claves necesarias para participar y transformar en el aula y fuera de esta con éxito.

El aprendizaje es irrealizable e inalcanzable sin la implicación de los sujetos, especialmente sin la emergencia de actitudes, sin la necesaria identificación de pertenencia a un determinado proceso formativo sobre el que se han definido tareas de diversos alcances y matices y sin la sensibilidad adecuada para aprender a aprender.

La calidad del aprendizaje de los estudiantes y su enfrentamiento a la búsqueda independiente está en dependencia de la naturaleza y coherencia de las actividades que para este fin se planifiquen en el aula, estas son el punto de partida de la concepción metodológica que se adopte en función de configurar una adecuada orientación y clima de trabajo que responda a las expectativas y necesidades de los estudiantes.

El verdadero carácter protagónico de los sujetos en el proceso de enseñanza-aprendizaje se logra cuando este se integra consciente y responsablemente a la ejecución de cada tarea, cuando cada estudiante domina e interioriza cuáles son las acciones que va a implementar para cada respuesta, qué secuenciación establecer, con qué contenidos vincularlos desde la significatividad del conocimiento.

De gran importancia para los profesores, contar con las vivencias personales de los que aprenden, armonizar iniciativas individuales con las colectivas y valorar entre los diversos ejercicios, los más adecuados para suscitar la creatividad y la colaboración de los estudiantes en su formación.

El sistema de actividades que planifiquen los profesores en el aula y su extensión a otras áreas de la escuela y la microsociedad, constituye el medio para relacionar los contenidos de las diferentes áreas con su propia experiencia personal y cultural, lo que les permite avanzar en su madurez humana y social, convirtiéndose en colaboradores de su propia formación. Es en este espacio, donde cada estudiante da respuesta a los problemas y dificultades que surgen en el proceso de autoaprendizaje y las situaciones de comprensión y reconstrucción de lo trabajado, donde activamente se implican los sujetos comprometidos.

En la totalidad de las fuentes nacionales consultadas y en buena parte de las foráneas, prevalece como criterio de que el trabajo independiente se ejecuta por parte de los estudiantes fuera de los marcos del aula y que su éxito depende en buena medida de lo que él sea capaz de hacer en la búsqueda bibliográfica, estudio individual, elaboración de informes, consultas a expertos, entre otros, para conformar y defender su trabajo. En correspondencia con el principio de la independencia y la autonomía, es necesario reflexionar a partir de las siguientes interrogantes:

- ¿Es una regularidad en el trabajo del profesor la orientación y control del trabajo independiente para que el estudiante lo realice en el aula?

- ¿Son necesarios y suficientes los medios e instrumentos que están al alcance de los estudiantes para implementar las tareas de trabajo independiente dentro y fuera del aula?
- ¿Estimulan las tareas propuestas la búsqueda bibliográfica y de otras fuentes por parte de los estudiantes?
- ¿Es la tarea lo suficientemente didáctica como para no sugerir respuestas reproductivas de las fuentes consultadas?
- ¿Se adecuan a la diversidad las tareas propuestas?
- ¿Los estudiantes implicados auto proponen tareas colaterales?
- ¿Se implican los sujetos en el control, autocontrol y evaluación del trabajo independiente?
- ¿Demandan los estudiantes los niveles de ayuda que necesitan para la ejecución y auto control del trabajo independiente?
- ¿Están consciente los estudiantes de la importancia que tiene para su futuro desempeño profesional apropiarse de una ética autónoma en la solución de tareas con carácter independiente?

Las respuestas a cada una de estas preguntas anticipan un alcance curricular, por ser este una estructura de proyecto educativo estable y en constante transformación, coherente, que no pueden concebirse al margen de otros elementos que lo integran.

La constatación de la transformación estable de los modos de actuación de los estudiantes, es una de las tareas más difíciles que acometen los profesores en cualquier proyecto educativo, ya que el sistema de actividades al que tiene que enfrentarse sitúa a cada estudiante ante la necesidad de demostrar el despliegue de las habilidades rectoras en la ejecución de tareas con carácter independiente, las iniciativas en la solución de problemas nuevos para ellos, que en definitiva constituyen intenciones y propósitos del curriculum.

Las propuestas de una sistema de tareas con carácter independiente en el aula, están estrechamente ligadas a las exigencias curriculares, han de presentarse a toda la clase, de forma tal que el profesor, a partir de los criterios de la diversidad le de una adecuado seguimiento a las acciones para la ejecución, el control y autocontrol.

Los fundamentos epistemológicos antes declarados, los métodos y técnicas aplicadas, el análisis de los documentos rectores de la escuela, la revisión de los planes de clases en la etapa del diagnóstico, la observación de varias actividades docentes sobre la base de los indicadores establecidos, nos permitieron determinar que:

En el Modelo del Profesional antes referido no se abordan de manera integral lo instructivo y lo educativo en la formación de la personalidad, que en el nuevo proyecto (trabajar con una herramienta pedagógica), aunque se supera sobremanera esta insuficiencia, no se trazan los propósitos de una aprendizaje colaborativo sobre la base del trabajo independiente. Esto se deriva como problema en la revisión de los planes de clases.

Algunos profesores no han logrado interiorizar que en las actuales condiciones del desarrollo social, la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes del nivel superior, está marcada por los propósitos de enseñar a aprender y aprender a aprender, para lograr los estadios deseados de independencia cognoscitiva y trabajo independiente en los distintos momentos de la actividad de aprendizaje.

Propiciar un proceso de enseñanza-aprendizaje que se caracterice por la búsqueda independiente de la información científica en las fuentes consultadas y la adopción de actitudes de autodeterminación y ejecución de tareas de aprendizaje.

Promover la relación profesor-alumno, alumno-profesor, alumno-alumno, alumno-grupo, alumno-contenido y alumno-familia que favorezca un proceso de socialización dinámico, empático e interactivo, durante la realización de distintas actividades las cuales requieren de los conocimientos, habilidades y disposiciones para la realización de acciones conjuntas en un contexto educativo común que propicie la satisfacción de las necesidades de aprendizaje.

Potenciar el desarrollo de habilidades profesionales para la solución de tareas con carácter independiente a partir de los componentes básicos de la actividad de aprendizaje.

Planificar formas de organización para este nivel que constituyan verdaderos espacios para la reflexión y búsqueda de soluciones a las tareas orientadas, donde cada sujeto sienta la necesidad de compartir lo que aprende y considere los criterios y puntos de vistas del otro para perfeccionar su trabajo.

Propiciar en profesores y estudiantes una actitud de agentes de cambio en cuanto a la dirección y organización del proceso de enseñanza-aprendizaje en las actuales condiciones en las que se forman los profesionales para los subsistemas correspondientes.

Potenciar el auto didactismo, el diálogo pedagógico y la construcción socializada del aprendizaje como pilares para la independencia cognoscitiva y eje conceptual y práctico en el que se sustenta esta propuesta. La necesidad de implicar al estudiante en la realización de las tareas curriculares y que se responsabilice con la autoevaluación y coevaluación. Potenciar el diálogo como condición básica para un aprendizaje reflexivo y socializado a través de la orientación, ejecución y control como componentes básicos en la construcción de este proceso.

En la operacionalización de toda propuesta metodológica hay que tener en cuenta los siguientes aspectos: Fines, necesidades, preparación de las condiciones previas, diagnóstico y caracterización, capacitación a los docentes e implementación de la propuesta a través del tema seleccionado.

#### **4.2.1. Determinación del Sistema de Tareas Docentes que el Estudiante Realizará por Trabajo Independiente.**

El sistema de tareas que se proponga debe seguir un orden lógico y debe ser para resolver antes de una clase, como condición previa para su asimilación durante la clase para acercar a los estudiantes a los objetivos o precisar alguna información o después de una clase como profundización o sistematización de lo estudiado. En el estudio de cualquier tema se puede combinar el sistema de tareas, la tarea a orientar antes de una clase como condición básica propedéutica puede hacerse en el tiempo que el docente considere oportuno, incluso antes que el estudiante haya recibido el tema para el cual se prepara el trabajo independiente.

Las tareas que se proponen dentro de la clase deben quedarse articuladas en la lógica general planificada para su desarrollo y prever el tiempo, las condiciones y materiales que necesitan los estudiantes para su ejecución. El profesor tendrá claridad del momento de la clase en que debe orientarlo y la forma en que organizará el grupo.

Después de analizado el contenido los profesores determinarán las coordinaciones con el Centro de Documentación (biblioteca) para que los estudiantes reciban las orientaciones necesarias por parte de los especialistas de esa entidad para la búsqueda de la información de acuerdo con la complejidad de cada uno de los temas del programa.

El trabajo independiente debe desarrollarse dentro o fuera de la clase de acuerdo con la función didáctica determinante y la forma de la docencia que se trabaje.

Dentro de la clase:

- Lecturas e interpretaciones de materiales.
- Determinación de las ideas esenciales de un texto y de las preguntas que sobre lo leído se pueden hacer al profesor y demás estudiantes del grupo.
- Resumen de registro de datos de observaciones realizadas.
- Comparación de conceptos, datos, criterios o postulados teóricos importantes.
- Informe crítico de lecturas ya realizadas.
- Presentación de resultados de tareas orientadas con anterioridad o experimentos realizados.
- Debates socializados sobre cuestiones del trabajo metodológico de actualidad.
- Conclusiones realizadas por los estudiantes.
- Observación de experimentos y discusión de las apreciaciones realizadas por diferentes equipos o cualquiera de sus integrantes.
- Solución de problemas o tareas didácticas.
- Elaboración de cuadros resúmenes para la Conceptualización y operacionalización de variables en los trabajos de curso.
- Elaboración de materiales, medios de enseñanza u objetos.

- Rendición de cuentas de resultados parciales de la caracterización de los sujetos, grupos.
- Exposición de la interpretación de los resultados de algunas técnicas aplicadas en el trabajo estudiantil.
- Coevaluación y autoevaluación de los resultados del proceso de aprendizaje.
- Rendición de cuentas del trabajo estudiantil en todas sus modalidades.

Se pueden diseñar para ser resueltos en una parte o en toda la clase. Fuera de la clase pueden ser:

- Ponencias sobre lo estudiado.
- Elaboración de informes de ponencias sobre otros resultados expuestos.
- Montaje de experimentos y su interpretación.
- Comprobación de la manifestación práctica de los aspectos estudiados.
- Resumen de aspectos relacionados con la temática dada por diferentes autores.
- Caracterización psicopedagógica de grupos y sujetos.
- Análisis crítico de un texto estudiado a través de una guía previamente orientada.
- Resumen de entrevistas realizadas a expertos sobre un tema de interés tratado en clases.
- Todo sistema de trabajo independiente que se diseñe llevará implícito en qué momento o etapa del curso se orientará y controlará, además el profesor y estudiantes designados deben controlar sistemáticamente si las condiciones en las que se despliegan las acciones para el aprendizaje son las más adecuadas para su éxito, potenciando en los estudiantes las habilidades necesarias y suficientes para la solución de tareas y un ambiente favorable para su realización.
- Revisar y analizar la bibliografía y otras fuentes que se consideren necesarias.
- Fichar referencias y contenidos.
- Valorar críticamente lo fichado y asumir determinado criterio.
- Fundamentar cada tarea que se realice.
- Elaborar informe del trabajo independiente.
- Explicar al auditorio los resultados alcanzados.
- Determinación de las formas de control que se utilizarán para su evaluación individual o colectiva.

Es necesario evitar que el estudiante adopte posiciones cómodas de simple información, repetición o recepción de resultados. Igualmente es muy nocivo para el aprendizaje que el estudiante se sienta a esperar que le den una evaluación porque generalmente, cuando esto sucede se limita la interacción entre los sujetos del proceso, por lo que es provechoso orientar formas o ejercicios con determinado nivel de aplicación de los conocimientos precedentes, o que sean capaces de proponer alternativas para la solución de algunas tareas, lo que garantiza las condiciones para la discusión, análisis o comparación de lo que presente cada equipo o estudiante. En este sentido puede aprovecharse todas las posibilidades que brindan las formas de organización de la enseñanza prestándole especial

atención a las actividades prácticas, consultas y encuentros; ya que en estas últimas el docente puede proponer cuantas variantes considere necesarias para activar y hacer más eficiente el proceso evaluativo.

Es importante que el estudiante tenga una actitud decisoria en la evaluación del trabajo independiente, lo que se logra con su plena incorporación a la valoración de los resultados del otro, y a auto evaluar críticamente hasta donde ha llegado y qué le falta para la idoneidad en el aprendizaje independiente con la necesaria complementación del trabajo en equipos.

### **4.3. CICLO DE UN PROYECTO DE CARRETERA**

Un proyecto de carretera comienza en el momento en que se identifica el problema o necesidad por solucionar y termina en el momento en que se logra solucionar o satisfacer dicha necesidad alcanzando así los objetivos esperados por el proyecto. Las diferentes etapas por las que debe pasar el proyecto es lo que se llama ciclo del proyecto. Estas etapas son: preinversión, inversión y operacional, tal como se ha presentado en la teoría inicial, y este es el punto de partida para que el estudiante se haga responsable por el diseño del corredor vial y consecución de un proyecto de carretera. Ver figura 10.

#### **4.3.1. Etapa de Preinversión**

En ella se realizan todos los estudios necesarios para tomar la decisión de realizar o no el proyecto. El estudiante debe examinar la viabilidad del proyecto de carretera mediante la identificación del mismo, la preparación de su información técnica, financiera, económica y ambiental, el cálculo de cantidades de obra, de costos y beneficios, y la preparación de los bosquejos o anteproyectos que se requieran.

Durante esta etapa, a partir de la idea del proyecto de carretera, se desarrollan los denominados estudios de preinversión, el estudiante debe recopilar toda esta información e indicar los resultados de este proceso.

- **Idea del proyecto:** La *idea del proyecto* consiste en identificar de forma muy preliminar la necesidad o problema existente y las acciones mediante las cuales se podría solucionar, se deriva de planes generales de desarrollo económico y social, de políticas generales, de planes sectoriales (Plan del Sector Transporte, por ejemplo), de otros proyectos o estudios o porque puede parecer atractivo emprender el proyecto. La idea, adecuadamente presentada, servirá de base para decidir acerca de la conveniencia de emprender estudios adicionales. Dentro de estos aspectos necesarios para la conveniencia del proyecto están:
  - *Aspectos económicos.* En la cual se evalúa si la inversión justifica los beneficios producidos. Esto se evalúa mediante la relación beneficio/ costo.
  - *Integración de nuevas tierras a la producción.* Una carretera crea una zona de influencia, sobre la cual en mayor o menor grado se van a presentar efectos, en la mayoría de casos positivos, representados especialmente por

la posibilidad de una explotación eficiente del potencial productivo de la tierra.

- *Producción agregada de bienes y servicios.* Como consecuencia directa, aunque no exclusiva, se presentara un incremento en los volúmenes de producción por el mayor rendimiento de la tierra, en la cual, gracias a la facilidad de acceso de los insumos básicos para la producción.
  - *Estímulo a otros sectores de la economía.* El desencadenamiento de los procesos de producción a través de la eficiente explotación de la tierra, trae como consecuencia estímulos a los demás sectores de la economía.
  - *Reducción de los costos de transporte.* Una reducción de los costos de transporte se vera reflejada en mejores condiciones de competencia para la producción regional.
- **Perfil del proyecto:** *El perfil del proyecto* sirve para reunir la información de origen secundario (proyectos similares, mercados, beneficiarios, aspectos ambientales, por ejemplo); verificar todas las alternativas del proyecto y estimar sus costos y beneficios de manera preliminar; realizar la versión preliminar del diagnóstico ambiental de alternativas; descartar algunas (o todas) de las alternativas y plantear cuáles son susceptibles de estudios más detallados.
  - **Estudio de prefactibilidad:** Es un proceso de descarte de alternativas y estudio de una, dos, o más de las mismas. En una primera parte se establece un diagnóstico económico preliminar y se definen las grandes orientaciones de los estudios técnicos, financieros, económicos y ambientales del proyecto. Posteriormente, se seleccionan las soluciones por evaluar, coordinando aspectos técnicos, financieros, económicos y ambientales (los técnicos basados principalmente en información existente: fotografías aéreas, restituciones, mapas, carteras de tránsito, otros; y el mínimo necesario de actividades y trabajos de campo). Más tarde se estiman costos y beneficios de cada una de las soluciones, se comparan éstas entre sí y con "una solución de referencia" (Alternativa sin Proyecto), sobre la base de indicadores económicos (relación beneficio - costo, B/C; tasa interna de retorno, TIR; valor presente neto VPN, tasa única de retorno, TUR, con los correspondientes análisis de sensibilidad), se eliminan las soluciones menos convenientes, para reducir el estudio a una, preferentemente, o dos, si así se justifica, en la etapa siguiente o de estudio de factibilidad.

Es a estos procesos que está enfocada la herramienta pedagógica. Como ya se ha comentado, la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander no cuenta con una herramienta computacional implementada sobre la cual el estudiante pueda generar planos comparativos, visualizaciones, análisis y compendios comparativos en los cuales pueda por medio de una interfase grafica, en cualquiera de sus presentaciones, acceder a los resultados de estos procesos y teniendo la oportunidad de ser un elemento decisivo y fundamental en el proceso formativo. Esta información generada con base en información preliminar y en patrones y ponderaciones suministradas por el usuario de la herramienta también permitirán prever diferentes situaciones en donde la opinión profesional del Ingeniero Civil, representado en el estudiante, tenga la oportunidad de generar una

o mas alternativas para el corredor vial, cambiando los parámetros de importancia de cada uno de los factores que influyen en la consecución de un diseño o generando escenarios diversos según las manifestaciones ambientales, sociales, económicas, políticas y de infraestructura en la región.

En general, a todo proyecto de carretera se le debe adelantar el estudio de prefactibilidad, con el fin de tener la información que permita adoptar uno cualquiera de los tres siguientes caminos: efectuar la evaluación final y decidir invertir en la carretera; es decir, pasar a la etapa de inversión; descartar el proyecto u ordenar la realización del estudio de factibilidad.

- **Prefactibilidad:** *El estudio de factibilidad*, que consiste en perfeccionar la alternativa recomendada en la prefactibilidad, tiene por objeto reducir al máximo la incertidumbre asociada con el proyecto de inversión en la carretera. En general, aquí se afinan los estudios de las soluciones, o se amplían los aspectos tanto técnicos como financieros, económicos y ambientales, con el fin de recomendar lo más conveniente y óptimo para la comunidad.

El contenido mínimo de cada uno de los estudios de preinversión de un proyecto de carretera debe cumplir con las necesidades manifestadas en las normativas nacionales y presentadas anteriormente. Es este punto otro fuerte de la herramienta propuesta, permitiendo que se presente de una manera ágil y eficiente la Localización geográfica del proyecto, Descripción de la zona de influencia, Aspectos técnicos del proyecto como la Topografía, Geología y geotecnia, Tránsito, Valores ambientales, Climatología, Aspectos hidrológicos e hidráulicos, Criterios de diseño, Planteamiento de soluciones alternativas, Descripción de soluciones alternativas, Planos en planta y perfil sobre cartografía existente de cada solución, entre otros.

- **Nivel de los estudios técnicos y grado de exactitud de las cuantificaciones en la preinversión**

El nivel de los estudios técnicos y el grado de exactitud de las cuantificaciones en la preinversión, se muestran en la tabla siguiente.

**Tabla 13.** Tipos de Estudios

Tipo de estudio	Nivel de los estudios técnicos	Grado de exactitud de las cuantificaciones	Escala de precisión
Perfil del proyecto	Bosquejos	55 a 60%	
Prefactibilidad	Anteproyecto preliminar	65 a 60%	1:50000
Factibilidad	Anteproyecto definitivo	55 a 60%	1:10000

#### **4.3.2. Etapa de inversión**

La etapa de inversión, también llamada de ejecución, se inicia con la elaboración de los estudios técnicos definitivos (fase III). En esencia, comprende las siguientes actividades:

- Conformación, dentro de la entidad dueña del proyecto, o dentro de la organización del concesionario de la carretera, del grupo encargado de la Gerencia del Proyecto.
- Elaboración de los estudios técnicos definitivos, con preparación de planos detallados para la construcción de las obras, y con un grado de exactitud de las cuantificaciones de 90 a 100%. La escala mínima de diseño será de 1:2000 con precisión 1:1000. Se deben basar en los aspectos técnicos descritos en los estudios de preinversión.
- Gestiones relacionadas con la obtención de los recursos financieros previstos para el proyecto durante la preinversión.
- Preparación de licitaciones para la construcción de las obras, estudio de propuestas y adjudicación de contratos.
- Construcción de las obras.
- Supervisión o interventoría de la construcción de las obras.
- Presentación y entrega del proyecto construido a la entidad que se encargará de su operación y mantenimiento.

La creación de la herramienta computacional permite al usuario llegar a instancias de la etapa de inversión con gran cantidad de la información ya disponible para su utilización. De esta manera la cartografía utilizada desde el inicio del proceso, la alimentación de información y la generación de nuevos modelos estarán a disposición para ser consultados, mejorados e implementados en las siguientes fases del proyecto.

#### **4.3.3. Etapa operacional**

Esta etapa se inicia cuando los vehículos comienzan a circular sobre la vía. Durante la misma el mantenimiento o conservación de la carretera, tanto rutinaria como periódica, es responsabilidad de la entidad dueña del proyecto o del concesionario de la misma.

Generalmente, en los proyectos continuos (concesiones) la etapa de operación se presenta simultáneamente con la etapa de inversión.

## **5. DISEÑO DE LA HERRAMIENTA PEDAGOGICA PARA EL DISEÑO DE UN CORREDOR VIAL - APLICACIÓN SIG METODOLOGÍA RUP**

### **5.1. FASE DE INICIO**

Durante esta fase se realizó un trabajo intenso en los flujos de requerimientos y análisis: en el flujo de requerimientos se definieron de manera preliminar los Casos de Uso de la aplicación, así como los actores que interactuarían con la misma; con estas definiciones se realizó un primer modelo de Casos de Uso, definiendo las correspondencias de los mismos con los actores. Al final de este flujo se priorizaron los casos de uso y se detallaron los críticos.

En el flujo de análisis se desarrolló un primer esquema del modelo de la arquitectura, asignando los diferentes casos de uso detectados a paquetes de análisis, y se generalizaron los casos de uso críticos por medio de diagramas de colaboración.

#### **5.1.1. FLUJO DE REQUERIMIENTOS**

- **Definición de requerimientos**

- La herramienta deberá permitir su aplicación a cualquier tema de polígonos.
- El sistema deberá clasificar el contenido de cada tema de acuerdo con un atributo definido por el usuario.
- El usuario de la herramienta deberá examinar las clases de cada tema para estimar valores de ponderación según su criterio en cada una de las áreas relacionadas; de la misma forma, deberá asignar cifras para ponderar los temas en general.
- Se requiere un software de Sistemas de Información Geográfica que permita el desarrollo de aplicaciones propias.
- La herramienta debe restringirse a modo de uso monousuario.
- La herramienta debe mostrar gráficamente una clasificación de zonas según su aptitud para ser incluidas dentro del diseño de un corredor vial, teniendo en cuenta los valores de estimados por el usuario.
- El sistema debe calificar alternativas de corredores viales definidos por el usuario, devolviendo un valor de calificación que puede darse en puntos, en porcentaje o en nivel de importancia, según se defina en la etapa de diseño.
- El sistema debe permitir al usuario consignar anotaciones acerca del análisis realizado.

- **Definición de actores.**

**Tabla 14.** Actores

<b>ACTORES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Estudiante	Usuario que utilizará la herramienta para aplicar sus conocimientos en diseño vial Fase I. Para abordar el manejo de la misma deberá tener completamente claros los conceptos en áreas relevantes del diseño vial como geología, geotecnia y pendientes.
Profesor	Acompañante del usuario <i>Estudiante</i> durante el proceso de construcción de conocimiento. Revisará y evaluará los análisis realizados por el estudiante con la herramienta.

- **Definición de Casos de Uso.**

**Tabla 15.** Casos de Uso

<b>Caso de uso</b>	<b>Descripción</b>
Clasificar Temas	El estudiante dispondrá de archivos con los temas que utilizará en la aplicación. En el momento de cargarlos a la aplicación, serán analizados preliminarmente para detectar las clases presentes en cada mapa.
Asignar Valores de Ponderación	El estudiante utilizará sus conceptos en cada una de las áreas pertinentes para asignar valores de ponderación a cada una de las clases de los temas de análisis.
Visualizar Clasificación de Zonas	El proceso central de la aplicación será la <i>clasificación de zonas</i> que consistirá en una serie de intersecciones de polígonos, complementada por cálculos matemáticos que arrojarán la aptitud de los polígonos resultantes para soportar un diseño vial.
Trazar Alternativas Viales	El estudiante trazará alternativas viales teniendo en cuenta los resultados de la etapa de <i>clasificación de zonas</i> .
Visualizar Calificación de Alternativas	La aplicación considerará cada alternativa trazada teniendo en cuenta la aptitud de los polígonos que ésta intersecta y arrojará una calificación que permita comparar cada alternativa trazada.
Guardar Resultados	El estudiante podrá almacenar los resultados de sus análisis, junto con los temas utilizados y las tablas de valores de ponderación asignados.
Evaluar Resultados	El profesor tendrá acceso a los resultados del

	análisis del estudiante, así como a los archivos utilizados, con el fin de evaluar los procesos realizados por el estudiante.
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- **Priorización de Casos de Uso**

**Casos de Uso críticos:**

Visualizar Clasificación de Zonas  
 Visualizar Calificación de Alternativas

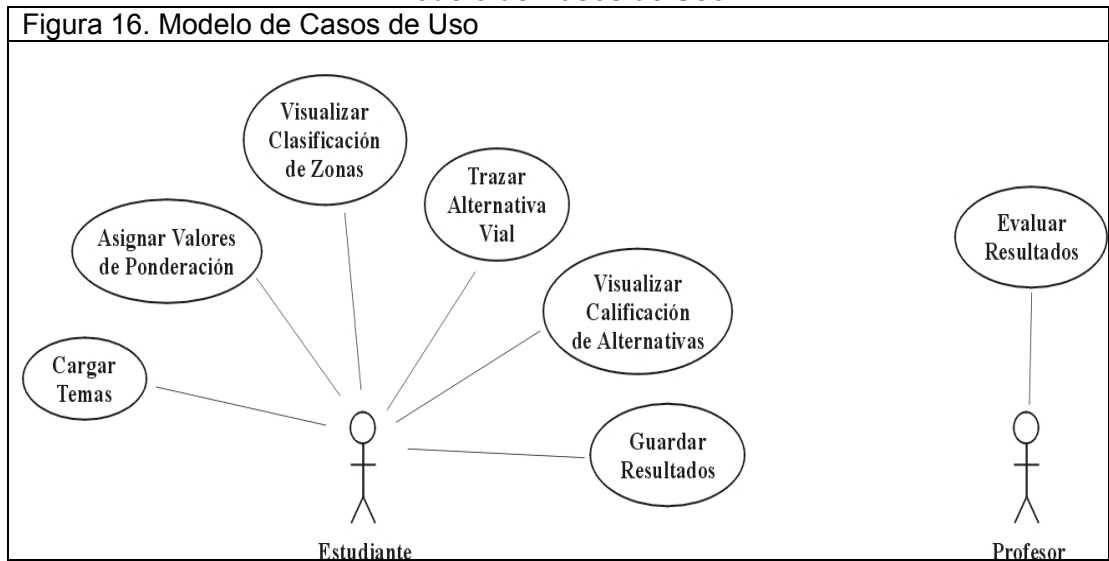
**Casos de Uso principales:**

Asignar Valores de Ponderación  
 Trazar Alternativas Viales

**Casos de Uso secundarios:**

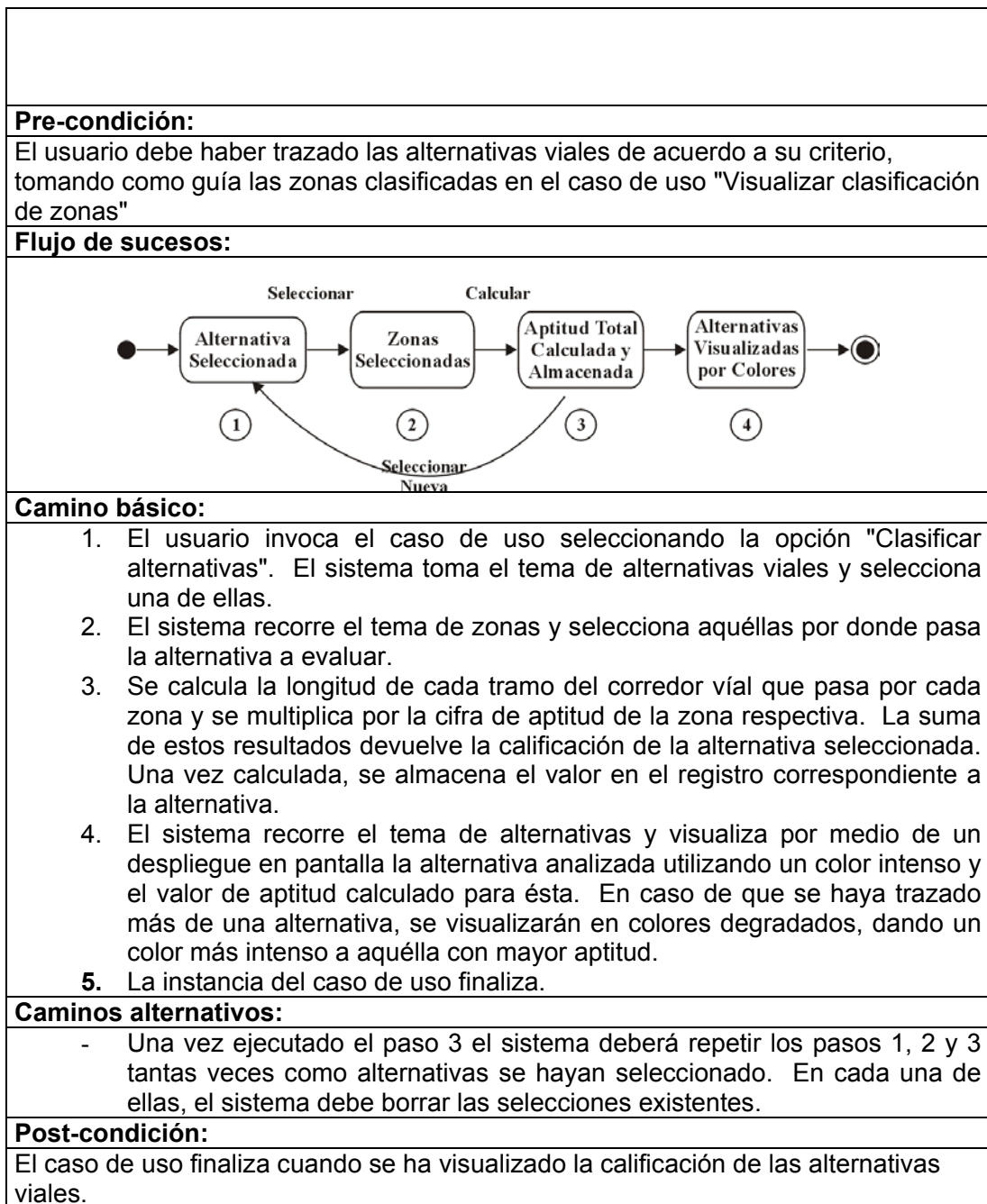
Clasificar Temas  
 Guardar Resultados  
 Evaluar Resultados

**Modelo de Casos de Uso**



- **Detalle de Casos de Uso críticos**

<b>Caso de Uso: Visualizar Clasificación de Zonas</b>
<b>Pre-condición:</b>
El usuario debe haber cargado previamente los temas requeridos para el análisis del corredor vial a trazar y haber ejecutado el caso de uso "clasificar temas", así como el de "asignar valores de ponderación", de manera que cuente con los temas clasificados y ponderados.
<b>Flujo de sucesos:</b>
<pre> graph LR     Start(( )) --&gt; 1[Temas Cargados]     1 -- Intersectar --&gt; 2[Tema de Aptitud Creado]     2 -- Calcular --&gt; 3[Valores Ponderados]     3 -- Totalizar --&gt; 4[Aptitud Corregida]     4 -- Corregir --&gt; 5[Tema de Aptitud Corregido]     5 -- Visualizar --&gt; 6[Tema de Aptitud Visualizado]     6 --&gt; End((( ))) </pre>
<b>Camino básico:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante invoca el caso de uso cuando activa la opción "Clasificar Zonas". El sistema selecciona internamente los temas a incluir en el análisis y los carga para efectuar la intersección.</li> <li>2. El sistema sobrepone los temas cargados, hallando nuevos polígonos como resultado de la intersección, los cuales serán almacenados en un nuevo archivo. Este archivo llamado tema estará habilitado, además, para el almacenamiento de valores ponderados para cada polígono existente.</li> <li>3. La herramienta recorre el nuevo tema comparando cada polígono con los temas originales y tomando el valor ponderado de la clase correspondiente en cada tema. Este valor se multiplica por la cifra asignada al tema respectivo y se guarda en la tabla del nuevo tema.</li> <li>4. La aplicación toma los valores calculados anteriormente para cada polígono y los suma, obteniendo la aptitud total del mismo, almacenándolo posteriormente en la misma tabla.</li> <li>5. Se recorre el nuevo tema buscando polígonos con área inferior a un límite definido; el valor de aptitud de estos polígonos se ajusta igualándolo al polígono adyacente de mayor área. Finalmente, se crea un nuevo tema en el cual se han disuelto los polígonos adyacentes, cuyo valor de aptitud sea igual.</li> <li>6. El tema final de aptitud se presenta al usuario tomando un color diferente para cada valor de aptitud.</li> <li>7. La instancia del caso de uso finaliza.</li> </ol>
<b>Camino alternativo:</b>
- Durante el paso 2, el usuario puede decidir detener el proceso.
<b>Post-condición:</b>
La instancia del caso de uso termina cuando el tema de aptitud ha sido visualizado ó cuando el proceso de intersección de los temas ha sido cancelado.



### 5.1.2. FLUJO DE ANÁLISIS

- **Análisis de la Arquitectura**

Figura 17. Identificación de Paquetes de Análisis

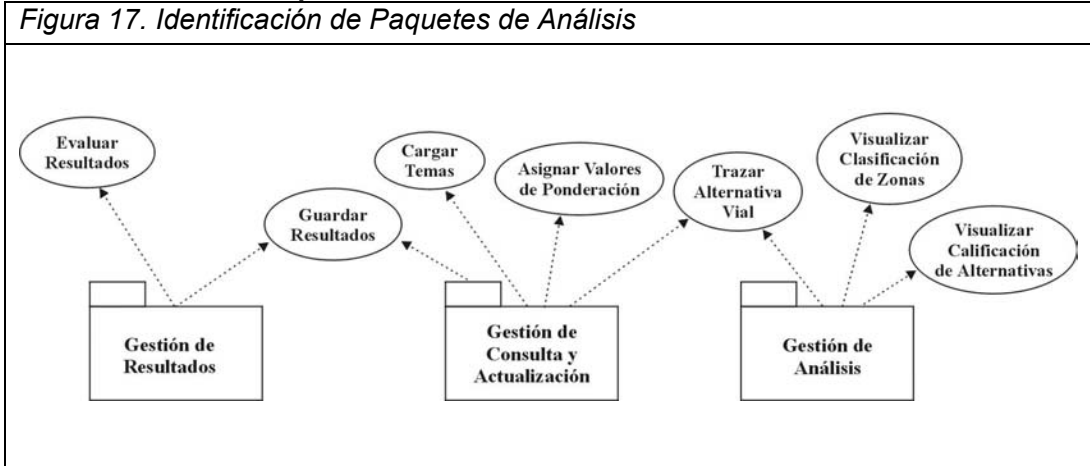
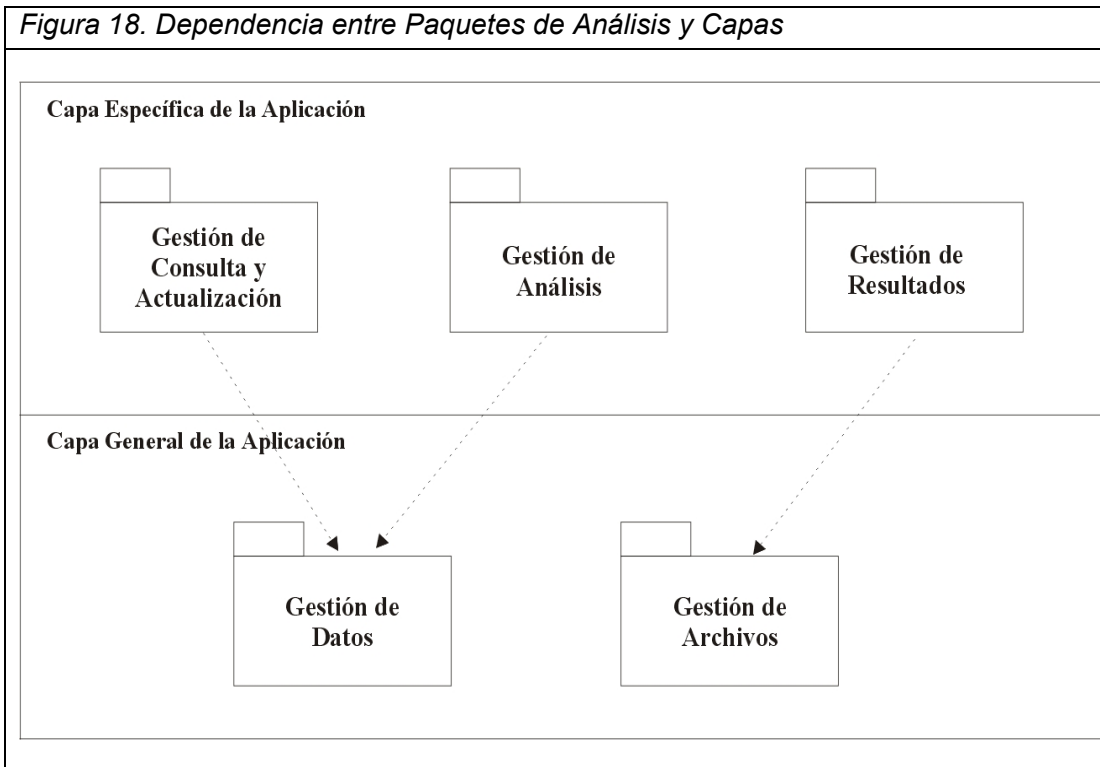


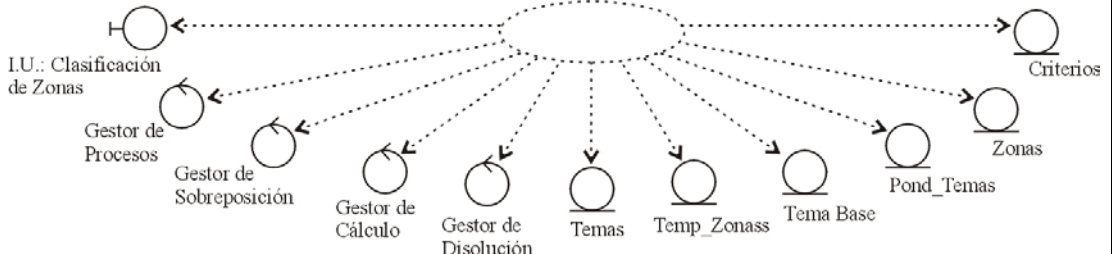
Figura 18. Dependencia entre Paquetes de Análisis y Capas



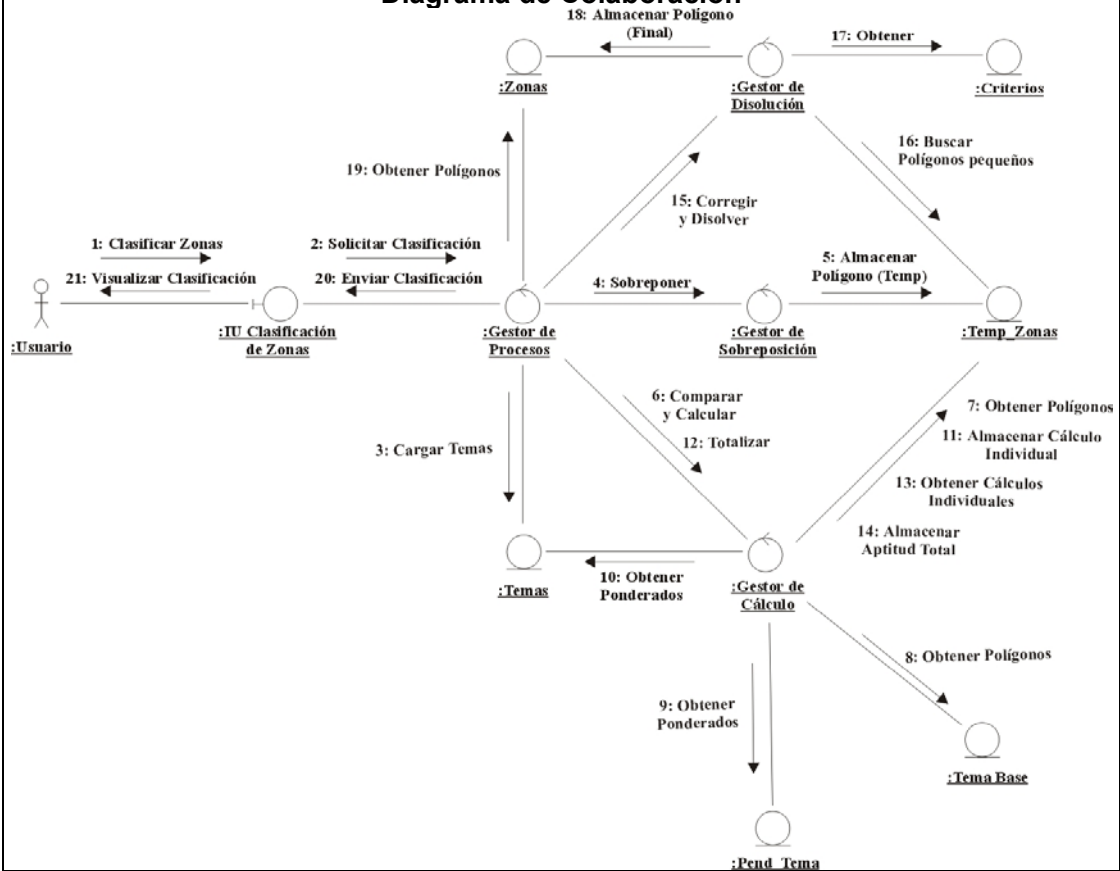
- **Análisis de Casos de Uso críticos**

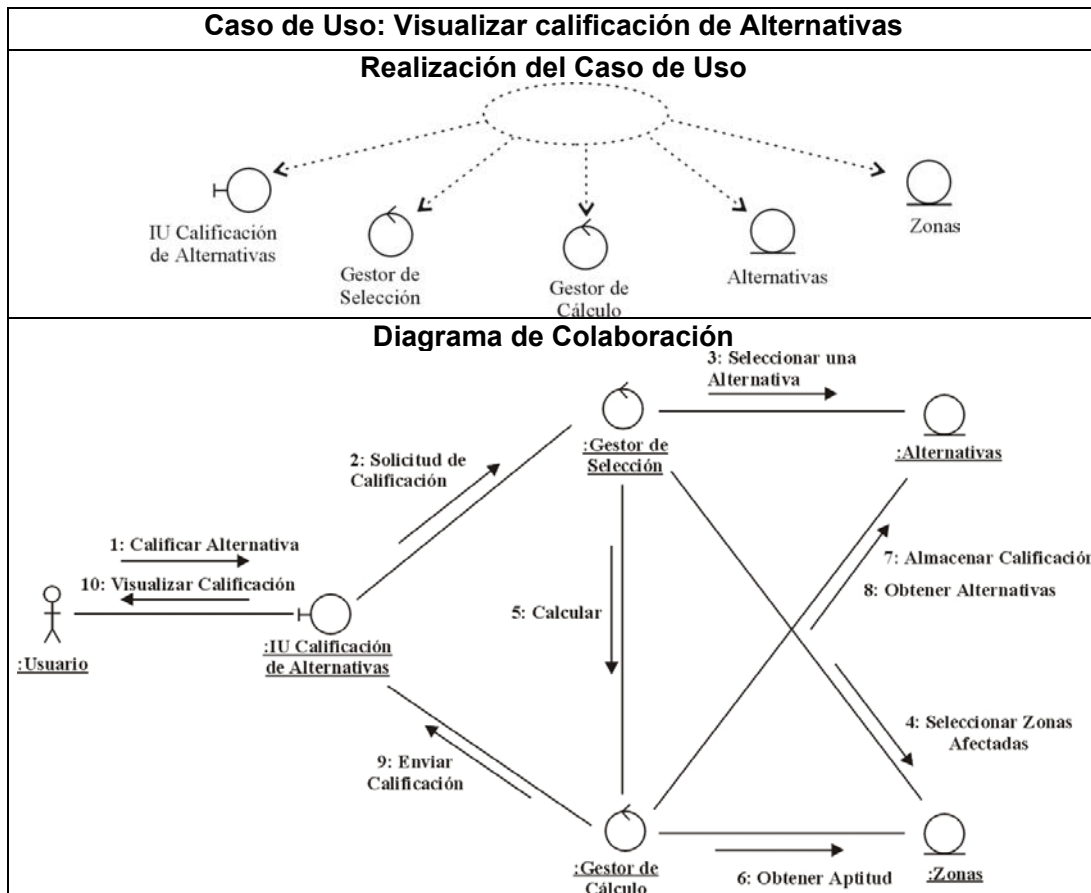
**Caso de Uso: Visualizar clasificación de zonas**

**Realización del Caso de Uso**



**Diagrama de Colaboración**





## 5.2. FASE DE ELABORACIÓN

Durante la fase de elaboración se consideró la conveniencia de realizar un cambio de actores, teniendo en cuenta las nuevas tendencias de evaluación en educación (autoevaluación, heteroevaluación y co-evaluación).

### 5.2.1. FLUJO DE REQUERIMIENTOS

- **Redefinición de Casos de Uso**

En este punto del diseño se evalúa la necesidad de crear cuentas de usuario para cada tipo de actor y la inclusión de uno nuevo: el actor *administrador*, lo que llevaría a la creación de nuevos casos de uso para las actividades de administración de cuentas.

Luego de considerar ésta necesidad se llega a la conclusión de que afectaría considerablemente el diseño realizado previamente y que la discriminación de los actores resulta innecesaria, dado que el objeto de la herramienta es construir una experiencia de aprendizaje entre profesor y estudiante. En conclusión, no se adicionan casos de uso nuevos, pero sí se replantean los actores.

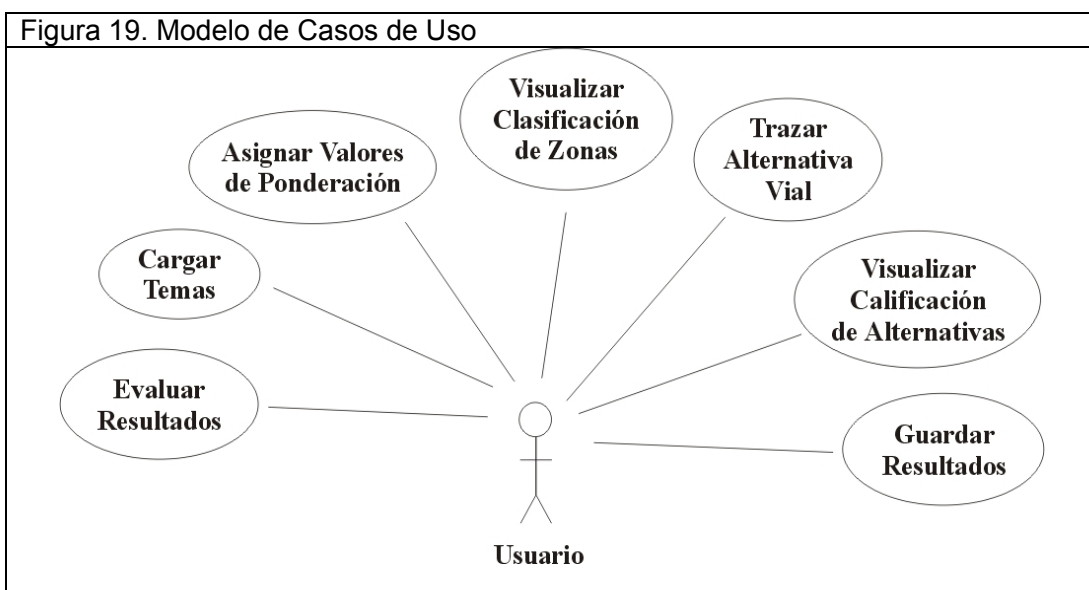
- **Redefinición de actores**

Se llegó a la conclusión de que los roles de los dos actores definidos en la fase anterior pueden ser asumidos por un solo actor.

La evaluación de los análisis realizados por el estudiante no serán revisados por la figura del profesor sino un co-evaluador, que podrá ser el docente, otro estudiante o, incluso, él mismo. Este cambio llevó a la necesidad de replantear el modelo de casos de uso, y la misma definición de los casos de uso, donde los actores no son ya estudiante y profesor sino que se considera un único actor, llamado *usuario*.

- **Modelo de Casos de Uso actualizado**

La nueva situación con lleva a un nuevo modelo de casos de uso, que se presenta a continuación, este modelo de casos de uso representa los cambios resultado de la revisión de esta primera iteración, ventaja del uso del proceso unificado de desarrollo:



### 5.2.2. DETALLE DE CASOS DE USO PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

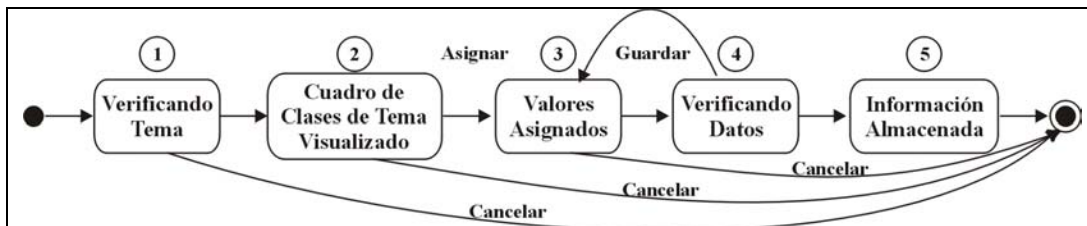
- **Casos de Uso Principales**

**Caso de Uso: Asignar Valores de Ponderación**

**Pre-condición:**

El usuario debe haber recurrido al caso de uso "Clasificar Temas" y haber activado uno y sólo un tema específico para asignar valores de ponderación.

**Flujo de sucesos:**



**Camino básico:**

1. El usuario invoca el caso de uso cuando selecciona la opción de asignar valores de ponderación. El sistema verifica que el tema activado corresponda a alguno de los temas de análisis.
2. Verificado el tema, el sistema despliega en pantalla un cuadro de diálogo con las diferentes clases que contiene el tema, cada uno con su respectiva casilla para asignar un valor total de ponderación; así mismo, se incluye un campo para asignar un valor de ponderación del tema.
3. El usuario debe asignar valores a cada clase y al tema, según su criterio y teniendo en cuenta los rangos permitidos para cada caso.
4. Una vez el usuario ha seleccionado la opción de guardar, el sistema verifica que la información consignada se encuentre dentro de los valores permitidos.
5. Si la información es correcta, el sistema almacenará los valores en la tabla de ponderados del tema activado.
6. La instancia de caso de uso finaliza

**Caminos alternativos:**

- Si los datos suministrados por el usuario se encuentran fuera de los permitidos, el sistema solicitará corrección de los valores.

**Post-condición:**

La instancia del caso de uso finaliza cuando los valores de ponderación se han almacenado correctamente en la tabla; cuando el sistema decide cancelar la operación porque el tema activado no pertenece a los temas de análisis (paso 1) ó porque el usuario ha decidido cancelar el proceso antes de finalizar (pasos 2 y 3).

**Caso de Uso: Trazar Alternativas Viales**

**Pre-condición:**

El usuario debe haber cargado el tema de curvas de nivel y el tema de zonas producido en el Caso de Uso "Visualizar Clasificación de Zonas".

**Flujo de sucesos:**

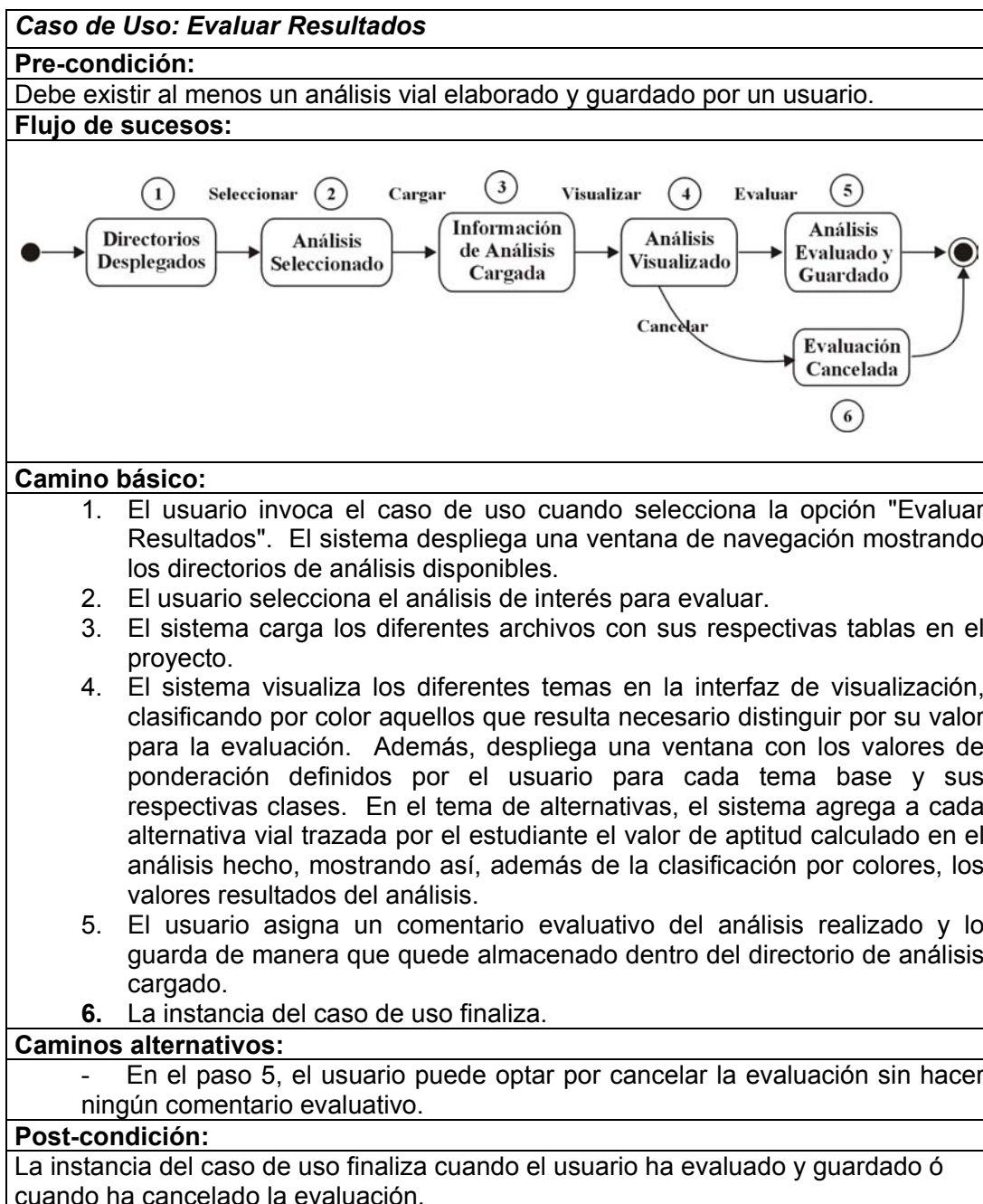


<b>Camino básico:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario invoca el caso de uso, seleccionando la opción "Trazar Alternativa" y selecciona en pantalla el punto inicial. El sistema calcula la cota del punto seleccionado.</li> <li>2. El usuario ubica en pantalla un nuevo punto y el sistema calcula su cota.</li> <li>3. El sistema calcula la pendiente del tramo trazado y lo compara con un valor límite definido previamente al generar el mapa de pendientes de la zona.</li> <li>4. Cuando el usuario ha ubicado y trazado la alternativa completa (punto a punto) deberá tomar la opción de guardar; entonces el sistema almacenará la alternativa como un elemento del tema "Alternativas".</li> <li>5. La instancia del caso de uso finaliza.</li> </ol>
<b>Camino alternativo:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el paso 3, si la pendiente calculada por el sistema excede el valor límite, el sistema advertirá al usuario que no es posible procesar el tramo. El sistema deberá entonces eliminar el punto ubicado en el paso 2 y habilitar nuevamente al usuario para la ubicación de un nuevo punto.</li> <li>- En el paso 3, si el valor de la pendiente es permitido, el sistema habilitará al usuario para la ubicación de un nuevo punto.</li> </ul>
<b>Post-condición:</b>
La instancia del caso de uso finaliza cuando el usuario ha terminado de trazar la alternativa y se ha almacenado o cuando el se decide cancelar el proceso.

• **Casos de Uso Secundarios**

<b>Caso de Uso: Clasificar Temas</b>
<b>Pre-condición:</b>
El usuario debe haber destinado los archivos de cartografía temática -con geometría de tipo polígono- que será utilizada en la producción del mapa de aptitud por el caso de uso "Visualizar clasificación de zonas".
<b>Flujo de sucesos:</b>
<pre> graph LR     Start(( )) --&gt; 1[Archivos Desplegados (1)]     1 -- Seleccionar --&gt; 2[Tema Seleccionado (2)]     2 -- Cargar Archivos --&gt; 3[Archivos Cargados (3)]     3 -- Leer Campos --&gt; 4[Nombres de Campos Desplegados (4)]     4 -- Seleccionar Campo --&gt; 5[Campo de Clases Seleccionado (5)]     5 -- Clasificar --&gt; 6[Tabla de Clases Creada (6)]     6 -- Archivos Borrados (7) --&gt; 1   </pre>
<b>Camino básico:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario invoca el caso de uso seleccionando la opción "Cargar Tema"; el sistema despliega una ventana de navegación mostrando los directorios y archivos disponibles.</li> <li>2. El usuario selecciona el archivo correspondiente al mapa temático deseado.</li> <li>3. El sistema carga los archivos de gráficos, base de datos e índices, correspondientes al tema seleccionado.</li> <li>4. El sistema toma los nombres de los campos del archivo de la base de datos del tema y despliega una lista de selección para el usuario.</li> </ol>

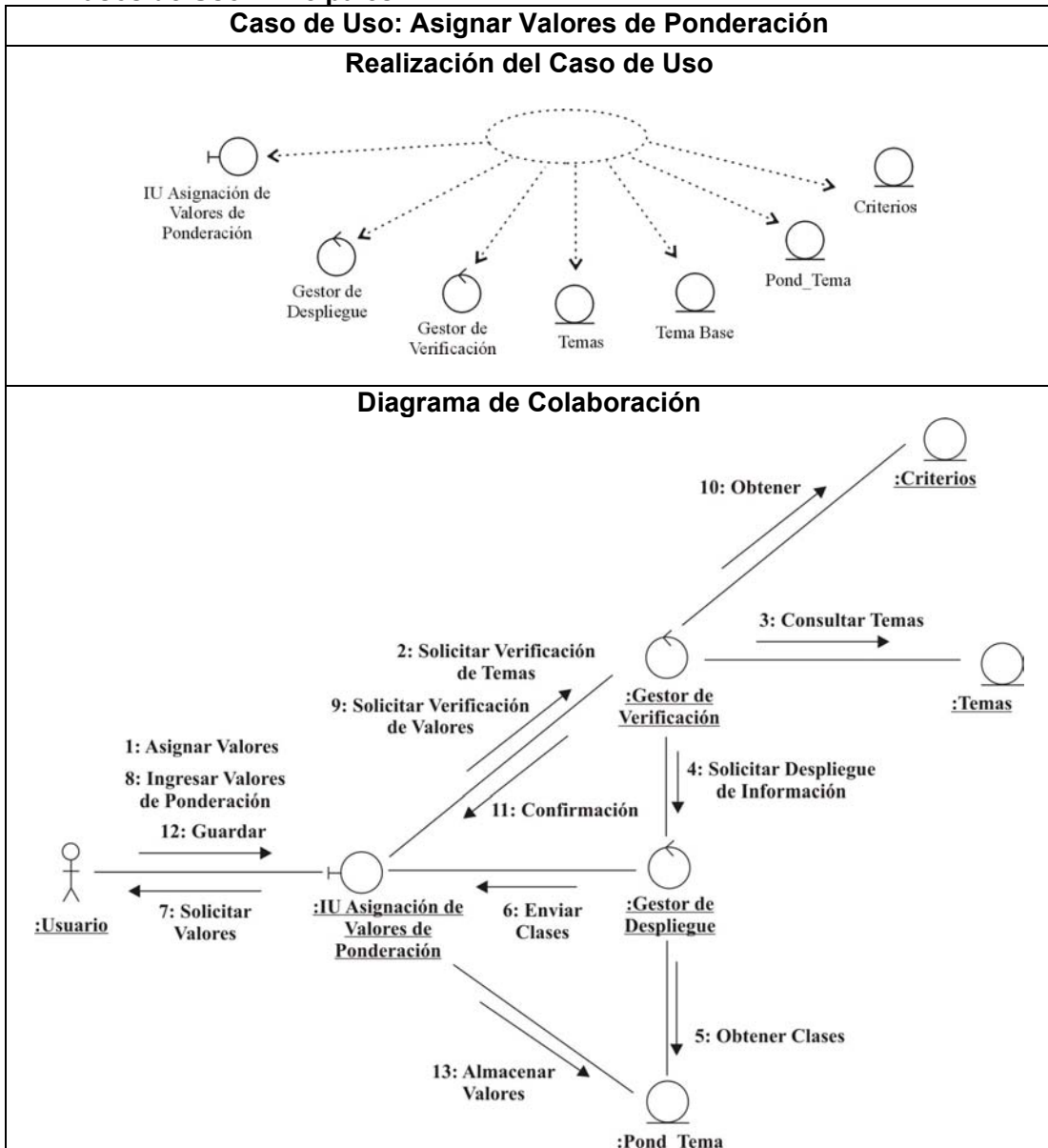
<ol style="list-style-type: none"> <li>5. El usuario selecciona el campo con el cual desea hacer la clasificación.</li> <li>6. El sistema crea una tabla nueva con los campos clase y la ponderación; luego recorre los registros del archivo de base de datos y almacena en una nueva tabla cada nueva clase que va encontrando.</li> <li>7. La instancia del caso de uso finaliza.</li> </ol>
<b>Caminos alternativos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el paso 1 el usuario puede cancelar el proceso.</li> <li>- En el paso 5 el usuario tiene la opción de cancelar sin seleccionar un campo; el sistema debe borrar los archivos que fueron creados en la parte anterior del proceso.</li> </ul>
<b>Post-condición:</b> El caso de uso finaliza cuando se ha creado exitosamente la tabla de clases del tema cargado, o cuando el usuario ha decidido cancelar el proceso (paso 1 ó 7).
<b>Caso de Uso: Guardar Resultados</b>
<b>Pre-condición:</b> El usuario debe haber analizado por lo menos una alternativa vial en el caso de uso "Visualizar clasificación de alternativas".
<b>Flujo de sucesos:</b> <div style="text-align: center;"> <pre> graph LR     Start(( )) --&gt; A[Archivos a Guardar Verificados]     A --&gt; B[Directorio Creado]     B --&gt; C[Archivos Guardados]     C --&gt; End((( )))     B -- Cancelar --&gt; End </pre> </div>
<b>Camino básico:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario invoca el caso de uso seleccionando la opción "Guardar Análisis". El sistema verifica la existencia de los archivos a guardar, a saber: los archivos correspondientes a cada tema incluido en el análisis que incluyen, al menos, los archivos gráficos, base de datos e índice, así como una tabla con las clases y los valores de ponderación asignados; además, verifica la existencia de la tabla "TEMAS", el tema de alternativas y el tema de aptitud, con sus respectivos archivos gráficos, de la base de datos e índice.</li> <li>2. El usuario asigna un nombre al directorio en el cual serán almacenados los archivos y el sistema crea dicho directorio.</li> <li>3. El sistema copia en el directorio creado los archivos cuya existencia se comprobó en el punto 1.</li> <li>4. La instancia del caso de uso finaliza.</li> </ol>
<b>Caminos alternativos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el paso 2, el usuario puede decidir cancelar el proceso antes de crear el nuevo directorio.</li> </ul>
<b>Post-condición:</b> El caso de uso finaliza cuando se han guardado todos los archivos en el directorio, ó cuando se cancela la operación en el paso 2.



### 5.3. FLUJO DE ANÁLISIS

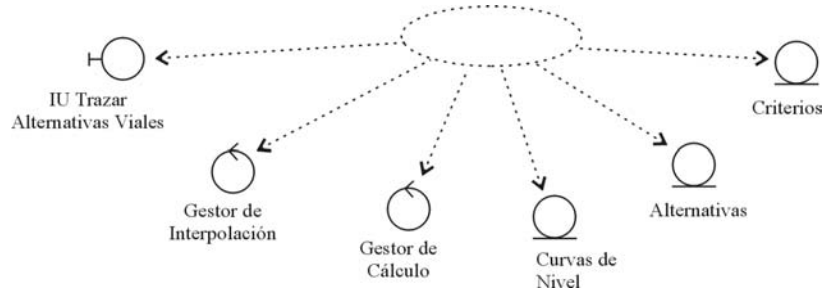
#### 5.3.1. Análisis de Casos de Uso principales y secundarios

- Casos de Uso Principales

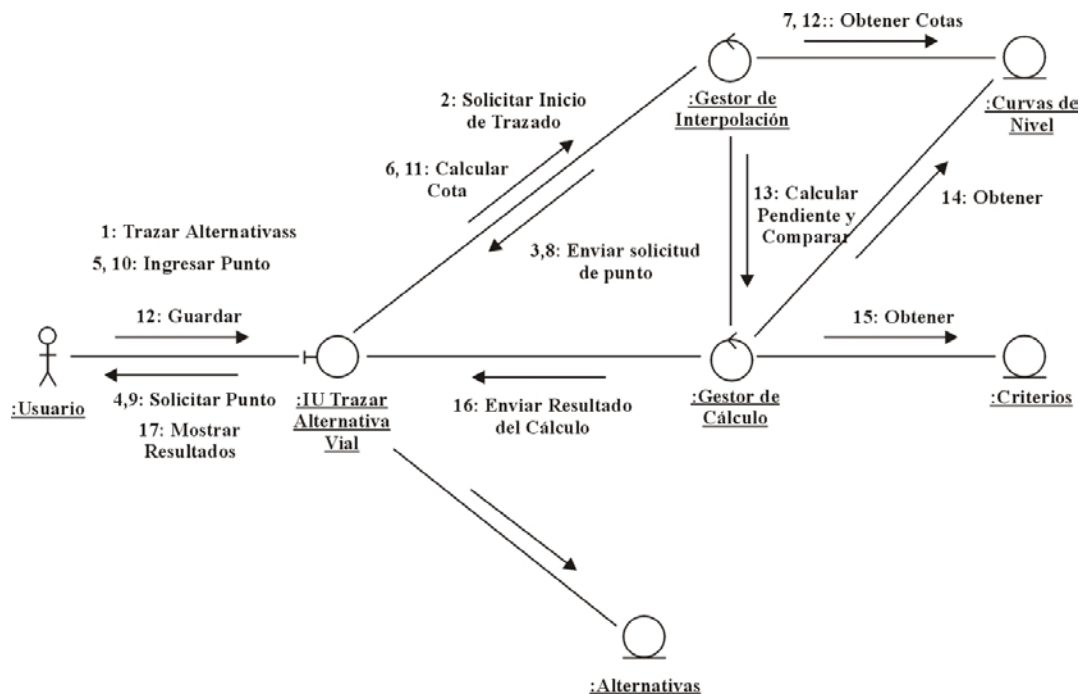


## Caso de Uso: Trazar Alternativas Viales

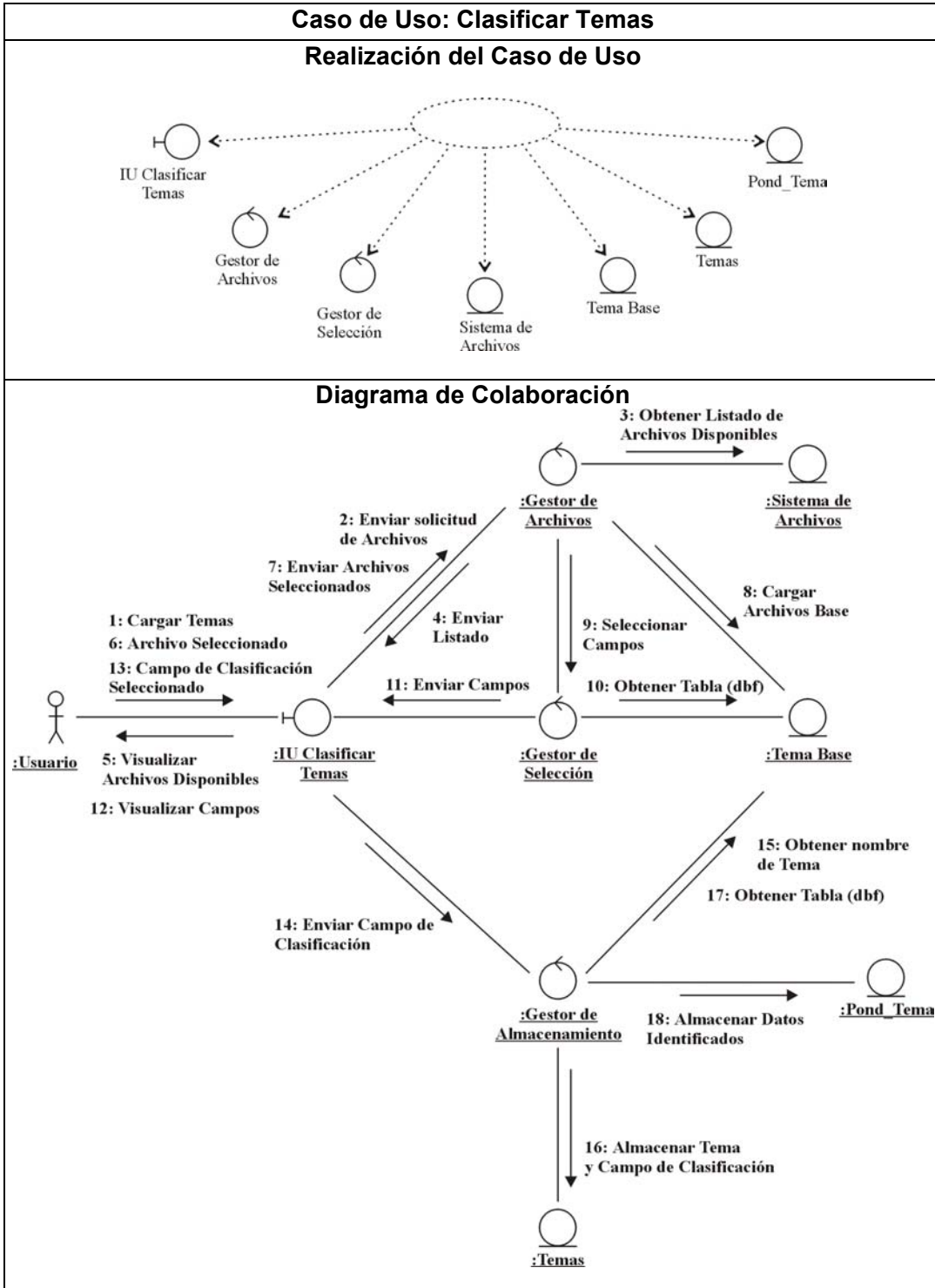
### Realización del Caso de Uso



### Diagrama de Colaboración

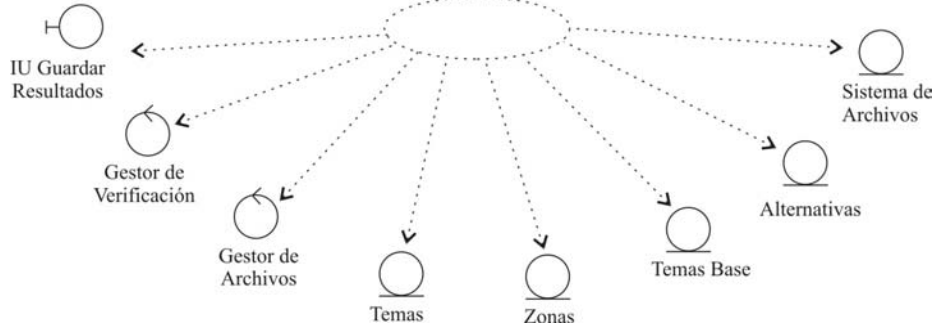


- **Casos de Uso Secundarios**

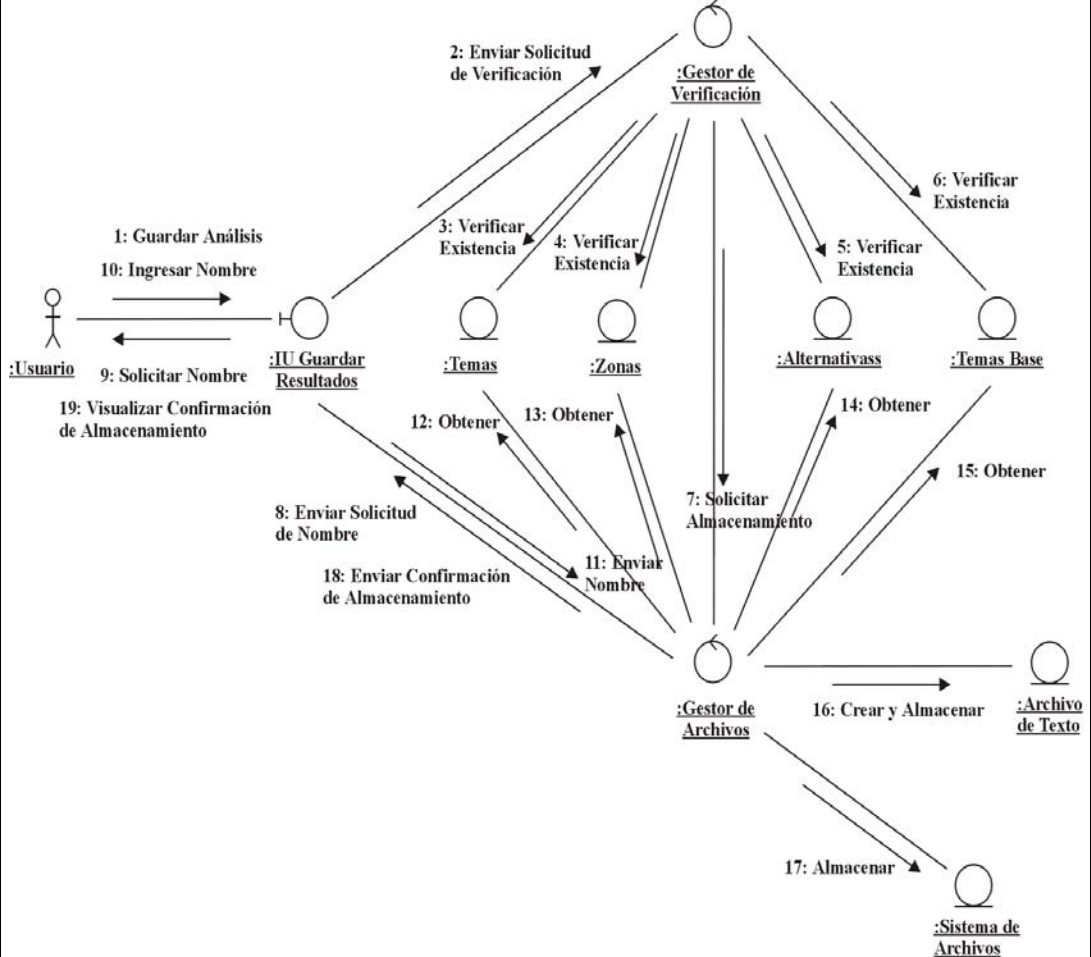


### Caso de Uso: Guardar Resultados

#### Realización del Caso de Uso

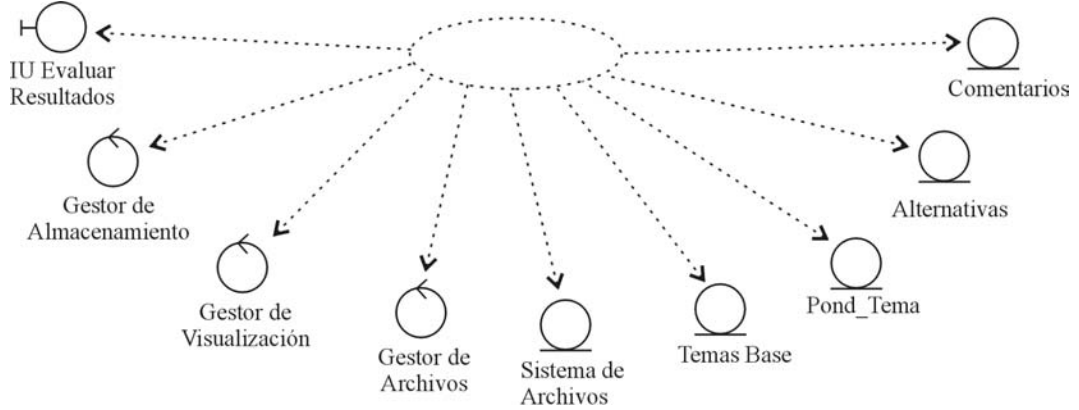


#### Diagrama de Colaboración

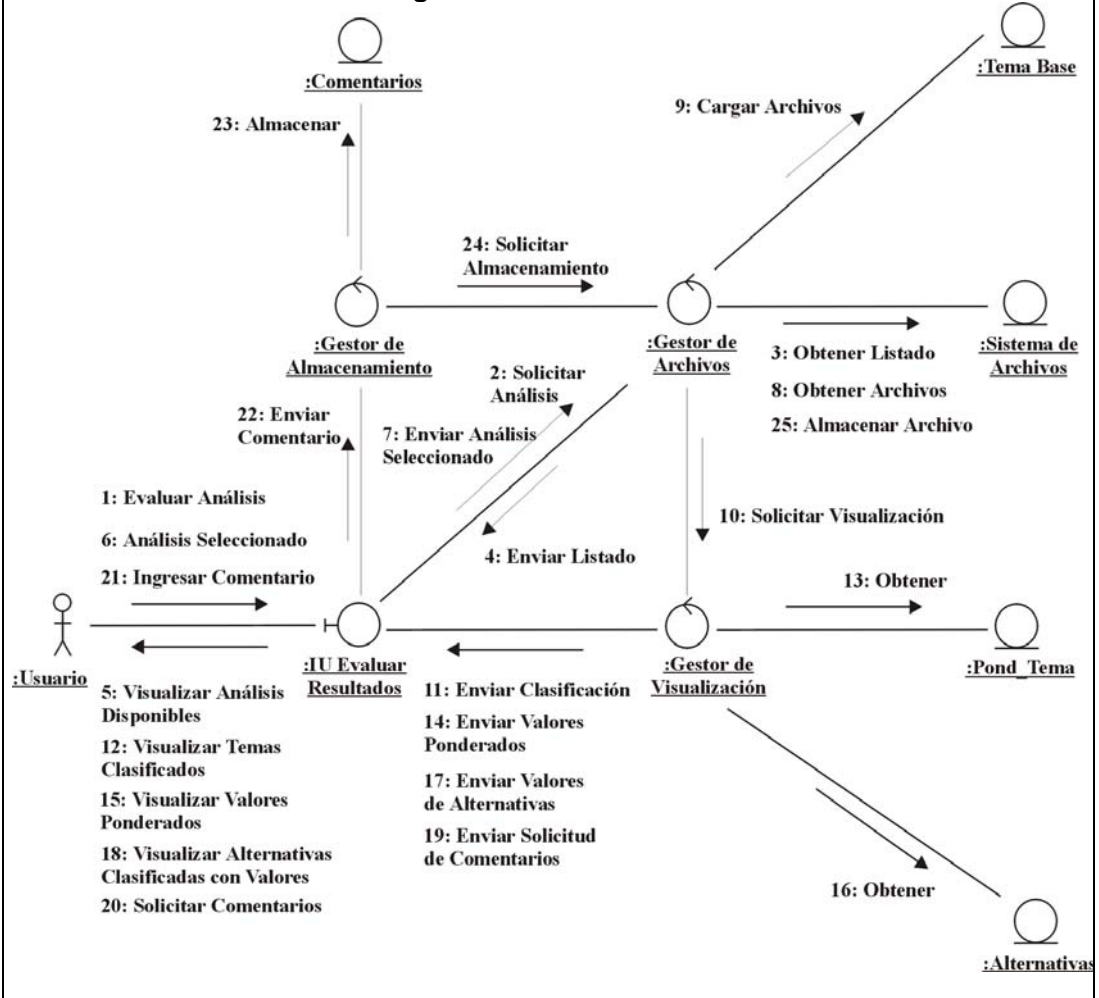


## Caso de Uso: Evaluar Resultados

### Realización del Caso de Uso



### Diagrama de Colaboración



### 5.3.2. Análisis de Clases

El análisis de clases incluye las responsabilidades de cada clase y sus posibles atributos. Las responsabilidades son las actividades que realiza la clase con un actor o con otra clase. Los atributos varían dependiendo de la clase analizada.

- **Las clases de interfaz:** incluyen los elementos de la pantalla y las variables que reciben información del usuario.
- **Las clases de control:** por lo general no poseen atributos. Son las encargadas de agrupar los diferentes gestores de procesos y trabajo dentro del diseño de la herramienta.
- **Las clases de entidad:** contienen los nombres de los campos y las características de tipo de campo y longitud (en los casos que es necesario).

La tabla presentada a continuación contiene la descripción de las clases de análisis involucradas en las realizaciones de los casos de uso detalladas anteriormente:

- **Clases de Interfaz** 

**Tabla 16.** Tabla de Interfaz

NOMBRE	RESPONSABILIDADES	ATRIBUTOS
<b>IU Clasificación de Zonas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar solicitud de clasificación</li> <li>• Recibir clasificación</li> <li>• Visualizar clasificación de zonas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificar zonas: Botón</li> <li>• Área de visualización: despliegue del área de la vista</li> <li>• Leyenda de clasificación: cuadro del tema</li> <li>• Proceso de clasificación: Barra de progreso</li> <li>• Cancelar: Botón</li> </ul>
<b>IU Calificación de Alternativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar solicitud de calificación</li> <li>• Recibir calificación</li> <li>• Visualizar calificación de alternativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar alternativa: Botón</li> <li>• Área de visualización: cuadro de la vista</li> <li>• Leyenda de clasificación: cuadro del tema</li> </ul>

NOMBRE	RESPONSABILIDADES	ATRIBUTOS
<p align="center"><b>Asignación de Valores de Ponderación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar solicitud de verificación de temas con nombre de tema</li> <li>• Recibir clases del tema</li> <li>• Solicitar valores de ponderación al usuario</li> <li>• Recibir valores de ponderación del usuario</li> <li>• Enviar solicitud de verificación de valores</li> <li>• Recibir confirmación de la verificación</li> <li>• Recibir del usuario opción de almacenamiento</li> <li>• Enviar valores al objeto Pond_Tema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asignar valores: Botón</li> <li>• Nombre de tema: Texto[15]</li> <li>• Casilla para valor de ponderación del tema: Texto[10]</li> <li>• Nombre de clase: Texto[15]</li> <li>• Casillas para valores de ponderación de las clases: Texto[10]</li> <li>• Guardar: Botón</li> <li>• Corregir valores: Texto</li> <li>• Cancelar: Botón</li> </ul>
<p align="center"><b>IU Trazar Alternativas Viales</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar solicitud de inicio de trazado</li> <li>• Solicitar ubicación de un punto al usuario</li> <li>• Recibir ubicación del punto</li> <li>• Enviar solicitud del cálculo de cota</li> <li>• Visualizar resultado del cálculo</li> <li>• Recibir del usuario opción de almacenamiento</li> <li>• Almacenar trazado al objeto Alternativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trazar alternativa: Botón</li> <li>• Área de ubicación de un punto: cuadro de la vista</li> <li>• Punto: imagen del puntero</li> <li>• Solicitud de ubicación de un punto: Texto</li> <li>• Resultado: Texto[20]</li> <li>• Mensaje de Error: Texto</li> <li>• Guardar: Botón</li> <li>• Cancelar: Botón</li> </ul>

NOMBRE	RESPONSABILIDADES	ATRIBUTOS
<b>IU Clasificación de Temas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar solicitud de archivos</li> <li>• Visualizar archivos disponibles</li> <li>• Recibir del usuario el nombre del archivo</li> <li>• Enviar nombre del archivo al objeto Gestor de archivos</li> <li>• Visualizar listado de campos</li> <li>• Recibir del usuario el nombre del campo clave</li> <li>• Enviar nombre del campo al objeto Gestor de almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargar temas: Botón</li> <li>• Listado de directorios y archivos: ventana de navegación</li> <li>• Nombre de archivo: Texto[50]</li> <li>• Listado de campos: Texto[20]</li> <li>• Selección: Falso/Verdadero[20]</li> <li>• Nombre de campo: Texto[15]</li> <li>• Guardar: Botón</li> <li>• Cancelar: Botón</li> </ul>
<b>IU Guardar Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar solicitud de verificación</li> <li>• Solicitar al usuario nombre del análisis</li> <li>• Recibir nombre del análisis</li> <li>• Enviar solicitud de almacenamiento</li> <li>• Confirmar al usuario el almacenamiento del análisis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guardar Resultados: Botón</li> <li>• Nombre de archivo: Texto[50]</li> <li>• Confirmación: Texto</li> <li>• Aceptar: Botón</li> <li>• Cancelar: Botón</li> </ul>
<b>IU Coevaluar Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar solicitud de análisis</li> <li>• Visualizar análisis disponibles</li> <li>• Recibir del usuario el nombre del análisis a evaluar</li> <li>• Enviar nombre del análisis al objeto Gestor de archivos</li> <li>• Visualizar temas clasificados</li> <li>• Visualizar tabla de valores ponderados</li> <li>• Visualizar alternativas clasificadas y valores correspondientes</li> <li>• Solicitar al usuario ingreso de comentarios</li> <li>• Recibir comentarios</li> <li>• Enviar comentarios al objeto Gestor de almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Co-evaluar Resultados: Botón</li> <li>• Listado de directorios y archivos: ventana de navegación</li> <li>• Nombre de análisis: Texto[50]</li> <li>• Área de visualización: cuadro de la vista</li> <li>• Leyenda de clasificación: cuadro del tema</li> <li>• Valores de ponderación: Texto[50,1]</li> <li>• Valores de aptitud de alternativas: Texto[10]</li> <li>• Comentario: Texto[300]</li> <li>• Guardar: Botón</li> <li>• Cancelar: Botón</li> </ul>

• **Clases de Control**



**Tabla 17.** Tabla Clases de Control

NOMBRE	RESPONSABILIDADES	ATRIBUTOS
<b>Caso de Uso Visualizar Clasificación de Zonas</b>		
<b>Gestor de Procesos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de clasificación de la interfaz</li> <li>• Seleccionar temas a incluir en el análisis</li> <li>• Enviar temas para ser cargados</li> <li>• Solicitar sobreposición de temas</li> <li>• Enviar valores para comparación y cálculo al objeto Gestor de Cálculo</li> <li>• Solicitar totalización del calculo</li> <li>• Solicitar corrección y disolución de temas</li> <li>• Solicitar polígonos resultantes finales al objeto Zonas</li> <li>• Clasificar polígonos por zonas</li> <li>• Enviar clasificación a la interfaz</li> </ul>	
<b>Gestor de Sobreposición</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de sobreposición del objeto Gestor de procesos</li> <li>• Sobreponer temas</li> <li>• Crear objeto Temp_zonas</li> <li>• Almacenar polígonos resultantes en objeto Temp_zonas</li> </ul>	

NOMBRE	RESPONSABILIDADES	ATRIBUTOS
<p style="text-align: center;"><b>Gestor de Cálculo</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de comparación y cálculo del objeto Gestor de Procesos</li> <li>• Obtener polígonos de los objetos Temp_zonas y Tema Base</li> <li>• Comparar polígonos</li> <li>• Obtener valores ponderados de los objetos Pond_Tema y Temas correspondientes a los polígonos comparados</li> <li>• Calcular ponderación de los polígonos antes de la sobreposición</li> <li>• Almacenar cálculo individual</li> <li>• Recibir solicitud de totalización del cálculo</li> <li>• Obtener cálculos individuales</li> <li>• Calcular aptitud del polígono resultante</li> <li>• Almacenar aptitud en el objeto Temp_zonas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>P_{pol} = (PTB1 * PondClase1)</math></li> <li>• <math>Aptitud = P_{pol1} + \dots + P_{polN}</math></li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Gestor de Disolución</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de corrección y disolución de polígonos del objeto Gestor de Procesos</li> <li>• Obtener criterio de búsqueda</li> <li>• Buscar polígonos inferiores al criterio definido</li> <li>• Obtener áreas de polígonos adyacentes y comparar</li> <li>• Adicionar al polígono adyacente de mayor área y asumir su valor de aptitud</li> <li>• Crear objeto Zonas</li> <li>• Almacenar polígonos resultantes finales con valores de aptitud</li> </ul>	

<b>Caso de Uso Visualizar Calificación de Alternativas</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>	<b>ATRIBUTOS</b>
<b>Gestor de Selección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de calificación de la interfaz</li> <li>• Seleccionar alternativa vial a calificar</li> <li>• Seleccionar zonas afectadas por la alternativa</li> <li>• Enviar alternativa y polígonos de zonas al objeto Gestor de cálculo</li> <li>• Solicitar cálculo</li> </ul>	
<b>Gestor de Cálculo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de cálculo</li> <li>• Obtener valor de la aptitud de las zonas</li> <li>• Calcular longitud del tramo de la alternativa que pasa por cada zona</li> <li>• Calcular calificación total de la alternativa</li> <li>• Almacenar calificación de alternativa</li> <li>• Solicitar alternativa(s) resultante al objeto Alternativas</li> <li>• Clasificar líneas por calificación y enviar clasificación a la interfaz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Calificación = (LongT1 * AptZ1) + \dots + (LongTN * AptZN)</math></li> </ul>

<b>Caso de Uso Asignar Valores de Ponderación</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>	<b>ATRIBUTOS</b>
<b>Gestor de Verificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de verificación de temas desde la interfaz</li> <li>• Consultar si el tema activado se encuentra en el objeto Temas</li> <li>• Enviar solicitud de visualización al objeto Gestor de despliegue</li> <li>• Recibir solicitud de verificación de valores desde la interfaz</li> <li>• Obtener criterios de calificación de valores</li> <li>• Verificar que los valores de ponderación cumplan con los criterios limite</li> <li>• Enviar resultado de verificación</li> </ul>	
<b>Gestor de Despliegue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de despliegue de la información</li> <li>• Obtener clases del objeto Pond_Tema</li> <li>• Enviar listado de clases y nombre del tema a la interfaz</li> </ul>	

<b>Caso de Uso Trazar Alternativas Viales</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>	<b>ATRIBUTOS</b>
<b>Gestor de Interpolación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de inicio de trazado desde la interfaz</li> <li>• Enviar solicitud de un punto a la interfaz</li> <li>• Recibir ubicación de un punto</li> <li>• Obtener las dos curvas de nivel adyacentes al punto</li> <li>• Calcular cota</li> <li>• Enviar solicitud de cálculo y comparación siempre que haya más de un punto</li> </ul>	
<b>Gestor de Cálculo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud del objeto Gestor de interpolación</li> <li>• Recibir cotas de los puntos</li> <li>• Calcular pendiente del tramo formado por los dos puntos</li> <li>• Obtener criterio de comparación</li> <li>• Comparar el valor de la pendiente con la estimación</li> <li>• Enviar resultado de comparación</li> </ul>	

<b>Caso de Uso Clasificar Temas</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>	<b>ATRIBUTOS</b>
<b>Gestor de Archivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de archivos</li> <li>• Enviar listado de archivos a la Interfaz</li> <li>• Recibir archivos seleccionados y cargarlos al proyecto.</li> <li>• Solicitar selección de campos</li> </ul>	

<b>NOMBRE</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>	<b>ATRIBUTOS</b>
<b>Gestor de Selección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud para seleccionar campos</li> <li>• Leer campos de la tabla del tema seleccionado</li> <li>• Enviar lista a la Interfaz</li> </ul>	
<b>Gestor de Almacenamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir campo de clasificación</li> <li>• Solicitar nombre del tema</li> <li>• Almacenar nombre de tema y campo de clasificación</li> <li>• Obtener tabla *.dbf del tema Tema_Base</li> <li>• Identificar clases presentes en el campo seleccionado y almacenar clases</li> </ul>	

<b>Caso de Uso Guardar Resultados</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>	<b>ATRIBUTOS</b>
<b>Gestor de Verificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de verificación</li> <li>• Verificar la existencia de los archivos necesarios para guardar el análisis: Temas, Zonas y Alternativas.</li> <li>• Solicitar almacenamiento de archivos</li> </ul>	
<b>Gestor de Archivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de guardar archivos</li> <li>• Solicitar nombre del análisis</li> <li>• Obtener archivos de Temas Zonas, Alternativas y Temas_Base</li> <li>• Crear y almacenar archivo de texto</li> <li>• Almacenar archivos</li> </ul>	

<b>Caso de Uso Evaluar Resultados</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>	<b>ATRIBUTOS</b>
<b>Gestor de Archivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de búsqueda del análisis</li> <li>• Enviar los análisis disponibles</li> <li>• Recibir el análisis seleccionado</li> <li>• Cargar archivos del análisis seleccionado al proyecto</li> <li>• Solicitar visualización del análisis seleccionado</li> </ul>	
<b>Gestor de Visualización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir solicitud de visualización</li> <li>• Clasificar los temas Zonas y Alternativas</li> <li>• Enviar clasificación a la Interfaz</li> <li>• Enviar valores de ponderación almacenados en la tabla Pond_Tema</li> <li>• Enviar calificación de las alternativas a la interfaz</li> <li>• Solicitar comentarios</li> </ul>	
<b>Gestor de Almacenamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir comentarios</li> <li>• Almacenar comentarios en la tabla Comentarios</li> <li>• Almacenar tabla en sistema de archivos</li> </ul>	

• Clases de Entidad



Tabla 18. Tabla Clases de Entidad

NOMBRE	RESPONSABILIDADES	ATRIBUTOS
<b>Zonas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenar información de zonas de aptitud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ID_Zona: Entero</li> <li>Aptitud: Real [4,2]</li> </ul>
<b>Criterios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenar criterios para evaluación (Pendiente máxima, área mínima)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criterio: Texto [10]</li> <li>Valor: Real [4,2]</li> </ul>
<b>Temp_Zonas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenar información de zonas de aptitud temporales, antes de disolución de polígonos pequeños</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ID_Zona: Entero</li> <li>Aptitud: Real [4,2]</li> </ul>
<b>Temas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenar los temas que intervienen en el análisis de aptitud</li> <li>Almacenar los ponderados de temas introducidos por el usuario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ID_Tema: Entero</li> <li>Tema: Texto [15]</li> <li>Ponderado: Real [4,2]</li> </ul>
<b>Tema Base (Reiterativo)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenar la información de cada tema original que intervienen en el análisis de aptitud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ID_Poligono: Entero</li> <li>Clase: Texto [10]</li> <li>Area: Real [10,2]</li> <li>Perímetro: Real [10,2]</li> </ul>
<b>Pond_Tema (Reiterativo)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenar las clases de cada tema y los valores de ponderación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ID_Clase: Entero</li> <li>Clase: Texto [10]</li> <li>Ponderado: Real [4,2]</li> </ul>
<b>Alternativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenar cada alternativa con sus valores de calificación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ID_Alternativa: Entero</li> <li>Longitud: Real [4,2]</li> <li>Calificación: Real [4,2]</li> </ul>
<b>Curvas de Nivel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacena las curvas de nivel con su cota respectiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ID_Curva: Entero</li> <li>Cota: Real [5,2]</li> </ul>
<b>Sistema de Archivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenar los archivos relacionados con el análisis</li> </ul>	
<b>Archivo de Texto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacena el nombre del análisis a guardar</li> </ul>	
<b>Comentarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacena los comentarios consignados por los usuarios sobre cada análisis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ID_Comentario: Entero</li> <li>Comentario: Texto [100]</li> <li>Usuario: Texto [30]</li> </ul>

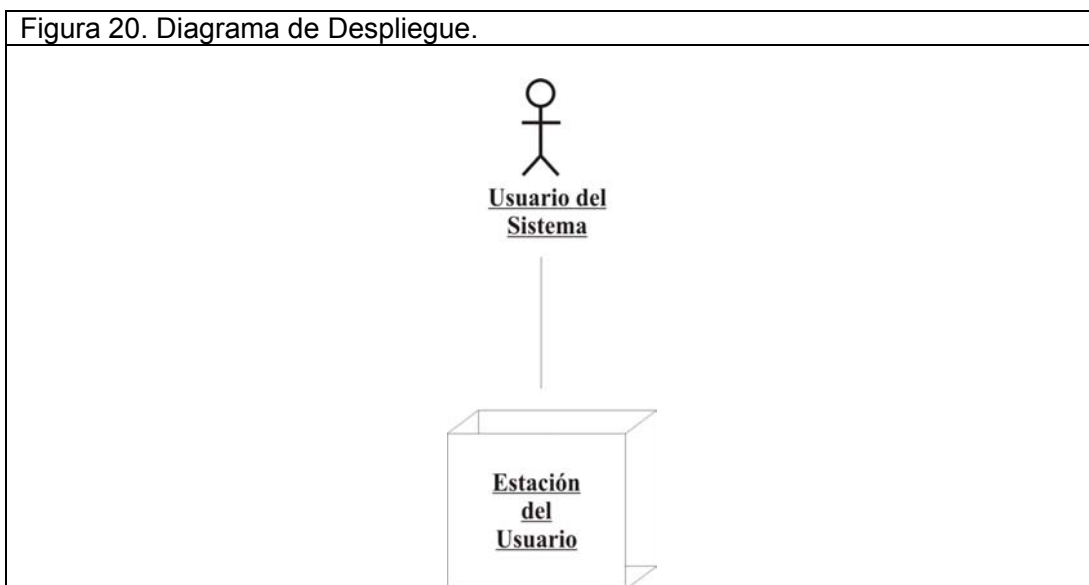
## 5.4. FLUJO DE DISEÑO

### 5.4.1. Diseño de la Arquitectura

- **Diagrama de Despliegue**

El diagrama de despliegue muestra de manera esquemática la arquitectura que tendrá la herramienta. En este caso se trata de una arquitectura muy sencilla, ya que se trabajará en modo monousuario únicamente, tanto en el caso de la realización de análisis como en el de evaluar resultados. La estación del usuario deberá tener al menos 128MB de memoria, 8 GB de espacio en disco duro y procesador Pentium III o equivalente a 500 MHz.

Figura 20. Diagrama de Despliegue.



- **Identificación de Subsistemas**

Todos los subsistemas de diseño fueron definidos a partir de los paquetes de análisis identificados durante los flujos de análisis de la Fase de Inicio. Los subsistemas y sus trazas a los respectivos paquetes de análisis se encuentran en la siguiente tabla:

**Tabla 19.** Identificación de Subsistemas

<b>Modelo de Análisis</b> <b>&lt;&lt;analysis package&gt;&gt;</b>	<b>Modelo de Diseño</b> <b>&lt;&lt;design subsystem&gt;&gt;</b>
Gestión de Resultados	Gestión de Resultados
Gestión de Consulta y Actualización	Gestión de Consulta y Actualización
Gestión de Análisis	Gestión de Análisis

*Figura 21. Identificación de Subsistemas Intermedios y de Software del Sistema*

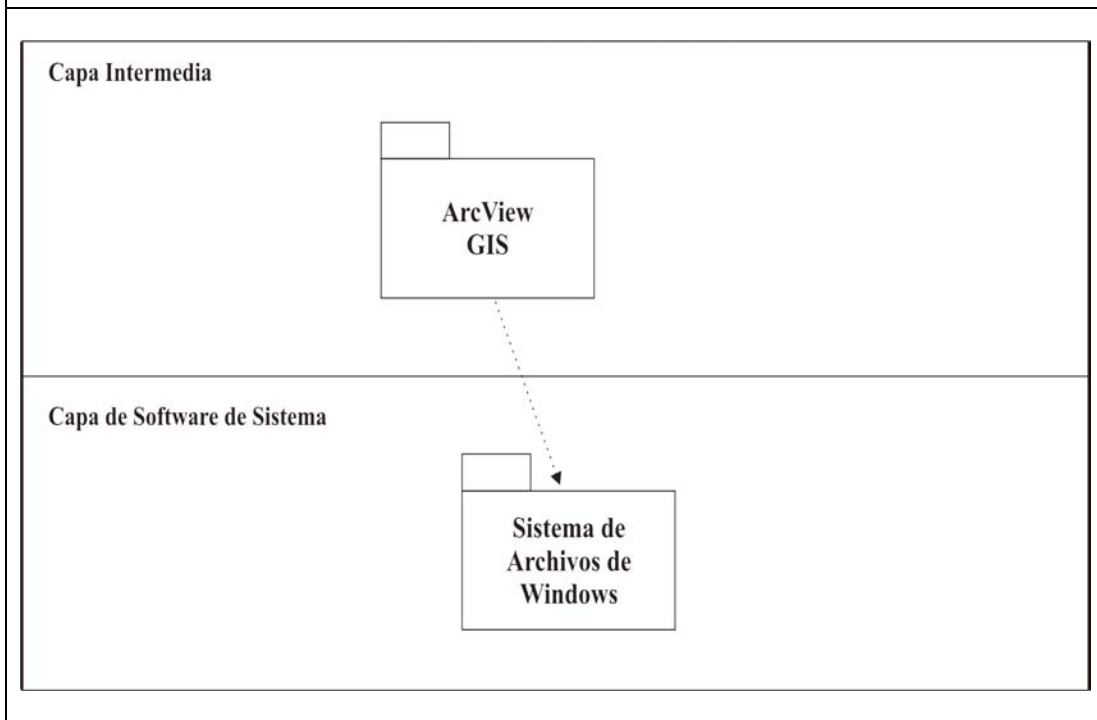
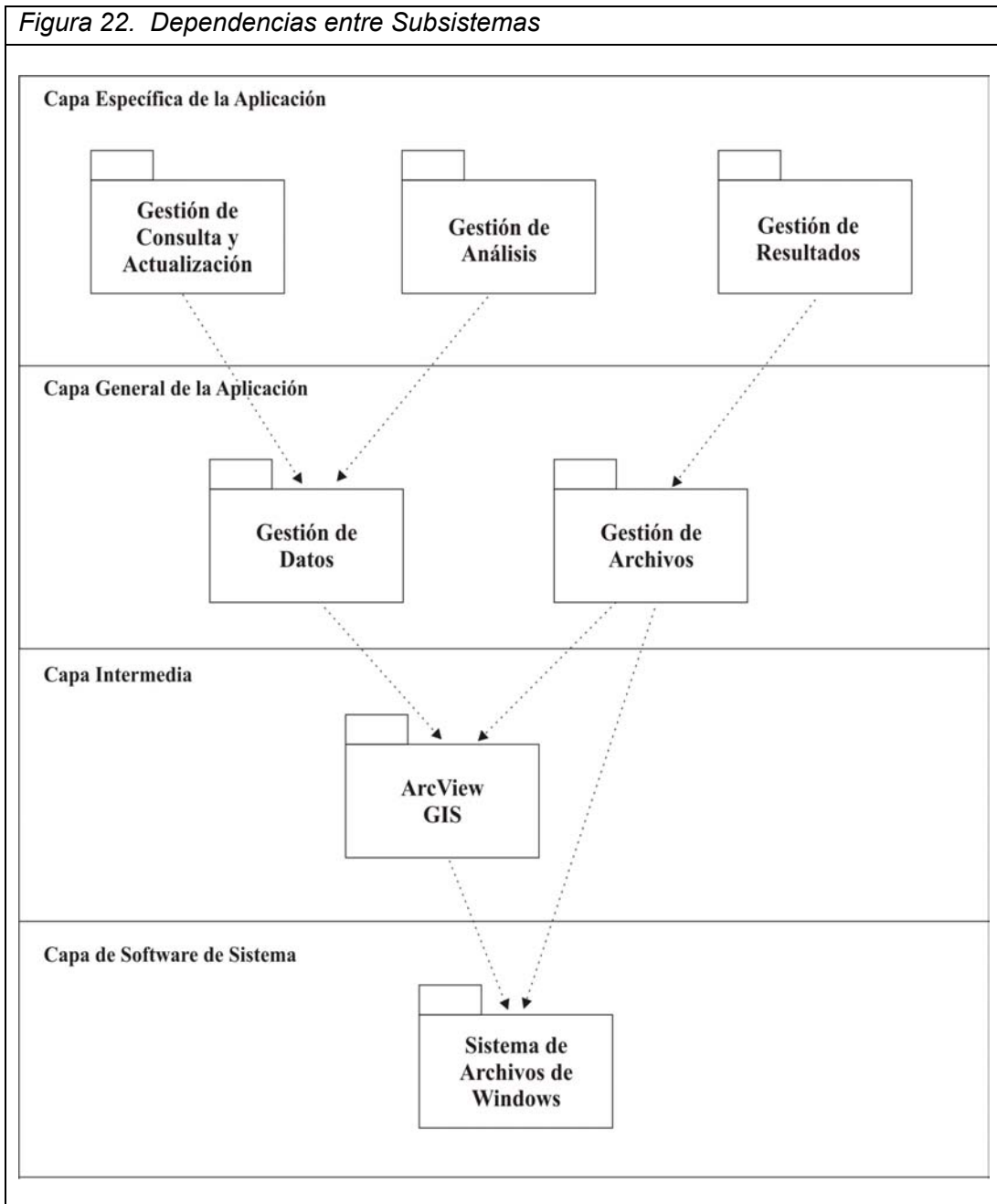


Figura 22. Dependencias entre Subsistemas



#### 5.4.2. Diseño de Casos de Uso

- **Casos de Uso críticos:**

##### ***Visualizar Clasificación de Zonas***

Identificación de Clases de Diseño:

<b>Clases de Análisis</b>	<b>Clases de Diseño</b>
Interfaz Clasificación de Zonas	Interfaz Clasificación de Zonas
Gestor de Procesos	Gestor de Procesos
	Procesador de Visualización
Gestor de Sobreposición	Gestor de Sobreposición
Gestor de Cálculo	Gestor de Cálculo
	Procesador de Comparación
Gestor de Disolución	Gestor de Disolución
	Procesador de Corrección
Temas	Temas
Temp_Zonas	Temp_Zonas
Tema Base	Tema Base
Pond_Temas	Pond_Temas
Zonas	Zonas
Criterios	Criterios

Diagrama de Secuencia: Ver Anexo A.

##### ***Visualizar Calificación de Alternativas***

Identificación de Clases de Diseño:

<b>Clases de Análisis</b>	<b>Clases de Diseño</b>
Interfaz Calificación de Alternativas	IU Calificación de Alternativas
Gestor de Selección	Gestor de Selección
Gestor de Cálculo	Gestor de Cálculo
	Procesador de Calificación
	Procesador de Visualización
Alternativas	Alternativas
Zonas	Zonas

Diagrama de Secuencia: Ver Anexo A.

- **Casos de Uso principales:**

***Asignar Valores de Ponderación***

Identificación de Clases de Diseño:

<b>Clases de Análisis</b>	<b>Clases de Diseño</b>
Interfaz Valores de Ponderación	Interfaz Valores de Ponderación
Gestor de Verificación	Gestor de Verificación
Gestor de Despliegue	Gestor de Despliegue
Temas	Temas
Pond_Tema	Procesador de Valores Ponderados
	Pond_Tema
Criterios	Criterios

Diagrama de Secuencia: Ver Anexo A.

***Trazar Alternativas Viales***

Identificación de Clases de Diseño:

<b>Clases de Análisis</b>	<b>Clases de Diseño</b>
Interfaz Trazar Alternativas	Interfaz Trazar Alternativas
Gestor de Interpolación	Gestor de Interpolación
Gestor de Cálculo	Gestor de Cálculo
	Verificador de Pendientes
Curvas de Nivel	Curvas de Nivel
Alternativas	Gestor de Almacenamiento
	Alternativas
Criterios	Criterios

Diagrama de Secuencia: Ver Anexo A.

- **Casos de Uso secundarios:**

***Clasificar Temas***

Identificación de Clases de Diseño:

<b>Clases de Análisis</b>	<b>Clases de Diseño</b>
Interfaz Clasificar Temas	Interfaz Clasificar Temas
Gestor de Archivos	Gestor de Archivos
Gestor de Selección	Gestor de Selección
Gestor de Almacenamiento	Gestor de Almacenamiento
Sistema de Archivos	Sistema de Archivos
Tema Base	Tema Base
Temas	Temas
Pond_Tema	Pond_Tema

Diagrama de Secuencia: Ver Anexo A.

***Guardar Resultados***

Identificación de Clases de Diseño:

<b>Clases de Análisis</b>	<b>Clases de Diseño</b>
Interfaz Guardar	Interfaz Guardar
Gestor de Verificación	Gestor de Verificación
Gestor de Archivos	Gestor de Archivos
Temas	Temas
Zonas	Zonas
Alternativas	Alternativas
Temas Base	Temas Base
Archivo de Texto	Archivo de Texto
Sistema de Archivos	Sistema de Archivos

Diagrama de Secuencia: Ver Anexo A.

### ***Evaluar Resultados***

Identificación de Clases de Diseño:

<b>Clases de Análisis</b>	<b>Clases de Diseño</b>
Interfaz Evaluar	Interfaz Evaluar
Gestor de Archivos	Gestor de Archivos
Gestor de Visualización	Gestor de Visualización
Gestor de Almacenamiento	Gestor de Almacenamiento
Sistema de Archivos	Sistema de Archivos
Tema Base	Tema Base
Pond_Tema	Pond_Tema
Alternativas	Alternativas
Comentarios	Comentarios

Diagrama de Secuencia: Ver Anexo A.

## **6. IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA**

El siguiente paso para poder llevar a la instrucción la presente Herramienta Pedagógica destinada al Diseño de Un Corredor Vial Basada en Sistemas de Información Geográfica, es el proceso de la implementación de la misma en un software de Sistemas de Información Geográfica, para este efecto desde la fase de análisis se tomó la decisión de realizar la aplicación en el software ArcView 3.1. (software o programa informático) Teniendo en cuenta su versatilidad y su entorno amigable con el usuario y para efectos institucionales, la existencia de varias licencias de este programa a título de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander.

Para la realización de la Implementación de la Herramienta se convocó al estudiante de Ingeniería Civil, FABIO ESPARZA, para que a modo de proyecto de grado, requisito para optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad Industrial de Santander, aplicara sus conocimientos en Vías de Comunicación, Sistemas de Información Geográfica y las demás asignaturas que envuelven tanto el diseño de un corredor vial, como también, la utilización y aprovechamiento de las ventajas informáticas de los SIG.

### **6.1. LA APLICACIÓN**

Es una herramienta pedagógica cuyo enfoque es el de permitir seleccionar la zona óptima para el trazado de un corredor vial teniendo en cuenta todas las variables que pueden influir en el diseño vial en las fases I y II, todo esto a partir de archivos cartográficos en formato digital compatible con el software dentro del cual se desarrolló la aplicación ArcView 3.1.

Esta herramienta ha sido realizada de manera que opera tomando los diferentes mapas temáticos de la zona de estudio y permite al usuario darle un valor estimativo a cada tipo de clasificación existente en un mapa dado, ejemplo de esto es el caso que se produce al analizar el mapa de geología en el cual se permite asignar un valor a cada zona de acuerdo a la categoría geológica a la que pertenezca; después de realizado este proceso con cada mapa temático a utilizar en el análisis se procede a seleccionar las diferentes combinaciones de temas para su análisis.

Permite este diseño procesar hasta nueve (9) mapas al tiempo y asignando un valor ponderado a cada uno de estos según su nivel de importancia en el análisis, tanto la cantidad de información alimentada al sistema, como los valores de importancia que se le apliquen a cada clase y cada tema son criterio del usuario, y es la primera evaluación del nivel de asimilación de los conocimientos impartidos por el docente en el componente teórico de la asignatura, y de las demás asignaturas que atañen el proceso de diseño de un corredor vial. Como resultado de este proceso se obtiene un mapa de aptitud total donde se encuentran intersectados todos los mapas involucrados en el análisis, y cada polígono del mapa ha sido calificado de acuerdo a los niveles de importancia de las zonas en los

mapas temáticos y a la ponderación de cada mapa, presentando un mapa totalizado donde se presentan diferentes zonas que cumplen con determinados requerimientos de aptitud para la construcción de un corredor vial.

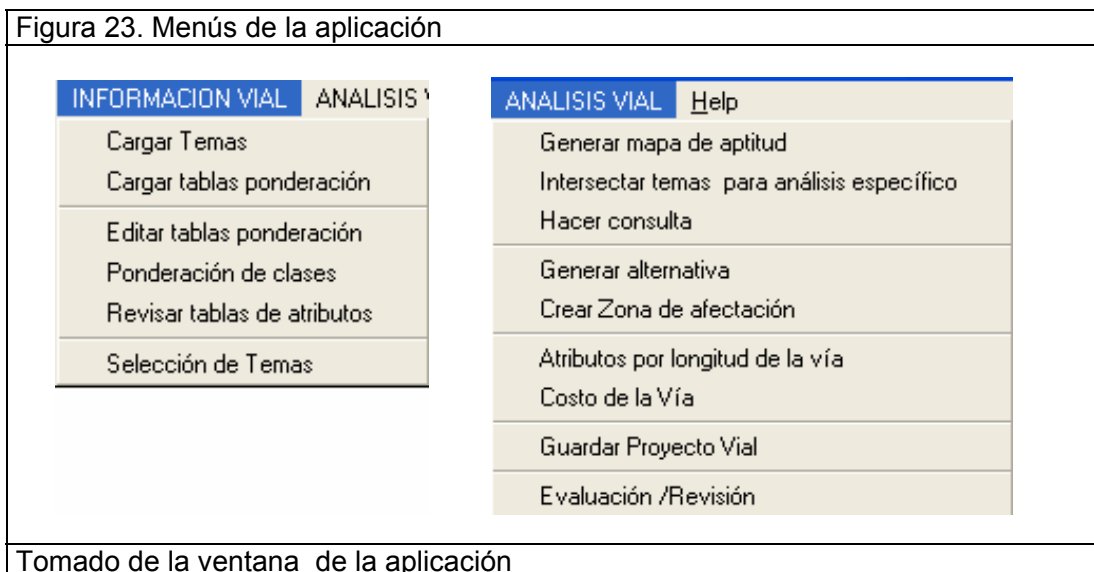
El siguiente paso consiste en añadir el tema que contiene la información topográfica de la zona para hacer un análisis específico, la razón por la cual se procede de esta manera es que la importancia de este tema (topografía) prevalece sobre los demás y que la información contenida en él debe evaluarse de una manera diferente pues la valoración de sus clases viene dada por el valor de las mismas; Una vez se han intersectado los temas de topografía de la zona con el de la aptitud por otros factores evaluada anteriormente, de estos se obtiene un mapa que contiene los polígonos con el valor de aptitud y el valor del rango de pendientes que poseen, con este nuevo mapa se hace la consulta de la zona que se requiere con una aptitud, así se obtiene la zona óptima para el trazado de un corredor vial.

Se procede a trazar una línea que será la primera alternativa de corredor vial que pasa por la zona seleccionada, luego se tiene la opción de generar la zona de afectación de la vía tomando como parámetro de entrada la distancia hasta la cual va la zona de afectación de esta dependiendo del orden de la vía.

Para tener una valoración de la alternativa vial trazada, se selecciona y se hace una intersección con el mapa que contiene los polígonos totalizados por rango y puntaje total y se realiza una consulta para totalizar la alternativa, luego se muestra el resultado en tiempo real, así pues se obtiene así un informe de la longitud del corredor vial con sus valores de rangos de pendiente o puntaje, con lo cual se puede hacer un balance de cual de las alternativas propuestas es la mejor opción para llevar a cabo el diseño.

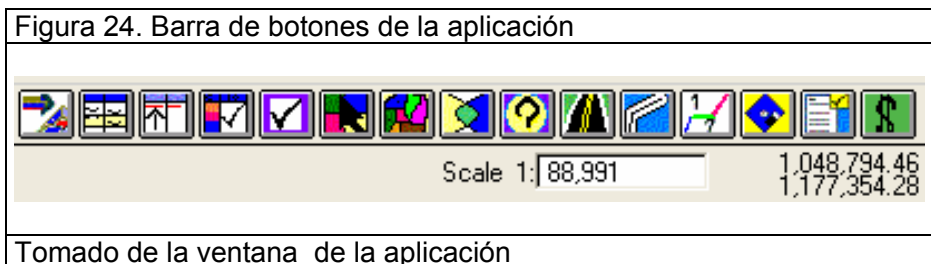
La aplicación adicionalmente de las herramientas y botones propios del software ArcView 3.1. en el cual se esta desarrollando esta herramienta, se complemento con dos menús desplegables dentro de las características de la Vista del proyecto y un grupo de botones asociados a las opciones de los menús, los cuales, al ser activados, dan inicio a cada uno de los procesos particulares que son necesarios para producir el resultado requerido para el siguiente proceso, hasta terminar todo el análisis y obtener el producto esperado de la aplicación. La mejor alternativa para un corredor vial en la zona de interés por el usuario.

Figura 23. Menús de la aplicación



Tomado de la ventana de la aplicación

Figura 24. Barra de botones de la aplicación



Tomado de la ventana de la aplicación

### 6.1.1. El Lenguaje de la Aplicación:

El software ArcView trabaja mediante la programación orientada a objetos, así cuando se abre una vista se está usando el 'objeto Vista', cuando se añade un tema a la vista se está usando el 'objeto tema'. Trabajar con objetos implica que se debe saber cómo llamarlos, qué pueden hacer, y cómo decir lo que deben hacer.

El lenguaje de programación usado fue Avenue el cual es el lenguaje de programación base en que está diseñado el programa ArcView, y que tiene la propiedad de estar integrado a este mismo. Avenue es un lenguaje de programación orientado a OBJETOS. Entendiendo por objeto un grupo, definido por una serie de características o propiedades.

Los objetos pueden relacionarse entre ellos, pueden construirse entre ellos, y usar a los otros, las acciones por las cuales se relacionan son los eventos, los cuales parten de estados o instancias en que se encuentre determinado objeto, esto primero se evalúa si el evento puede ocurrir en determinada instancia.

Una de las ventajas de utilizar este lenguaje consiste en que por encontrarse integrado al software se pueden crear, editar y correr “scripts”, pequeños programas, de manera simultánea con la ejecución del programa, dichos “scripts” se manejan dentro del editor que posee la aplicación, facilitando el diseño y generación de aplicaciones personalizadas. Hay que tener en cuenta que para poder realizar la implementación de la aplicación y crear las nuevas subrutinas específicas para la herramienta fue necesario la capacitación del personal encargado de la implementación en el manejo y estructura de este lenguaje de programación específico.

### **6.1.2. Características de la Aplicación.**

- La aplicación trabaja orientada a objetos, así como el software en que fue implementada, esto presenta la ventaja de relacionar con facilidad los objetos y manejar sus atributos con igual facilidad, con esto se logra agilizar el procesamiento de los datos y el proceso de consultas.
- Es eficiente por cuanto maneja ordenadamente la información haciendo más precisa la ubicación de los archivos y tiene la propiedad de realizar rápidamente las funciones asignadas a cada proceso por su diseño estructurado con el cual se van realizando los procesos de manera escalonada para permitir visualizar el avance del proceso general de selección.
- Es amigable con el usuario, en cuanto esta concebida para un objetivo definido por lo cual se omite la requisición de varios parámetros innecesarios para el usuario y se agrupan procesos que son secuenciales.
- Es flexible por cuanto permite la utilización de caminos alternativos y permite pausar el proceso, para continuarlo en una sesión posterior.
- Esta enfocado a la experimentación con varios análisis permitiendo la selección de la opción que más se ajuste a los requerimientos finales o al criterio del usuario.
- Es de fácil entendimiento, sus opciones son claras y están diseñadas para un manejo secuencial, fácil de entender, requiere pocos parámetros y no necesita de conocimientos en programación ni amplios conocimientos en el manejo del software en el cual se desarrolló la herramienta.
- La alimentación de la información se explica claramente al usuario. El tipo de dato a utilizar dentro de cada proceso y además la herramienta valida los datos antes de procesarlos para evitar errores.
- Sigue una secuencia de sucesos ordenada. Esta direccionada a procesar los datos secuencialmente y mostrar resultados parciales en la misma forma, por lo que mantiene al usuario informado del proceso y le guía hacia el siguiente paso a seguir, por medio de los menús y botones que se hallan ordenados conforme a los procesos para que el usuario vea claramente los procesos siguientes.

- Posee un diseño basado en interfaces para mantener una comunicación con dinámica con el usuario y así captura la información que corresponde a cada criterio, con lo cual moldea el producto del análisis conforme a las decisiones tomadas en cada paso del proceso.
- Ofrece una excelente visualización de los resultados, permite utilizar herramientas del software para realizar visualizaciones en 3d de los resultados.
- Permite la interacción del profesor y el alumno en el aula, así el evaluador puede intercambiar opiniones en cuanto a las decisiones tomadas respecto al diseño vial y los puntajes asignados a las categorías de los diferentes mapas temáticos, y la asignación de valores de ponderación a cada mapa temático.

## **6.2. ESQUEMA DE LA APLICACIÓN**

El esquema indica que la herramienta debe ser utilizada con requisitos mínimos del sistema para que trabaje adecuadamente, se muestra también, como está organizada la información, cuales son los procesos ejecutados en la aplicación, cuales son los formatos de los datos de entrada, como se realizan los procesos y como fue diseñada la aplicación; Todo esto con el fin de dar soporte escrito al desarrollo de la aplicación y dejar así bases para sus próximas versiones y servir de referencia a quienes se interesen en desarrollar aplicaciones similares en el proceso de implementación de una herramienta basada en SIG así como del proceso de diseño y desarrollo de interfaces dentro del software ArcView 3.1.

### **6.2.1. Requerimientos Informáticos**

Para que la aplicación trabaje correctamente se debe disponer del siguiente equipo informático para su instalación:

- Computador con procesador Intel Pentium 4 CPU 2.40GHz, 512Mb de RAM.
- Disco duro con espacio disponible de 100Mb
- Se requiere además el siguiente software:
  - Sistema operativo Windows XP Profesional versión 2002
  - Software ArcView 3.1

Una vez instalado el software ArcView 3.1, se deben activar las extensiones

- 3D analyst
- CAD reader
- geoprocessing
- spatial analyst

### **6.2.2. Requerimientos de los Datos**

Una de las fuentes de datos pueden ser los planes de ordenamiento territorial de los municipios algunos de los cuales se encuentran aprobados o en proceso de aprobación y se pueden acceder en las oficinas de la Gobernación de Santander.

También puede utilizarse cartografía generada que cumplan con las normativas del Instituto Geográfica Agustín Codazzi (IGAC).

Los datos de entrada al sistema son básicamente de dos tipos:

- Mapas temáticos
- Tablas de ponderación

Los mapas temáticos deben ser de tipo shape, además de pertenecer a la zona de estudio, deben tener clasificación de zonas, una tabla de atributos la cual contendrá en orden los siguientes campos:

- **Shape:** este campo identifica el tipo de shape (polygon, polyline, point.), Este campo es tipo string.
- **Área:** área del respectivo shape en unidades correspondientes al proyecto. Este campo es tipo número.
- **Txt\*\*\*\*:** Este campo debe nombrarse con la inicial 'Txt' precedida de las letras iniciales del nombre del tema. Este campo contiene el nombre de la clase temática a la que corresponde el shape al cual hace referencia. (Ejemplo en el campo [Thtagrol] en el registro tres se encuentra el valor 'IVs'. Este campo es tipo string. ( Cadena de caracteres)
- **Perimeter:** campo numérico que almacena información acerca del perímetro del shape tipo polygon al que se refiere.
- **Nombre\_:** campo tipo numérico, el cual es un identificador del tema, el nombre del campo se compone de las primeras letras del nombre del tema seguido del símbolo '\_'(ejemplo el campo [agrolog\_])
- **Nombre\_ID:** campo tipo numérico, contiene un segundo identificador del shape. (Ejemplo el campo [agrolog\_id])

En caso de que la información sea generada por algún medio a partir de formatos análogos se debe crear conforme a estas recomendaciones para que sea válida, de lo contrario la aplicación no procesará los datos correctamente.

Los mapas temáticos se ubicarán en una carpeta con el nombre de la zona a la que pertenezcan, (por ejemplo: la carpeta que contenga mapas de un municipio deberá llamarse igual que este) y tendrá que ubicarse dentro de la carpeta de la aplicación destinada para ello. Ver estructura del directorio.

Las Tablas de ponderación son tablas donde se almacenan las valoraciones de las clases de los diferentes temas, a utilizar en el análisis, estas tablas se deben generar previamente para poder procesar la información almacenada en ellas y así poder asignar valores a los elementos de cada mapa:

La nomenclatura recomendada para el nombre de la tabla es la siguiente:

- **Nombre:** “clases\_\*” donde ‘\*’ es el nombre del mapa del cual se tienen las clases almacenadas.
- **Formato :** dbf tipo IV, estas se pueden crear desde una hoja de cálculo ó desde la opción tablas dentro de un proyecto activo del software ArcView 3.1

Las tablas deben contener tres (3) campos de la siguiente manera:

- **Clase\_\*\*\*\*:** campo tipo string donde se deben almacenar las clases existentes en el tema con el cual se relacionará la tabla para hacer ponderaciones, el nombre del campo debe tener el siguiente formato: Primero la palabra ‘Clase’ seguida del símbolo ‘\_’ y luego las cuatro primeras letras del tema a la cual pertenece.
- **Descripción:** Campo tipo string donde se debe almacenar alguna información que sea característica de la clase a la cual describe, esto con el fin de hacer memoria en el proceso de asignación de valores, y dejar una memoria del criterio con el cual se calificó la clase. En la asignación del nombre del campo se debe utilizar la palabra ‘*Descripcion*’ sin utilizar tildes.
- **Valor\_\*\*\*\*:** Campo numérico dentro del cual se asignará un valor de ponderación a cada una de las clases existentes en un mapa temático, debe determinarse como un campo numérico de tres cifras y en la asignación del nombre del campo se utilizará la palabra ‘Valor’ seguida del signo ‘\_’ y luego las cuatro primeras letras del nombre del tema relacionado.

Las tablas utilizadas para la calificación de las clases de los temas, deben guardarse siempre dentro de una carpeta destinada para este fin llamada ‘tablas\_ponderacion’ y que se encuentra dentro de la carpeta de la aplicación (ver estructura de directorio).

### 6.2.3. El Orden de Sucesos

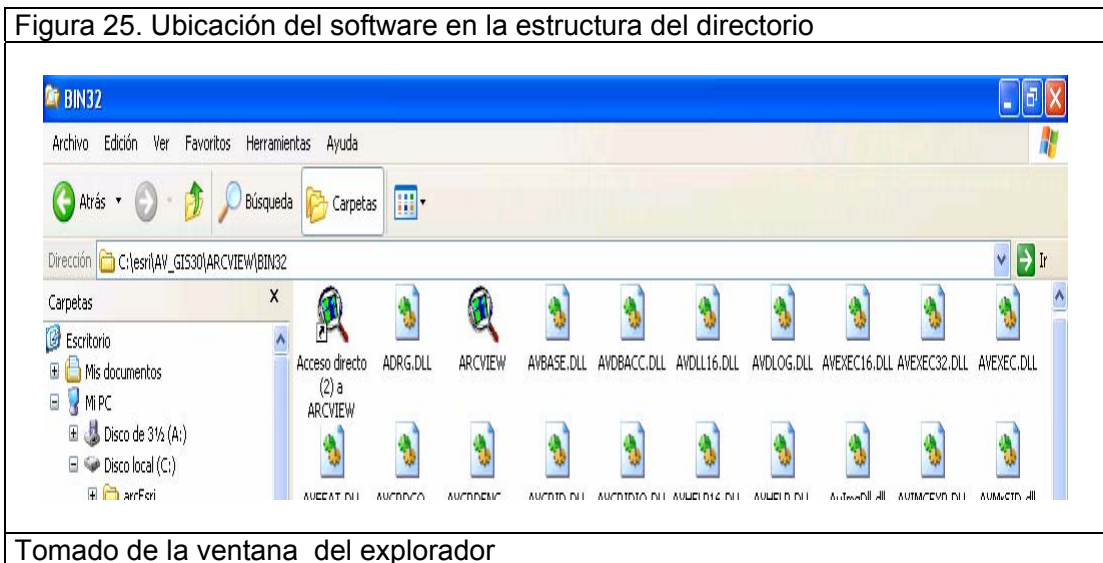
Una vez se tiene la información necesaria para iniciar el análisis del corredor vial (tablas y mapas), se procede a iniciar la aplicación. Se entiende que para hacer esto se debe cumplir tanto con los requerimientos informáticos como con los requerimientos de información.

Para poder iniciar la aplicación se debe guardar dentro de la estructura de directorio de la unidad C del computador la carpeta que contiene la aplicación, quedando la estructura de la siguiente manera: “C:\PRODIVIAL”

Si esto es así entonces se cuenta con todos los archivos y carpetas necesarias para almacenar los archivos, lo siguiente es ubicar el Software ArcView 3.1 y ejecutarlo.

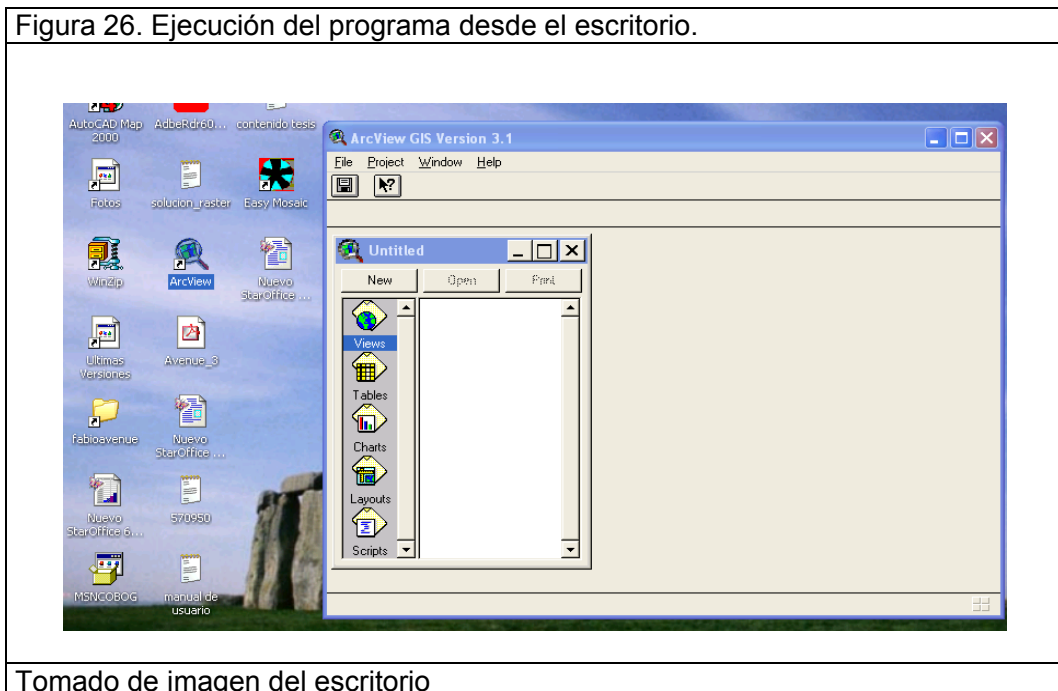
El software mencionado puede encontrarse en la barra de inicio, en el menú de programas dentro de la barra de inicio, en el directorio raíz "C:\esri\AV\_GIS30\ARCVIEW\BIN32" o puede encontrarse un acceso directo a este en el escritorio, una vez ubicado se hace clic sobre el símbolo del programa para hacer que empiece a funcionar.

Figura 25. Ubicación del software en la estructura del directorio



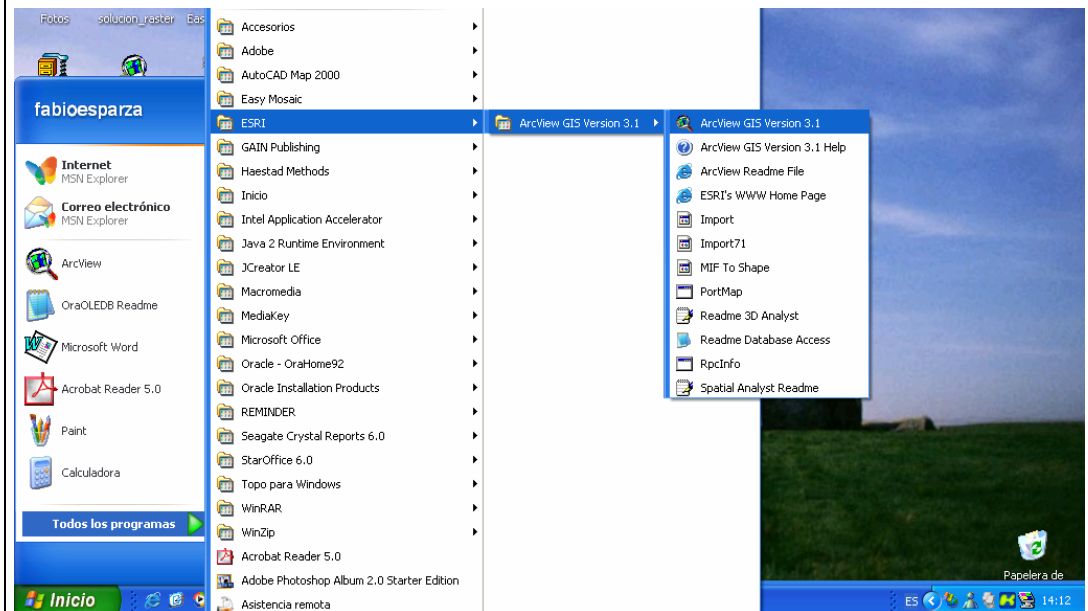
Tomado de la ventana del explorador

Figura 26. Ejecución del programa desde el escritorio.



Tomado de imagen del escritorio

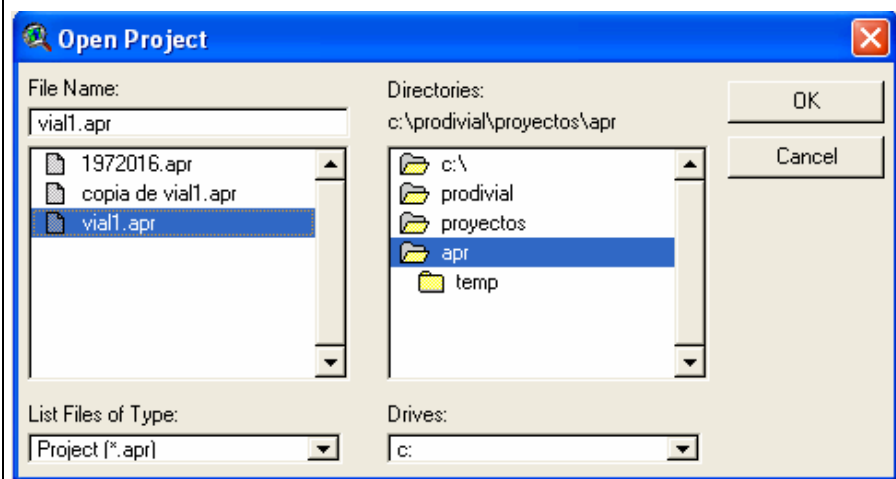
Figura 27. Ubicación del software en el menú inicio



Tomado del menú de inicio

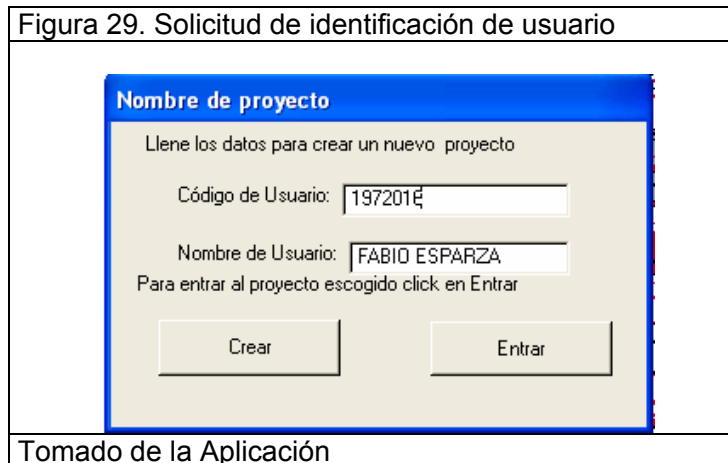
Una vez se ha iniciado el software, se debe en el menú *File* escoger la opción *Open Project*, para buscar dentro de la estructura del directorio el proyecto de la aplicación, el cual tendrá la siguiente ruta "C:\PRODIVIAL\proyectos\apr"

Figura 28. Imagen de la ventana donde se abre la aplicación

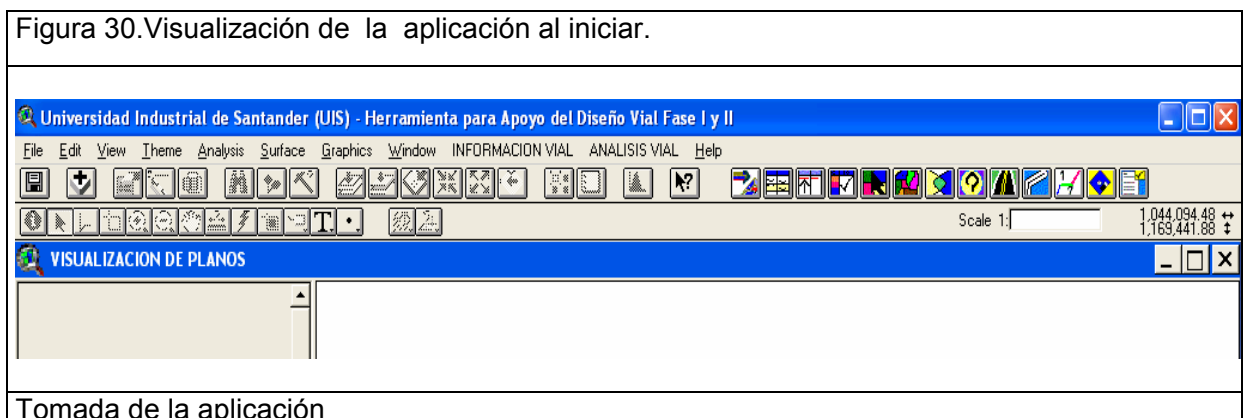


Tomado de la Aplicación

De aquí en adelante se empiezan a desarrollar los procesos propios de la aplicación, es decir las aplicaciones que están enfocados a un fin particular. El primer proceso que realiza la herramienta es solicitar al usuario la identificación para crear un proyecto para cada usuario, así se garantiza la protección del archivo del proyecto base y se tiene un proyecto por cada estudiante, haciendo de esta manera más personalizado y puntual el aprendizaje para la selección de un corredor vial de una corredor vial.



Una vez capturada esta información la aplicación genera un nuevo proyecto que tiene como nombre el código de usuario, en el cual se encuentra un documento tipo, llamado “VISUALIZACIÓN DE PLANOS” dentro de este se debe trabajar para hacer el análisis, la razón es que dentro de la barra de menús del objeto View se encuentran los menús de la aplicación y en la barra de botones se encuentra un grupo de botones asociados a cada opción de estos menús.



Los siguientes pasos dentro del proceso se encaminan a capturar la información y tomar parámetros de diseño asignados por el usuario para personalizar su proyecto vial, y convertir esta información en una alternativa de un corredor vial.

En paginas posteriores se presenta de manera general en que consisten estos procesos, la forma como se desarrollaron. Sus partes se presentan a fondo en la sección 6.4. Partes de la aplicación.

- **Paso 1. Cargar los mapas temáticos:** para iniciar el proceso de selección de un corredor vial se deben tener los diferentes mapas de los temas relacionados con el diseño del corredor, estos deben cumplir con el formato especificado anteriormente y deben estar ubicados en la carpeta de la estructura del directorio destinada para ellos. El proceso de cargar los temas consiste en abrir una ventana de diálogo con la estructura de directorio visible y con un filtro para el tipo de archivo buscado. Esto visualiza solo los archivos con formatos que son válidos para el procesamiento, una vez ubicados y seleccionados los archivos se cargan a la vista y se procede a crear una copia de estos con el fin de garantizar la protección de la información original y evitar cambios no deseados en la misma, para este fin se despliega una ventana que convierte los temas cargados en nuevos temas para evitar la repetición del nombre de un archivo se solicita al usuario la asignación de un nombre para cada uno de los temas cargados y se le pide la confirmación acerca de incluir este tema a la vista, una vez hecho, esto la herramienta que ejecuta este proceso copia el tema que se había cargado desde la primera ventana de diálogo con la que interactuó el usuario y clona el tema, le asigna una leyenda conforme a las clasificaciones halladas en el campo "Txt\*\*\*\*\*" de la tabla de atributos del tema, la hace visible y la aplica para ver el resultado de esta clasificación en el área de visualización.

Figura 31. Ventana Adicionar tema, aquí se selecciona la información a cargar

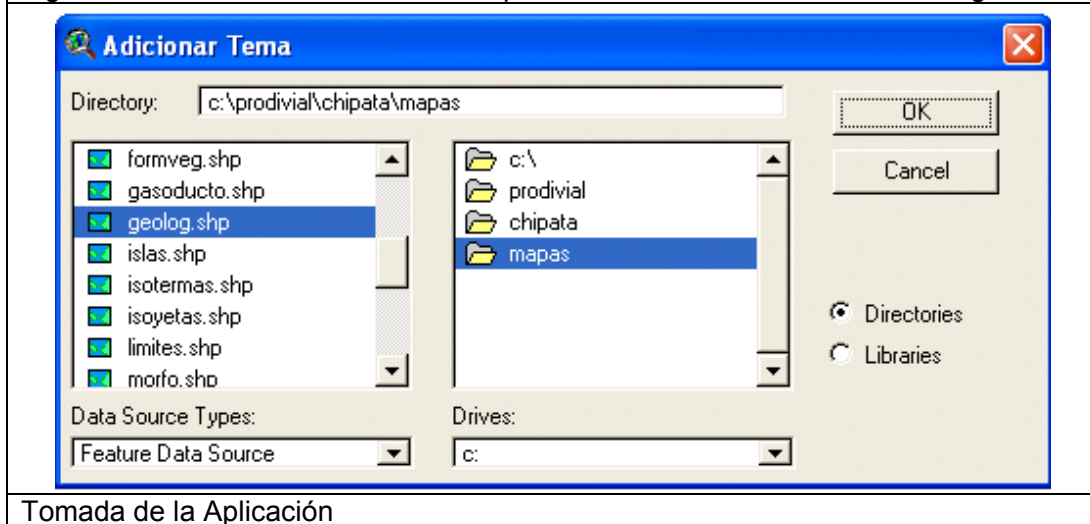
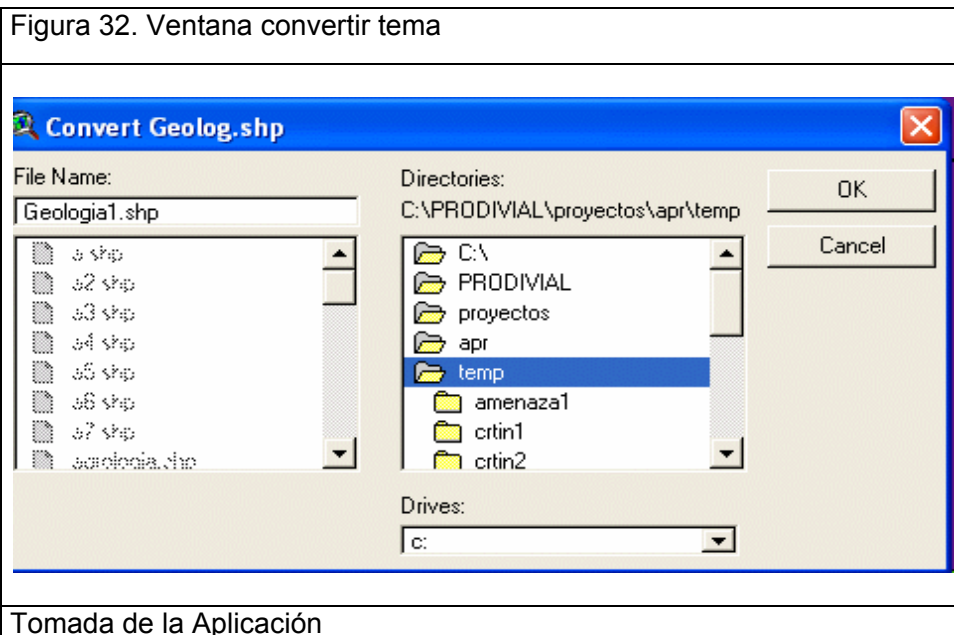


Figura 32. Ventana convertir tema

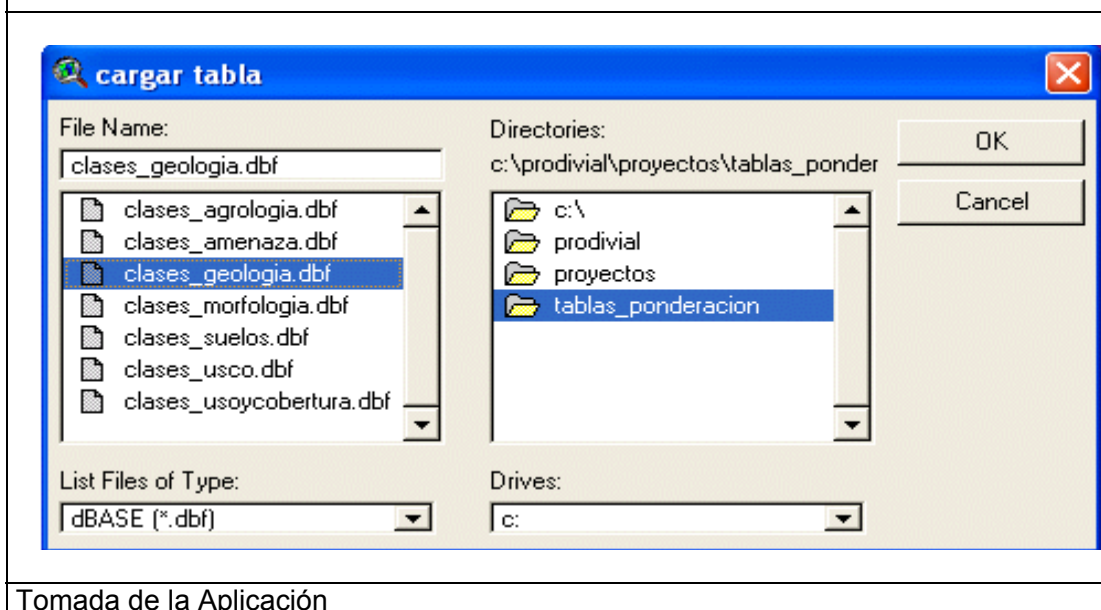


- **Paso 2. cargar tablas de ponderación:** Cada mapa temático esta compuesto de subdivisiones que están categorizadas por clases, esto es, dentro de un tema existen varia clases de ese tema, cada una de las cuales tienen propiedades que la particularizan y determinan su aptitud para un fin específico, en este caso el trazado de un corredor vial. Estas clases se recogen en una tabla con el formato especificado anteriormente en la sección 6.2.2. y se ponderan según el criterio del diseñador, con el fin de asignar después estos valores a las porciones del mapa temático que tengan esta característica.

Para cargar la información que contiene la ponderación de las clases existentes en los diferentes mapas temáticos se ha dispuesto una ventana de diálogo desde donde se buscan las tablas que contienen esa información, y se cargan al proyecto, además existe una opción dentro del menú de entrada de la información, que permite editar las tablas para cambiar valores de ponderación o los nombres de las clases existentes, en caso de haber un inconsistencia con la información presente en la tabla de atributos del tema, en caso de que se quiera cambiar la ponderación inicial asignada a determinada clase o para agregar alguna información que describa las clases y sirva de memoria al proceso de asignación del valor de ponderación.

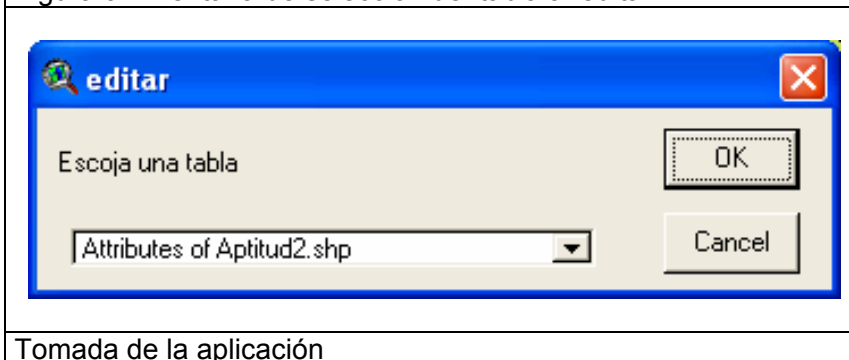
Las tablas deben tener el formato especificado para que la aplicación pueda ser procesada de manera correcta de lo contrario se deben arreglar de manera que cumplan con dicho formato.

Figura 33. Ventana cargar tabla de ponderación



- **Paso 2.a edición de tablas:** En caso tal que el valor de estimación almacenado en las tablas de ponderación no sea conforme con los criterios deseados se procede a realizar la edición de las tablas cargadas mediante la selección de la opción 'editar tablas de ponderación' del menú 'información vial' y la posterior selección y modificación de las tablas que requieran cambios.

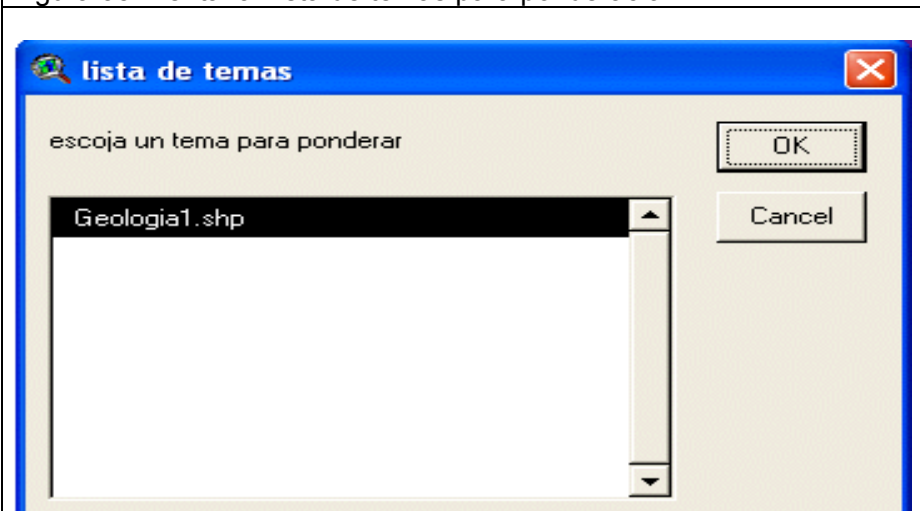
Figura 34. Ventana de selección de tabla a editar.



- **Paso 3. Hacer asignación de valores de ponderación a las clases de los temas:** Una vez que se han cargado los temas a utilizar en el análisis y sus respectivas tablas de ponderación con los valores asignados por el diseñador, teniendo en cuenta las propiedades de cada clase contenida en cada tema, se procede a hacer el cruce de información entre las tablas de atributos de los temas y las tablas de ponderación de estos, mediante un

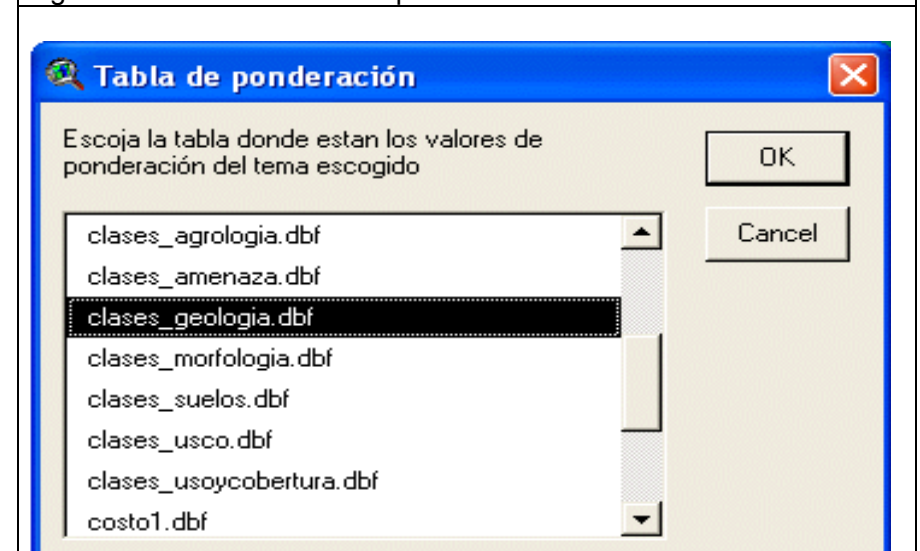
procedimiento consistente en seleccionar un tema y su respectiva tabla de ponderación y después hacer la asignación de valores a cada clase en el mapa temático de acuerdo a la ponderación asignada en la tabla referente al tema. Con este trabajo se obtiene una base de datos de atributos modificada, que representa la evaluación del mapa en cuanto a su aptitud para trazar un corredor vial sobre él, este proceso se ejecuta para todos y cada uno de los temas que se vayan a utilizar en el análisis.

Figura 35. Ventana Lista de temas para ponderación



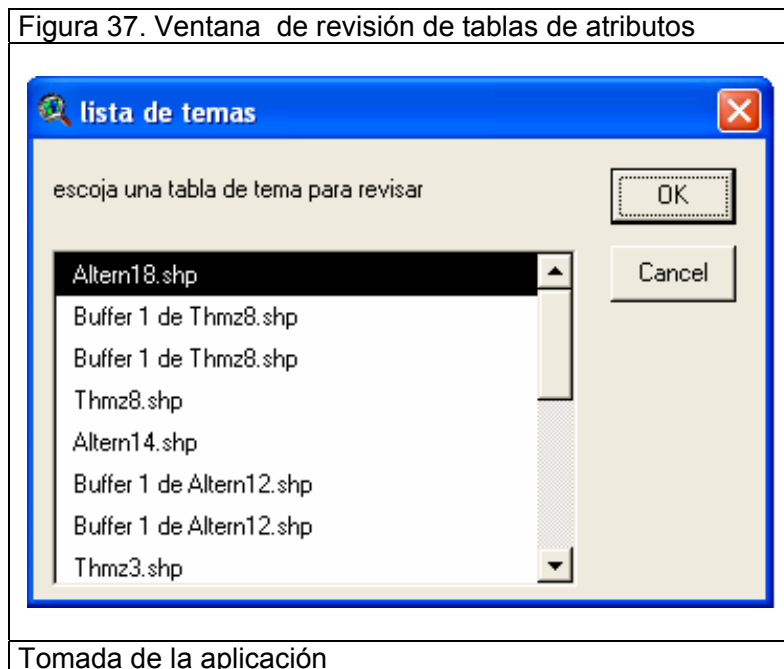
Tomada de la aplicación

Figura 36. Ventana Tabla de ponderación.



Tomada de la aplicación

- **Paso 3.a. Revisión de tablas de temas ponderados:** Para tener la seguridad de que todos los campos de las tablas de atributos de los temas ponderados están completos se debe activar la opción '**Revisar tablas de atributos**' para activar el proceso que revisa todas las celdas de la tabla seleccionada en la interfaz del proceso y envía un mensaje al usuario con el resultado de la revisión indicando si la tabla esta correcta o indicando las modificaciones a efectuar.



- **Paso 4. seleccionar temas para análisis y calificación de los mismos:** En esta opción se seleccionan los temas que se utilizaran en el análisis de aptitud, se pueden escoger solo algunos de los temas a los cuales se les ha efectuado una ponderación de clases con un máximo de nueve (9) a la vez, en esta parte se asigna una calificación a cada tema dependiendo de su porcentaje afectación en el análisis, de manera que la suma de estos valores debe completar una suma de cien (100).

La importancia de este proceso radica en que es aquí donde se definen los parámetros desde los cuales se efectuara el análisis y es también donde se pueden iterar diferentes combinaciones de temas para producir análisis con diferentes enfoques, esto significa que se pueden hacer análisis con énfasis físico, social o ambiental y determinar la zona más óptima desde cada punto de vista.

El diálogo presentado en esta parte del análisis tiene la particularidad de que activa solo los temas a los cuales se les ha asignado un porcentaje de que

afectación y verifica que la suma de estos porcentajes sea cien (100), una vez se cumpla esto se activa la opción de procesar.

Figura 38. Vista de la interfaz de clasificación de zonas.

aptitud fisica		
temas disponibles		
<input checked="" type="checkbox"/>	Geolog1.shp	valor ponderado 20
<input checked="" type="checkbox"/>	Morfo2.shp	valor ponderado 20
<input checked="" type="checkbox"/>	Suelos4.shp	valor ponderado 20

aptitud ambiental		
temas disponibles		
<input checked="" type="checkbox"/>	Agrolog1.shp	valor ponderado 20
<input type="checkbox"/>	Pend&apti.shp	valor ponderado
<input type="checkbox"/>	Pend&apti.shp	valor ponderado

aptitud social		
temas disponibles		
<input checked="" type="checkbox"/>	Amenaza1.shp	valor ponderado 20
<input type="checkbox"/>	Pend&apti.shp	valor ponderado
<input type="checkbox"/>	Pend&apti.shp	valor ponderado

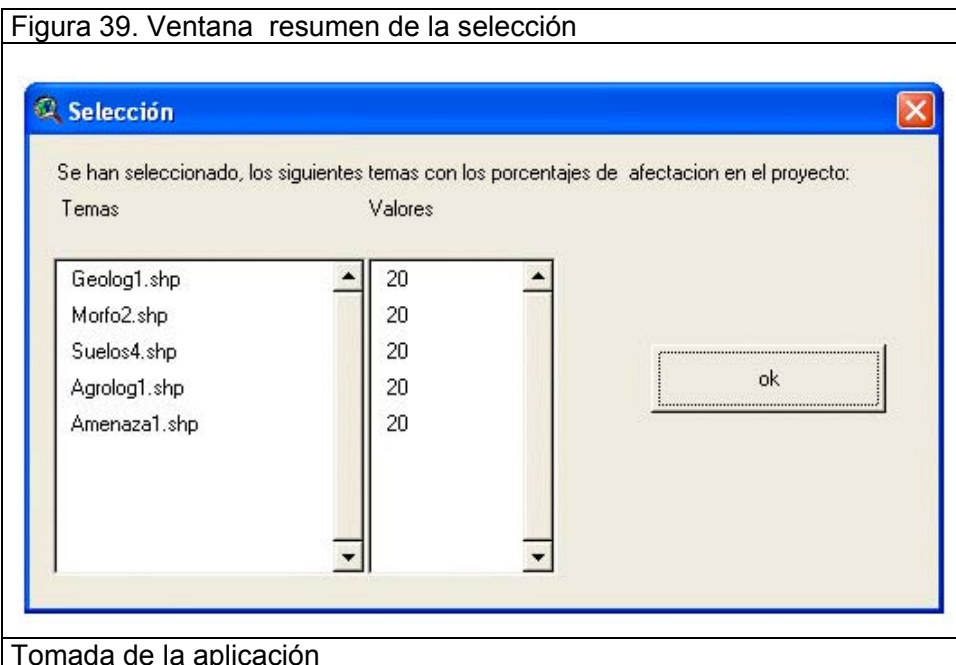
% TOTAL 100

guardar      procesar      cancelar

Tomada de la aplicación

Con la opción procesar se generan una lista de los temas seleccionados y sus porcentajes de afectación que se utilizará para hacer una ponderación de cada zona utilizando los parámetros involucrados en el análisis y generar el mapa de aptitud total.

Este proceso es llevado a cabo por los gestores de verificación y cálculo.



- **Paso 5. Generación de mapa aptitud total:** Con la información obtenida en los pasos anteriores se procede a producir el mapa de aptitud total el cual es el producto de una intersección de los mapas seleccionados y una posterior disolución por el atributo común de puntaje total, de manera que se obtiene un tema con la información totalizada.

El proceso no dispone de interfaces para el usuario, solo muestra una ventana de mensaje que le informa al usuario el avance del proceso. Los eventos que ocurren internamente son:

- **Buscar la selección de temas:** consisten tomar la selección realizada y ubicar las tablas de atributos de los temas en la lista.
- **Tornar las tablas editables:** toma las tablas de la selección y les adiciona dos campos denominados con los prefijos 'peso' y 'pond' y un sufijo extraído de la posición de estos temas en la lista de seleccionados. (por ejemplo a la tabla del primer tema de la lista le adiciona los campos [peso0], [pond0])

**Buscar pesos de temas:** Consiste en buscar la lista de valores de ponderación para los temas seleccionados de la interfaz de clasificación de temas.

- **Ponderar:** Asignar el valor de ponderación a cada registro del campo cuyo nombre empieza con el prefijo 'peso'
- **Realizar el calculo del valor ponderado asignado a cada registro:** esto se logra multiplicado el valor asignado al registro según la clase por

el valor registrado en el campo 'peso'

- **Totalizar ponderación:** consiste en asignar el valor resultante al registro correspondiente del campo nombrado por el prefijo 'pond'. Lo anterior es una ponderación del valor de la aptitud total explicada por la fórmula:

$$(\text{Valor de la clase}) * (\text{Peso del tema}) = (\text{ponderado})$$

Donde:

- **Valor de la clase** = valor establecido en las tablas de ponderación para cada clase dentro de un mapa temático y asignado al shape que pertenece a dicha clase.
- **Peso del tema** = el valor asignado al mapa temático dentro del análisis
- **Ponderado** = puntaje ponderado parcial asignado a cada shape dentro de un tema.

Este cálculo se realiza para cada registro de cada tema dentro de la selección.

- **Intersectar temas:** una vez se han ponderado los temas seleccionados se procede a Intersectarlos realizando varios ciclos en la siguiente forma:
  - Primer ciclo: se hace una intersección entre los dos primeros temas y se produce el mapa intersectado1. Si hay más de dos temas se sigue con el ciclo 2.
  - Segundo ciclo: se intersecta el mapa resultante del primer ciclo con el tercer mapa y se produce el mapa intersectado2. Si hay más de tres temas sigue el ciclo 3.
  - Se procede así hasta intersectar los N temas existentes realizando de esta forma (N-1) ciclos hasta obtener el mapa intersectado N.

La característica de este tema es que posee tantos shapes como intersecciones entre los temas se presenten y asigna a estos shapes los atributos de todos los temas que se intersectaron para generarlo, esta característica da la solución a la necesidad de superponer temas sin generar demasiados shapes.

- **Totalizar mapa:** Cuando se ha obtenido el mapa producto de la última intersección, se efectúa la totalización de este, generando un nuevo campo llamado 'total' al cual se asigna el valor equivalente a la suma de los N campos nombrados 'pond'\* obteniendo para cada elemento el valor ponderado suma de todos los ponderado de cada clase relacionada con él.
- **Disolver mapa:** como producto de los procesos anteriores se tiene un mapa temático con un campo que resume la información de muchos campos, el campo 'total' que como se explicó es producto de la incidencia de las propiedades de todos los temas en un mismo espacio,

por lo cual se convierte en un campo resumen que contiene la información que le interesa al usuario para seleccionar una zona de aptitud óptima.

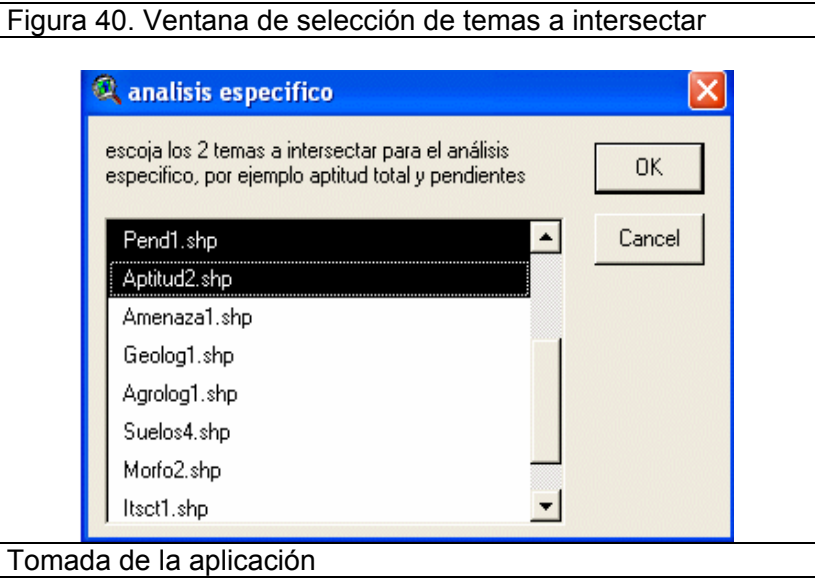
Esto se aprovecha para agrupar todos los shapes que contienen el mismo valor del atributo 'total' y se obtiene un tema modificado con una tabla simplificada que contiene los diferentes valores presentes en el tema, y la cantidad de shapes que tienen este puntaje.

Al tema resultante se asigna el nombre de 'Aptitud'; en caso de realizarse varios análisis los mapas de aptitud producido tienen un nombre secuencial esto es 'Aptitud2', 'Aptitud3' y sucesivamente. El resultado de este proceso es entonces un mapa de aptitud donde se consideran los diferentes mapas temáticos con una calificación según el criterio del usuario.

- **Paso 6. Intersección de mapa de aptitud y mapa temático que contiene la información topográfica de la zona a analizar:** Una vez se tiene el mapa temático resultante de la intersección de los temas escogidos para el análisis se puede hacer una intersección de este mapa con otro particular que se quiera analizar para este caso el mapa de aptitud topográfica, el cual se puede obtener a partir del tema de curvas de nivel.

El proceso planteado consiste en mostrar al usuario los temas disponibles en la vista y permitirle seleccionar el par de temas que quiere intersectar.

Para el caso que se quiera añadir la aptitud por pendientes al análisis se deben escoger los temas de pendientes y aptitud. Una vez realizado esto el proceso es el mismo que el planteado en el paso 5.



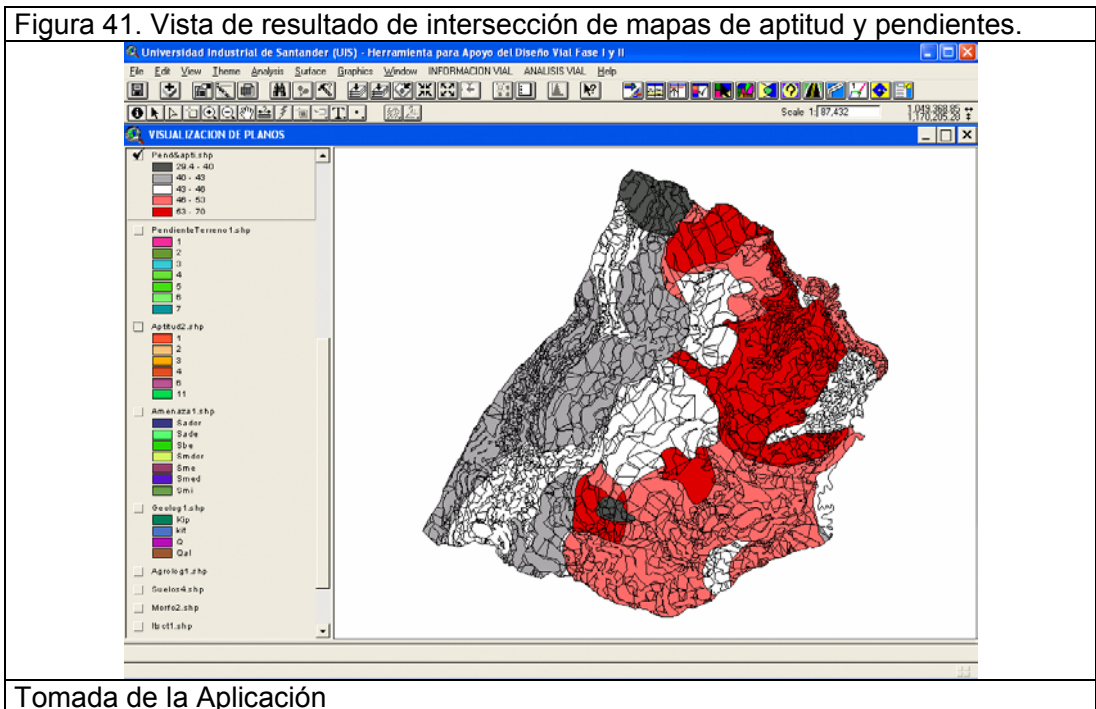
La razón por la que se hace la intersección entre el tema de aptitud con el tema de pendientes en un proceso diferente y no con los temas escogidos para el análisis radica en la importancia preponderante del tema de pendientes, para el análisis del corredor vial, por lo cual es conveniente manejar esta información de manera independiente y no ponderarla como cualquier otro tema dado que esto produciría un resultado único en el cual no se podrían hacer iteraciones para el trazado en cuanto a la pendiente de la zona por la cual se pretende trazar el corredor vial.

De manera que es más conveniente y funcional producir un tema donde los aspectos de aptitud según pendientes y aptitud según los demás criterios sean independientes pudiéndose hacer iteraciones en la selección de los rangos de valores de estos atributos para seleccionar la zona que cumpla de la mejor forma con los criterios planteados para el trazado del corredor vial.

El resultado de este proceso es un mapa temático que posee atributos de pendientes y puntajes de aptitud según especificaciones dadas en procesos anteriores. Este tema tiene como característica de tener una leyenda visible donde se aprecia la clasificación de acuerdo a su puntaje de aptitud en colores que permiten apreciar visualmente las zonas más aptas en cuanto a puntaje de aptitud.

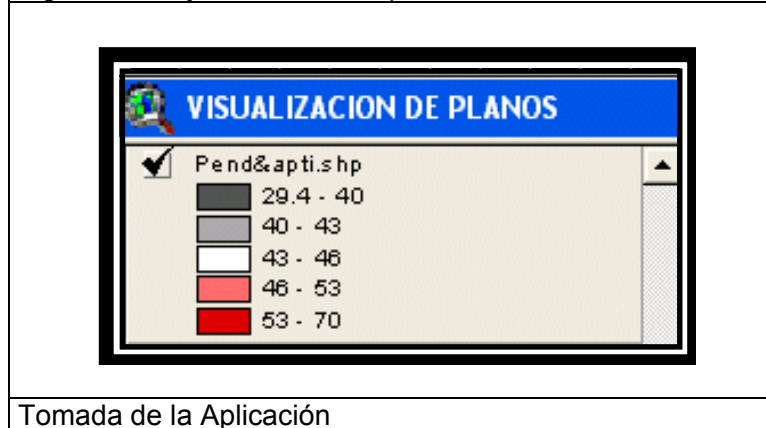
El nombre de este tema corresponde a la unión de las cuatro primeras letras de los nombres de los dos temas usados para generarlo.

Figura 41. Vista de resultado de intersección de mapas de aptitud y pendientes.



Tomada de la Aplicación

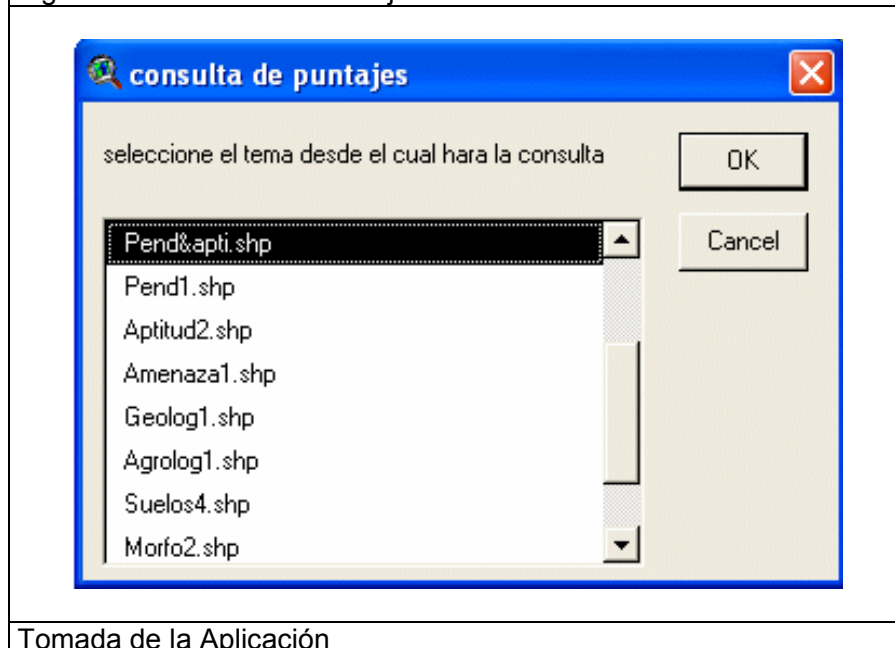
Figura 42. Leyenda del tema producto de intersección.



Tomada de la Aplicación

- **Paso 7. Selección de zona óptima de acuerdo con el criterio del usuario:** En este proceso se hacen consultas al tema obtenido en el paso anterior para seleccionar la zona que tenga los atributos requeridos por el usuario para poder trazar la alternativa vial, esto se hace a través de una interfaz que toma los valores requeridos para el rango de la pendiente y el rango de puntajes de la zona, la interfaz trabaja de la siguiente forma: Se activa mediante la selección del menú o botón asociado a este proceso y despliega una interfaz con la lista de los temas disponibles en la vista, permitiendo escoger el tema desde donde se hará la selección.

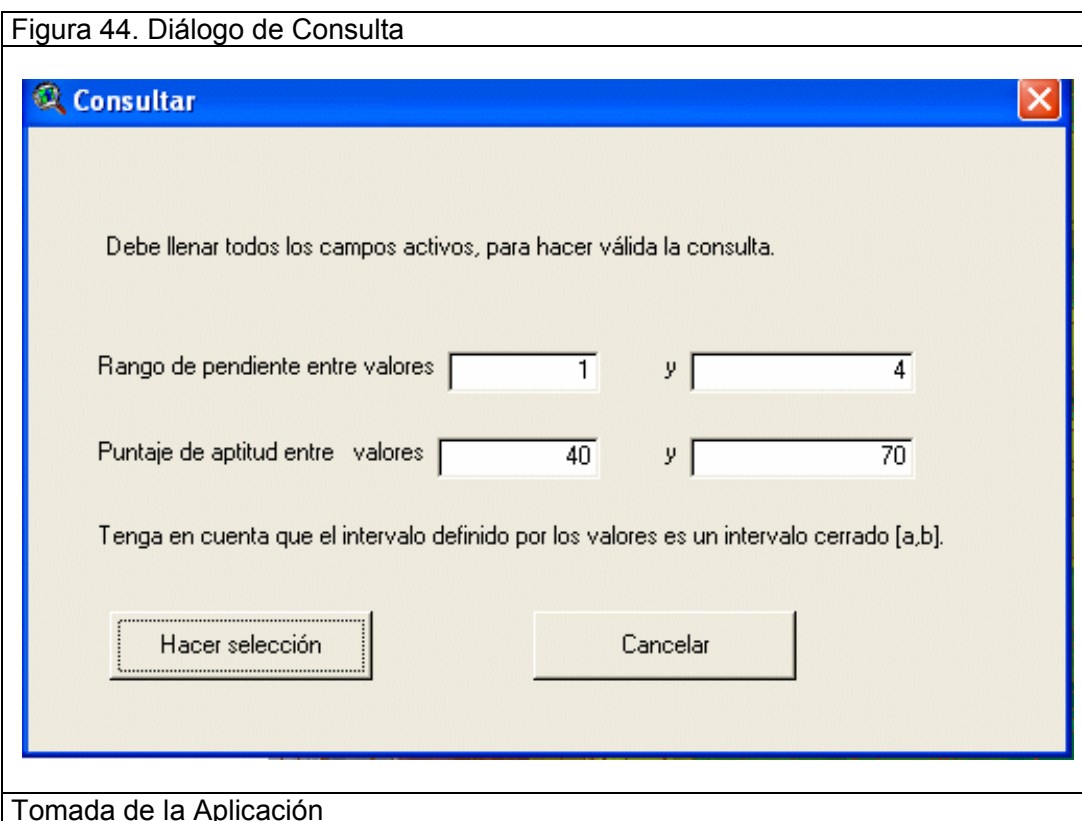
Figura 43. Consulta de Puntajes



Tomada de la Aplicación

Después de haber seleccionado un tema la aplicación verifica los campos de la tabla de atributos asociada al tema, revisando si existen temas referentes a rango de pendientes y puntajes de aptitud, si alguno de los estos campos no existe en el tema se invalidan los campos de consulta relacionados con dicho campo, de otro modo se presenta una interfaz que solicita valores para el rango de pendientes y para el puntaje de aptitud, para esto verifica que el formato de los valores sea correcto, estos son de tipo numérico y decimal.

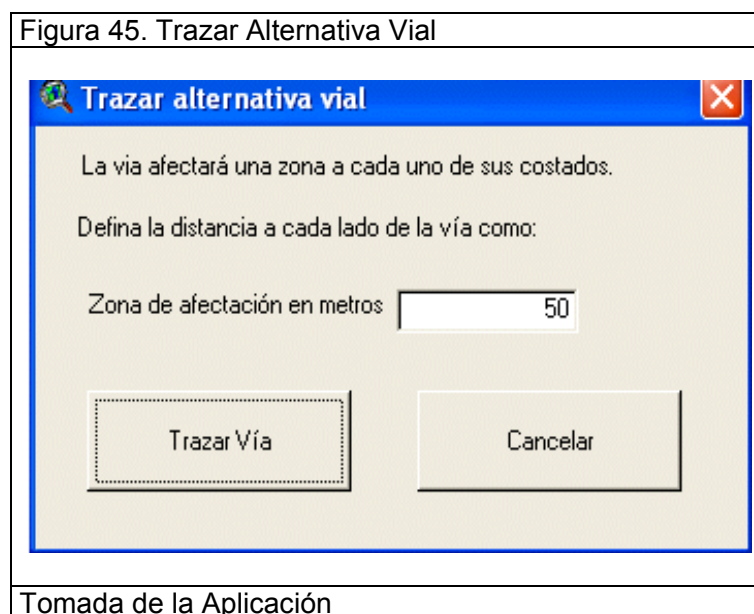
Los datos introducidos en esta interfaz generan un intervalo cerrado, es decir que incluye los extremos y el resultado que cumplen las condiciones de los dos intervalos, iluminando los shapes que cumplen las dos condiciones, en caso de que el tema tenga los dos campos o la condición que esté validada.



Cuando se hace click en la opción 'Hacer selección' se iluminan los shapes que cumplen la condición planteada sin cerrar la ventana de la consulta y de esta forma poder modificar los valores introducidos en los campos y ver los cambios en la selección de manera inmediata, permitiendo realizar múltiples consultas hasta obtener la selección de shapes que conforman la zona más apropiada para el objetivo propuesto.

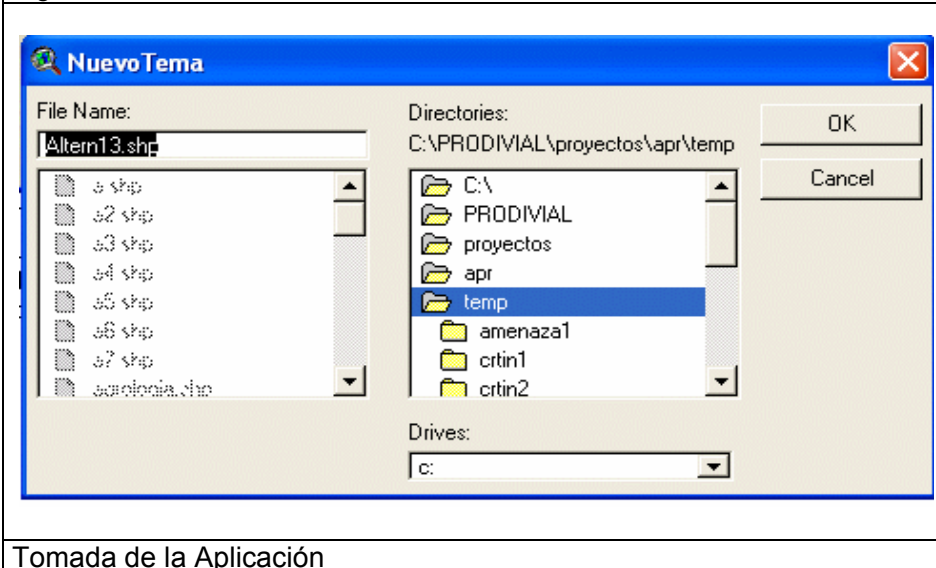
Una vez se ha determinado la zona que tiene las aptitudes de puntajes y pendientes necesario para iniciar el trazado de una alternativa de corredor vial se procede a cerrar esta ventana y se configura la escala de visualización adecuada para apreciar los shapes seleccionados.

- **Paso 8. generación de alternativa vial:** Al seleccionar la opción de generar alternativa dentro del menú de análisis vial o desde el botón relacionado con este proceso se abre un diálogo que define la zona de afectación de la vía, solicitando para ello un valor al usuario, referente a la distancia a cada lado del eje de la vía hasta donde afectará directamente esta, el valor suministrado por el usuario deberá estar acorde al orden de la vía que va a diseñar.



Después de ingresar este valor se debe pulsar el botón 'Trazar Vía' que activa otra ventana de diálogo donde se debe asignar un nombre al tema que contendrá la alternativa vial, la ventana tiene por defecto un nombre secuencial que inicia con la palabra 'Altern', este nombre puede ser personalizado por el usuario. La ubicación de este tema aparece por defecto en una carpeta creada para guardar los archivos temporales generados durante el procesamiento de la información, conforme al diseño de la estructura del directorio.

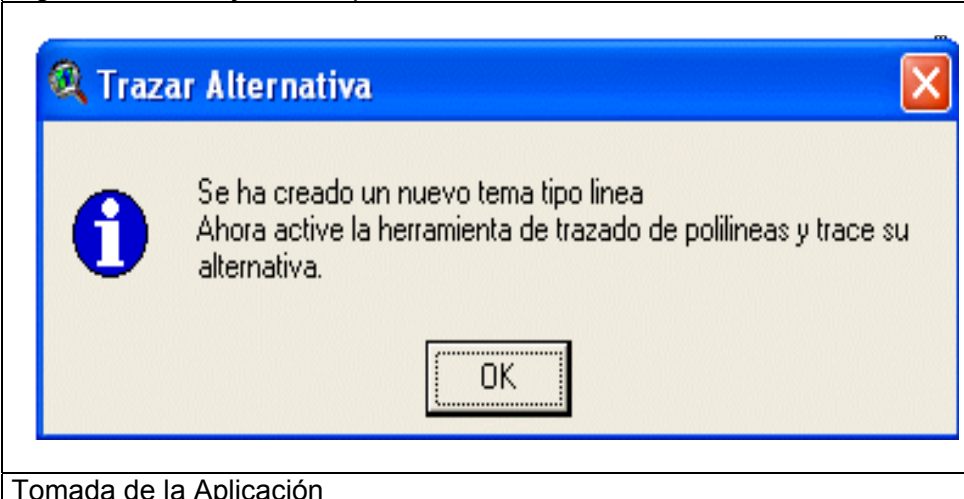
Figura 46. Nuevo Tema.



Tomada de la Aplicación

Después de haber asignado un nombre al tema aparece un mensaje informativo que indica al usuario que debe iniciar el trazado de la alternativa mediante la activación de la herramienta de trazado de polilíneas.

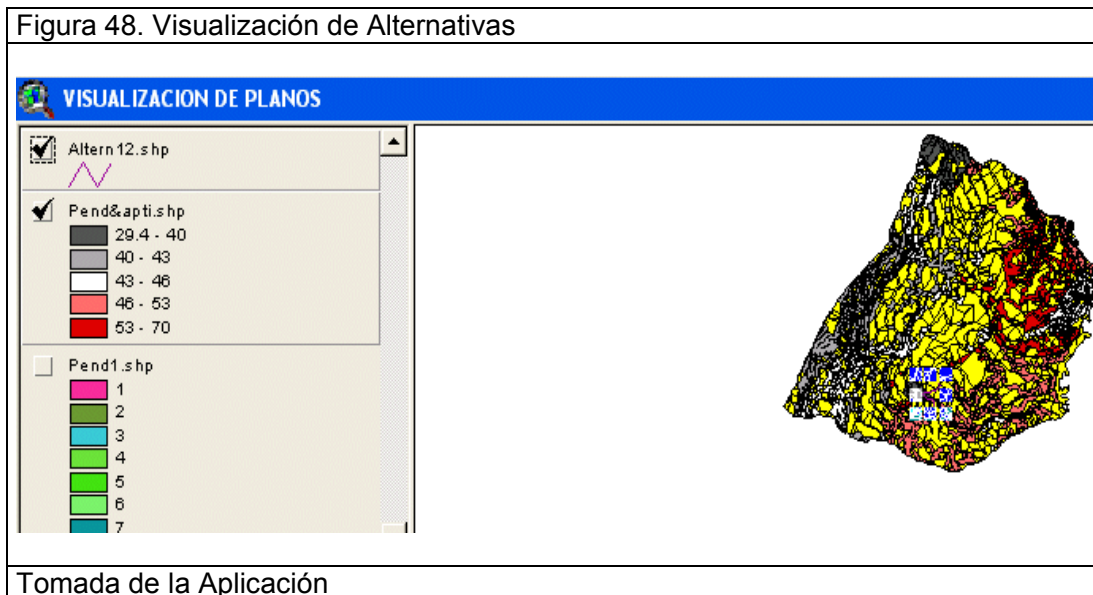
Figura 47. Mensaje de Aceptación



Tomada de la Aplicación

Este nuevo tema aparece activo y en modo editable en la vista, y permite observar la selección hecha en el tema de aptitud y pendientes en el paso anterior, dicha selección sirve de guía para el trazado de la alternativa vial.

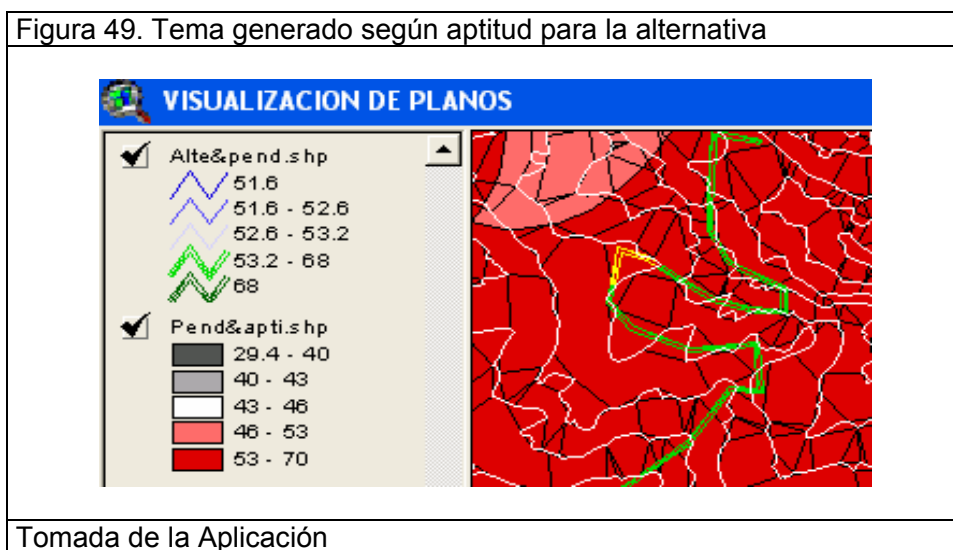
Figura 48. Visualización de Alternativas



Se procede a trazar la alternativa vial con una polilínea y una vez se haya hecho esto se busca dentro del menú contextual Theme la opción stop editing,

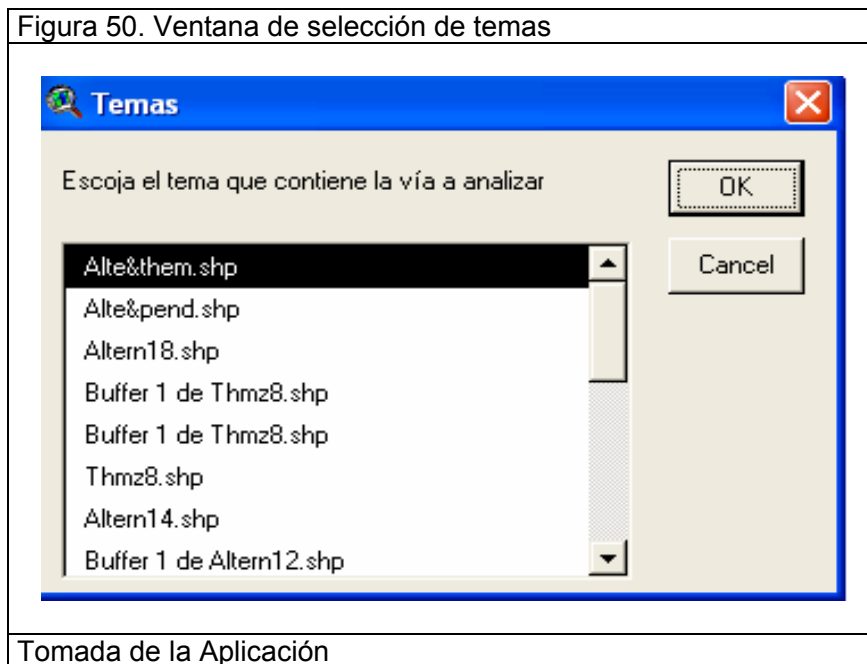
Ahora se realiza una intersección del tema de la polilínea con el tema que tiene los atributos totalizados de pendientes y puntajes, a fin de obtener un tema tipo polilínea que contenga las propiedades de las zonas por las que pasó la alternativa, Este proceso es el mismo que el mostrado en el paso 5 y genera un nuevo tema clasificado según puntajes de aptitud y con un color para cada clase.

Figura 49. Tema generado según aptitud para la alternativa



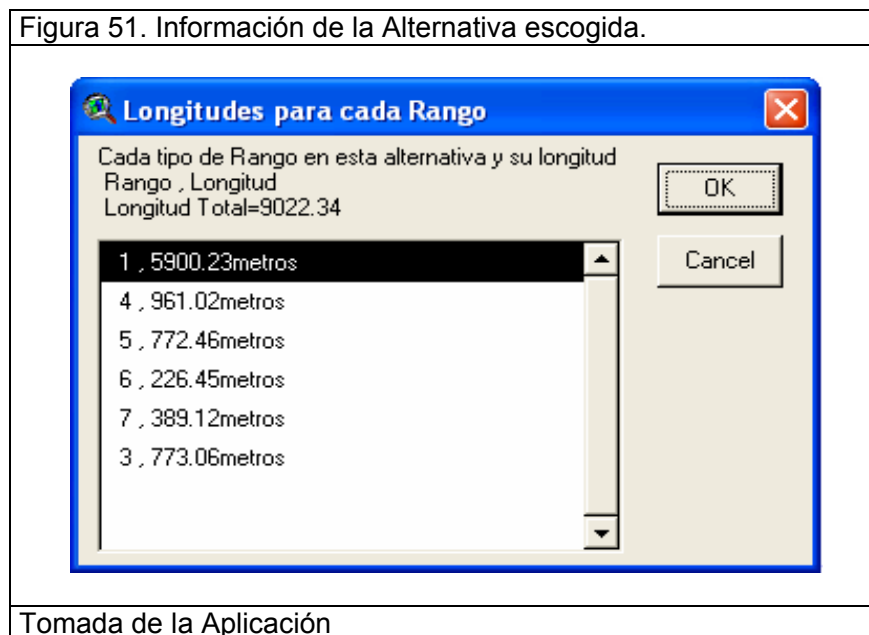
- **Paso 9. Generar resultados de la alternativa según atributo seleccionado:** Para conocer los atributos de la alternativa trazada y la longitud donde estos están presentes solo se necesita realizar una consulta al tema donde se trazo la alternativa con la herramienta diseñada para con este objeto, la cual se halla dentro del menú análisis vial en la opción atributos por longitud de la vía; el modo como funciona es el siguiente:

Se activa la herramienta con el botón o con la opción dentro del menú de análisis vial, después de hacer esto aparece una ventana de diálogo donde se despliegan los temas disponibles en la vista y se escoge el que contiene la alternativa vial que se quiere consultar, después se despliega una ventana con los campos presentes en la tabla de atributos del tema seleccionado y se escoge el atributo que se quiere evaluar.



Después se muestra una lista de las clases presentes dentro del campo del atributo seleccionado y la longitud en que está presente cada uno de estas clases, también se obtiene información de la longitud total de la vía, con estos datos se puede determinar que tan bueno es el trazado en cuanto a longitudes, pendientes y zonas que atraviesa.

Figura 51. Información de la Alternativa escogida.




Tomada de la Aplicación

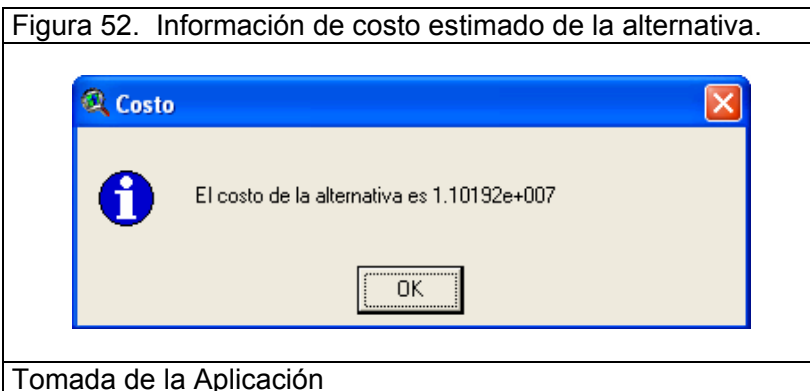
- **Paso 10. Dibujo de la zona de afectación de la vía:** Como se mencionó anteriormente el corredor vial posee una zona de afectación característica dependiendo del orden de la misma, el graficar esta zona nos da una idea de la afectación de esta sobre la zona que atraviesa, por lo cual se diseñó una herramienta para producir la gráfica de esta zona.

Esta herramienta opera de la siguiente manera, se debe seleccionar el tema que contiene la alternativa a la cual se desea generar la zona de afectación, y dentro de esta se debe seleccionar el shape de la vía, después la aplicación busca la ventana de diálogo denominada 'Trazar alternativa' dentro de la cual se definió la longitud a cada lado de la vía que abarcaría esta zona, hecho esto la Herramienta internamente verifica el tipo de objeto al cual se dibujará una zona de afectación. Cuando encuentra que es de tipo polilínea, la aplicación tiene la orden de crear un polígono alrededor de ella a una distancia definida por el valor capturado en la ventana de diálogo 'Trazar alternativa'.

Este proceso crea un nuevo tema tipo polígono con el nombre 'buffer1 de 'x' donde 'x' es el nombre del tema seleccionado y activo tomado como base para generar el polígono mencionado. El tema generado se activa y se hace visible.

- **Paso 11. Generar costo de la vía:** Si se desea conocer una estimativa del valor de la alternativa de corredor vial procesada, se debe escoger la opción '**Costo de la vía**' dentro del menú de análisis vial o dentro de la barra de botones de la aplicación. 

Este proceso despliega una ventana donde se selecciona el tema que tiene la alternativa vial ponderada de la cual se quiere determinar el costo y luego se despliega una ventana con una lista de las tablas existentes dentro del proyecto de las cuales se escoge la que esté relacionada con los costos según rango de pendientes.



- **Paso 12. Guardar resultados de análisis:** Una vez se ha terminado el análisis del corredor vial y se ha determinado cual es la mejor alternativa o se ha terminado una sesión de trabajo se deben guardar los resultados; para esto se ha dispuesto de un diálogo que permita realizar esto fácilmente, ubicando esta opción dentro del menú de análisis y dentro de uno de los botones de la aplicación, se recomienda guardar cada vez que se ha concluido un proceso diferente para evitar perder información.
- **Paso 13. La evaluación:** El evaluador desarrollara su papel en el proceso de diseño del proyecto de corredor vial, mediante el intercambio de conceptos con el usuario, guiándole en la toma de decisiones y posteriormente haciendo revisión del diseño totalizado, donde determinará si el proyecto fue hecho teniendo en cuenta los criterios correctos. Considerando que la aplicación esta diseñada para un solo usuario, y con el fin de facilitar la labor del evaluador, se ha dispuesto una herramienta que permite cerrar el proyecto que acaba de revisar y empezar a revisar otro proyecto con tan solo oprimir un botón, simplificando pasos y por ende ahorro de tiempo.

La forma como esta herramienta funciona consiste en que una vez seleccionada la opción 'Evaluación/revisión', se abre un diálogo donde escogiendo la opción 'Abrir' cierra el proyecto actual preguntando si se desean guardar los cambios y abre la carpeta donde se encuentran los archivos para seleccionar el proyecto que desea revisar.

#### 6.2.4. Visualización de Resultados

Mediante la utilización de algunas herramientas características del software ArcView 3.1 se puede obtener más información acerca de los trazados elaborados así como una mejor visualización.

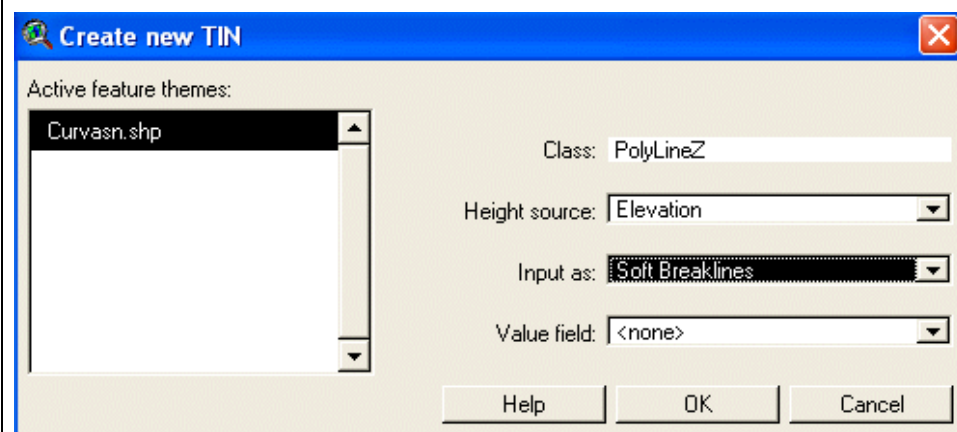
Los procesos a realizar son sencillos, brindan valiosa información y una excelente visualización de los resultados. Los procesos a utilizar son los siguientes:

- Generar la superficie del terreno
- Convertir un tema polilínea en tema tridimensional.
- Crear una escena tridimensional del terreno y los temas tridimensionales
- Generar vistas de impresión, de los mapas generados.
- Generar perfiles de las alternativas viales creadas.

A continuación se presenta de una forma aclaratoria los procesos adicionales que se pueden realizar para la visualización de resultados.

- **Generar la superficie del terreno:** una superficie de terreno, tiene un formato TIN. (Ver marco teórico), estas superficies se pueden crear a partir del tema de las curvas de nivel de una zona, con solo activar el tema que contiene las curvas y escoger la opción '*Create TIN from features*' dentro del menú *Surface* dentro de la barra de menús del objeto Vista, después de activar esta opción se abre una ventana de diálogo que muestra información acerca de cual es el tema activo seleccionado, la clase a que pertenece este (por ejemplo *polylineZ*) y solicita información acerca de la fuente de datos de altura, donde se debe escoger el campo del tema de curvas de nivel que contiene los atributos de elevación.

Figura 53. Creación de Superficie de Terreno.



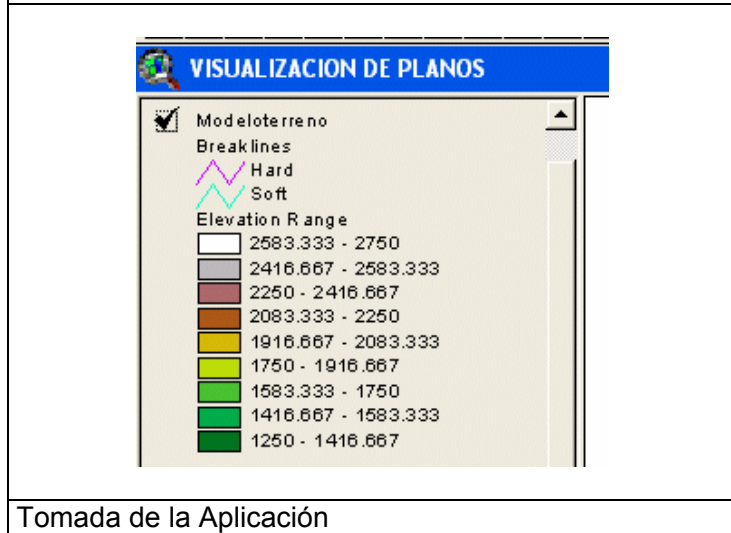
Tomada de la Aplicación

Después se abre una ventana que solicita un nombre para la superficie (TIN) creada almacenándola por defecto en la carpeta temporal 'Temp'.

Una vez se hayan realizado los pasos anteriores se procede a generar la superficie del terreno a partir del tema de las curvas de nivel, cuando lo ha creado lo carga a la vista sin activarlo ni hacerlo visible, para hacerlo visible

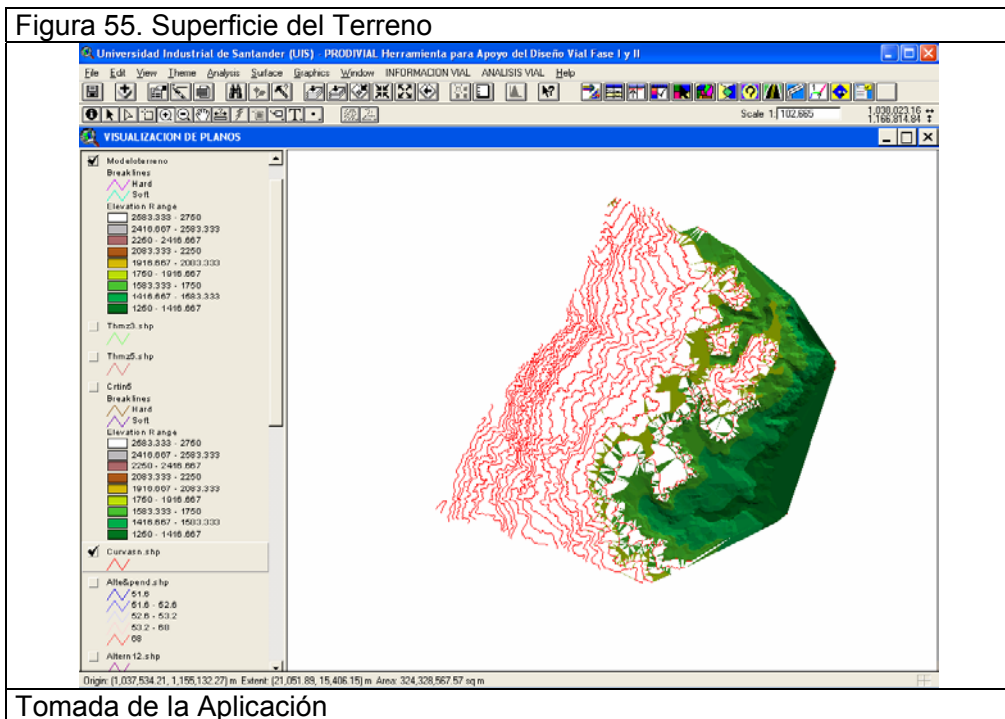
se debe hacer click en el recuadro que aparece junto al nombre del tema en la tabla de contenidos de la vista.

Figura 54. Detalle de Leyenda de la Superficie Generada



Al hacer este proceso se empieza a visualizar el tema de superficie del terreno.

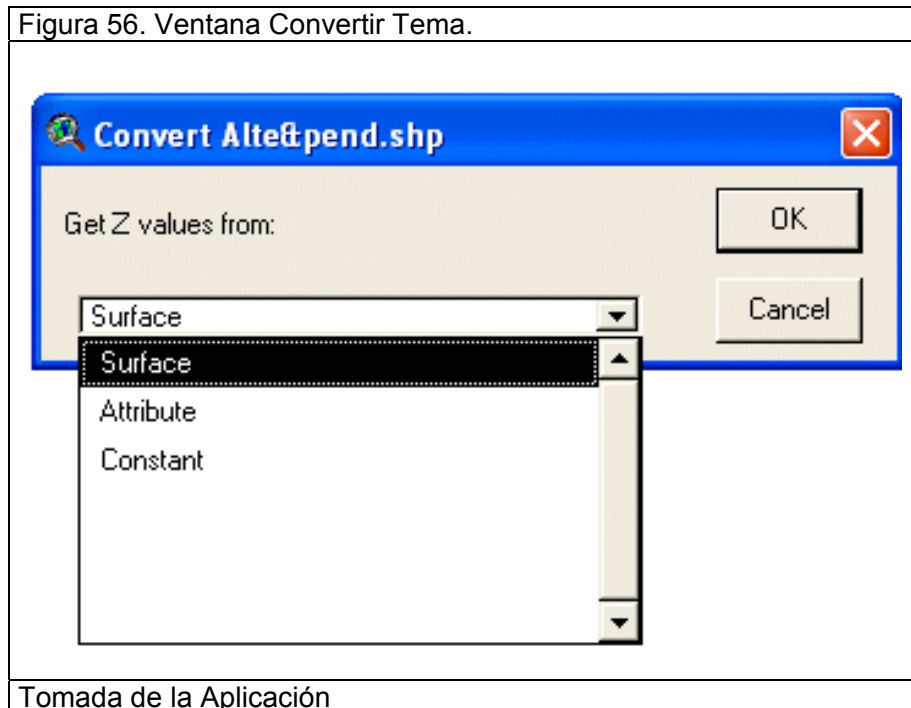
Figura 55. Superficie del Terreno



- **Convertir un tema polilínea en tema tridimensional:** Este proceso será muy útil para poder visualizar una alternativa de corredor vial junto con la superficie del terreno y para generar el perfil de la misma, para lograr convertir un tema en tema en tres dimensiones se escoge una alternativa de corredor vial seleccionándola, se activa y se escoge en el menú 'Theme' la opción '*Convert to 3D shapefile*.'

Luego aparece una ventana que solicita información acerca de donde buscar los atributos de altura (*Z values*) y se escoge la opción de la superficie 'surface', y se oprime OK.

Figura 56. Ventana Convertir Tema.

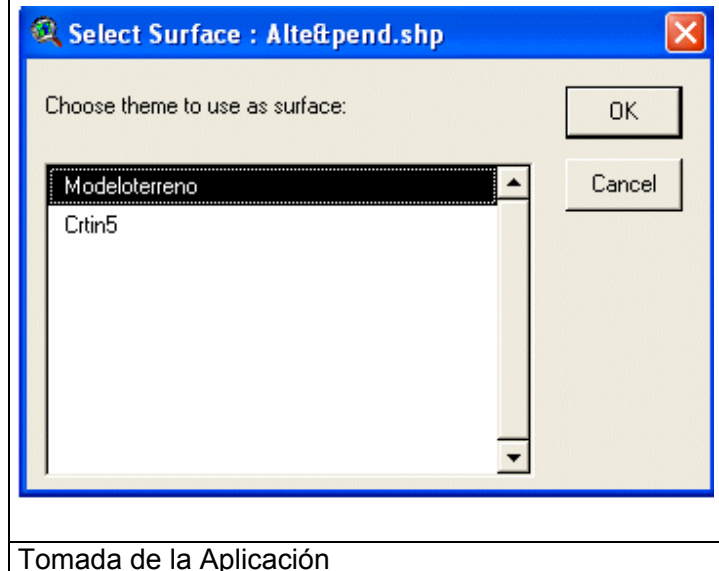


Tomada de la Aplicación

En la siguiente ventana se selecciona la superficie creada por las curvas de nivel y que se ha guardado en la carpeta 'Temp' con un determinado nombre, esta superficie será desde donde es extraerán los datos de elevación para el nuevo tema.

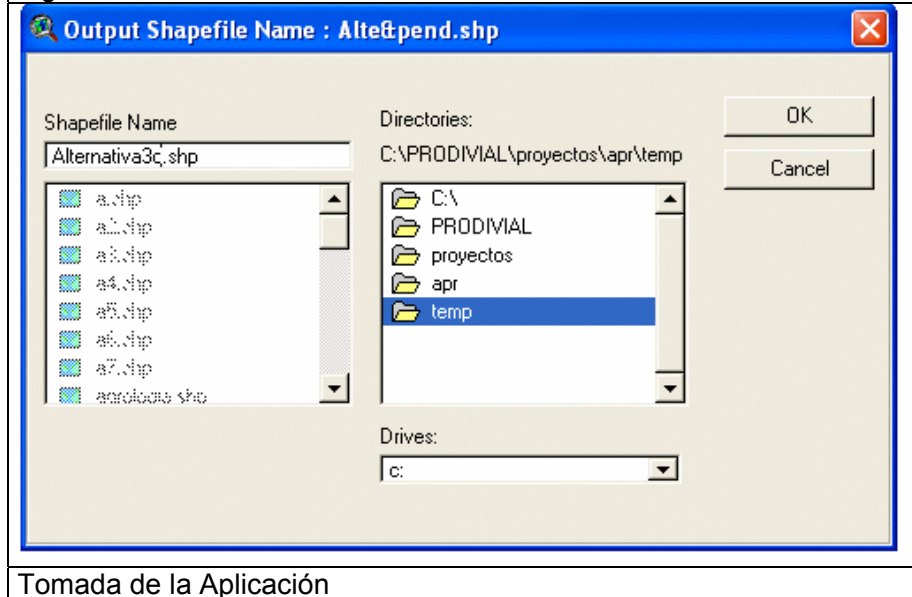
Después de la selección se oprime OK.

Figura 57. Selección de Temas.



Una vez realizado este proceso, se genera un nuevo tema de tipo polylineZ, el cual tiene las mismas coordenadas en los ejes 'X' y 'Y' que el tema inicial y posee las coordenadas 'Z' de los puntos del modelo de superficie que coinciden con sus coordenadas (X, Y), el software solicita al usuario un nombre para este nuevo tema, mediante una ventana de diálogo que permite ver la ubicación en el directorio destinada para almacenar este objeto.

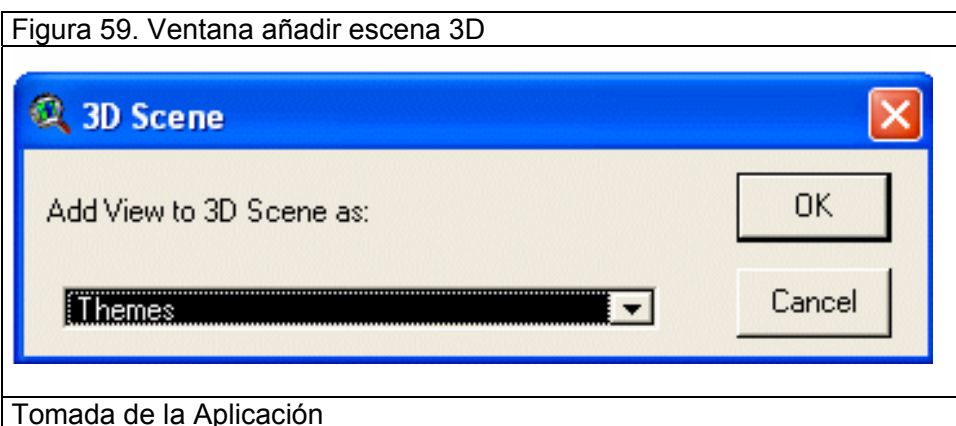
Figura 58. Ventana Guardar Tema




Nuevamente al igual que el tema de superficie generado este tema no esta activo ni visible. Este procedimiento se puede aplicar con todas las alternativas, y zonas de afectación que se deseen ver junto con el modelo de superficie de terreno en una escena 3D, o aquellas que requieran observación del perfil.

- **Crear una escena tridimensional con el modelo del terreno y los temas tridimensionales:** Para generar un modelo de escena de 3D se selecciona en el menú 'View' la opción '3d scene' y aparece un diálogo que este solicita información de lo que se quiere adherir a la escena 3d. , Se debe seleccionar la opción 'Themes' y oprimir 'OK'.

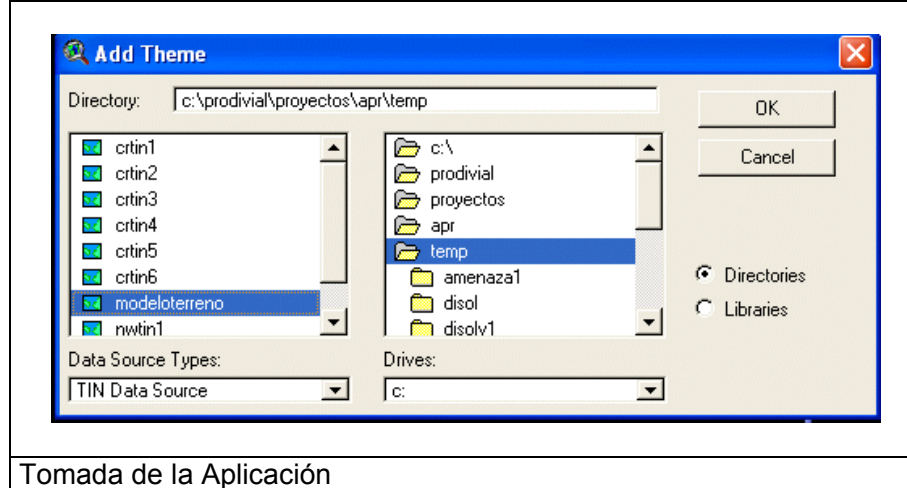
Figura 59. Ventana añadir escena 3D



El mismo se puede hacer con la opción '3d scene', desde la ventana del proyecto, dando doble click en esta opción y luego usando el botón  que activa la opción de adherir tema.

Se selecciona primero el tema del modelo de terreno o surface, luego los temas de las alternativas viales, procurando que en la casilla 'Data Source Types' este escogida la opción 'TIN Data Source' para ver el modelo de superficie a cargar

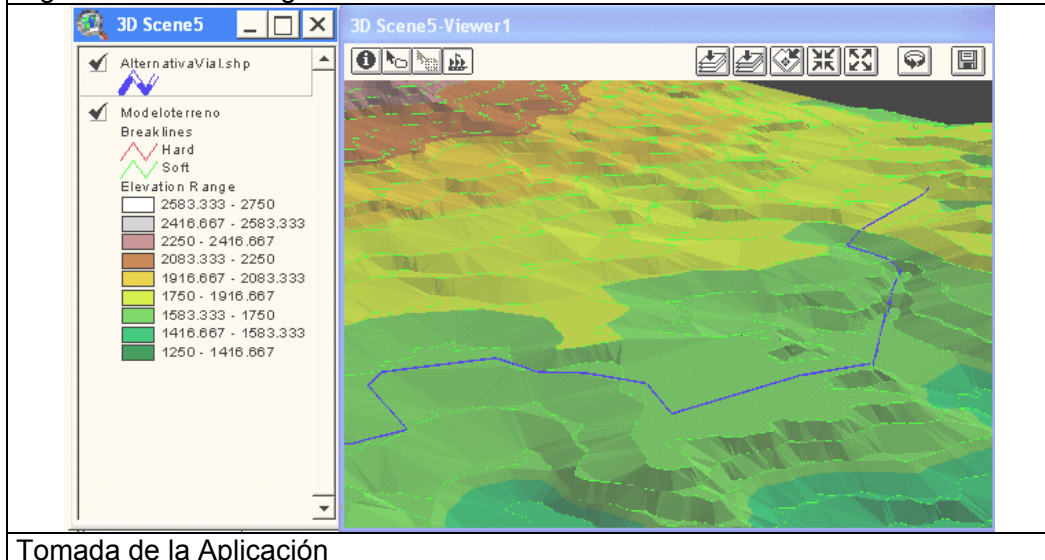
Figura 60. Adicionar Tema en 3D




De esta manera se agregan temas a la escena en 3D y se puede al igual que en un tema vista activarlo y hacerlos visibles con el Mouse.

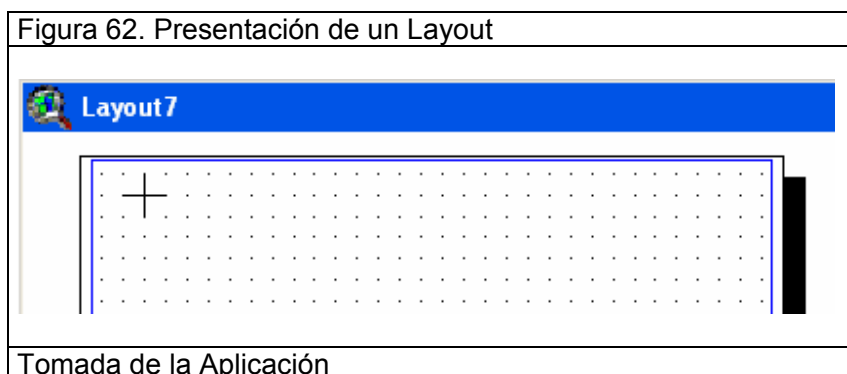
Después de haber cargado todos los temas se pueden variar los puntos de vista, hacer rotar el modelo, seleccionar objetos en él, generar y guardar imágenes tipo .jpg del mismo, obtener información de algún elemento, modificar la escala de exageración vertical, consultar tablas de temas tipo 3d.shp, entre otras opciones.

Figura 61. Modelo Digital del Terreno



**Generar vistas de impresión:** Para obtener resultados gráficos en formato duro es

necesario configurar una vista de impresión o *Layout*, para ello se activan los temas que se desean imprimir en la vista y después se selecciona dentro de la ventana de proyecto la opción '*Layouts*' haciendo doble clic sobre esta, se abre un documento en blanco donde se puede configurar el área del gráfico de la impresión, para ello desde la barra de herramientas de este documento se selecciona la opción de cuadro de vista '*View Frame*' para definir el área donde se verán los objetos de la vista pulsando el botón  que activa el puntero de precisión.



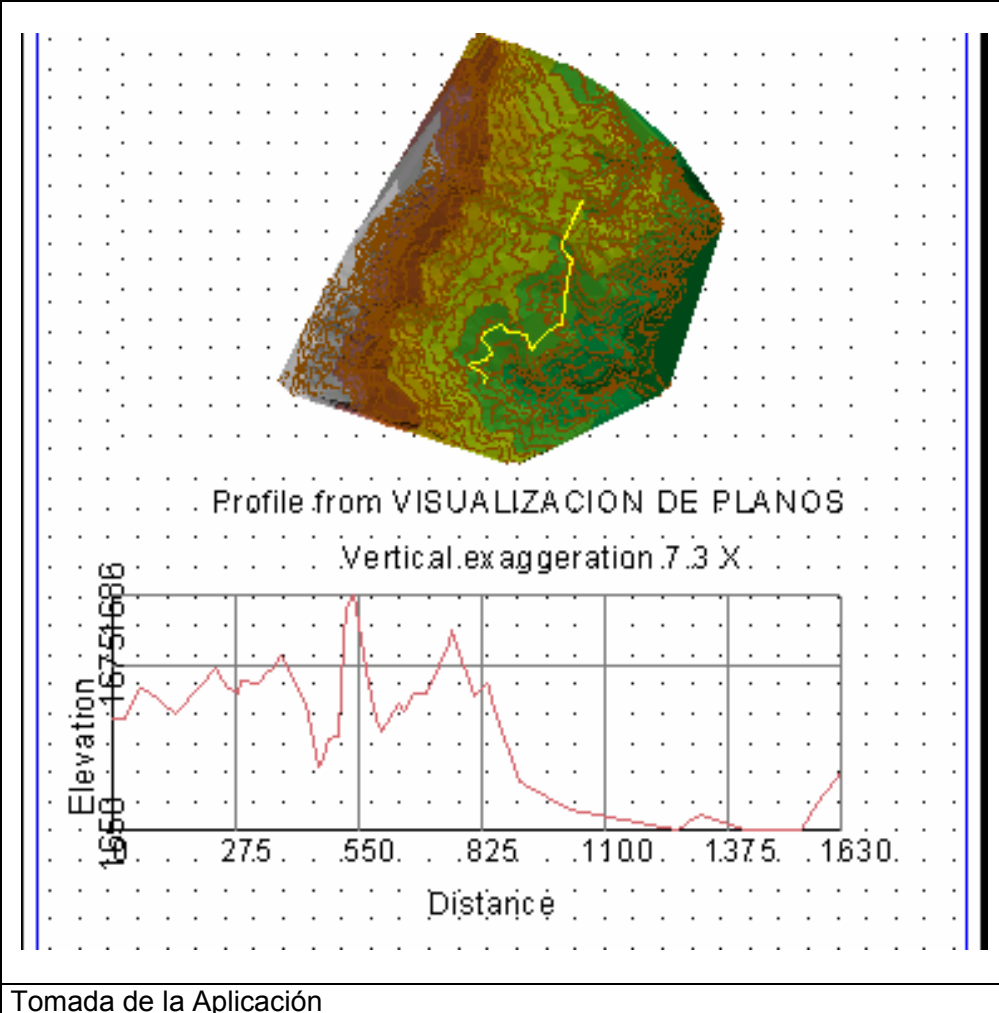
Una vez se han definido el área de la vista se abre una ventana de dialogo donde se deben seleccionar las opciones adecuadas acerca de la vista que se desea imprimir, la escala, la extensión del gráfico, cuando se debe actualizar el cuadro de la vista y acerca de la calidad de la imagen, para mayor ilustración se recomienda consultar la ayuda dentro de la aplicación en el aparte '*View Frame tool*'.


Para este caso se activa la vista que contiene los temas seleccionados, y activados según criterio del usuario, la escala puede ser automática, en la opción la extensión se puede seleccionar '*Fill View frame*', en la opción desplegar se selecciona '*When active*' y la calidad de la imagen tipo '*Presentation*'. Luego se oprime el botón OK.

De esta forma se puede ver la presentación preliminar de la impresión, visualizando dentro del el cuadro de vista los temas activos dentro de la vista relacionada con el '*Layout*' que se acaba de generar.

Además existen otras opciones con las que se puede personalizar que este con grillas, medidas, texto, líneas de borde, leyendas, barras de escala, símbolos, gráficos, entre otros objetos para dar claridad y anexar información que permita entender mejor el resultado mostrado en la impresión. Para ello se debe seleccionar la opción adecuada dentro de los menús, barras de botones y barras de herramientas del objeto '*Layout*'.

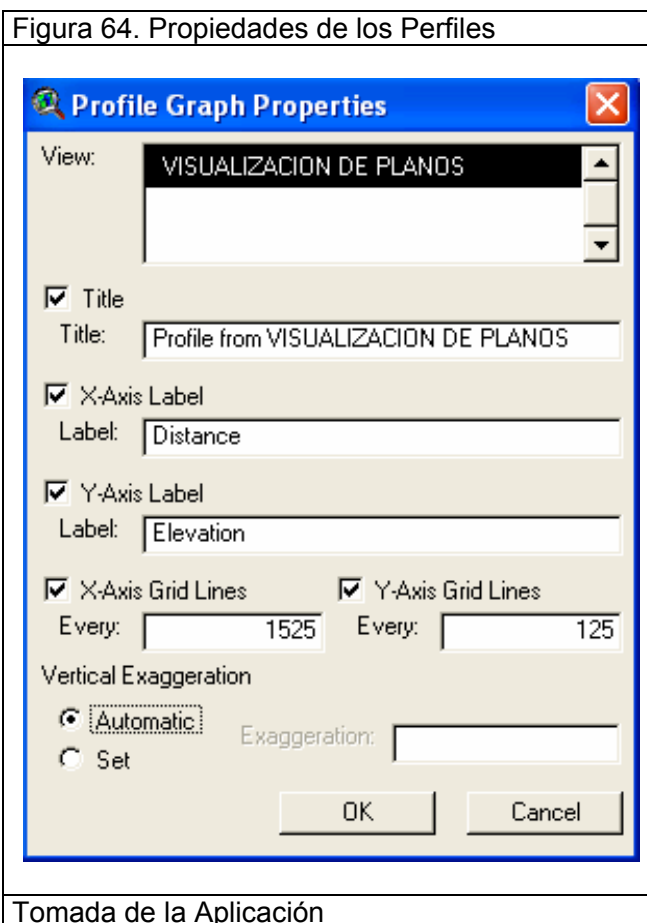
Figura 63. Presentación Preliminar para Impresión



**Generar perfiles de las alternativas viales creadas:** Para obtener el perfil de una alternativa vial se deben activar y hacer visibles el tema con la opción de la cual se pretende conocer el perfil y el tema que contiene el modelo de superficie, luego se busca dentro de la ventana del proyecto la opción *'Layout'* y se escoge NEW, en este nuevo Layout se crea un área de impresión siguiendo el procedimiento explicado anteriormente, allí se deben visualizar los temas seleccionados, entonces se selecciona la opción de generar perfil dentro de la barra de herramientas la cual se identifica con el botón 

Hecho esto se activa el puntero de precisión con el que se define el área donde se ubicará el gráfico del perfil, tal como ese hizo para determinar el área de gráfico de la vista, luego de esto aparece una ventana de diálogo donde se debe escoger la vista que contiene la línea que aparecerá en el gráfico, se debe asignar un título al gráfico, unas etiquetas para cada eje, el espacio para las

líneas de grilla de cada eje y la relación de exageración vertical.



Una vez introducida esta información se oprime el botón OK. Y en la vista del *Layout* se visualiza el gráfico en el cual aparece especificado el nivel de exageración vertical y los ejes horizontal y vertical del gráfico con su respectiva etiqueta y valores. El color de la línea de perfil es el mismo que el de la línea de la alternativa seleccionada en la vista.

Se recomienda agregar una sola alternativa y un solo perfil al *Layout* a fin de no recargarlo y evitar confusiones entre los perfiles de diferentes alternativas.

### 6.2.5. Los Resultados (formato e interpretación):

Los resultados obtenidos mediante el uso de esta aplicación tiene como fin apoyar el proceso de toma de decisiones en el trazado y selección de un corredor vial, para esto se dan informes del avance del diseño, a medida que se avanza en este permitiendo en cada paso del proceso optimizar el enfoque dado al mismo mediante la información suministrada por la aplicación y permitiendo así también realizar cambios en los parámetros suministrados a la aplicación para realizar

iteraciones y de esta forma multiplicar las posibilidades de trazado al diseñador, teniendo este así un amplio rango de alternativas a analizar para poder seleccionar la opción más conveniente de acuerdo a los criterios del usuario y conforme al enfoque que se este dando al diseño del corredor vial.

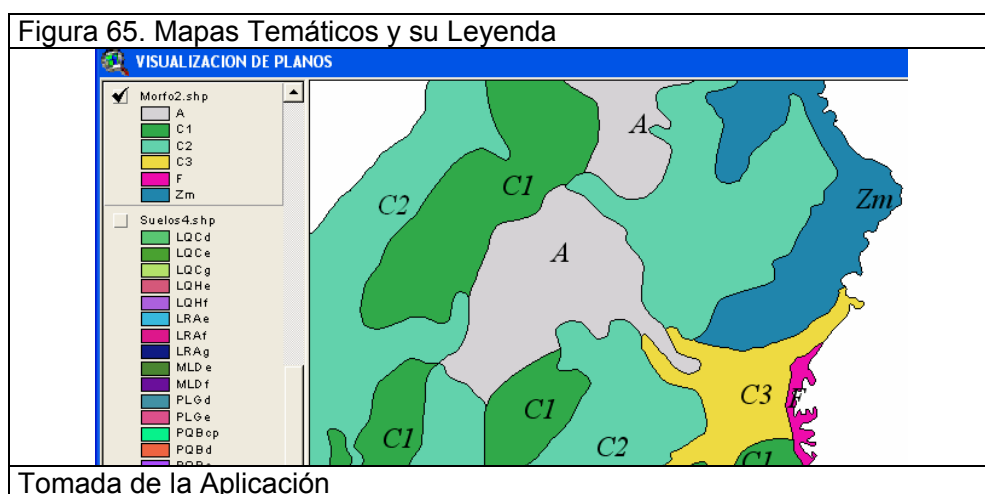
Por lo anterior esta aplicación constituye una valiosa herramienta en las labores de diseño vial y es totalmente necesario que el usuario conozca a fondo los procesos realizados por esta y la forma como se desarrollan, (explicados en secciones anteriores), para poder comprender los resultados presentados por la aplicación y de esta forma argumentar sus decisiones en cuanto al diseño para aplicarlas en procesos siguientes y justificar la propuesta presentada.

Los resultados obtenidos mediante el uso de la aplicación son de diferentes formatos y aparecen a medida que se avanza en el proyecto para orientar al usuario en los pasos siguientes, a continuación se describen los resultados suministrados al usuario en el orden en que estos aparecen.

### Mapas temáticos clasificados por color según categorías identificadas por leyendas.

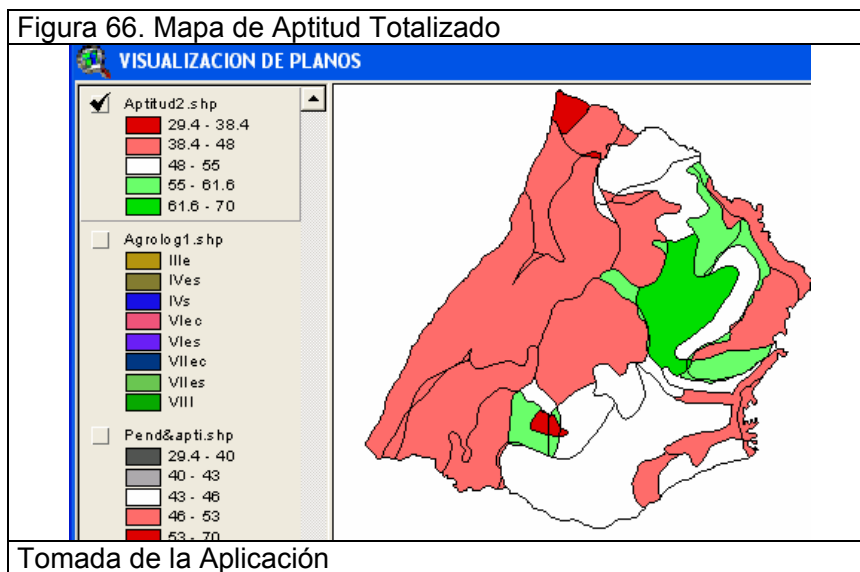
La primera información suministrada al usuario es una visualización de los mapas los temas cargados para el análisis, estos se visualizan con una leyenda de colores variados y con un nombre para cada categoría correspondiente a la clase temática a que pertenezcan además en el mapa se aprecian etiquetas para cada zona según la categoría a que pertenezca, esto da una idea de cómo como esta conformada la zona y de cómo están distribuidas espacialmente las categorías que la conforman.


Para la interpretación de esta información el usuario debe consultar los archivos correspondientes a las leyendas de cada mapa temático que se hallan dentro de la carpeta con este el nombre "Leyendas" dentro de la carpeta de cada municipio o zona almacenada dentro de la carpeta de la aplicación según se muestra en la estructura del directorio.

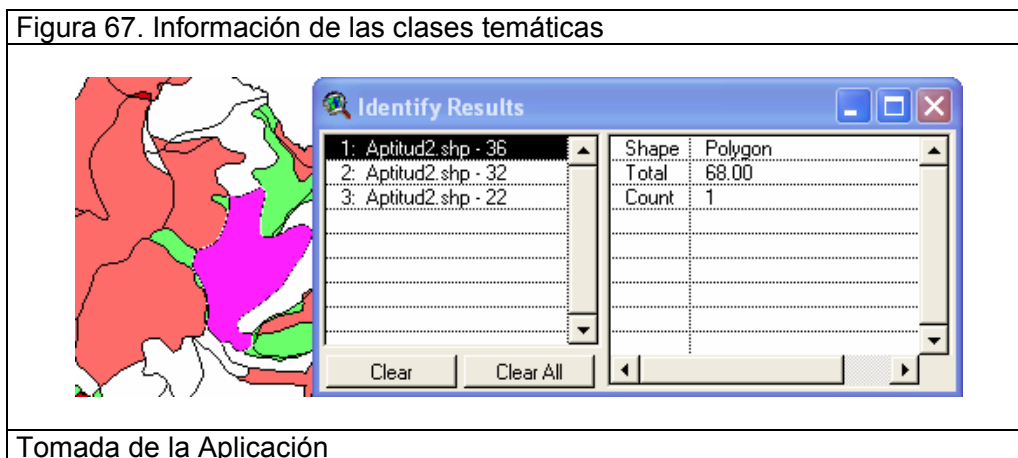


### Mapa de aptitud totalizado.

Una vez se han introducido todos los datos para el análisis y se solicita a la aplicación generar el mapa de aptitud totalizado esta genera un mapa conforme al procedimiento explicado en la sección orden de sucesos, el cual muestra el mapa de aptitud totalizado según su puntaje ponderado y clasificado por colores graduados cada uno de los cuales representa una clasificación especificada en la leyenda, la forma de interpretar este mapa es mediante la verificación de las clases halladas en la leyenda del tema y la correspondencia de color en el mapa.

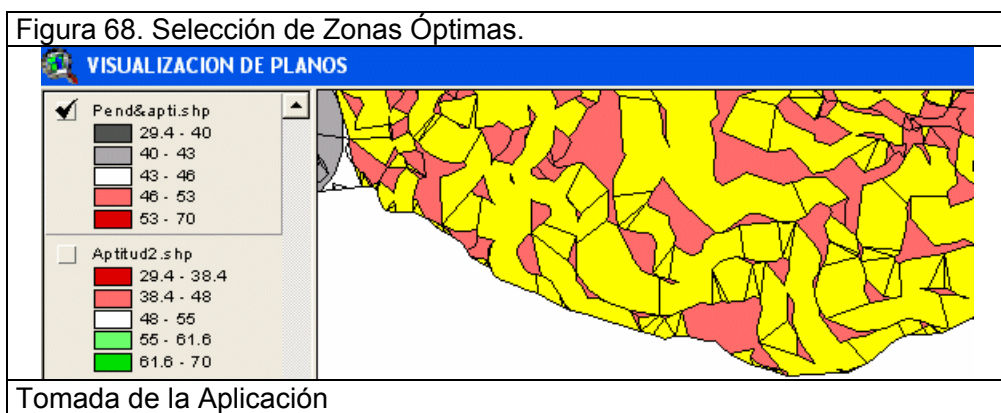


También es posible llevar a cabo este proceso mediante la selección de la herramienta información  y posterior selección de una zona dentro del mapa, para ver una tabla donde se resalta la selección y nos muestra la información almacenada en la tabla de atributos del tema.



### Selección de zonas que cumplen con parámetros de pendiente y puntaje total.

Después de intersectar el tema de aptitud con el tema de pendientes se obtiene un tema con los atributos de estos dos, al cual se le pueden realizar consultas; se obtiene entonces una selección sobre el mapa de aptitud y pendientes que corresponde a las zonas que cumplen con los criterios introducidos en la consulta, por tanto esta selección corresponde a las zonas en donde se puede trazar un corredor vial cumpliendo con los parámetros establecidos para tal fin, esta selección constituye la base sobre la cual se traza la alternativa vial con la certeza de localizarla sobre la zona óptima, considerando la selección como la faja de terreno en donde cada alternativa trazada cumple con la aptitud total y pendiente requerida.



### Atributos por longitud de vía

Una vez se ha trazado una alternativa y se le haya asignado las propiedades del tema de aptitud y pendientes se realiza una consulta acerca de los atributos que posee y la longitud donde está presente determinado atributo, como respuesta la aplicación muestra las clases dentro del atributo seleccionado y la suma de la longitud de los tramos que tienen esa clase de atributo, también se muestra información de la longitud total de la vía, con esta información se pueden realizar cálculos para evaluar una determinada alternativa de corredor vial, y compararla con otras con respecto a una propiedad determinada por un atributo.

Para la comprensión de este resultado se deben conocer las clasificaciones de los temas de aptitud y pendientes, y el significado de cada una de estas clases lo cual se puede extraer de las leyendas de estos temas.

Figura 69. Longitudes para cada Rango

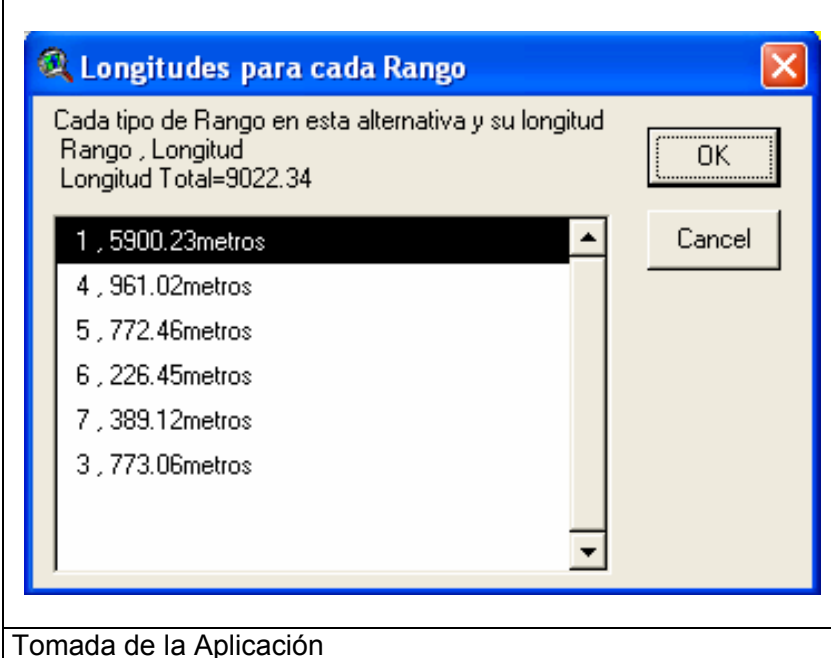
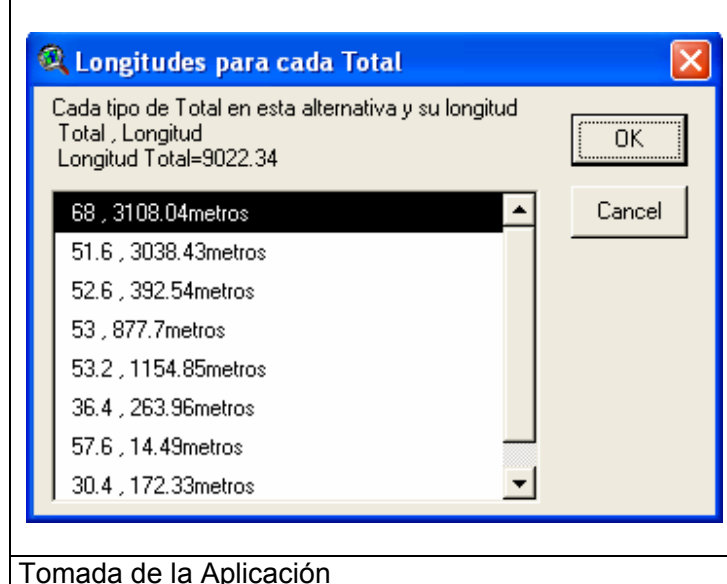


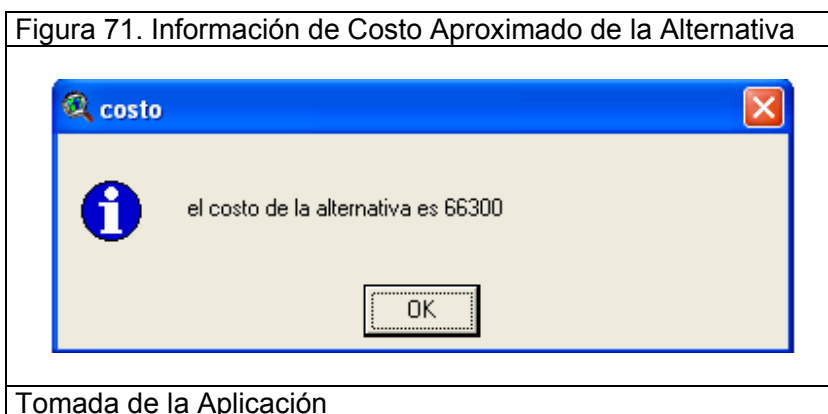
Figura 70. Longitudes para cada Alternativa



### Información del costo aproximado de la vía según pendientes.

Después de haber realizado la consulta por atributos de la alternativa vial y haber seleccionado la información según rangos de pendiente, se puede realizar una

consulta a la aplicación para conocer el costo aproximado de la alternativa, el proceso toma el tema que contiene la opción de alternativa a analizar y la tabla de costos según rango de pendientes y calcula para cada tramo de dicha alternativa vial; el rango donde se encuentra y la longitud con lo que calcula el valor del tramo y suma todos los valores de cada tramo para obtener el valor estimado de la alternativa, y mostrando una ventana de información con dicho valor.



#### 6.2.6. Estructura de Directorio

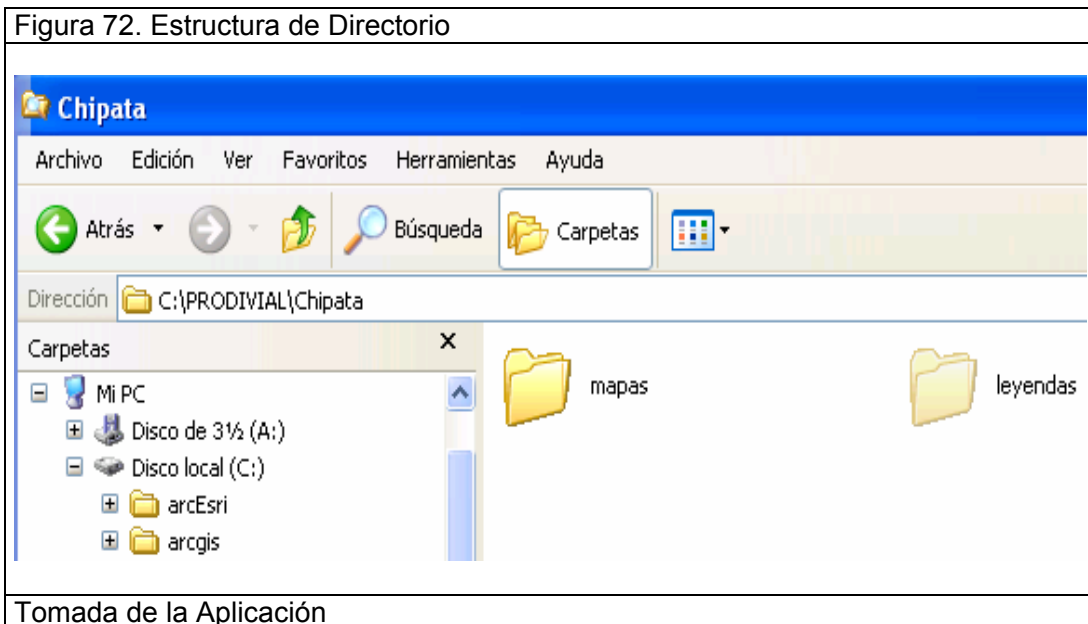
En este ítem se explica como se almacena la información dentro del directorio de la aplicación, cuales son las diferentes carpetas para guardar los archivos creados por el usuario y donde buscar la información para iniciar el diseño.

La carpeta de la aplicación se llama 'PRODIVIAL' y se debe ubicar dentro del directorio raíz 'C:\' al momento de cargarla al equipo.

Dentro de esta carpeta se hallan carpetas que contienen los datos para las zonas que se van a analizar, las cuales están nombradas igual que la zona con la que está relacionada, para el ejemplo existe una carpeta que contiene la información del municipio de Chipata denominada 'Chipata'. Existe también una carpeta llamada 'proyectos', que es la carpeta que contiene la información relacionada con la aplicación y los resultados producidos por esta. Se explica a continuación la estructura de las carpetas que contienen los datos de las zonas a analizar.

Dentro de la carpeta que contiene los datos de la zona (para el caso Chipata) se encuentran dos carpetas llamadas respectivamente 'mapas' y 'leyendas'.

Figura 72. Estructura de Directorio



Tomada de la Aplicación

Dentro de la carpeta 'mapas' se encuentran los archivos que componen la información de los mapas temáticos y que esta conformada generalmente por 5 archivos de diferentes tipos necesarios para desplegar los temas correctamente.

A continuación se explican los diferentes tipos de archivos existentes:

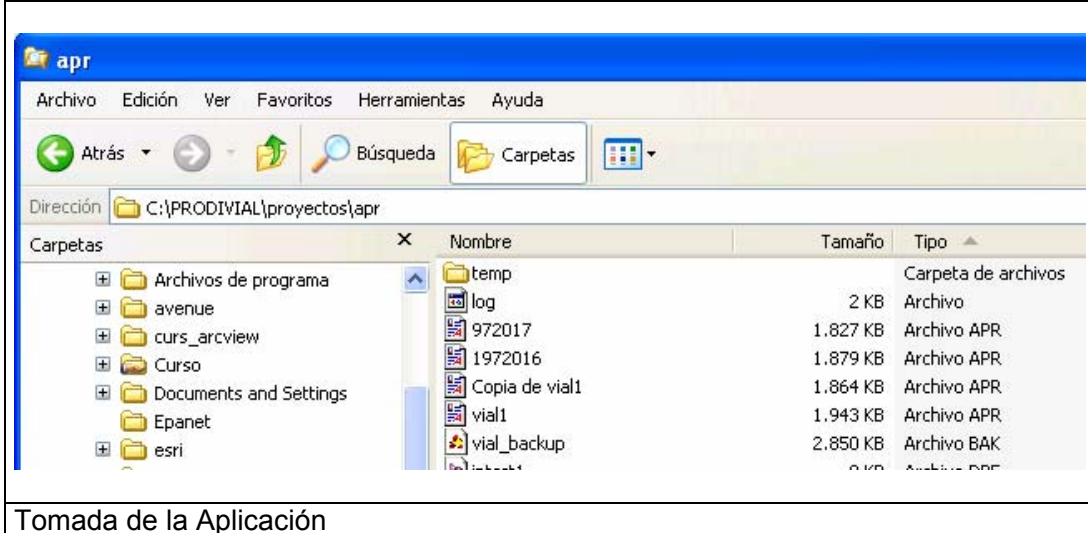
- \*.shp – el archivo que almacena el aspecto geométrico.
- \*.shx - el archivo que almacena el índice del aspecto geométrico.
- \*.dbf – el archivo de base de datos que almacena la información de atributos de los diferentes elementos. Cuando un archivo shape es adherido como un tema a la vista, este archivo es desplegado como una tabla.
- \*.sbn and .sbx – los archivos que almacenan el índice espacial de los elementos.

Dentro de la carpeta 'leyendas' se encuentran los archivos que contienen la información de las leyendas en los mapas temáticos, estos son archivos de imagen que contienen las tablas de clasificación y su significado para cada tema.

Dentro de la carpeta 'proyectos' se encuentran las carpetas que contienen la información de los diferentes tópicos de un proyecto: 'apr', 'tablas\_ponderacion' y 'shapes'.

Dentro de la carpeta 'apr' se encuentra la carpeta 'Temp', los archivos de proyectos del software ArcView de tipo \*.apr el cual es el archivo ejecutable para la aplicación donde se ordena la demás información asociada y que es permanente.

Figura 73. Estructura de Almacenamiento de los Proyectos



Tomada de la Aplicación

Dentro de la carpeta 'Temp' se encuentran las carpetas de los modelos de superficie creados, así como los archivos generados durante el desarrollo del proceso, algunos de los cuales sirven de soporte para realizar un paso subsiguiente dentro del proceso o son generados como resultados de una parte del proceso, por lo cual esta carpeta se denomina directorio de trabajo, convirtiéndose en la carpeta por defecto de la aplicación.

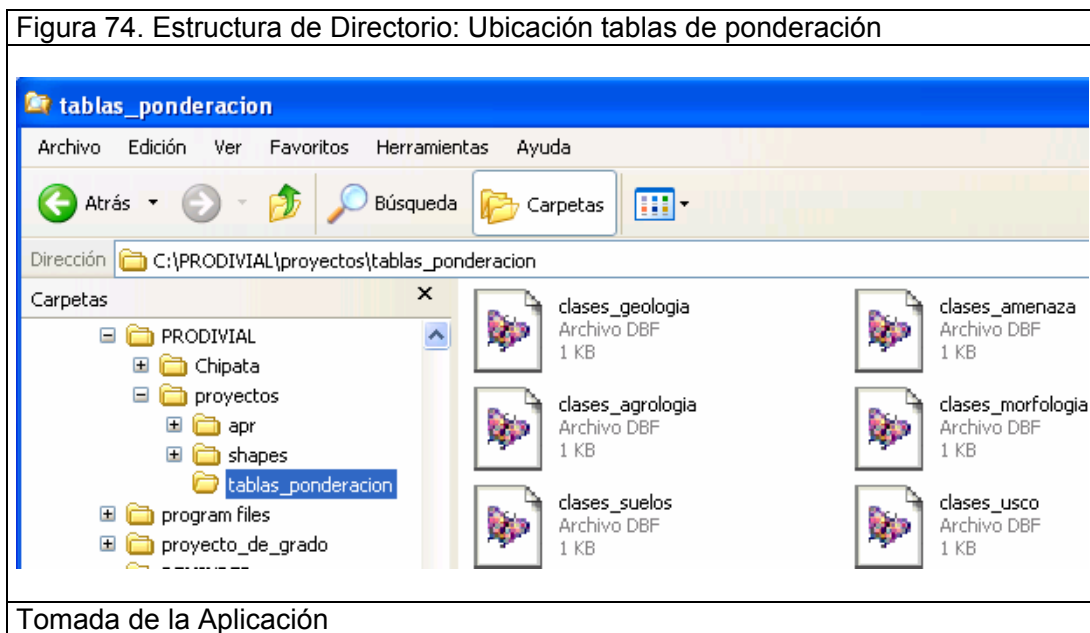
Dentro de la carpeta 'crtin1' por ejemplo se encuentran los archivos de soporte del modelo de superficie de terreno del mismo nombre creado en la aplicación a partir de las curvas de nivel.

Dentro de la carpeta 'shapes' se encuentra la carpeta 'Temp' y los archivos de los shapes cargados en la vista del proyecto.

Dentro de la carpeta 'Temp' se localizan los archivos generados por el procesamiento o modificación de los archivos tipo shape, dentro del proyecto, como por ejemplo los archivos tipo shape generados durante el proceso de intersección de temas.

Dentro de la carpeta 'tablas\_ponderacion' se deben almacenar las tablas generadas por el usuario para calificar las clases de un mapa temático, las tablas deben tener el formato especificado previamente.

Figura 74. Estructura de Directorio: Ubicación tablas de ponderación



Tomada de la Aplicación

De la forma anterior se encuentran organizados los datos y están dispuestas las carpetas para el almacenamiento de los resultados de los procesamientos, la estructura es bastante simplificada pensando en utilizar cada una de las entidades que la conforman para suplir la necesidad de almacenamiento de la mayor variedad de elementos sin dejar de ser funcional, para evitar complicar el trabajo de almacenamiento y consulta de datos.

## 6.2.7. Partes de la aplicación

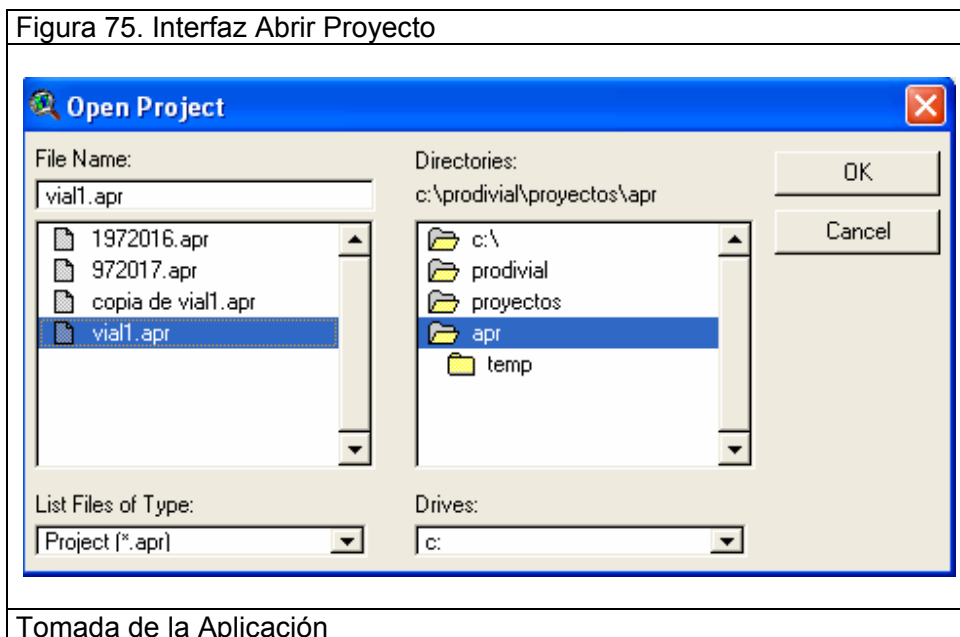
- **Las Interfaces**

Las interfaces son el medio por el cual la aplicación se comunica con el usuario para tomar información acorde al criterio de este o para darle un resultado o información.

La importancia de las interfaces radica en la facilidad para ingresar datos a la aplicación en el evento en que son requeridas sin la necesidad de programar así como la forma explícita en que muestran los resultados al usuario permitiéndole informarse del desarrollo del proceso sin tener que suspender este o realizar una consulta o procesamiento que este fuera del desarrollo normal de la aplicación, evitando contratiempo y disminuyendo posibilidades de error.

Se explican aquí las interfaces en orden de aparición durante el desarrollo normal del proceso de selección de la mejor alternativa para el diseño de un corredor vial.

**Interfaz abrir proyecto:** La primera interfaz con que se encuentra el usuario en el evento de empezar iniciar la aplicación corresponde a una ventana de diálogo propia del software ArcView 3.1 y que es la que nos permite cargar el archivo de proyecto de la aplicación.



Esta ventana se encarga de mostrar al usuario el nombre los archivos de proyecto disponibles en la carpeta de la aplicación y recibe la selección de usuario luego de lo cual busca el archivo y lo ejecuta.

**Interfaz acerca de:** La siguiente ventana corresponde a una información acerca de la aplicación, donde se ve el nombre, la versión, la institución donde se desarrollo y el creador.

Después se presenta una ventana de presentación de la aplicación la cual informa al usuario de los autores y desarrolladores de la herramienta, así como también de representar la presencia y colaboración de la Institución en este proceso de desarrollo.

Figura 76. Presentación de la Herramienta Pedagógica.



Tomada de la Aplicación

**Interfaz Nombre de proyecto:** Cuando se ha entrado en el ambiente de la aplicación aparece una interfaz que solicita el nombre del usuario y el código de este a fin de personalizar el proyecto, esta interfaz trabaja mediante uno de dos caminos alternativos, el primero consiste en crear un nuevo proyecto, para el caso en que se inicia el diseño, mediante la activación del botón 'Crear'.

Figura 77. Diálogo de Identificación del Proyecto

Nombre de proyecto

Llene los datos para crear un nuevo proyecto

Código de Usuario: 197201E

Nombre de Usuario: FABIO ESPARZA

Para entrar al proyecto escogido click en Entrar

Crear Entrar

Tomada de la Aplicación

**Interfaz guardar proyecto como:** Al pulsar el botón crear se activa un gestor de almacenamiento representado por una interfaz que solicita confirmación del nombre del proyecto, por defecto la interfaz captura el código del usuario como nombre del proyecto al oprimir el botón 'OK' se ingresa al nuevo proyecto.

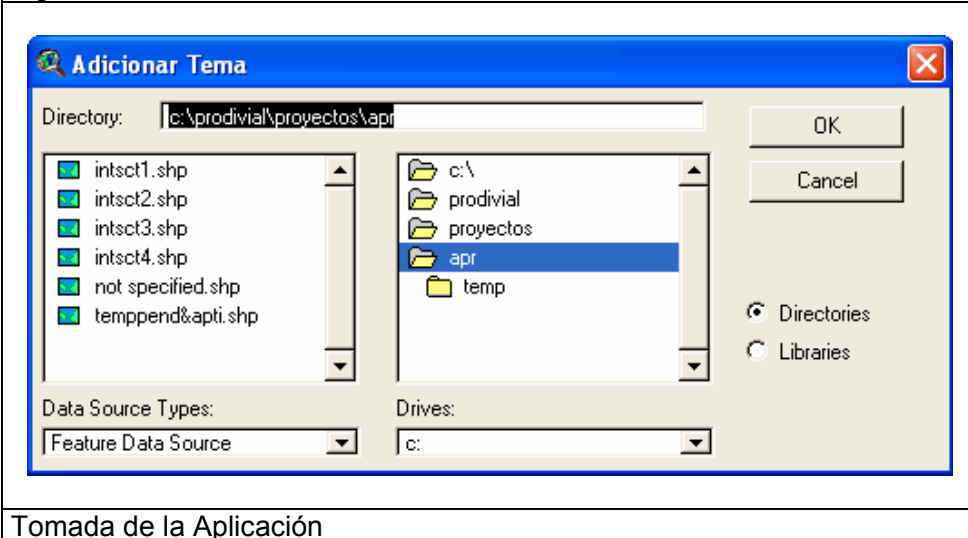
El segundo camino planteado, consiste en entrar a un proyecto existente en el caso de haber seleccionado un proyecto guardado previamente, al pulsar el botón entrar se cierra el diálogo 'Nombre de proyecto'.

Dentro de los menús de la aplicación se encuentran accesos a los diferentes procesos realizados por la aplicación, estos procesos contienen interfaces y se explican a continuación.

- **El proceso 'Cargar temas' contiene las siguientes interfaces**

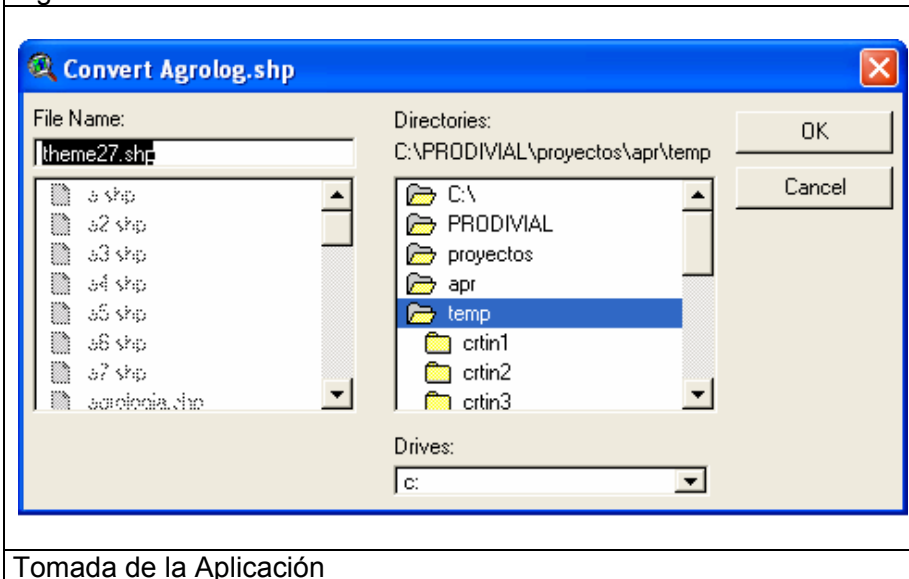
**Interfaz de selección de tema:** mediante este diálogo se busca la ubicación de los archivos de temas con los cuales se alimentará el proceso, permite moverse por toda la estructura del directorio y restringe los resultados a los datos compatibles con la aplicación, se aborta por la pulsación del botón 'Cancel' y prosigue mediante la pulsación del botón 'OK' abriendo la interfaz 'Convert nombre.shp'

Figura 78. Adicionar Tema



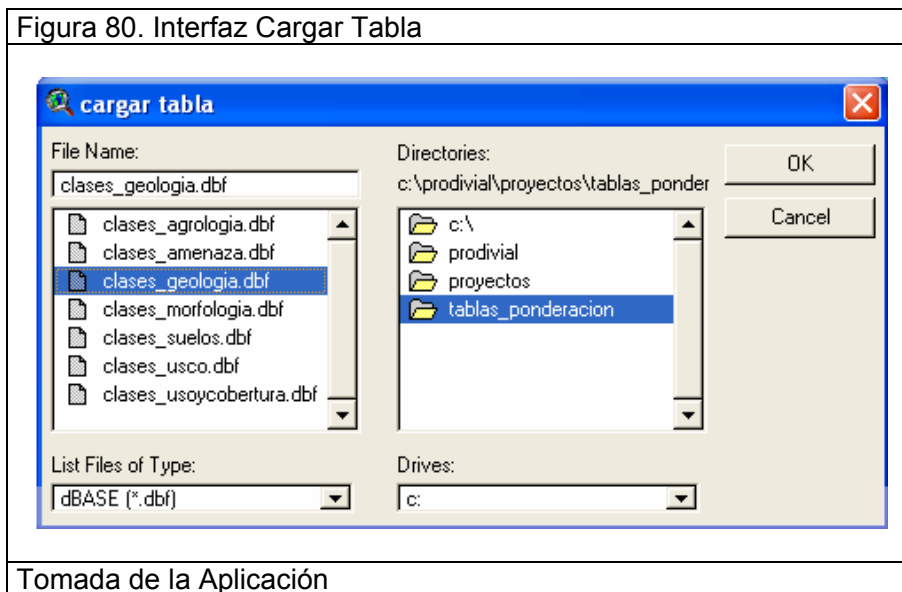
**Interfaz Convertir tema:** mediante este diálogo se crea una copia de los temas seleccionados para proteger la información de las zonas y evitar de esta manera la alteración de la información inicial para que pueda ser utilizada en otros modelamientos. Esta interfaz solicita la asignación de un nombre al nuevo tema, se recomienda usar el nombre inicial agregándole un número, se deben guardar los archivos dentro de la carpeta dispuesta para esto dentro de la estructura del directorio. Esta interfaz esta asociada a un gestor de conversión encargado de generar el nuevo tema, el cual se activa mediante la interacción del botón 'OK'.

Figura 79. Convertir Tema.

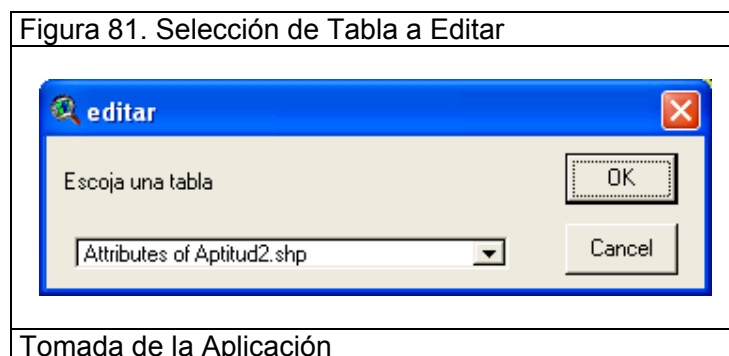


Ya efectuada la conversión correctamente se activa una ventana de confirmación, solicitando información para adicionar el tema a la vista, mediante la interacción con el botón 'Yes' se adhiere el tema a la vista y se permite que continúe el gestor de carga de temas.

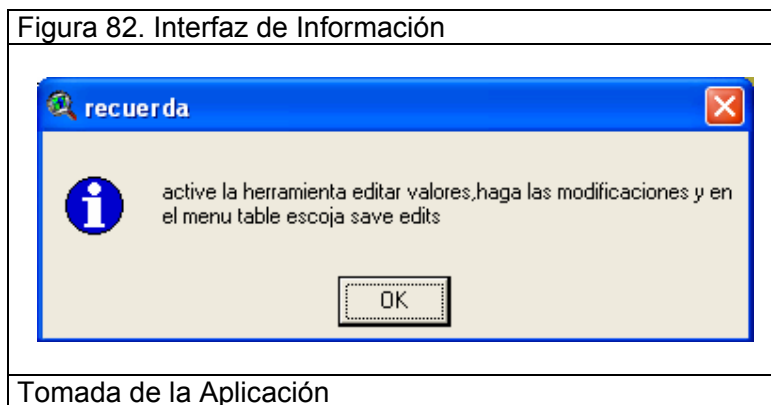
**Interfaz cargar tablas:** esta interfaz permite al usuario buscar y seleccionar las tablas donde se hallan las ponderaciones de las clases del tema y activa el gestor de cargue de tablas al pulsar el botón 'OK'.



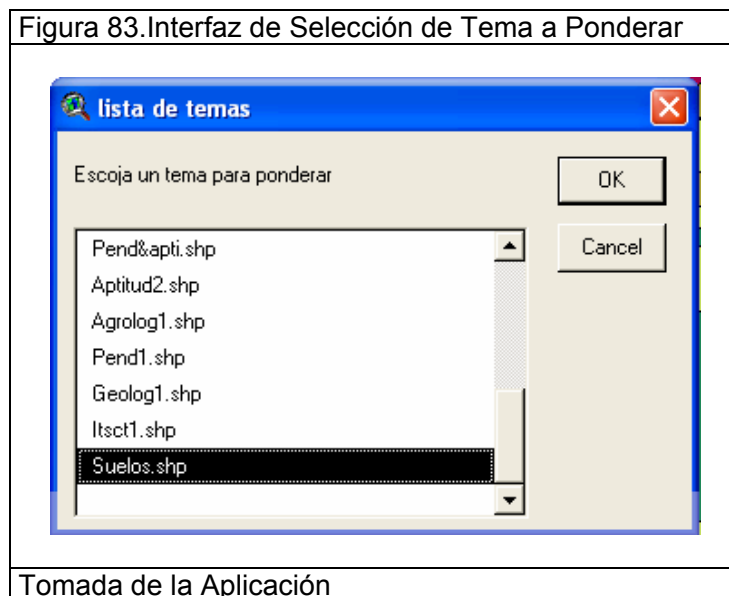
**Interfaz editar:** Al seleccionar la opción 'editar tablas de ponderación' se despliega una ventana de diálogo con una lista desplegable que muestra las tablas existentes en el proyecto para seleccionar una de estas a la cual se deseen hacer cambios, se accede mediante la pulsación del botón 'OK' se abre la tabla en modo editable desplegándose un mensaje informativo.



**Interfaz de información:** mediante esta sencilla caja de diálogo se despliega un mensaje al usuario para informarle la forma como debe proceder en el caso de cambiar valores a las tablas de ponderación seleccionada. Al pulsar el botón hallado en esta ventana se puede editar la nueva tabla.

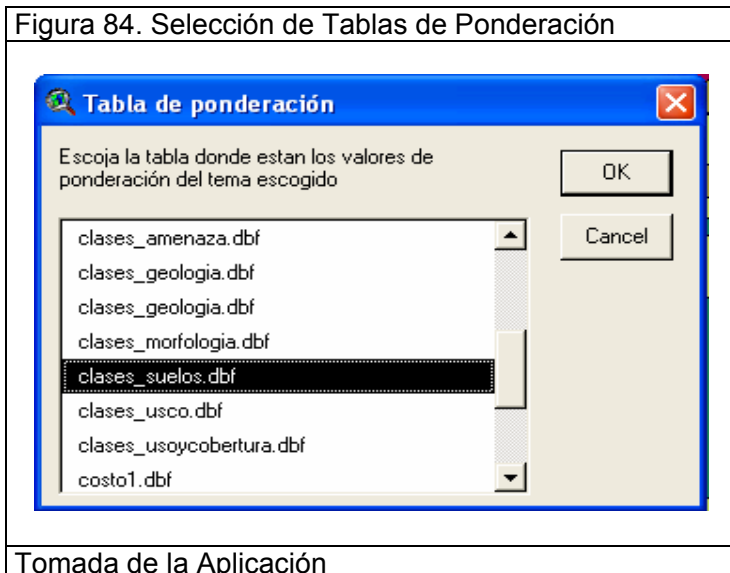


**Interfaz de selección de tema a ponderar:** cuando se procede a asignar los valores de guardados en las tablas de ponderación a los temas cargados para el análisis se despliegan unas ventanas para recibir del usuario la selección de la pareja conformada por el tema y por la tabla correspondiente. La primera de estas ventanas es la que muestra la lista de temas cargados dentro de la vista para que el usuario seleccione el tema al cual quiere asignar valores y luego hace click en el botón 'OK' para activar la siguiente ventana.



La segunda ventana desplegada en el desarrollo de este proceso es la que corresponde a la lista de las tablas de ponderación cargadas en el proyecto, después de escoger la que corresponde al tema seleccionado en la ventana

anterior se debe oprimir el botón 'OK' que permite al gestor de ponderación asignar los valores al tema.



**Interfaz de revisión de tabla de atributos:** esta se encarga de seleccionar una tabla de atributos de un tema para activar el gestor de revisión, el cual determinará si la tabla se encuentra completamente llena, indicando que el proceso de ponderación fue exitoso.

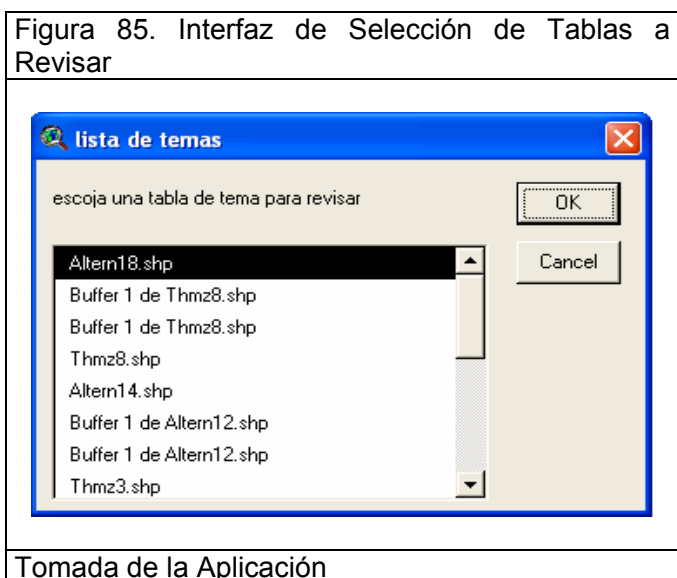
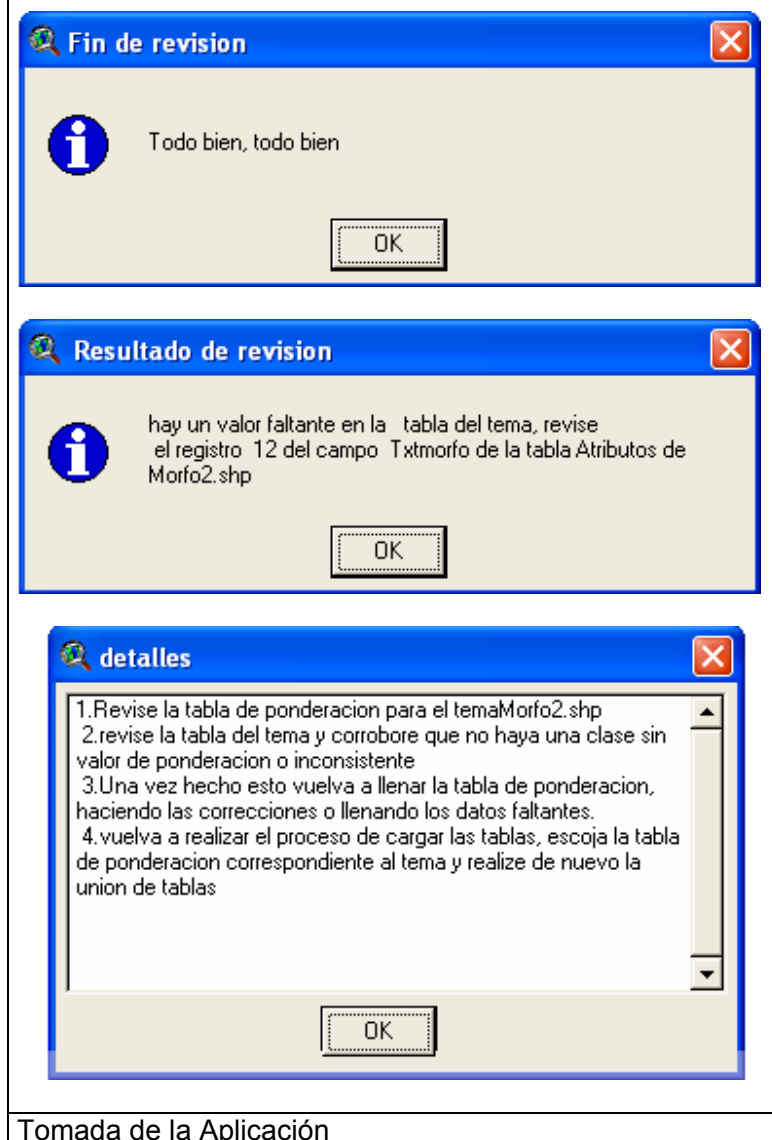


Figura 86. Posibles Respuestas en la Revisión de Tablas



**Interfaz de Clasificación de zonas:** esta es una interfaz de selección múltiple y toma de valores donde se conforma el grupo de temas que integrarán un análisis determinado y donde se asignan porcentajes de afectación a estos temas en el análisis, esto es el porcentaje con el que el tema incide en la ponderación de los temas para generar un tema nuevo a partir de los temas cargados para el análisis, esta interfaz despliega los temas cargados en la vista dentro de una lista en una persiana desplegable y frente a cada una de estas persianas existe una caja de entrada de texto que captura el porcentaje de afectación del tema seleccionado en la lista dentro del proyecto actual, una

vez se ha capturado un valor dentro de esta caja de entrada se activa una caja de verificación frente al tema, confirmando la inclusión de este en el análisis.

Una vez se hayan seleccionado todos los temas a procesar se debe pulsar el botón 'Guardar' la cual activa un gestor de verificación el cual se encarga de confirmar que los datos se han ingresado correctamente, y de ser así valida la opción 'Procesar', la cual al ser pulsada despliega una ventana que muestra el resumen de la selección realizada y los valores asignados antes de realizar la ponderación de temas para el modelamiento. En caso de no desear seguir con el proceso o suspender se debe pulsar el botón 'Cancelar'. Para el caso en que la verificación de la suma de valores ponderados detecte que esta tiene un valor diferente de cien (100), entonces no se valida la opción 'Procesar' desplegándose un mensaje informando la situación y la forma de corregir la anomalía.

Figura 87. Interfaz Clasificar Zonas

aptitud fisica		
temas disponibles		
<input checked="" type="checkbox"/>	Morfo2.shp	valor ponderado 20
<input checked="" type="checkbox"/>	Suelos4.shp	valor ponderado 20
<input checked="" type="checkbox"/>	Theme27.shp	valor ponderado 20

aptitud ambiental		
temas disponibles		
<input checked="" type="checkbox"/>	Agrolog1.shp	valor ponderado 20
<input type="checkbox"/>	Theme27.shp	valor ponderado
<input type="checkbox"/>	Theme27.shp	valor ponderado

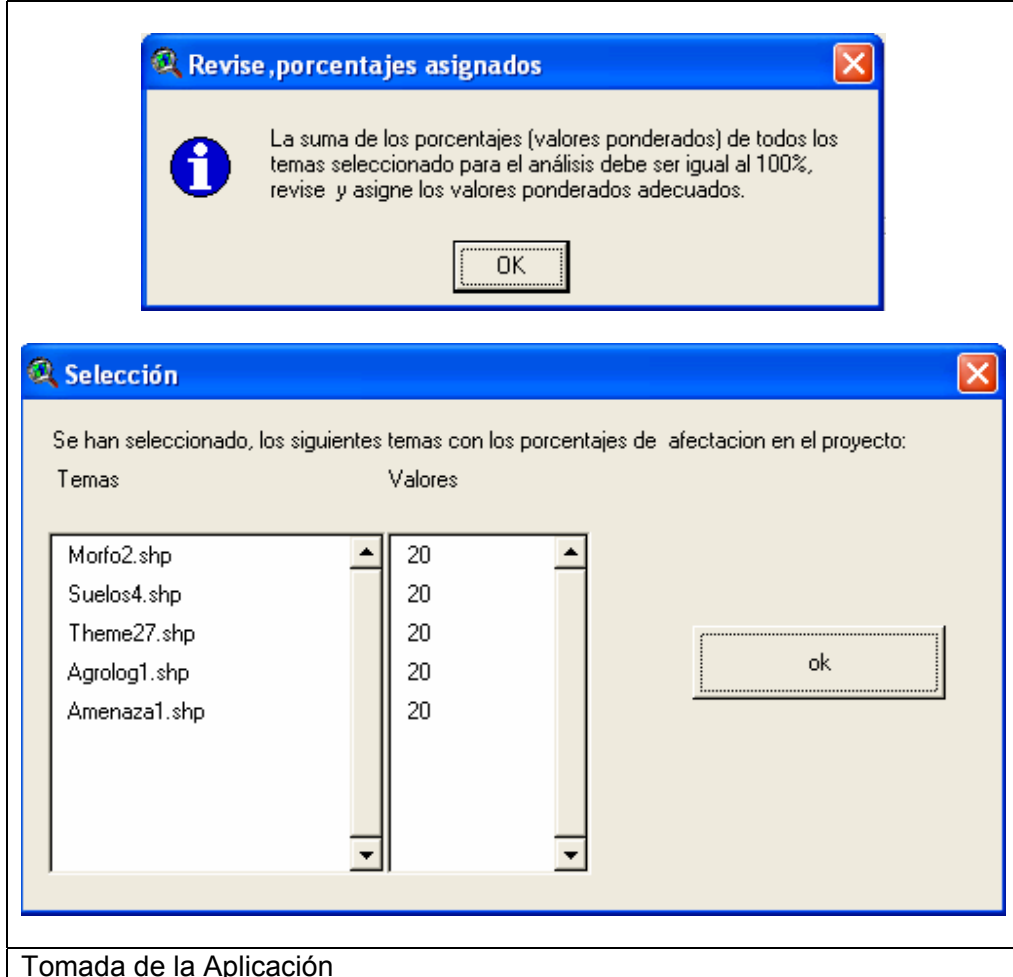
aptitud social		
temas disponibles		
<input checked="" type="checkbox"/>	Amenaza1.shp	valor ponderado 20
<input type="checkbox"/>	Theme27.shp	valor ponderado
<input type="checkbox"/>	Theme27.shp	valor ponderado

% TOTAL 100

guardar      procesar      cancelar

Tomada de la Aplicación

Figura 88. Información de Proceso

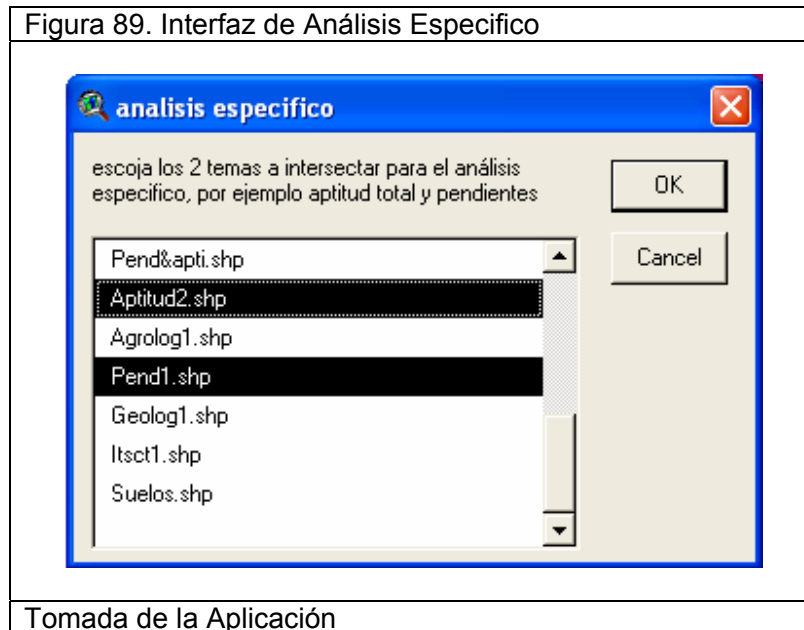


Tomada de la Aplicación

**Interfaz análisis específico:** Cuando se desea combinar información de dos temas para obtener un tercer producto de la intersección de estos dos se ejecuta la opción destinada para esto dentro del menú análisis vial, como respuesta a lo cual se despliega una ventana que contiene una lista de los temas presentes en la vista, de los cuales se debe seleccionar el par que se desea intersectar y luego presionar el botón 'OK' para activar el gestor de intersección.

Este proceso genera el tercer tema mencionado.

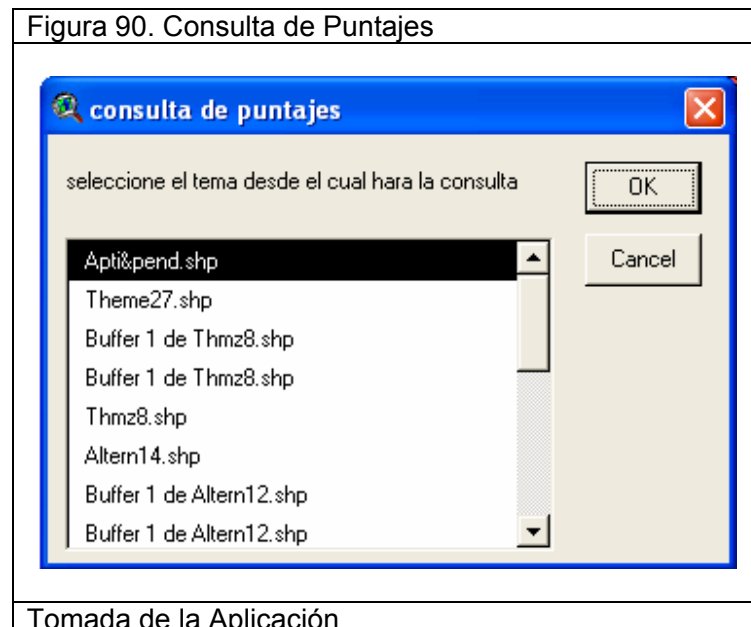
Figura 89. Interfaz de Análisis Específico



Tomada de la Aplicación

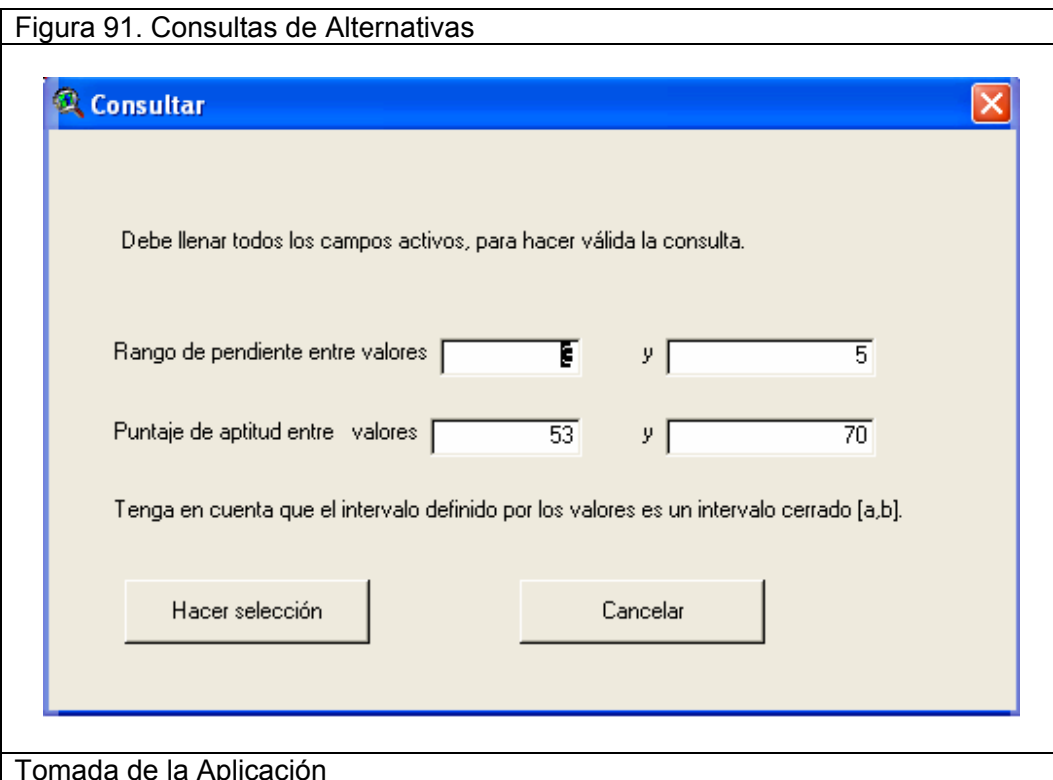
Para realizar una consulta a un tema producto de un proceso de intersección se activa la opción 'Consulta' desde el menú 'Análisis Vial' como respuesta a lo cual se despliega una ventana con una lista dentro de la cual se selecciona el tema que se desea consultar y oprimir el botón 'OK' para desplegar la ventana desde la cual se efectuará la consulta.

Figura 90. Consulta de Puntajes



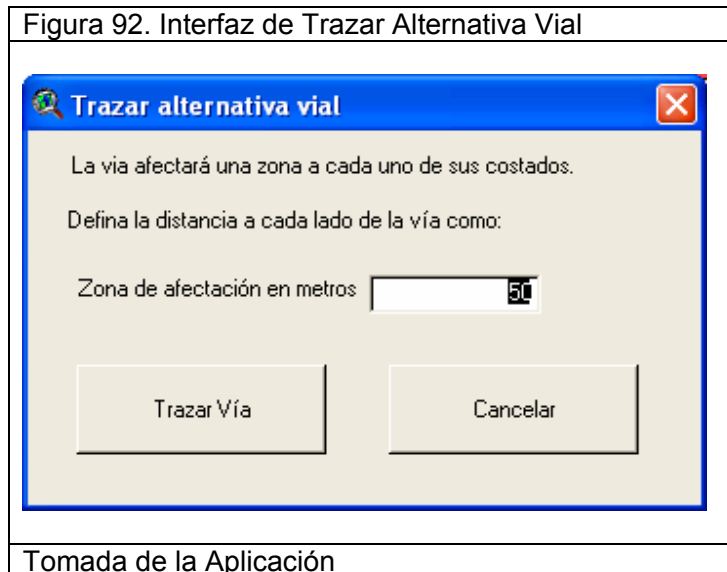
Tomada de la Aplicación

**Interfaz de consulta:** permite hacer selecciones de zonas de acuerdo al rango de pendiente en que se halle o al puntaje de aptitud que posea, al activarse esta interfaz, verifica que el tema seleccionado tiene por lo menos uno de los campos mencionados, de ser así activa las casillas de texto relacionadas con el tema y captura la información introducidas para crear una selección y resaltarla una vez se presione el botón 'Hacer selección', esta ventana no se cierra después de cada selección sino que permite realizar varias consultas hasta que el usuario encuentre una selección conveniente, luego mediante la selección del botón 'Cancelar' se cierra la ventana dejando activa la última selección.



**Interfaz Trazar alternativa vial:** cuando se decide trazar una alternativa vial sobre la zona seleccionada producto de la consulta, se escoge la opción correspondiente en el menú 'ANALISIS VIAL', como respuesta a esto la aplicación despliega una ventana encargada de capturar la información acerca de la zona de afectación de la vía según el orden de esta, y mediante la pulsación del botón 'Trazar Vía' se genera un nuevo tema tipo polilínea.

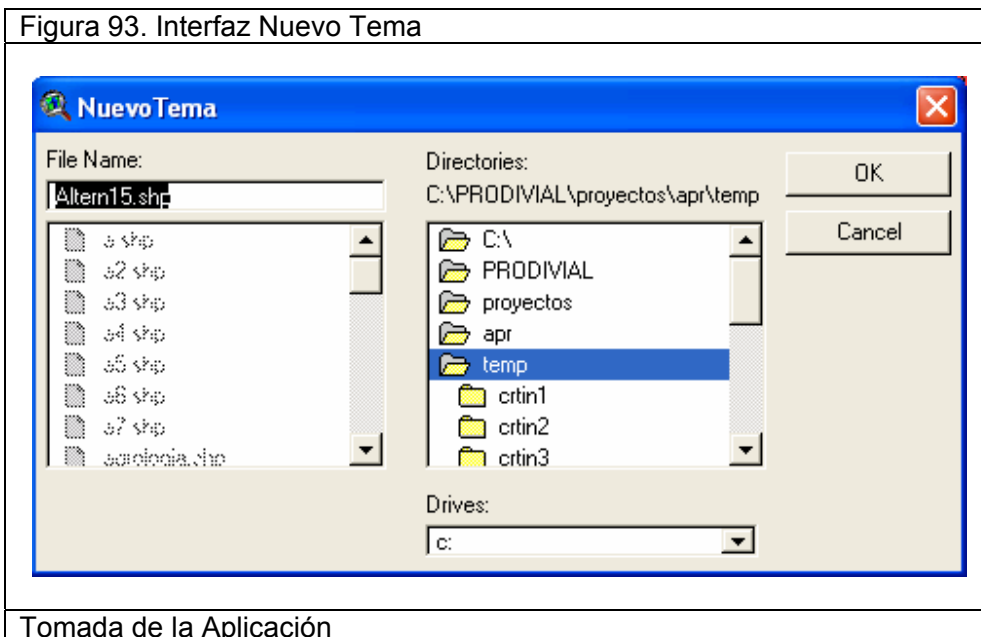
Figura 92. Interfaz de Trazar Alternativa Vial



Tomada de la Aplicación

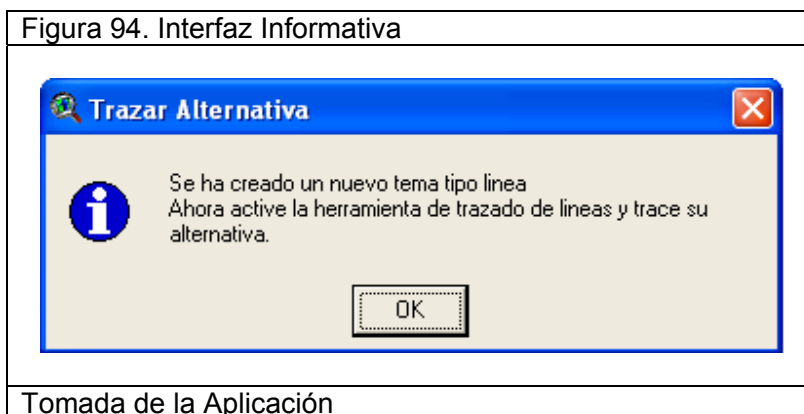
**Interfaz Nuevo tema:** cuando se ha iniciado la generación de un nuevo tema tipo polilínea, se activa una ventana de diálogo que solicita la asignación de un nombre al nuevo tema y una ubicación dentro de la estructura del directorio, una vez hecho esto se abre el nuevo tema en modo editable.

Figura 93. Interfaz Nuevo Tema

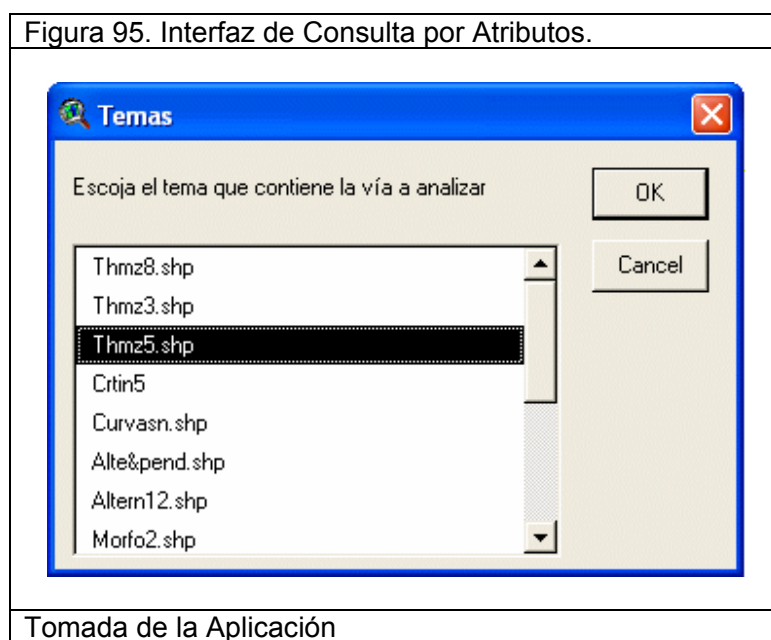


Tomada de la Aplicación

**Interfaz informativa 'Trazar Alternativa':** cuando se ha creado y abierto el tema tipo polilínea aparece un mensaje que indica al usuario como proceder para trazar la alternativa vial.

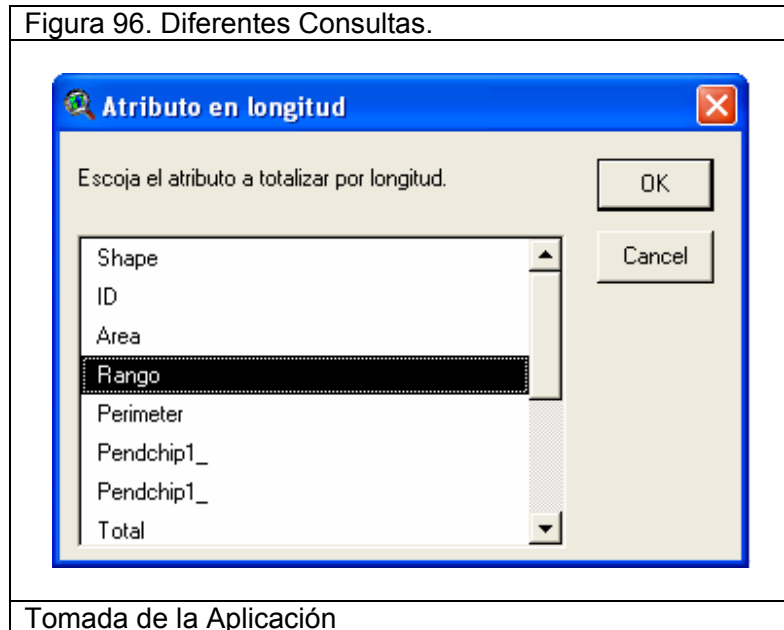


**Interfaz de consulta Atributos por longitud de vía:** cuando se requiere indagar acerca de los atributos de una alternativa vial a lo largo de su longitud, se activa la opción correspondiente dentro del menú 'ANALISIS VIAL' y aparece una ventana que permite seleccionar el tema de la alternativa vial a analizar.



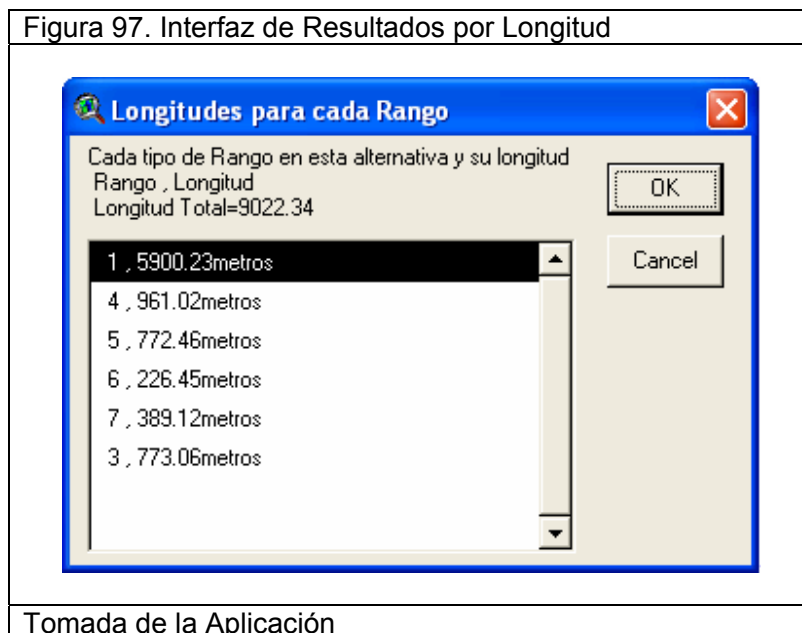
cuando se ha escogido el tema de la alternativa vial el gestor de consulta busca los campos existentes en el tema y los despliega en forma de lista de selección dentro de una ventana nueva para permitir escoger el atributo de la vía que se quiere evaluar según la longitud en que este presente.

Figura 96. Diferentes Consultas.



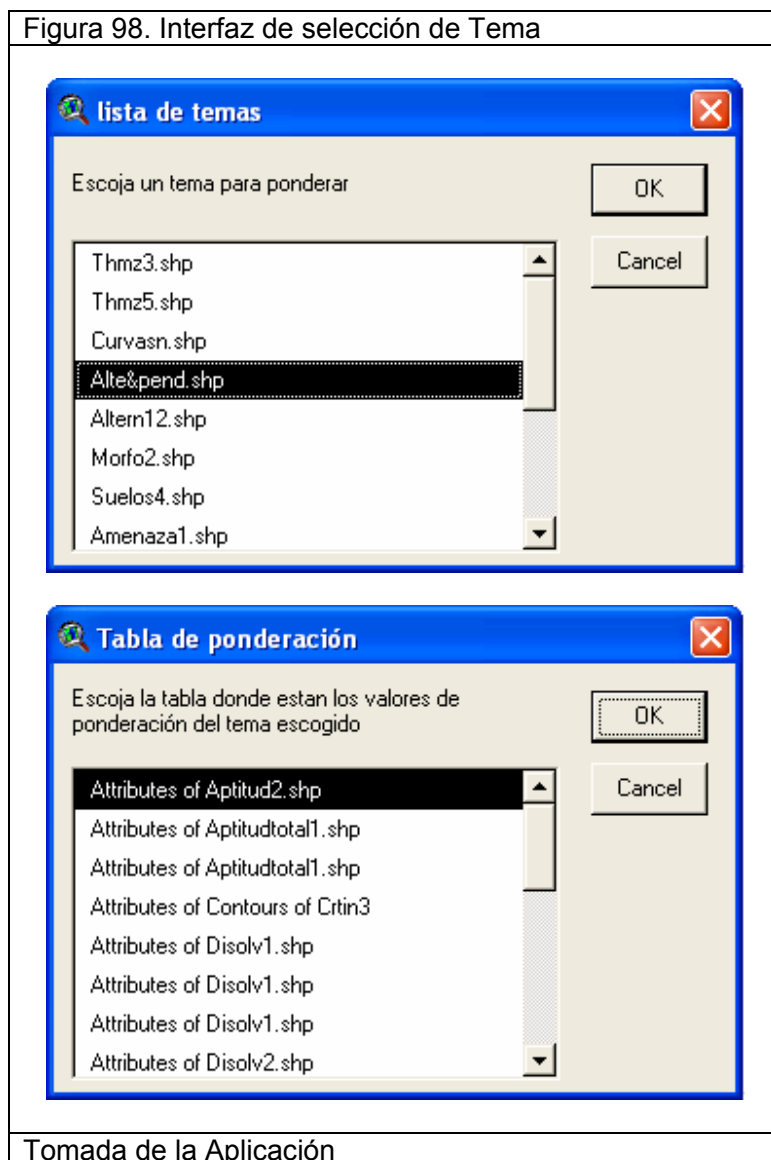
**Interfaz de resultados por longitud:** esta interfaz da la información solicitada respecto a la presencia de un atributo en la alternativa vial, además informa la longitud total de la alternativa vial seleccionada.

Figura 97. Interfaz de Resultados por Longitud



**Interfaz de selección de tema para calcular costo:** cuando se selecciona la opción de generación de costo de la vía, se despliegan dos ventanas con listas de selección para tomar los datos de nombre de la alternativa vial a la cual se

pretende calcular el costo y la tabla dentro de la cual se hallan los parámetros para calcular dicho costo.



**Interfaz informativa de costo:** Cuando se ha realizado el proceso de ponderación de costos para una alternativa vial determinada se activa un gestor de cálculo que totaliza la información referente a costos y envía este dato a una interfaz informativa que despliega con un mensaje donde aparece el costo de la alternativa en las unidades ingresadas en la tabla de ponderación con los datos de los costos.

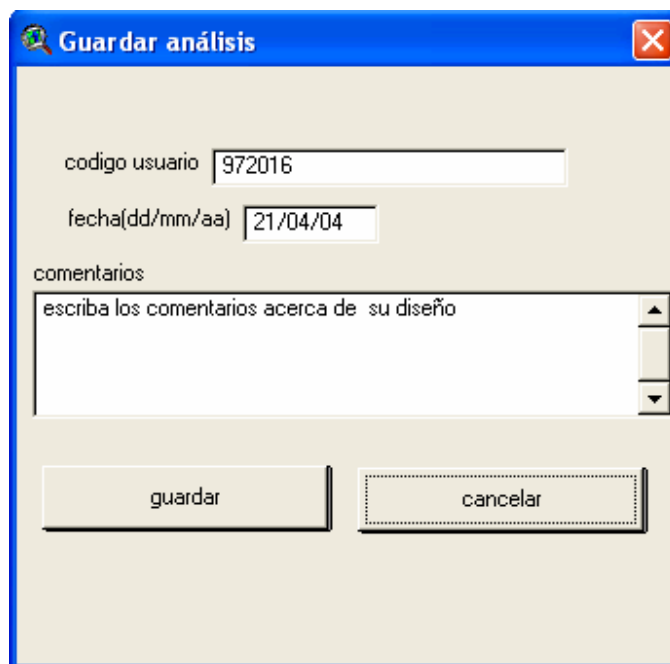
Figura 99. Interfaz Informativa



Tomada de la Aplicación

**Interfaz Guardar análisis:** después de culminar un modelamiento o al suspender una sesión del uso de la aplicación se debe guardar la información del proyecto para esto se ha dispuesto una interfaz que personaliza esta actividad. Primero despliega una ventana donde se solicitan los datos del usuario y da la opción de guardar o abortar la operación.

Figura 100. Interfaz Guardar Análisis



Tomada de la Aplicación

mediante la selección de la opción 'guardar' dentro de la interfaz 'Guardar análisis' se activa el gestor de almacenamiento que guarda la información

procesada e indaga acerca de guardar los cambios a los documentos que se hallen en edición.

- **Los Gestores**

Los gestores son las entidades encargadas de realizar los procesos internos en la aplicación, también son los encargados de capturar los datos, validarlos, realizar operaciones, realizar búsquedas, realizar selecciones, hacer modificaciones, producir resultados y enviarlos a las interfaces.

En algunos casos los gestores son particulares para una entidad como una interfaz o un botón contenido dentro de una interfaz, en otros casos un gestor es utilizado por varias entidades en distintos procesos. Algunos gestores se encargan de realizar conexiones con otros gestores o con otras entidades.

A continuación se describen los diferentes tipos de gestores asociados a la aplicación:

**Gestor de almacenamiento del proyecto:** Se encarga de tomar los datos ingresados por el usuario en interfaz 'Nombre Proyecto', y despliega la ventana de dialogo 'Guardar proyecto como' donde asigna el valor del código capturado como nombre de proyecto dentro de una ubicación preestablecida, crea un nuevo proyecto y lo abre listo para iniciar el proceso.

**Gestor de búsqueda de temas:** Este gestor se encarga de buscar los archivos de tipo shape, desplegar una lista de selección múltiple, cargar los seleccionados a la vista y convertir los temas seleccionados en otros nuevos temas con un nombre asignado por el usuario en la interfaz convertir.

**Gestor de búsqueda de tablas:** Este gestor se encarga de buscar los archivos de tipo .dbf (data base file), dentro de la estructura del directorio, desplegar una lista de selección múltiple y cargar los archivos seleccionados al proyecto dentro del documento 'Tables'.

**Gestor de edición de tablas:** Se encarga de buscar dentro del proyecto los archivos tipo .dbf y generar una vista con la que se alimenta la interfaz de 'edición', captura la selección de la interfaz mencionada, busca y ejecuta la tabla y activa la interfaz de información donde se indica al usuario como realizar la edición.

**Gestor de ponderación:** Este gestor se encarga de alimentar las listas de las interfaces del proceso de ponderación de clases, capturar la selección hecha dentro de estas interfaces y realizar la unión de tablas para la selección hecha.

**Gestor de revisión:** Es el encargado de verificar que el llenado de las tablas después de un proceso de ponderación ha sido exitoso, este captura el nombre de la tabla de la selección hecha en la interfaz de revisión de tablas de atributos, recorre la tabla en los campos adheridos en el proceso de ponderación verificando que todas las celdas se hayan llenado y envía el resultado de la

revisión a una interfaz informativa. En caso de que la revisión entregue como resultado algún error en el llenado de la tabla, captura la información de la celda donde se halló la anomalía y la envía a la interfaz informativa.

**Gestor de selección y clasificación de temas:** Este es uno de los gestores más complejos, encargado de realizar varias funciones y activar otros gestores. Este se encarga de desplegar la interfaz de 'Clasificación de temas' y alimentar las listas desplegables de las cajas de selección de dicha interfaz, captura la información de las cajas de texto, las valida y activa la caja de verificación correspondiente al tema con el valor verificado, realiza esto para cada tema con algún valor en su caja de verificación, luego mediante la activación del botón 'guardar' suma los valores de las cajas de texto y verificando que la suma complete un valor de cien (100), de ser así activa el botón 'procesar', de lo contrario lo invalida enviando un mensaje con las instrucciones para que el usuario realice correcciones.

Cuando se ha validado el botón 'procesar' y es activado despliega una interfaz informativa con el resumen de la selección hecha. Dentro de esta interfaz se halla un botón 'OK' que al ser activado hace que el gestor ubique las tablas de los temas seleccionados realizando la calificación de los temas de acuerdo a los valores capturados y calculando la ponderación de cada elemento dentro de las tablas.

**Gestor de intersección:** Este se encarga de tomar los temas seleccionados y procesados por el 'gestor de selección y calificación de temas' realizando una intersección entre ellos, para luego modificar la tabla de atributos del tema producto creando un nuevo campo donde se suman los puntajes de calificación de cada tema resumiendo así la calificación de cada elemento a un campo suma, luego realiza una disolución de los elementos contiguos que tengan el mismo valor en el campo suma. Finalmente clasifica los elementos por rangos conforme a su calificación total, asigna una leyenda y un color a cada rango, y hace visible el tema.

**Gestor de consulta:** Se encarga de capturar la información ingresada por el usuario dentro de una interfaz, valida la información capturada, hace una selección de dentro del tema seleccionado de acuerdo al rango generado a partir de los valores ingresados en los campos.

**Gestor de cálculo:** Este se encarga de buscar los campos seleccionados para un cálculo determinado, captura valores, realiza operaciones, crea un campo nuevo donde almacena los resultados, realiza una sumatoria de los resultados que comparten un atributo determinado y exporta los resultados a una interfaz de información.

#### **6.2.8. Modificaciones al diseño.**

De acuerdo a la metodología del proceso unificado de modelado, en cada etapa del proceso se pueden hacer mejoras y nuevas implementaciones en la herramienta.

Durante la fase de implementación se realizaron modificaciones al diseño original en los aspectos que se describen a continuación, manteniendo siempre el norte de la base fundamental de la aplicación y en mejora de la calidad y de la relación usuario – herramienta pedagógica:

- **Cantidad De Interfaces:** el número de interfaces aumentó con el fin de especificar lo mejor posible, el formato y valores de la entrada de datos para mostrarle al usuario toda la información relacionada con un proceso de manera eficiente. El número de interfaces cambio también debido a las adiciones de procesos realizadas a la aplicación.
- **Diseño de Interfaces:** el diseño de las interfaces se modifico con el fin de brindarle al usuario más información al usuario y facilitarle el desarrollo de los procesos el la toma de datos.
- **La Cantidad de Procesos:** pensando en los resultados requeridos por el usuario y la forma de obtenerlos fue necesario implementar procesos adicionales para un cabal y eficiente funcionamiento de la aplicación.
- **El Formato de los Datos:** se definió un formato para los datos de entrada con el fin de evitar inconvenientes en el procesamiento de los datos y normalizar el uso de datos según modelos de datos de uso generalizado.
- **Cantidad de Gestores:** el número de gestores planteados inicialmente cambio debido a la utilización de un mismo gestor para varios procesos y la capacidad de algunos gestores de integrar varias funciones.
- **La cantidad de Entidades:** se agruparon datos teniendo en cuenta su funcionalidad lo cual permitió una reducción en el número de clases usadas en la estructura de la aplicación, obteniendo una organización más versátil y compacta por tanto más funcional.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La implantación de esta herramienta pedagógica, más que una simple propuesta es una necesidad, en vista de que constituye uno de los métodos de enseñanza más modernos y tecnológicamente avanzados que caracterizará a las instituciones educativas del siglo XXI.

Durante la elaboración de este trabajo se señalan ventajas, factores y facetas relevantes acerca de un método cuya implementación no busca más que la mejora continua en el proceso enseñanza aprendizaje, como una herramienta para lograr una ventaja competitiva sobre la forma tradicional como se desarrolla el trazado y selección de un corredor vial , ya que su fin último es el análisis en tiempo real de los trabajos pertinentes.

Con la implementación de esta herramienta se espera no solo que el estudiante sea capacitado, sino que le enseñe, lo forme y lo entrene para que pueda desaprender para aprender, para que cambie sus patrones mentales y culturales permitiendo que el proceso sea eficiente y agradable.

Se recomienda que antes de iniciar el proceso de implementación de esta herramienta en la Escuela de Ingeniería Civil de Universidad Industrial de Santander se realicen unos pasos previos que incluyen:

- Un proceso de capacitación orientado a la motivación y a enseñar el trabajo en equipo.
- Concientización de la pedagogía basada en la resolución de problemas.
- Mejoramiento de los sistemas de comunicación horizontal y vertical, entre docentes y educandos.
- Creación de un grupo de apoyo al diseño de esta herramienta para que haya constante actualización.
- Atender problemas menores en las diferentes áreas que aportan al desarrollo de la selección de un corredor vial

Los pasos anteriormente descritos son las bases para obtener un estudiante con:

- Interdependencia personal.
- Autocontrol. Cada persona tiene clara su responsabilidad y ejerce sus controles.
- Auto motivación. hay sentido de pertenencia, existe una comunicación organizacional buena.
- Actividad. Las personas ofrecen más de lo que se espera, aportan.

- Perspectiva a largo plazo. Hay planeación y visión de futuro clara, objetivos definidos y se administra más para el futuro.
- Más liderazgo.
- Conocimiento del "yo". Auto confianza, el estudiante manifiesta seguridad.
- Aceptación, extroversión. Apertura al cambio, capacidad de desaprender, orientación a las modificaciones, resistencia al cambio dentro de lo normal.
- Apoyo, interactividad. Participación de grupos de trabajo.
- Complejidad conceptual. No hay temor a los retos, se mantiene una alta actualización en el todo del sistema.

Este trabajo es solo el comienzo de la elaboración de una herramienta que permitirá a los ingenieros consultores y diseñadores viales, mejorar sus diseños y agilizar los tiempos de análisis. Por tanto otras monografías podrán anexar y tratar otros temas complementarios concernientes al diseño y trazado de carreteras; como el diseño geométrico, costos, obras de arte, catastro etc.

## BIBLIOGRAFIA

ADDISON WESLEY. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (Jacobson, Booch, Rumbaugh).

ADMINISTRACIÓN VIAL FEDERAL (FHWA), Public Involvement Techniques for Transportation Decisionmaking. 1998

ADMINISTRACIÓN VIAL FEDERAL (FHWA), Guía para el Diseño de Carreteras, 1996.

ADDINE, FÁTIMA (et al) (1998) Didáctica y optimización del proceso de enseñanza – aprendizaje. La Habana, IPLAC (En soporte electrónico)

\_\_\_\_\_ (1998) Pedagogía como ciencia o Epistemología de la educación. La Habana, Félix Varela.

ÁLVAREZ DE ZAYAS, RITA M. (1997) Hacia un currículum integral y contextualizado .Tegucigalpa : Ed. Universitaria.

\_\_\_\_\_ (2001) El proceso de investigación en la metodología cualitativa. El enfoque participativo y la investigación acción. En Desafío Escolar. segunda edición especial. Año 5. México. Editorial CEIDE.

AYALA GOMEZ WILMAR. Artículo. “Hacia una infraestructura nacional de datos Geográficas en Colombia”. Revista Geoconvergencia. Vol 1, Nro 4 ,1998.

BOSQUE JOAQUÍN S. Sistemas de Información Geográfica. Madrid: Rialp, 1992.

BOSQUE JOAQUÍN S. Sistemas de Información Geográfica.. Madrid: Rialp, 1992.

BUREAU OF SURVEYING AND MAPPING. General Specifications for Large. Scale Mapping Alberta.

BIXIO, CECILIA (1999) Enseñar a aprender .Rosario, Homo Sapiens.

BOGGINO, NORBERTO (1998) ¿Problemas de aprendizaje o aprendizaje problemático? Estrategias didácticas para prevenir dificultades en el aprendizaje. Rosario: Homo Sapiens.

CARRETERO, MARIO (Comp) (1998) Procesos de enseñanza y aprendizaje. Buenos Aires: Aique.

- CASTELLANOS VICTOR MANUEL. Principios fundamentales del diseño vial.1991
- CASTRO ALEGRET, PEDRO L. (1991) ¿Educar para vivir o convivir?. En Y ya son adolescentes . La Habana : Pueblo y Educación.
- CASTILLO, ANYELINA, Elementos para la Formulación de un Proyecto de Sistema de Información Territorial. 2003
- CONGRESO INTERNACIONAL PEDAGOGÍA, 99. 2001
- CONTRERAS, DOMINGO JOSÉ (1994) ¿Qué es investigación en la acción?. En Cuadernos de Pedagogía No. 224, abril, España.
- DELORS, JACQUES [et al] (1996) La educación encierra un tesoro. Madrid: Santillana, Ediciones UNESCO.
- DELVAL, JUAN.(1990) Lo fines de la educación. Ediciones Siglo XXI. Madrid-México.
- DIAZ BARRIGA, F.(1998) El desarrollo de habilidades para el trabajo independiente. Tecnología y Comunicación Educativa. No 27. ILCE. México.
- DICCIONARIO PEDAGÓGICO, Editorial Santillana - Barcelona - 1996.
- FUENTE, MARA (1996) El aula vista como grupo socio – psicológico .- Facultad de Psicología .\_\_ Universidad de La Habana.
- GÓMEZ GÓMEZ JORGE HERNANDO. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. 2002.
- GONZALES CATILLO ANGELINA. Informe de consultoría. “Elementos para la formulación de un proyecto de sistema de información territorial”.Depatamento Nacional de planeación. 2003.
- GONZÁLEZ, FERNANDO Y ALBERTINA MITJÁNS (1989) La personalidad, su educación y desarrollo .\_\_ La Habana : Pueblo y Educación.
- GONZÁLEZ SOCA, ANA MARÌA. (2001). Los mapas conceptuales como estrategias de enseñanza-aprendizaje. Pág 88-106. En Didáctica General en soporte electrónico.
- GUERRA SÁNCHEZ, RAMIRO. (1923) La defensa Nacional y la escuela. – La Habana. La Moderna Poesía.
- INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS, Traducido por, Francisco J. Sierra. Flexibilidad en Diseño Vial.2003.
- LOPEZ HURTADO, JOSEFINA. Problemas psicopedagógicos del aprendizaje. En soporte electrónico.

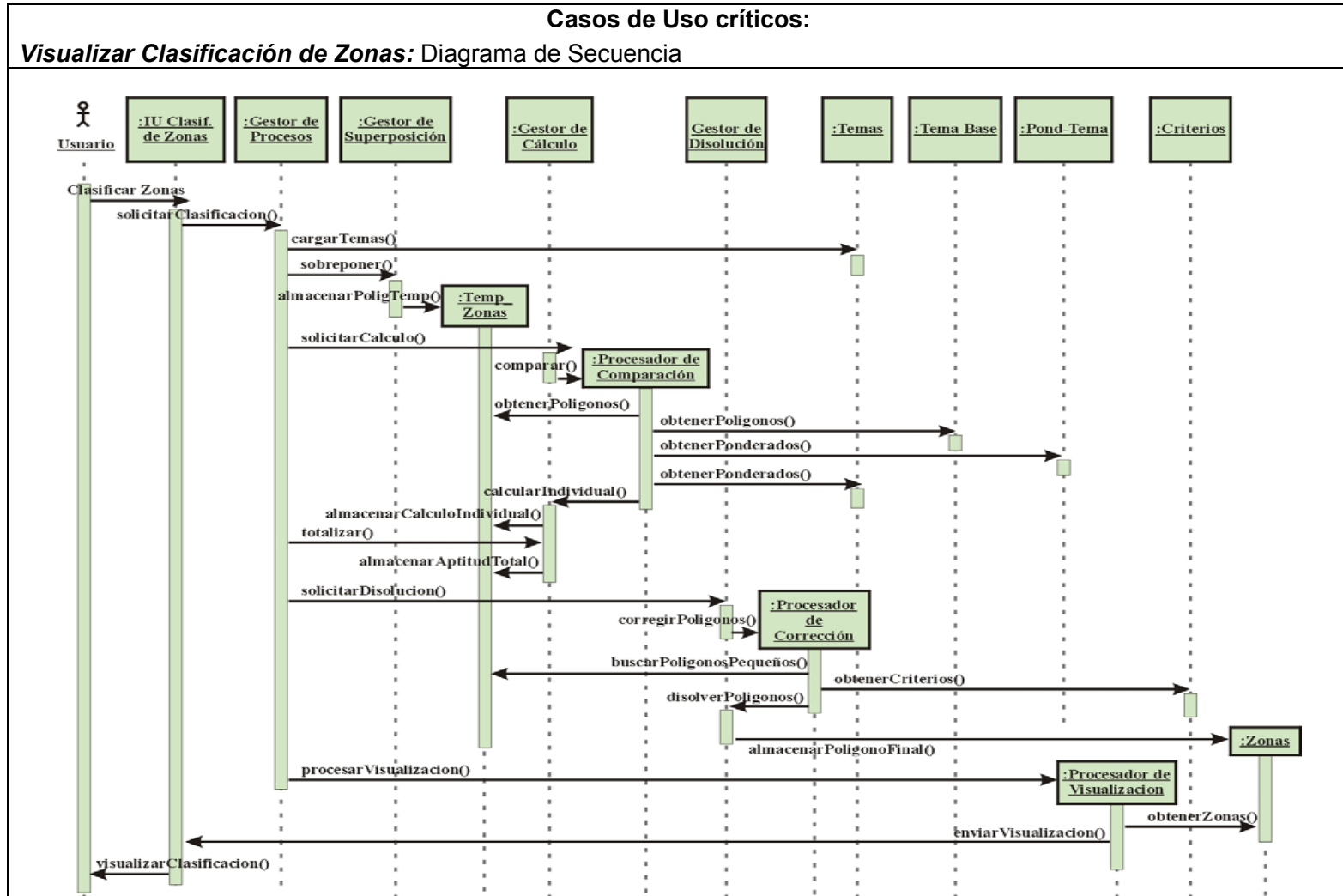
- LIBERT R. NEALE, 1979. PSICOLOGIA GENERAL, (E.U.S).
- LIBERT R. NEALE, 1979. BIOSPICOLOGIA, (E.U.S).
- LIBERT R. NEALE, 1979.PSICOPEDAGOGIA, (E.U.S).
- LAPASSADE G. Grupos, Organizaciones e instituciones. Ed. Gedisa - Méjico – 1985.
- LOPEZ ANGEL “JAVA”. El Proceso Unificado de Desarrollo. <http://www.ajlopez.com/>
- LOUREAU, RENÉ. El análisis institucional. Buenos Aires - Amorrortu editores - 1994
- MALLART, JOAN (2000) Didáctica: del curriculum a las estrategias de aprendizaje. \_\_ En Revista Española de Pedagogía Año LVIII, No 217, septiembre – diciembre.
- MEDINA RIVILLA, (2000). La calidad de los procesos educativos. Oikos-tau Ediciones. Barcelona. España.
- \_\_\_\_\_ [et al] (1995) Pensar y crear. Estrategia, métodos y programas. La Habana : Academia.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual de diseño geométrico de carreteras, 1998.
- MUÑOZ EDGAR R., LEÓN JAVIER M. Intensidad Extractiva del Uso Actual Del Suelo y Cobertura Vegetal de la Subcuenca del Río Tona Basada en Sensores Remotos, Universidad Industrial de Santander. 2003.
- MÜLLER DE CABALLOS, INGRID.(1995) Temas escogidos de Pedagogía Contemporánea. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Colombia.
- MÜLLER DE FIDEL, ELBA, E.(1999) Abordaje hermenéutico de la investigación en educación. Pàg 19-35. En Revista Desafío Escolar.
- OJALVO M. VICTORIA (1995) Castellanos, N. A. El trabajo en grupo en la educación. Universidad de La Habana. CEPES.
- PALACIOS, JESÚS. La cuestión escolar, Editorial Laia - Barcelona - 1978.
- PSICOLOGIA. Ediciones CO-BO. Gerardo Relloso. Caracas, Venezuela
- POLYA, 1980, Citado por Prendergast, 1986.
- Revista: "Novedades Educativas" Nº 98. Buenos Aires - Diciembre de 1998. educación en la actualidad.

[www.canalsocial.com/Biografia/Psicologia/Watson/htm](http://www.canalsocial.com/Biografia/Psicologia/Watson/htm)

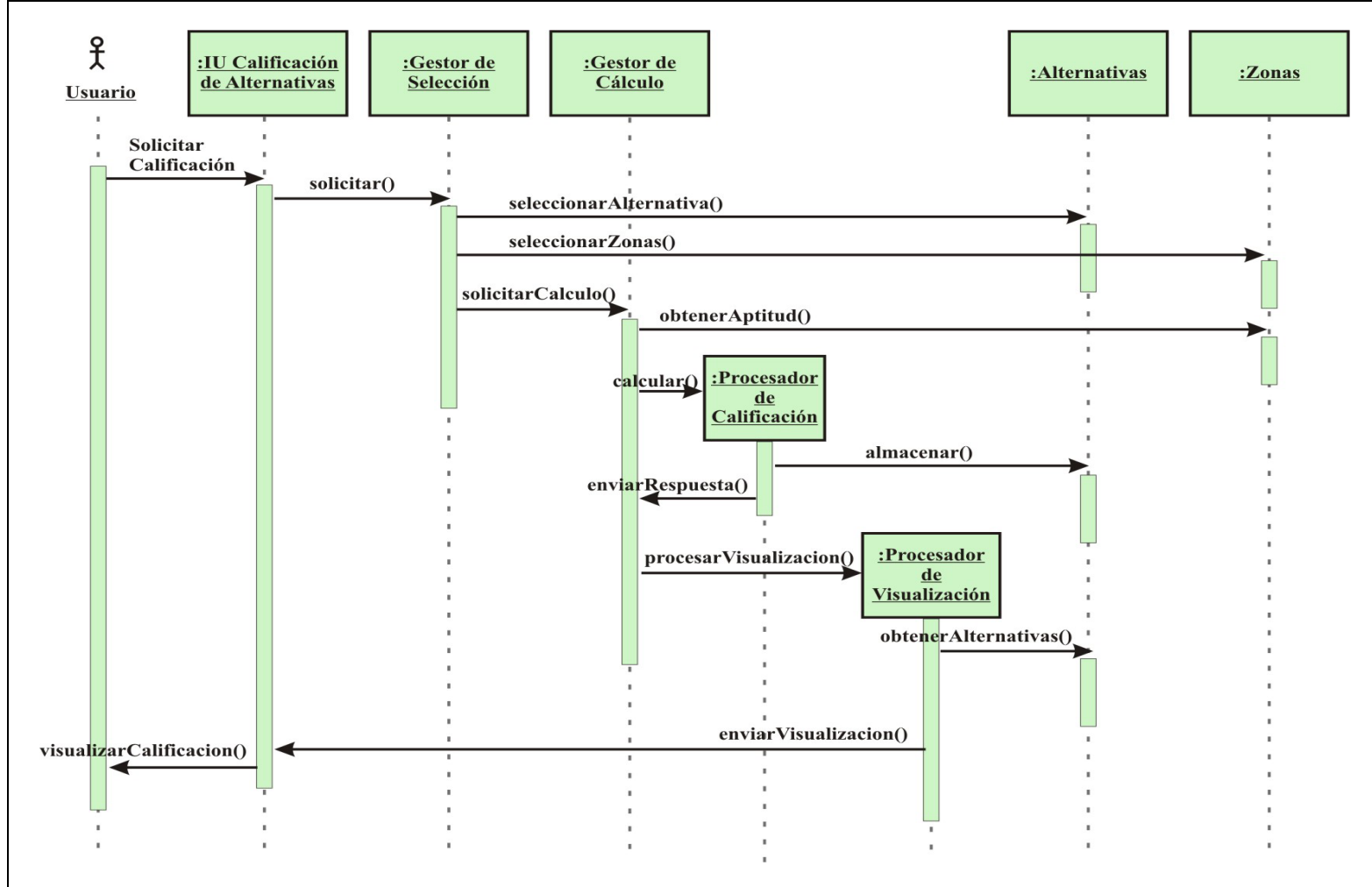
[www.conducta.org/articulos/comportamiento/htm](http://www.conducta.org/articulos/comportamiento/htm)

[www.geocities.com/fdooc/2.htm](http://www.geocities.com/fdooc/2.htm)

## ANEXO A. DIAGRAMAS DE SECUENCIA

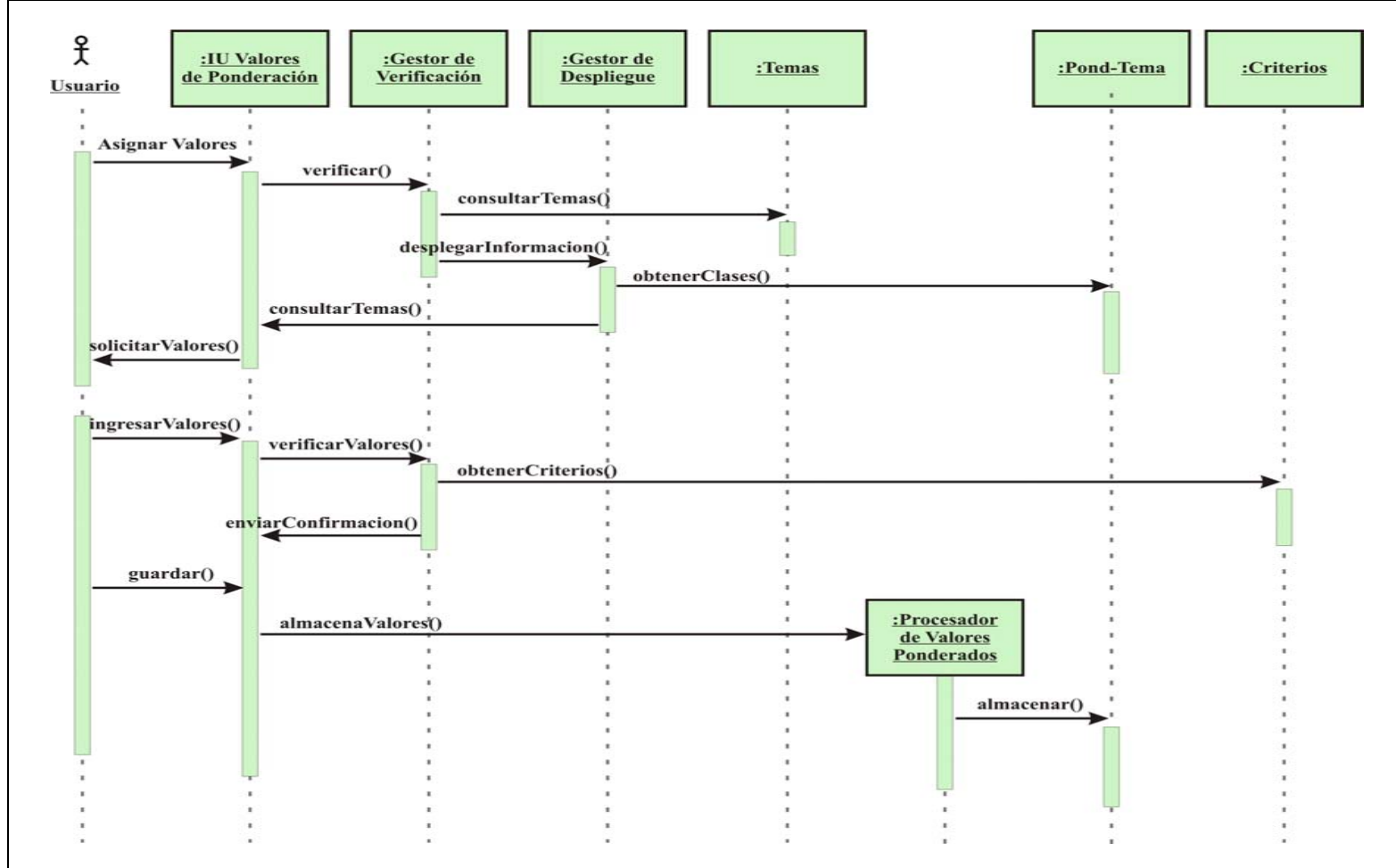


**Visualizar Calificación de Alternativas:** Diagrama de Secuencia

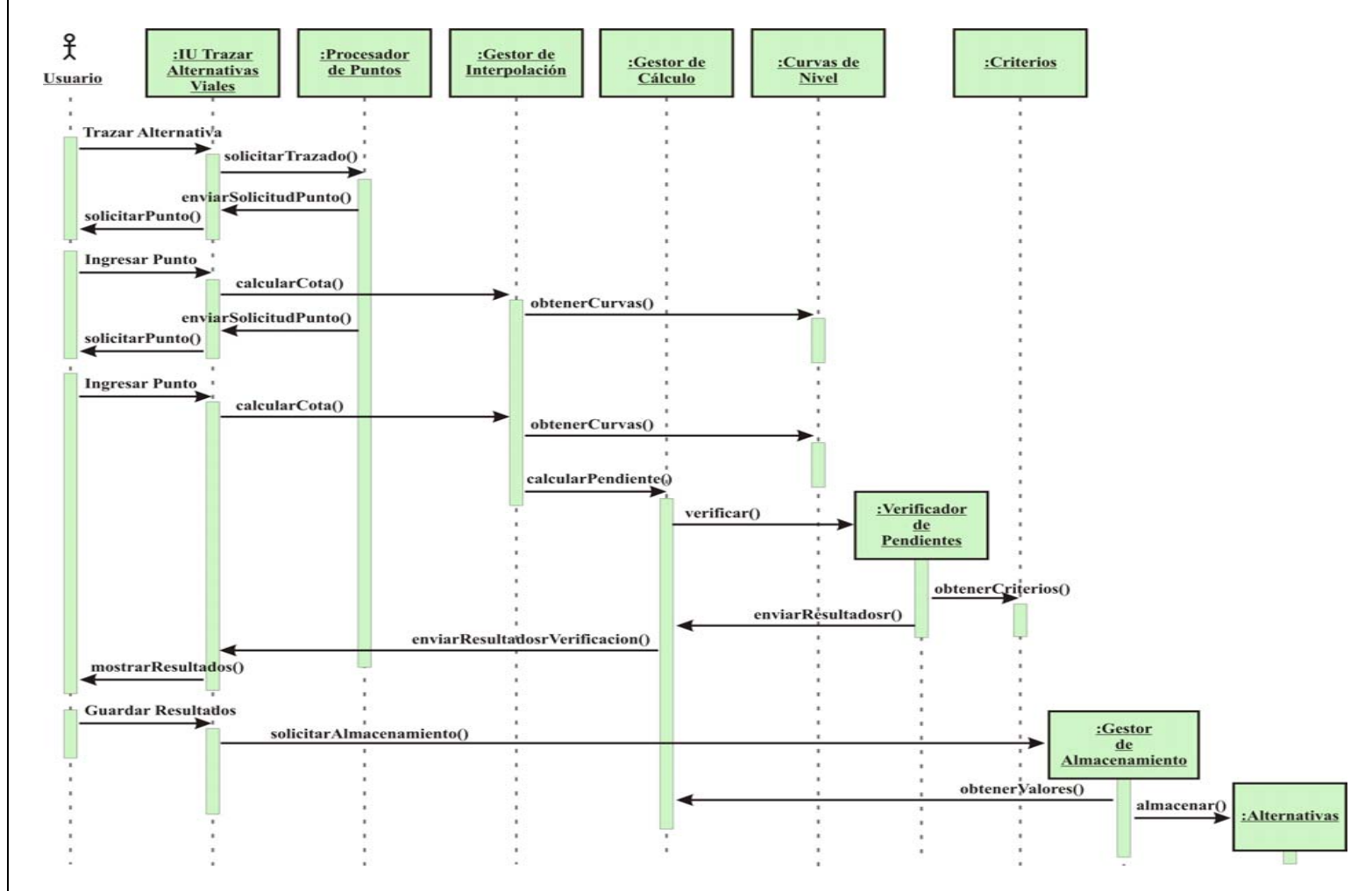


### Casos de Uso principales:

#### Asignar Valores de Ponderación: Diagrama de Secuencia



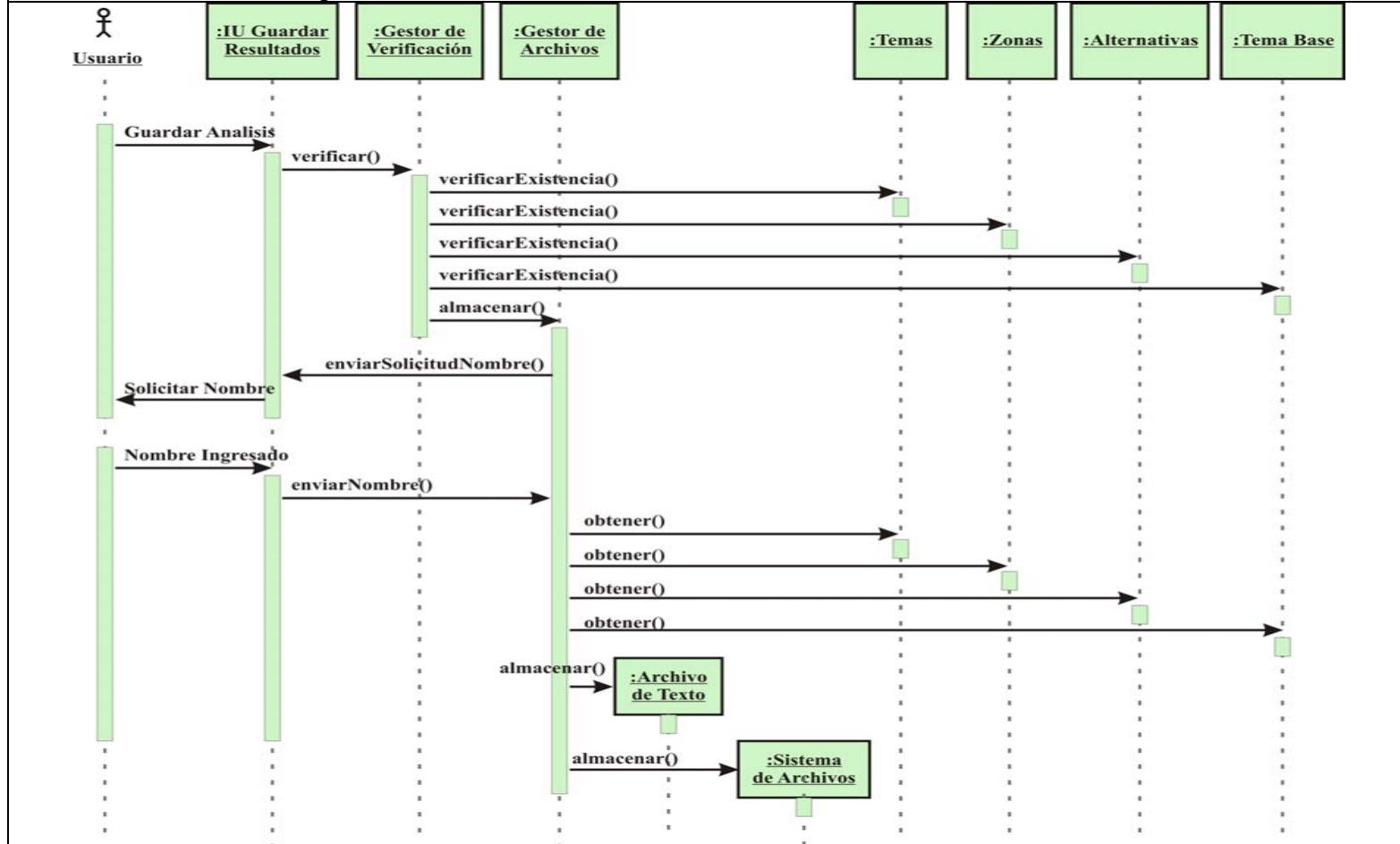
### Trazar Alternativas Viales: Diagrama de Secuencia



Casos de Uso secundarios:

**Clasificar Temas:** Diagrama de Secuencia

**Guardar Resultados:** Diagrama de Secuencia



**Evaluar Resultados:** Diagrama de Secuencia

