

MANUAL DE USUARIO SIHIMAX 1.56

SISTEMA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICO PARA
INTENSIDADES MÁXIMAS

Descripción

El presente manual de usuario incluye la referencia técnica del software, la descripción del funcionamiento del mismo y ejemplos de uso. Se recomienda que lea detenidamente el manual antes de usar el software.

FIDELMAR MERLOS VILLEGAS
fidelmarmerlos@hydrobits.com

Agosto 2017



HYDROBITS

Desarrollo de software para hidrología e hidráulica

Manual de usuario del programa SIHIMAX
versión 1.56

Agradecimientos

A la *Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)* por proporcionarnos los datos climatológicos incluidos en el programa de computo por medio del *Servicio Meteorológico Nacional(SMN)*.



Contenido

1.	Introducción.....	7
2.	Marco teórico del software	8
2.1.	Consistencia y datos dudosos	9
2.1.1.	Test de Helmer.....	9
2.1.2.	Test de Secuencias.....	9
2.1.3.	Test de Mann-Kendall.....	9
2.1.4.	Test t de student.....	10
2.1.5.	Test de Anderson.....	10
2.1.6.	Promedios móviles	11
2.1.7.	Datos dudosos (outliers).....	11
2.2.	Estimación de datos faltantes.....	12
2.2.1.	Correlación.....	12
2.2.2.	Método del U.S. Weather Service	12
2.2.3.	Método de la relación normalizada.....	12
2.2.4.	Regresión lineal simple	13
2.2.5.	Secuencia automática de llenado propuesta.....	13
2.3.	Funciones de distribución	14
2.3.1.	Periodo de retorno	15
2.3.2.	Teoría de funciones de distribución de dos poblaciones.....	15
2.3.3.	Estimación de parámetros.....	15
2.3.4.	Pruebas de bondad de ajuste	19
2.4.	Curvas I-D-Tr.....	21
2.4.1.	Modelo de Bell.....	21
2.4.2.	Modelo de Cheng.....	22
2.4.3.	Método de interpolación potencial	23
2.4.4.	Modelo Emil Kuichling y C. E. Gransky	23
2.4.5.	Corrección por intervalo de observación.....	23
2.4.6.	Corrección por área	23
2.5.	Hietogramas.....	24
2.5.1.	Bloques alternos	24
2.5.2.	Curvas del Servicio de Conservación de Suelos (SCS).....	24
2.5.3.	Curvas de Huff	25
2.5.4.	Recomendación USBR.....	26
2.6.	Gastos de diseño	27
2.6.1.	Hidrograma unitario triangular.....	27
2.6.2.	Hidrograma unitario curvilíneo del servicio de conservación de suelos [SCS]	28
2.6.3.	Método racional	28
2.6.4.	Nota sobre el efecto de convolución de hidrogramas unitarios [nota sobre el comparativo de los resultados contra el programa Hec-HMS]	28
2.7.	Tránsito de avenidas	31
2.8.	Bases de datos.....	33
2.9.	Metodología para la depuración de series meteorológicas.....	33
2.10.	Bibliografía	34
3.	Utilización del programa.....	35
3.1.	Requisitos mínimos de instalación	35
3.2.	Interfaz principal	35
3.2.1.	Barra de menú	36
3.2.2.	Barra de herramientas.....	36



3.2.3. Menú de temas del proyecto.....	37
3.2.4. Barra de herramientas del mapa	37
3.2.5. Funciones adicionales de las tablas mostradas en el programa	38
3.3. Creación y manipulación de los proyectos del programa, bases de datos y extensiones manejadas ..	39
3.3.1. Inicio del programa y configuración de un proyecto	39
3.3.2. Instalar bases de datos locales	43
3.4. Manejo de temas del proyecto	44
3.4.1. Agregar temas al proyecto.....	44
3.4.2. Eliminar temas del proyecto	44
3.4.3. Personalizar la visualización de temas.....	44
3.4.4. Etiquetar temas	45
3.4.5. Eliminar etiquetas	46
3.4.6. Tabla de atributos.....	46
3.4.7. Crear temas con selección	47
3.4.8. Crear tema de eventos	48
3.5. Búsqueda de estaciones y descarga de series asociadas	49
3.6. Gestión de estaciones	50
3.6.1. Visualización de series/catálogo.....	50
3.6.2. Graficar series temporales.....	52
3.6.3. Resumen de los parámetros de las series.....	52
3.6.4. Matrices auxiliares de datos	53
3.6.5. Análisis de consistencia paramétrico.....	54
3.6.6. Pruebas visuales de consistencia	56
3.6.7. Estimación de datos faltantes.....	57
3.6.8. Manejador de estaciones y series	59
3.7. Herramientas adicionales.....	60
3.7.1. Creación de mapas de isolíneas.....	60
3.7.2. Estimación del volumen de escurrimiento (NOM 011)	61
3.7.3. Generación de mapas de intensidad y/o lamina de lluvia	62
3.8. Modelación de cuencas.....	64
3.8.1. Ajuste de funciones de distribución	64
3.8.2. Obtención de curvas I-D-Tr, hietogramas, hidrogramas y tránsitos de avenida	67
3.9. Extracción de datos en formato “*.xls”/”*.csv”	73
3.10. Funciones adicionales de las tablas del programa	74



Índice de láminas

Lámina 1 Test de Anderson	10
Lámina 2 Promedios móviles de orden 5	11
Lámina 3 Proceso de estimación de datos faltantes	13
Lámina 4 Relación empírica para estimar la lluvia de una hora y periodo de retorno de 2 años	22
Lámina 5 Hietograma por bloques alternos	24
Lámina 6 Curvas de la SCS [Chow,1994].....	25
Lámina 7 Distribución geográfica de las curvas de la SCS en Estados Unidos de Norteamérica [Chow,1994]	25
Lámina 8 Curvas de Huff.....	26
Lámina 9 Hietograma elaborado con la recomendación del USBR	26
Lámina 10 Hidrograma unitario triangular	27
Lámina 11 Hidrograma unitario curvilíneo de la SCS	28
Lámina 12 Opción del programa para dividir el hietograma en función del intervalo de simulación	29
Lámina 13 Ejemplo de simulación con superposición de hidrogramas de forma tradicional	29
Lámina 14 Ejemplo de simulación con el algoritmo división de las barras del hietograma en función del intervalo de simulación	30
Lámina 15 Transito de avenidas	31
Lámina 16 Vertedores incluidos en el programa.....	32
Lámina 17 Barra de menú	36
Lámina 18 Barra de herramientas	36
Lámina 19 Menú lateral de temas.....	37
Lámina 20 Personalización de temas	37
Lámina 21 Barra de herramientas del mapa	37
Lámina 22 Menú desplegable de las tablas del programa (accesible al dar clic derecho)	38
Lámina 23 Editar visibilidad de columnas	38
Lámina 24 Ventana para inmovilizar una columna	38
Lámina 25 Propiedades de la columna.....	38
Lámina 26 Pantalla de inicio del programa SIHIMax	39
Lámina 27 Inicio de nuevo proyecto	40
Lámina 28 Primera pestaña de la ventana de configuración, datos generales.....	40
Lámina 29 Segunda pestaña de la ventana de configuración, parámetros para la depuración de series	41
Lámina 30 Tercera pestaña de la ventana de configuración, parámetros de las funciones de distribución ...	42
Lámina 31 Instalador de bases de datos	43
Lámina 32 Agregar temas.....	44
Lámina 33 Personalizar la visualización de temas.....	44
Lámina 34 Etiquetar temas.....	45
Lámina 35 Etiquetado de temas.....	45
Lámina 36 Ventana de atributos	46
Lámina 37 Selección de partes de temas	46
Lámina 38 Selección de partes del tema vectorial	47
Lámina 39 Creación de tema con selección	47
Lámina 40 Ventana para crear tema de eventos	48
Lámina 41 Crear tema de eventos.....	48
Lámina 42 Creación de un tema de eventos	48
Lámina 43 Búsqueda de estaciones	49
Lámina 44 Visualización del catálogo de estaciones	50
Lámina 45 Visualización de series climatológicas en formato matricial.....	51
Lámina 46 Visualización de series climatológicas en formato lineal	51
Lámina 47 Ventana de generación de graficas.....	52



Lámina 48 Graficación de series climatológicas	52
Lámina 49 Resumen de parámetros.....	53
Lámina 50 Matrices auxiliares de datos	53
Lámina 51 Análisis de consistencia.....	54
Lámina 52 Pruebas de consistencia, test de Helmert.....	55
Lámina 53 Pruebas de consistencia, test de Anderson	55
Lámina 54 Pruebas graficas de consistencia, test de Anderson	56
Lámina 55 Pruebas visuales, promedios móviles de orden 5.....	56
Lámina 56 Pruebas visuales, curva masa doble.....	56
Lámina 57 Ventana estimación de datos faltantes	57
Lámina 58 Ventana de estimación de datos faltantes, selección de estaciones auxiliares.....	58
Lámina 59 Ventana de estimación de datos faltantes, estimación de datos completa	58
Lámina 60 Manejador de estaciones/series.....	59
Lámina 61 Formato de adición de series	59
Lámina 62 Generación de mapas de isolíneas.....	60
Lámina 63 Selección se series cuando la misma estación tiene más de una que cumple con los requisitos... 60	60
Lámina 64 Generación de contornos	60
Lámina 65 Ventana para la estimación del volumen de escurrimiento	61
Lámina 66 Estimación del volumen de escurrimiento (NOM 011).....	61
Lámina 67 Ventana para generar isolineas de intensidad.....	62
Lámina 68 Mapa de isolineas de intensidad, ejemplo	63
Lámina 69 Módulo de funciones de distribución	64
Lámina 70 Barra de herramientas del módulo de funciones de distribución	64
Lámina 71 Ventana de optimización de funciones de dos poblaciones.....	65
Lámina 72 Gráfico de funciones de probabilidad general.....	65
Lámina 73 Gráfico de funciones de probabilidad individual	66
Lámina 74 Ventana de extrapolación de datos	66
Lámina 75 Ventana utilizada para modelar cuencas.....	67
Lámina 76 Primera pestaña, modelo de curvas I-D-Tr	68
Lámina 77 Segunda pestaña, Intervalos de simulación.....	68
Lámina 78 Tercera pestaña, modelo de hidrograma	68
Lámina 79 Cuarta pestaña, parámetros de la cuenca	69
Lámina 80 Quinta pestaña, transito de avenidas	69
Lámina 81 Formato de archivo elevación-área (msnm-m ²)	69
Lámina 82 Configuración de vertedores	69
Lámina 83 Resultados de la modelación	70
Lámina 84 Resultados de la modelación, hietograma.....	70
Lámina 85 Tabla de resumen de resultados.....	71
Lámina 86 Reporte de resultados de la simulación.....	72
Lámina 87 Ventana de extracción de datos	73
Lámina 88 Reporte generado	73
Lámina 89 Menú desplegable de las tablas del programa	74



Índice de tablas

Tabla 1 Pruebas de consistencia.....	8
Tabla 2 Test de Mann-Kendall.....	9
Tabla 3 Resultados del Test de Mann-Kendall, ejemplo.....	9
Tabla 4 Funciones de distribución incluidas en el programa.....	14

1. Introducción

El Sistema de Información Hidrológico para Intensidades Máximas [SIHIMAX] se ha creado con el objetivo de ser de ayuda en la modelación matemática de eventos extremos de precipitación.

Esta versión del software se tiene la capacidad de:

- Ubicar espacialmente las estaciones climatológicas en una determinada área, descargando a su vez las series de datos correspondientes a las mismas y generando a partir de ellas nuevas series.
- Leer y crear archivos vectoriales en formato “.shp”.
- Graficar las series de datos.
- Tabular las series de datos
- Aplicar pruebas de consistencia “visuales” y numéricas a las series de datos.
- Completar las series de datos (llenado de datos).
- Aplicar 29 ajustes de funciones de distribución a las series de máximos anuales.
- Ajustar modelos de curvas I-D-Tr:
 - Modelo Potencial
 - Modelo de Bell
 - Modelo de Cheng (auto calibrado)
 - Modelo Emil Kushing
- Generar mapas de isocurvas de intensidad y precipitación en base a los modelos ajustados.
- Extraer datos en formato “.xls”.
- Generar Hidrogramas sintéticos para diferentes periodos de retorno
- Transitar avenidas por embalses
- Almacenar el proyecto para su posterior utilización.

2. Marco teórico del software

Para la obtención de las curvas IDF existen dos metodologías básicas:

- Construcción (la cual se realiza a partir de datos pluviográficos)
- Estimación (se realiza con datos de precipitaciones máximas diarias PMD)

Aunque lo ideal es que se aplique la primera metodología lo cierto es que no siempre se cuenta con datos disponible para la aplicación de la misma, en cambio la disponibilidad y existencia de los datos pluviométricos es mayor; aunque frecuentemente los datos no tienen una calidad óptima.

Para la estimación de las isoyetas de intensidad el procedimiento más utilizado es el un análisis regional de frecuencias, el cual requiere un previo análisis de la consistencia de los datos para asegurar que estos cumplan las cuatro condiciones descritas al inicio del presente texto (aleatoriedad, homogeneidad, independencia y estacionalidad).

Tabla 1 Pruebas de consistencia

Condición	Descripción	Pruebas
Homogeneidad	Se cumple si todos los valores que conforman la muestra, provienen estadísticamente de una misma población	Test de Helmert Test de Secuencias Test de t Student
Independencia	Implica que la probabilidad de ocurrencia de uno cualquiera de ellos no depende de la ocurrencia del o de los valores precedentes.	Test de Anderson
Estacionalidad	Significa que, excluyendo las fluctuaciones aleatorias, la serie de datos es invariante con respecto al tiempo.	Test de Man Kendall Promedios Móviles de orden 5

Para la estimación de datos faltantes en las series climatológicas la aplicación utiliza las siguientes metodologías:

- Regresión Lineal Simple
- Método del U.S. Weather Service
- Relación Normalizada

Una vez que se aplica en análisis regional de frecuencias se pueden estimar las curvas IDF por distintas metodologías, de las cuales la aplicación incluye:

- Interpolación
- Modelo de Bell
- Modelo de Chen
- Modelo Emil Kuching

Este capítulo se dividirá en seis partes con el objetivo de tratar cada parte por separado:

- Consistencia
- Estimación de datos faltantes
- Funciones de distribución
- Estimación de Curvas I-D-Tr
- Hietogramas
- Hidrogramas de diseño (cálculo de gastos máximos)
- Tránsito de avenidas

2.1. Consistencia y datos dudosos

2.1.1. Test de Helmert

Nos permite comprobar la homogeneidad de los datos mediante un procedimiento sencillo que se consiste en ordenar la serie cronológicamente y analizar el signo de las desviaciones con respecto a la media de cada dato. Si una desviación de un cierto signo es seguida por otra del mismo signo, entonces se dice que se forma una secuencia: S, de lo contrario se considera un cambio: C.

Para comprobar que la serie es homogénea se aplica el siguiente criterio:

$$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1}$$

2.1.2. Test de Secuencias

Esta prueba consiste en analizar el signo de las desviaciones con respecto a la mediana muestral para cada dato y comparar el número de cambios de signo con el número de cambios permitido en base al tamaño de la muestra. Si el número de cambios esta entre los valores establecidos la serie es homogénea.

2.1.3. Test de Mann-Kendall

Es un test no paramétrico, estadísticamente basado en el número de orden de las variables y puede ser utilizado para tendencias en series de tiempo de datos hidrológicos si una de esas variables es el tiempo y tiene la particularidad de presentar una mayor potencia estadística en la medida que la serie de datos presenta un mayor sesgo que la aleje de una distribución normal.

Tabla 2 Test de Mann-Kendall

Fecha	1969	1971	1972	1973	1974	1978	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Sumas	
1969	1060	1469.2	1511.4	1340.3	1547.3	863.2	1143	925.1	999.3	1271.9	1650.1	1254	1244.5	811.3	1168.2	811.3	1421.5	1273.5	1618	1610.5	1635.5	2197	2346	1423.3	13	
1971	1469.2		42.2	-128.9	78.1	-606	-326.2	-544.1	-469.9	-197.3	180.9	-215.2	-224.7	-657.9	-301	-657.9	-47.7	-195.7	148.8	141.3	166.3	727.8	876.8	-45.9	-6	
1972	1511.4			-171.1	35.9	-648.2	-368.4	-586.3	-512.1	-239.5	138.7	-257.4	-266.9	-700.1	-343.2	-700.1	-89.9	-237.9	106.6	99.1	124.1	685.6	834.6	-88.1	-7	
1973	1340.3				207	-477.1	-197.3	-415.2	-341	-68.4	309.8	-86.3	-95.8	-529	-172.1	-529	81.2	-66.8	277.7	270.2	295.2	856.7	1005.7	83	-2	
1974	1547.3					-684.1	-404.3	-622.2	-548	-275.4	102.8	-293.3	-302.8	-736	-379.1	-736	-125.8	-273.8	70.7	63.2	88.2	649.7	798.7	-124	-7	
1978	863.2						279.8	61.9	136.1	408.7	786.9	390.8	381.3	-51.9	305	-51.9	558.3	410.3	754.8	747.3	772.3	1333.8	1482.8	560.1	14	
1980	1143							-217.9	-143.7	128.9	507.1	111	101.5	-331.7	25.2	-331.7	278.5	130.5	475	467.5	492.5	1054	1203	280.3	9	
1981	925.1								74.2	346.8	725	328.9	319.4	-113.8	243.1	-113.8	496.4	348.4	692.9	685.4	710.4	1271.9	1420.9	498.2	12	
1982	999.3									272.6	650.8	254.7	245.2	-188	168.9	-188	422.2	274.2	618.7	611.2	636.2	1197.7	1346.7	424	11	
1983	1271.9										378.2	-17.9	-27.4	-460.6	-103.7	-460.6	149.6	1.6	346.1	338.6	363.6	925.1	1074.1	151.4	4	
1984	1650.1											-396.1	-405.6	-838.8	-481.9	-838.8	-228.6	-376.6	-32.1	-39.6	-14.6	546.9	695.9	-226.8	-9	
1985	1254												-9.5	-442.7	-85.8	-442.7	167.5	19.5	364	356.5	381.5	943	1092	169.3	4	
1986	1244.5													-433.2	-76.3	-433.2	177	29	373.5	366	391	952.5	1101.5	178.8	5	
1987	811.3														356.9	0	610.2	462.2	806.7	799.2	824.2	1385.7	1534.7	612	9	
1988	1168.2															-356.9	253.3	105.3	449.8	442.3	467.3	1028.8	1177.8	255.1	7	
1989	811.3																610.2	462.2	806.7	799.2	824.2	1385.7	1534.7	612	8	
1990	1421.5																	-148	196.5	189	214	775.5	924.5	1.8	5	
1991	1273.5																		344.5	337	362	923.5	1072.5	149.8	6	
1992	1618																			-7.5	17.5	579	728	-194.7	1	
1993	1610.5																				25	586.5	735.5	-187.2	2	
1994	1635.5																					561.5	710.5	-212.2	1	
1995	2197																						149	-773.7	0	
1996	2346																								-922.7	-1
1997	1423.3																									0

Tabla 3 Resultados del Test de Mann-Kendall, ejemplo

S	79.00
Varianza(S)	1833.33
Zs	1.82
Zcrit,.05	1.96
Interpretación	No hay Tendencia

2.1.4. Test t de student

Si se considera una serie de datos de tamaño n la cual se divide en dos partes $n_1 = n_2 = \frac{n}{2}$, entonces el estadístico para esta prueba se obtiene con la expresión:

$$t_d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\left[\frac{n_1 \cdot s_1^2 + n_2 \cdot s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right]^{0.5}}$$

Dónde:

\bar{x}_1, s_1 : son la media y la varianza de la primera parte del registro de tamaño n_1

\bar{x}_2, s_2 : son la media y la varianza de la segunda parte del registro de tamaño n_2

El valor absoluto de t_d se compara con el valor de la distribución t de Student de dos colas y con $v = n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad y para un nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

Si y solo si el valor absoluto de t_d es mayor que aquel de la distribución t de Student, se concluye que la diferencia entre las medias es evidencia de inconsistencia, y por ende la serie se considera no homogénea. En caso contrario la serie es homogénea.

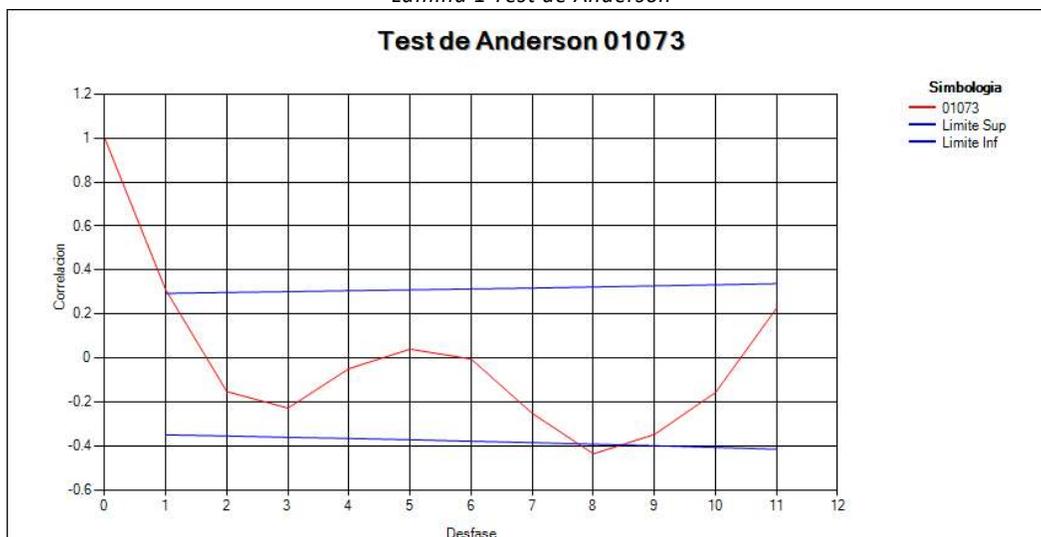
2.1.5. Test de Anderson

Para una serie independiente la población del correlograma es igual a cero para $K \neq 0$. Sin embargo series temporales independientes, presentan variabilidad de la muestra, conteniendo fluctuaciones de alrededor de cero, pero estos no son necesariamente cero. En este caso lo que hacemos para determinar los límites de probabilidad de series independientes, utilizamos los límites de Anderson (1941). Test que consiste en evaluar la autocorrelación de la serie con desfases desde $k=1$ hasta $k=n/3$ y comparar el valor con los límites correspondiente para un 95% de nivel de confianza.

$$r_{k(95\%)} = \frac{-1 \pm \sqrt{n_j - k - 1}}{n_j - k}$$

Si menos del 10% de los valores de autocorrelación calculados superan los límites, se dice que la serie de datos es independiente.

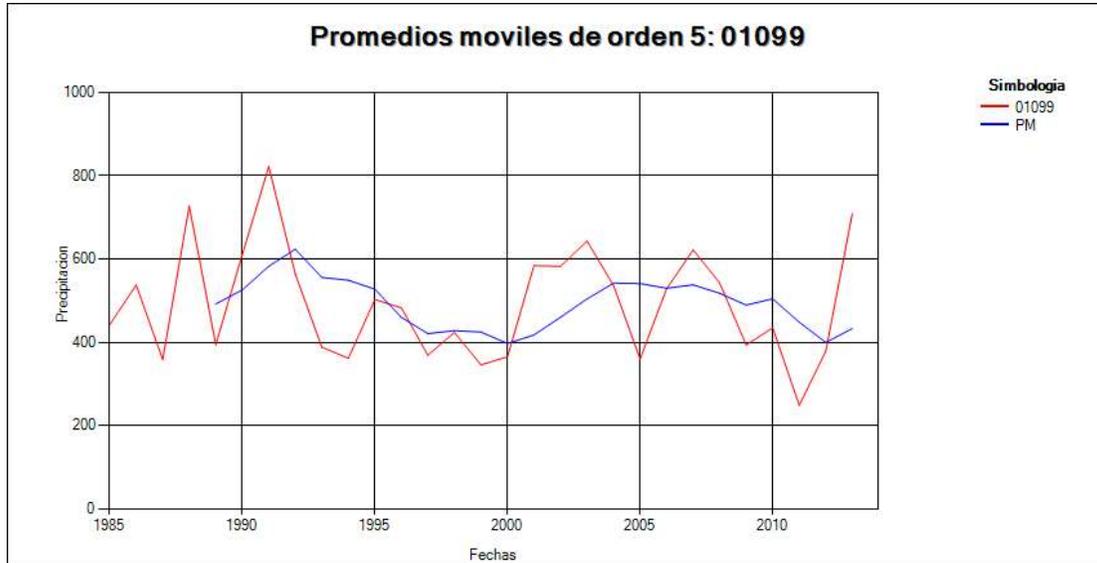
Lámina 1 Test de Anderson



2.1.6. Promedios móviles

El análisis con promedios móviles se realiza en forma gráfica. Las series cronológicas de precipitación anual generalmente se analizan con $N=5$, si se analiza con un N muy bajo se pierde efectividad pues no se reduce la variabilidad, en cambio si N es muy grande se corre el riesgo que se oculten algunos componentes como la cíclica. Por medio de una línea recta se unen los datos de los periodos secos y de los periodos húmedos y los que varían mucho sobre la media, son probablemente errores en la toma o captura de los datos; analizando así de forma visual la homogeneidad de la serie.

Lámina 2 Promedios móviles de orden 5



2.1.7. Datos dudosos (outliers)

Según Chow[1994] "los datos dudosos(outliers) son puntos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante".

Chow[1994] describe que "si la asimetría de estación es mayor que +0.4, se consideran primero las pruebas para detectar datos dudosos altos; si la asimetría de estación es menor que -0.4, primero se consideran pruebas para detectar datos dudosos bajos; cuando la asimetría de la estación está entre ± 0.4 , deben aplicarse pruebas para detectar datos dudosos altos y bajos antes de eliminar cualquier dato dudoso del conjunto de datos".

La ecuación de frecuencia para detectar datos dudosos empleada es:

$$Y_H = y \pm K_n S_y$$

Donde:

Y_H es el umbral de dato dudosos alto en unidades logarítmicas

K_n coeficiente que depende del número de datos en el nivel de 10% de significancia (puede consultarlo en Chow[1994])

S_y Desviación estándar de la muestra

Si los logaritmos de los valores de la muestra superan los umbrales obtenidos de la ecuación se consideran dudosos y si existe información disponible que indica que un dato dudoso es un máximo o un mínimo de un periodo extenso puede ser excluido del análisis.

2.2. Estimación de datos faltantes

2.2.1. Correlación

La correlación es análisis sencillo de la relación entre las dos variables o dos series de datos para este caso aplicado a las precipitaciones se refieren a la relación que existe entre las alturas del mismo en diferentes sitios o estaciones climatológicas con respecto de otras. El análisis de correlación intenta medir la fuerza de las relaciones entre dos variables por medio de un simple número llamado coeficiente de correlación.

$$\rho = \beta \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

Dónde:

σ_x = desviación estándar de la serie x; σ_y = desviación estándar de la serie y.

$$\alpha = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i y_i \sum x_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad \beta = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

2.2.2. Método del U.S. Weather Service

Este método también es conocido como el método del inverso de la distancia al cuadrado y se basa en una metodología fundamentada teórica y empíricamente, la cual se ha posicionado como una de las mejores y más comunes para el completado de series de precipitación.

$$\text{Dato faltante} = \sum_{i=1}^n (W_i * P_i)$$

Dónde:

$$W_i = \text{Peso de la estacion } i. \quad W_i = \frac{(\text{Inv. Dist. Eucli } i)^2}{\sum_i^n (\text{Inv. Dist. Eucli.})^2}$$

P_i = Precipitacion en la estacion i .

2.2.3. Método de la relación normalizada

Este es uno de los métodos más simples para completar series climáticas a nivel mensual y anual, y consiste en multiplicar la precipitación de cada estación por el cociente de los promedios de la serie de trabajo y la auxiliar.

$$\text{Dato faltante} = \frac{1}{n} \left[\left(\frac{N_y}{N_a} \right) * P_1 + \left(\frac{N_y}{N_b} \right) * P_2 + \dots + \left(\frac{N_y}{N_n} \right) * P_n \right]$$

Dónde:

N_x = Promedio anual de la estacion a llenar.

$N_a, N_b \dots N_n$ = Promedio anual de la estacion auxiliares.

$P_a, P_b \dots P_n$ = Precipitacion en el intervalo buscado de la estacion auxiliar.

2.2.4. Regresión lineal simple

Este es el método de llenado más difundido por su sencillez, se plantea que existe una relación lineal entre los datos de una estación y otra, de manera que:

$$\text{Dato faltante} = m * P + b$$

Donde:

“m” y “b” son parámetros correspondientes a la ecuación de la recta.

P es la precipitación en la estación auxiliar.

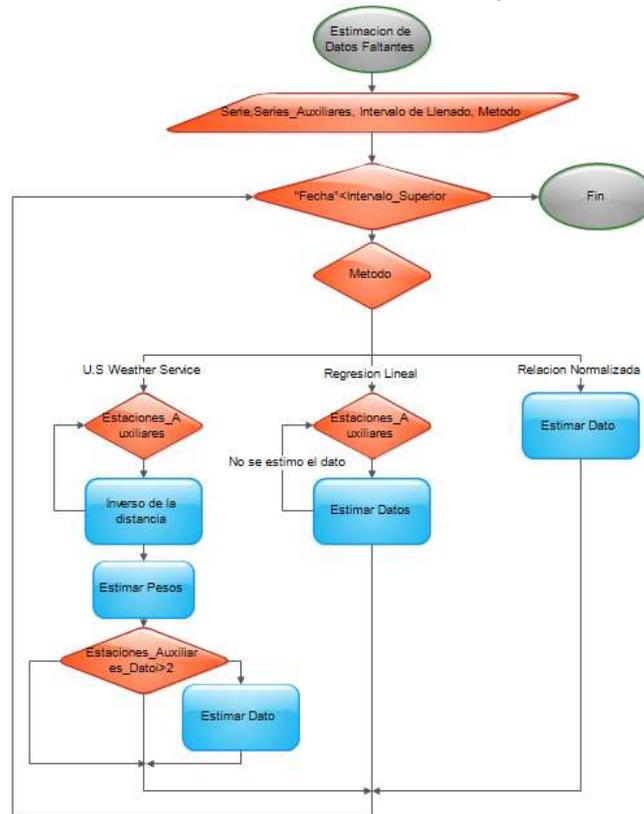
Para el método de llenado mediante correlación lineal simple es necesario hacer varias aclaraciones sobre los procedimientos aplicados por el programa:

- Cuando el usuario elige un grupo de series auxiliares para el llenado, el orden en que las coloca indica la secuencia de uso de las mismas.
- Para la estimación de datos a nivel mensual y diario los coeficientes de correlación utilizados son mensuales.

2.2.5. Secuencia automática de llenado propuesta

Para estimar los datos de la serie se requieren además de las estaciones auxiliares y la metodología elegida, el intervalo de llenado. Lo cual permite al usuario extender el rango de la serie o disminuirlo. En el programa se incluye la opción de utilizar con las mismas estaciones auxiliares seleccionadas el siguiente proceso:

Lámina 3 Proceso de estimación de datos faltantes



2.3. Funciones de distribución

Para el desarrollo de este software se ha efectuado una revisión exhaustiva de las metodologías existentes para estimar los parámetros de cada una de las funciones de distribución propuestas. Parte de los resultados de esta revisión se presentan en este apartado.

El programa es capaz de realizar el ajuste funciones de distribución de probabilidad a series de datos, esto mediante la aplicación de diversos procesos para estimar los parámetros de cada una. Las funciones de distribución aplicadas son:

Tabla 4 Funciones de distribución incluidas en el programa

Nombre de la función	Ecuación
Normal	$F(t) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad z = \frac{x - \mu}{\sigma}$
Log-Normal de 2 parámetros	$F(t) = \int_0^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad z = \frac{\ln(x) - \mu}{\sigma}$
Log-Normal de 3 parámetros	$F(t) = \int_0^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad z = \frac{\ln(x - x_0) - \mu}{\sigma}$
Gumbel	$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$
Exponencial	$F(x) = \beta e^{-\beta x}$
Exponencial de dos parámetros	$F(x) = 1 - e^{(x-\sigma)/\mu}$
Gamma de dos parámetros	$F(x) = \frac{1}{\mu \Gamma(\sigma)} \int_{\delta}^x \left(\frac{x}{a}\right)^{\sigma-1} e^{(x)/\mu} dx$
Gamma de tres parámetros	$F(x) = \frac{1}{\mu \Gamma(\sigma)} \int_{\delta}^x \left(\frac{x-\delta}{a}\right)^{\sigma-1} e^{(x-\delta)/\mu} dx$
Doble Gumbel	$F(x) = p e^{-e^{-\alpha_1(x-\mu_1)}} + (1-p) e^{-e^{-\alpha_2(x-\mu_2)}}$
Log-Normal Doble	$F(x) = p \int_0^{z_1} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z_1^2}{2}} dz + (1-p) \int_0^{z_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z_2^2}{2}} dz$
Frechet	$F(x) = e^{-e^{-\alpha(\ln(x)-\beta)}}$
Doble Frechet	$F(x) = p e^{-e^{-\alpha_1(\ln(x)-\mu_1)}} + (1-p) e^{-e^{-\alpha_2(\ln(x)-\mu_2)}}$

2.3.1. Periodo de retorno

El periodo de retorno se define como el número de años promedio en el cual el evento puede ser igualado o excedido cuando menos una vez. Existen diversos autores que han propuesto ecuaciones para estimar el periodo de retorno, el programa emplea la ley Weibull:

$$Tr = \frac{n + 1}{m}$$

Donde:

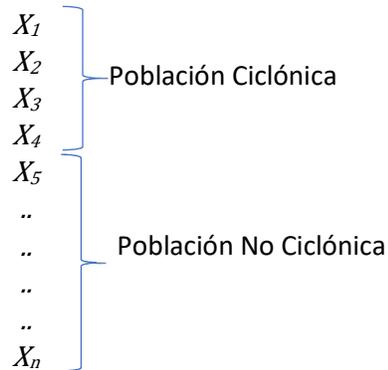
Tr = Periodo de retorno

n = Numero de datos de la serie

m = Numero de orden de la serie

2.3.2. Teoría de funciones de distribución de dos poblaciones

Es frecuente que las series temporales en hidrología sean de dos poblaciones, esto debido a la existencia de fenómenos ciclónicos que alteran estadísticamente la serie temporal. Por lo que se forman dos muestras ordenadas de datos, como se muestra a continuación:



De manera que estadísticamente tenemos:

$$F(x) = pF_1(x) + (1 - p)F_2(x)$$

Donde:

p = Cociente del número de datos de la población No Ciclónica y la muestra total.

$F_1(x)$ = Probabilidad de la función No Ciclónica

$F_2(x)$ = Probabilidad de la función Ciclónica

Cabe mencionar que en la funcionalidad del programa el valor de p introducido esta en porcentaje y se ajusta de manera automática al número de datos reales.

2.3.3. Estimación de parámetros

El programa Ax+B es capaz de realizar el ajuste funciones de distribución de probabilidad a series de datos, esto mediante la aplicación de diversos procesos para estimar los parámetros de cada una como se menciona a continuación:

- Distribución Normal
 - Ajuste por Método de Momentos/Máxima Verosimilitud
 - Ajuste por el Método de Momentos L



- Distribución Log-Normal de dos parámetros
 - Ajuste por el Método de Momentos
 - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
 - Ajuste por el Método de Stigth
- Distribución Log-Normal de tres parámetros
 - Ajuste por el Método de Momentos
 - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
- Distribución Exponencial de un parámetro
 - Ajuste por el Método de Momentos
- Distribución Exponencial de dos parámetro
 - Ajuste por el Método de Momentos
 - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
- Distribución Gamma de dos parámetros
 - Ajuste por el Método de Momentos
 - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
 - Ajuste por el Método de Momentos L
- Distribución Gamma de tres parámetros
 - Ajuste por el Método de Momentos
 - Ajuste por el método de Máxima Verosimilitud
- Distribución Gumbel
 - Ajuste por el Método de Momentos
 - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
 - Ajuste por el Método de Momentos L
 - Ajuste por el Método de Máxima Entropía
 - Ajuste por el Método de Mínimos Cuadrados
- Distribución Frechet(Log-Gumbel)
 - Ajuste por el Método de Momentos
- Distribución Gumbel de dos poblaciones (Doble Gumbel)
 - Ajuste por el Método de Momentos
 - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
 - Ajuste por el Método de Momentos L
 - Ajuste por el Método de Máxima Entropía
 - Ajuste por el Método de Mínimos Cuadrados
- Distribución Log-Normal de dos poblaciones
 - Ajuste por el Método de Momentos
 - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
 - Ajuste por el Método de Stigth
- Distribución Frechet_Doble
 - Ajuste por el Método de Momentos

2.3.3.1. Método de momentos

Este es un procedimiento muy sencillo para encontrar los estimadores de los parámetros poblacionales. Consiste básicamente en plantear un sistema de ecuaciones, cuyo tamaño depende del número de parámetros a estimar. Esto se hace al igualar los momentos poblacionales con los muestrales.

Los momentos muestrales son parámetros estadísticos comunes:

- Media: $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
- Varianza sesgada: $s_{sesg}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
- Varianza no sesgada: $s_{nosgesg}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
- Coeficiente de asimetría sesgado: $g_{sesg} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(s_{sesg}^2)^{3/2}}$
- Coeficiente de asimetría no sesgado: $g_{nosgesg} = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)} \cdot g_{sesg}$
- Coeficiente de curtosis sesgado: $k_{sesg} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(s_{sesg}^2)^2}$
- Coeficiente de curtosis no sesgado: $k_{nosgesg} = \frac{n^3}{(n-1)(n-2)(n-3)} \cdot k_{sesg}$
- Desviación estándar: $S = \sqrt{S^2}$
- Coeficiente de variación: $CV = \frac{S}{\bar{x}}$

2.3.3.2. Método de máxima verosimilitud

Sea $f(x, a_1, a_2, \dots, a_n)$ una función de densidad de probabilidad de x con parámetros $a_i, i = 1 \dots m$. Si existe una muestra aleatoria x_1, x_2, \dots, x_n de esta función de densidad, entonces, su función de densidad conjunta es $f(x_1, x_2, \dots, x_n; a_1, a_2, \dots, a_n)$. Debido a que la muestra es aleatoria, la función de densidad conjunta se puede escribir como en la ecuación:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n; a_1, a_2, \dots, a_n) = \prod_{i=1}^n f(x_i; a_1, a_2, \dots, a_n)$$

La probabilidad de obtener la muestra aleatoria x_1, x_2, \dots, x_n a partir de la población de x es proporcional al producto de sus densidades de probabilidad individual. Esta función conjunta es llamada la función de verosimilitud L

$$L = \prod_{i=1}^n f(x_i; a_1, a_2, \dots, a_n)$$

Donde los parámetros $a_i, i = 1, 2, \dots, n$

Debido a que con $\ln(L)$ se alcanza también su máximo para valores específicos $a_i, i = 1 \dots m$ como lo hace L , entonces, la función de verosimilitud se puede expresar como:

$$\ln(L) = \ln \prod_{i=1}^n f(x_i; a_1, a_2, \dots, a_n)$$



2.3.3.3. Método de momentos L

Los momentos lineales surgen de combinaciones lineales de los momentos ponderados probabilísticamente y constituyen un sistema alternativo al método tradicional de los momentos convencionales para describir las funciones de distribución. Los momentos ponderados probabilísticamente, de la variable aleatoria X con una función de distribución $F(X)$, quedan definidos por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= \beta_0 \\ \lambda_2 &= 2\beta_1 - 2\beta_0 \\ \lambda_3 &= 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \\ \lambda_4 &= 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0 \\ \beta_0 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \\ \beta_1 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-1} \frac{(N-i)}{(N-1)} x_i \\ \beta_2 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-1} \frac{(N-i)(N-i-1)}{(N-1)(N-2)} x_i \\ \beta_3 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-3} \frac{(N-i)(N-i-1)(N-i-2)}{(N-1)(N-2)(N-3)} x_i\end{aligned}$$

Donde:

β_n = Momentos de Probabilidad Ponderada de Orden n

N = Numero de datos de la muestra

x_i = Elemento i-enesimo de la serie

2.3.3.4. Método de máxima entropía

Tomando en consideración que la entropía puede ser vista como una medida de la incertidumbre para una función de densidad (Shannon ,1948), se tiene que

$$S = - \int f(y) \ln(f(y)) dy$$

En 1957 Jaynes propuso que el mejor ajuste es una distribución de probabilidad que minimice la información previa necesaria, que será aquella que maximice la entropía de Shannon. Entonces, la función de densidad de máxima entropía $f(y)$ definida en el intervalo $[a; b]$ es aquella que cumpla:

$$\begin{aligned}max &= - \int_a^b f(y) \ln(f(y)) dy \\ \int_a^b f(y) dy &= 1 \\ \int_a^b y^i f(y) dy &= m_i\end{aligned}$$

Donde:

m_i Son los M primeros momentos con respecto al origen

$f(y)$ Función de ajuste

2.3.4. Pruebas de bondad de ajuste

Para encontrar la función de distribución que cuenta con el mejor ajuste se han incluido en el software las siguientes pruebas de bondad:

- Error Cuadrático
- Kolmogorov- smirnov
- Chi Cuadrado
- Anderson Darling

Cabe mencionar que el programa efectúa las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Chi-Cuadrado en base a la probabilidad acumulada teórica y real del dato observado.

2.3.4.1. Error cuadrático

Esta técnica permite seleccionar el mejor ajuste de los distintos modelos, fue propuesto por Kite en 1988. Este estadístico se obtiene con la ecuación:

$$EEA = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{X}_T^j - X_T^j)^2}{n_j - m_p} \right]^{1/2}$$

Donde:

X_T^j Son los eventos Q_i^j ordenados de mayor a menor con un periodo de retorno asignado:

$T = \frac{n_j - 1}{m}$ y una probabilidad de excedencia $P = 1 - \frac{1}{T}$

n_j : Longitud del registro analizado

m : Numero de orden

\hat{Q}_T^j : Eventos estimados con alguna función de probabilidad para cada periodo de retorno

m_p : Numero de parámetros de la distribución ajustada

La distribución de mejor ajuste será aquella que proporcione el mínimo valor del estadístico E.E.A. Si una o más distribuciones tienen valores similares del E. E.A, entonces se deberá optar por aquella distribución que tenga el menor número de parámetros.

2.3.4.2. Kolmogorov-Smirnov

La prueba Kolmogorov Smirnov considera la desviación de la función de distribución de probabilidades de la muestra $P(x)$ de la función de probabilidades teórica mediante la ecuación:

$$Dn = \max(P(x) - P_o(x))$$

2.3.4.3. Chi cuadrado

Esta prueba mide las diferencias entre las frecuencias observadas (f_o) y las frecuencias calculadas (f_c) por medio de una distribución teórica, para ello emplea el estadístico χ^2

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_c)^2}{f_c}$$

Si el estadístico $\chi^2=0$ significa que las distribuciones teórica y empírica ajustan exactamente.



2.3.4.4. Anderson Darling

La prueba de Anderson-Darling es una prueba no paramétrica sobre si los datos de una muestra provienen de una distribución específica. La fórmula para el estadístico A determina si los datos vienen de una distribución con función acumulativa. De manera tal que

$$A^2 = -N - S$$
$$S = \sum_{k=1}^N \frac{2k-1}{N} [\ln(F(x_k)) + \ln(1 - F(x_{N+1-k}))]$$

2.4. Curvas I-D-Tr

El procedimiento más difundido para la estimación de las curvas I-D-Tr es el análisis regional de frecuencias. Esta metodología ha sido la que se ha implementado en la aplicación, junto con las ecuaciones de Bell, Chen, el modelo E.K. y el proceso interpolación aplicando un ajuste potencial.

Básicamente las metodologías usan la interpolación de mapas de profundidad de lámina de agua asociadas a cualquier periodo de retorno, o bien determinando las características o parámetros de las estaciones.

En la actualidad los investigadores han estado trabajando en desarrollar métodos más precisos, sin embargo, estos no han tenido la completa aceptación de la comunidad hidrológica, por lo cual para la aplicación se han propuesto las metodologías de mayor difusión.

2.4.1. Modelo de Bell

Este modelo fue desarrollado por Frederich Bell y permite calcular la lluvia máxima asociada a un periodo de retorno y una duración de tormenta, usando como parámetro la lluvia de una hora de duración y 10 años de periodo de retorno. La ecuación que representa el modelo es:

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Para T_r menores a 10 años y duraciones menores a dos horas

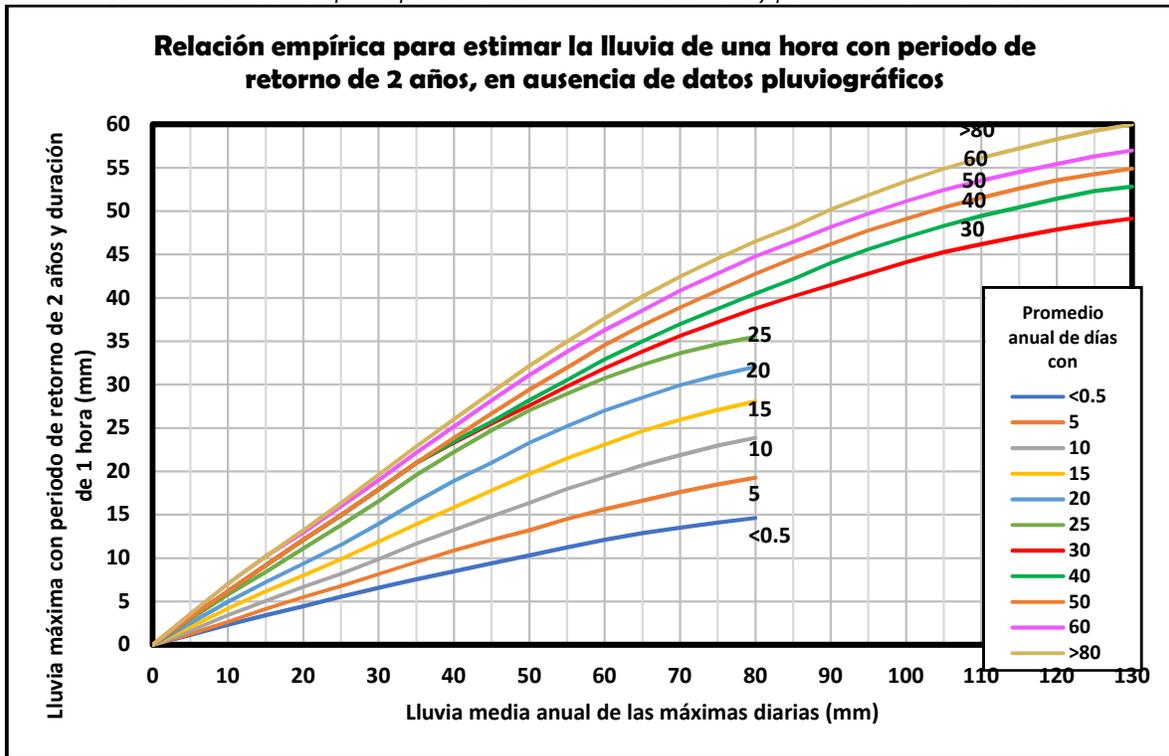
Bell también presenta su fórmula adaptada a una precipitación de una hora con periodo de retorno de 2 años.

$$P_t^T = (0.35 \log_e T + 0.76)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_2^{60}$$

Para obtener la precipitación de una hora con periodo de retorno de dos años se utiliza la siguiente gráfica:



Lámina 4 Relación empírica para estimar la lluvia de una hora y periodo de retorno de 2 años



La discusión básica sobre el modelo se centra en que es por completo empírica, a pesar de que es uno de los modelos más aceptados la realidad es que carece de fundamentos matemáticos de alto nivel; como afirma Burlando y Roso (1996) estas metodologías consisten “*procedimientos heurísticos, basados en suposiciones aún sin probar o suposiciones irreales relacionadas con la estructura espacio- temporal de la lluvia*” Wilches (2001) describe varias de las metodologías empíricas usadas en nuestro medio, de esta investigación se destaca la metodología propuesta por Bell (1969), usada más adelante en la determinación de precipitación en escalas pequeñas (menores a 1 hora).

2.4.2. Modelo de Cheng

Campos (1998) sugirió un procedimiento que combina la gráfica presente en la ilustración 4 para obtener los factores R y F, necesarios para aplicar la fórmula de Cheng. Se basa en los siguientes pasos:

$$R = \frac{P_1^{10}}{P_{24}^{10}} \qquad F = \frac{P_{24}^{100}}{P_{24}^{10}}$$

$$i_t^{Tr} = \frac{aP_1^{10} \log(10^{2-F} Tr^{F-1})}{(t + b)^c}$$

Donde a , b y c son parámetros función del cociente R ; sus expresiones se pueden consultar en Campos (2010).

Para este método el programa utiliza un procedimiento para calibrar los valores y obtener la precipitación de una hora con un periodo de retorno de 10 años.

2.4.3. Método de interpolación potencial

Este método es el más simple, consiste en encontrar la intensidad con una duración de veinticuatro horas (mediante el análisis de distribución de Frecuencias) y mediante el coeficiente R la precipitación con duración de una hora. Posteriormente se hace un ajuste de tipo potencial con los dos puntos anteriores para construir la gráfica.

A pesar de que es el método más simple tiene validez para cualquier periodo de retorno a diferencia de los anteriores.

2.4.4. Modelo Emil Kuichling y C. E. Gransky

Uno de los métodos más antiguos, data de finales del siglo XIX, el cual requiere conocer el tiempo de concentración de la cuenca y la precipitación máxima 24 horas. Su ecuación es:

$$P_d = \frac{Kd^{1-e}}{1-e} \quad K = \frac{Hp(1-e)}{24^{1-e}}$$

Donde:

Hp = Precipitación máxima 24 horas

P_d = Precipitación asociada a una duración

K = Coeficiente de distribución

e = Parámetro adimensional que depende del tiempo de concentración

d = Duración para la cual se calcula la precipitación

2.4.5. Corrección por intervalo de observación

Para transformar las precipitaciones máximas diarias, registradas por el pluviógrafo, a precipitaciones máximas con duración de 24 horas, L. L. Wes con base en un estudio de miles de estaciones con varios años de registros de lluvia, encontró que los resultados de un análisis de frecuencias realizado con lluvias máximas anuales, tratadas en un único fijo intervalo de observación, para cualquier duración comprendida entre 1 y 24 horas, al ser multiplicado por 1.13 daban valores más aproximados a los obtenidos en los análisis basados en lluvias máximas verdaderas, por lo que para obtener una serie de lluvias con duración de 24 horas, se deben multiplicar las alturas de la serie de lluvias diarias por un factor de corrección igual a 1.13.

El programa incluye esta corrección en la fase de la extrapolación de datos.

2.4.6. Corrección por área

El área de influencia máxima de una estación es del orden de los 25 km², según la Organización Meteorológica Mundial, por lo que al tratarse de un área mayor es necesario efectuar una corrección por área a las curvas I-D-Tr. Para ello se empleó Campos (2010) recomienda la siguiente fórmula:

$$Fr = 1 - 0.3549 * D^{\wedge} - 0.42723 * (1 - EXP(-0.005794 * Area))$$

Esta corrección la aplica el programa en la ventana de modelaciones.

2.5. Hietogramas

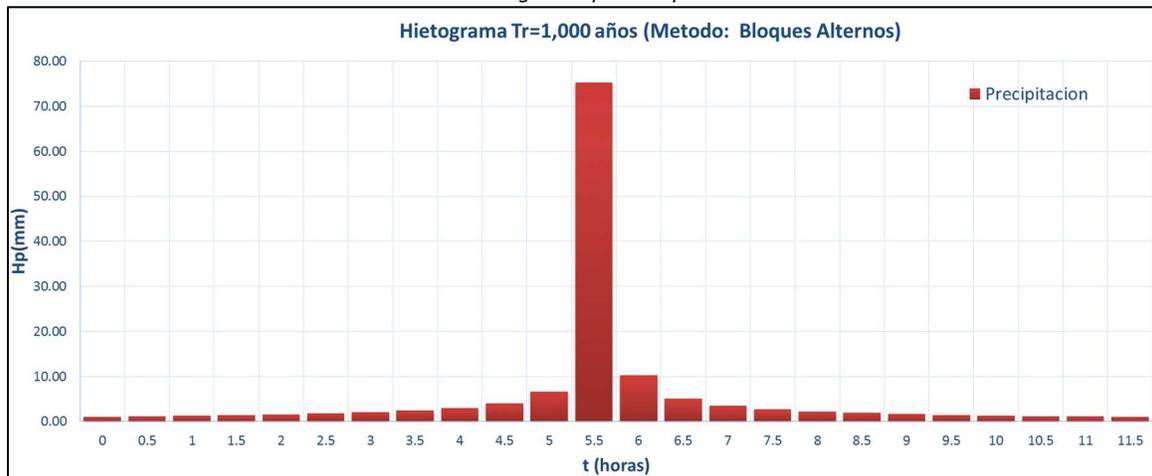
El programa incluye los siguientes modelos para la construcción de hietogramas:

- Bloques alternos
- Curvas del Servicio de Conservación de Suelos (SCS)
- Curvas de Huff
- Recomendación USBR

2.5.1. Bloques alternos

Es el procedimiento más simple y se basa en obtener los valores de las curvas $I-D-Tr$ para cada intervalo y ordenarlos de manera que el intervalo con un mayor valor quede en la parte central y los valores subsecuentes se alternen de forma ordenada hacia el inicio y fin de la tormenta.

Lámina 5 Hietograma por bloques alternos



2.5.2. Curvas del Servicio de Conservación de Suelos (SCS)

El Soil Conservation Service publicó en 1986 una familia de curvas que representan las distribuciones más comunes de las tormentas (con duraciones de 6 a 24 horas) en función del tiempo de duración de las mismas. La familia de curvas consta de 4 tipos: I, IA, II y III; siendo la I y IA correspondientes al clima marítimo del Pacífico con inviernos húmedos y veranos secos, el tipo III corresponde al Golfo de México y las áreas costeras del atlántico y el tipo II al resto del territorio del E.U.A. [Chow,1994].



Lámina 6 Curvas de la SCS [Chow,1994]

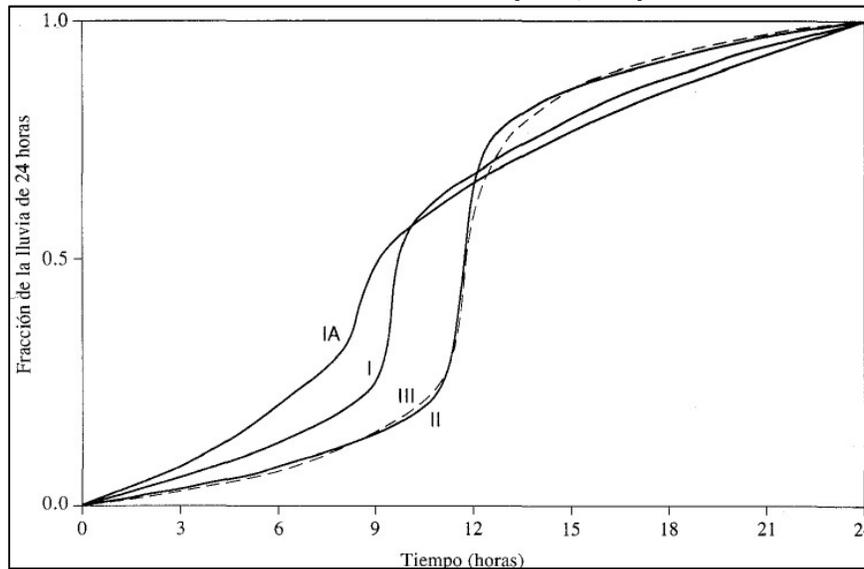
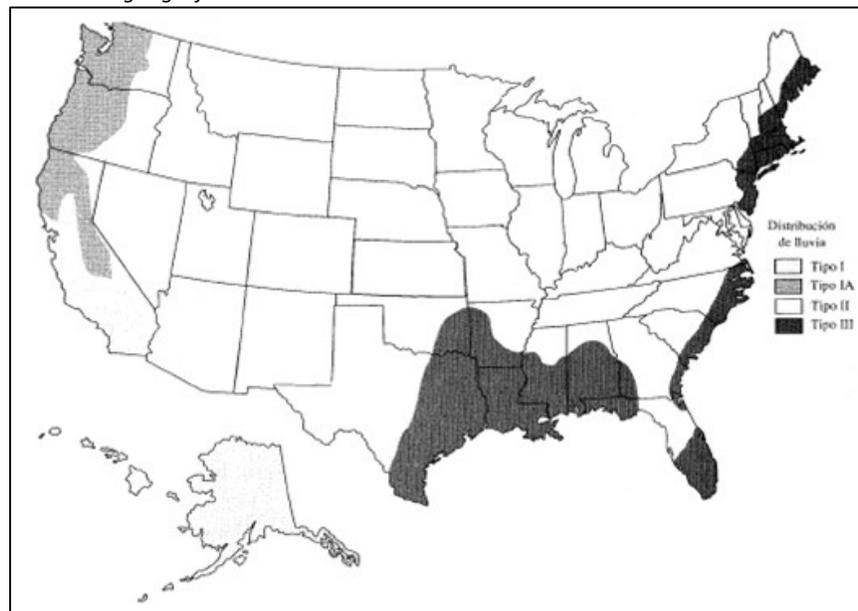


Lámina 7 Distribución geográfica de las curvas de la SCS en Estados Unidos de Norteamérica [Chow,1994]



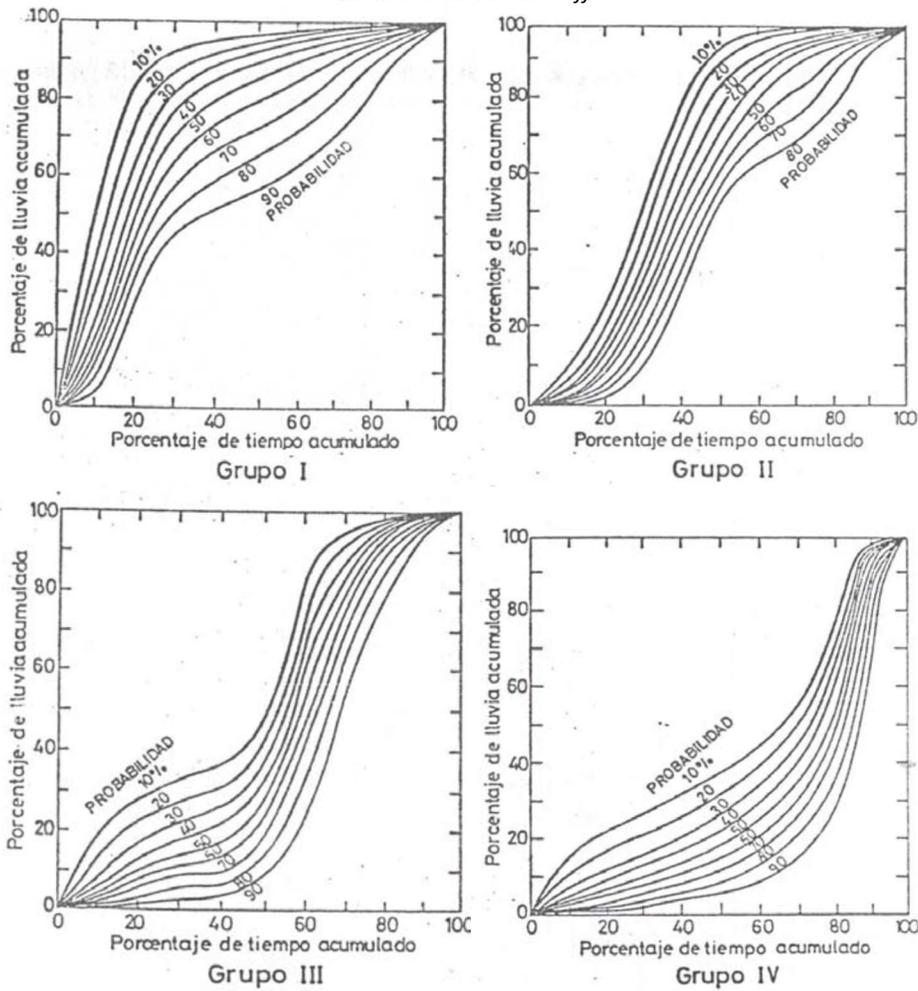
2.5.3. Curvas de Huff

Las curvas de Huff son relaciones adimensionales que nos indican el porcentaje de precipitación acumulada en un evento de lluvia en un porcentaje de duración total de la misma.

Huff detectó la necesidad de clasificar las tormentas según el momento en que cae la mayor precipitación, ya que ésta normalmente se concentra en un lapso relativamente corto comparado con la duración total de la tormenta.



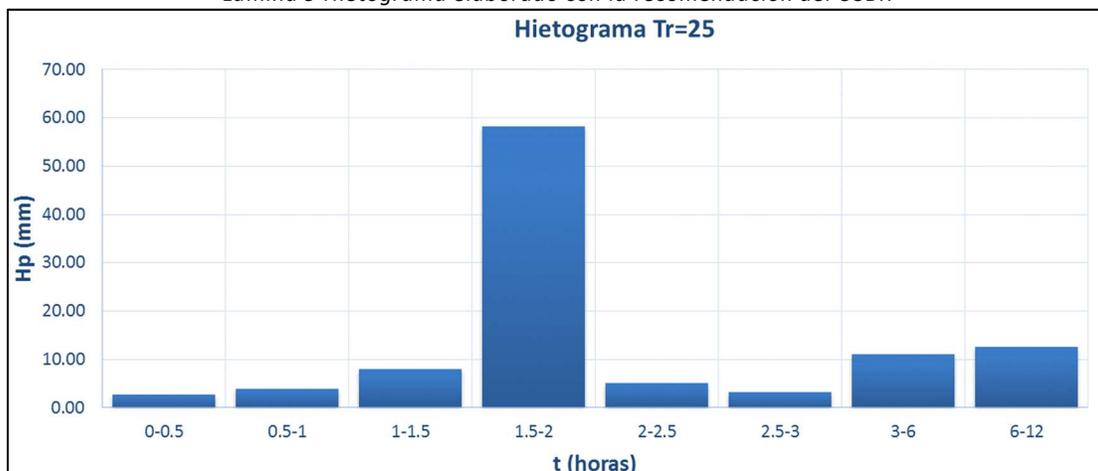
Lámina 8 Curvas de Huff



2.5.4. Recomendación USBR

El método consiste en efectuar el arreglo de bloques alternos en los primeros seis intervalos (con duración constante) y agregar dos intervalos adicionales con una duración de 6 y 12 veces la del primer intervalo.

Lámina 9 Hietograma elaborado con la recomendación del USBR



2.6. Gastos de diseño

Para el cálculo de hidrogramas sintéticos se han incluido en esta versión del programa las siguientes metodologías:

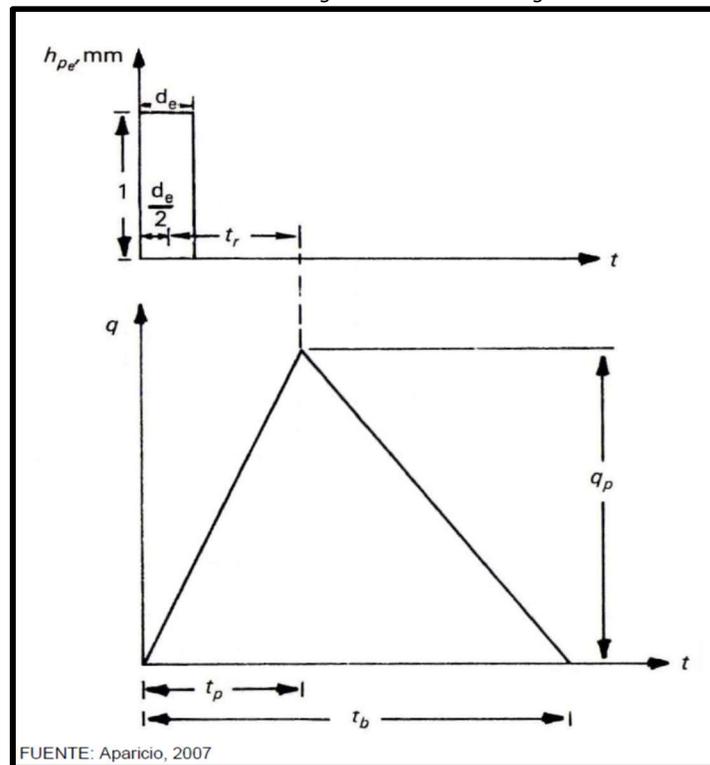
- Hidrograma Unitario Triangular del Servicio de Conservación de Suelos
- Hidrograma Unitario Curvilíneo del Servicio de Conservación de Suelos
- Método Racional

2.6.1. Hidrograma unitario triangular

El *hidrograma unitario triangular del servicio de conservación de suelos* fue metodología fue desarrollada por Mockus (1957), consiste en crear hidrogramas unitarios sintético de forma triangular, este se ha popularizado debido a que a la SCS (Soil Conservation Service) y debido a ello se le ha denominado de esa manera.

A pesar de su sencillez esta metodología mezcla los parámetros básicos de entrada (precipitación efectiva, área de la cuenca y tiempo de concentración) para finalmente obtener como resultado las diferentes partes de un hidrograma: Gasto pico (Q_p), tiempo base (t_b) y el tiempo pico (t_p).

Lámina 10 Hidrograma unitario triangular



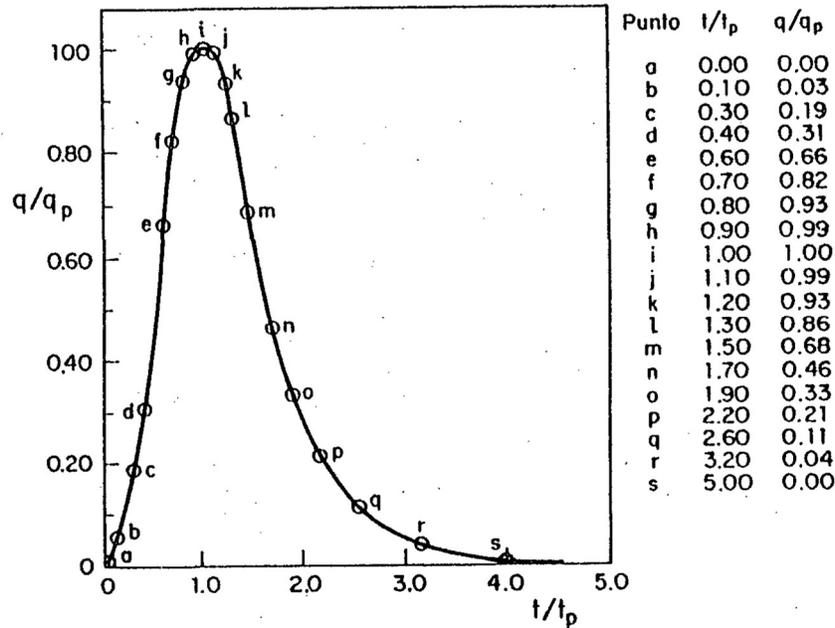
Mokus determino las siguientes ecuaciones para el cálculo de los parámetros básicos del hidrograma:

$$q_p = 0.208 * \frac{A}{t_p}; T_b = 2.67 * T_c; T_p = \frac{D_e}{2} + T_r; T_r = 0.6 * T_c$$

2.6.2. Hidrograma unitario curvilíneo del servicio de conservación de suelos [SCS]

Este método se basa en las mismas ecuaciones que el anterior sin embargo se efectúa una modificación en la forma del hidrograma en función de $(Q,t/t_p)$.

Lámina 11 Hidrograma unitario curvilíneo de la SCS



2.6.3. Método racional

El método racional solo debe de ser aplicado a cuencas menores de 13 km², y consiste en aplicar la siguiente ecuación para obtener el gasto máximo:

$$Q = 0.278CiA$$

Estando el gasto en m³/s, i en mm/h y A en km².

La intensidad de la lluvia i corresponde al periodo de retorno de diseño y al tiempo de concentración de la cuenca.

2.6.4. Nota sobre el efecto de convolución de hidrogramas unitarios [nota sobre el comparativo de los resultados contra el programa Hec-HMS]

Debido a que el algoritmo del programa Hec-HMS divide el hietograma introducido por el usuario con un intervalo DT_1 en barras de precipitación iguales al intervalo de simulación introducido por el usuario.

Este efecto se da a partir de que el programa Hec-HMS genera una cantidad de hidrogramas unitarios mayor (se genera uno por cada barra del hietograma modificado), aunque con una duración mas pequeña. Por lo cual a pesar de que el volumen de entrada es el mismo por un efecto de superposición y convolución de hidrogramas esta modificación al proceso de cálculo genera un

efecto de sobreestimación que puede llegar al 25% dependiendo del intervalo de simulación que introduzca el usuario.

Por esta razón en esta versión del programa se ha introducido la opción de dividir los hietogramas en función del intervalo de simulación, de forma similar al Hec-HMS; con lo cual el SIHIMax arroja resultados prácticamente idénticos al software Hec-HMS.

Lámina 12 Opción del programa para dividir el hietograma en función del intervalo de simulación

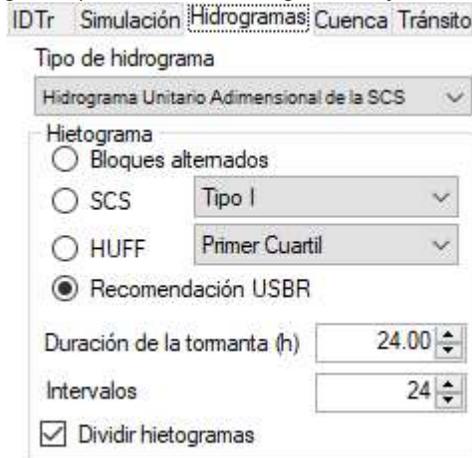


Lámina 13 Ejemplo de simulación con superposición de hietogramas de forma tradicional

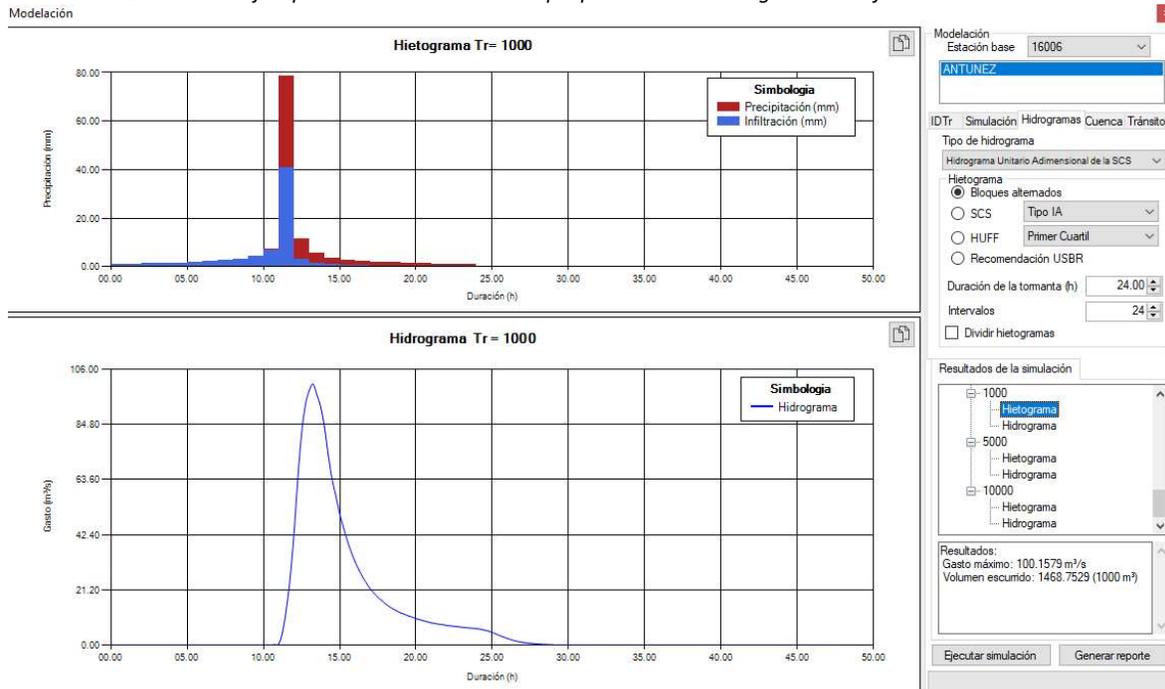
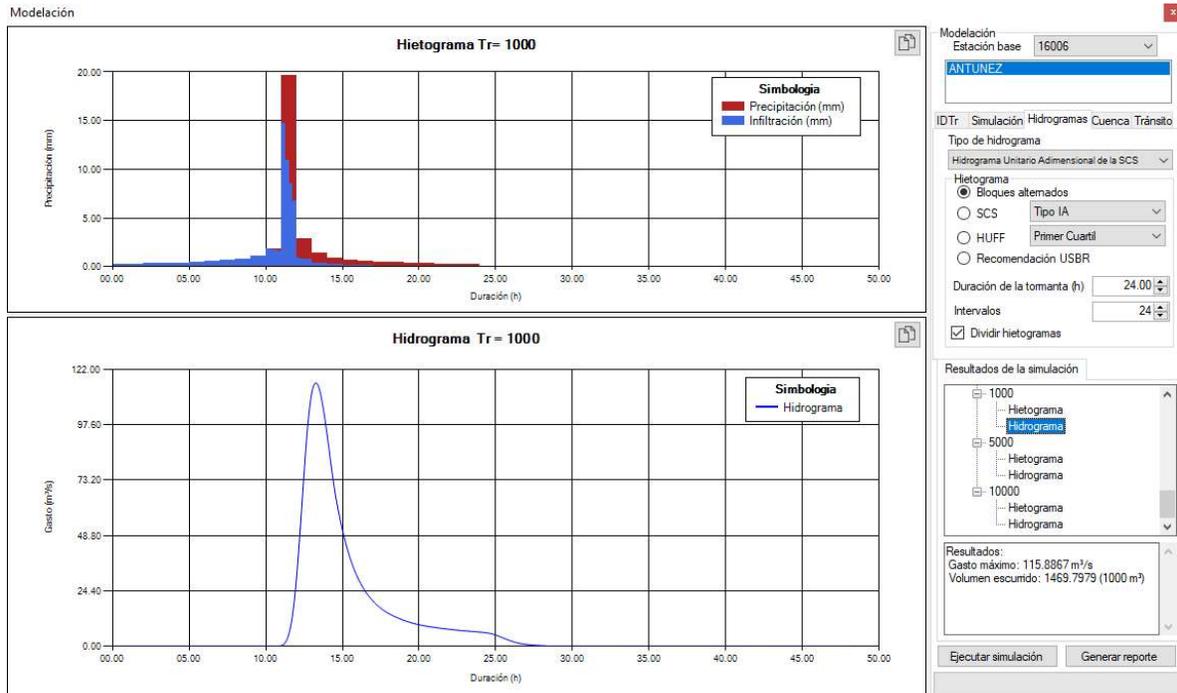




Lámina 14 Ejemplo de simulación con el algoritmo división de las barras del hietograma en función del intervalo de simulación



2.7. Tránsito de avenidas

Para efectuar la simulación del paso de una avenida de diseño por un embalse de características determinadas (curvas área-elevación, vertedores, condiciones iniciales) el programa emplea una serie de métodos numéricos para resolver la ecuación del tránsito agregado de crecientes:

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = I(t) - Q(t)$$

Donde:

S Almacenamiento (m^3)

t Tiempo (s)

I Gasto de entrada (m^3/s)

Q Gasto de salida (m^3/s)

Dicha ecuación se puede expresar como:

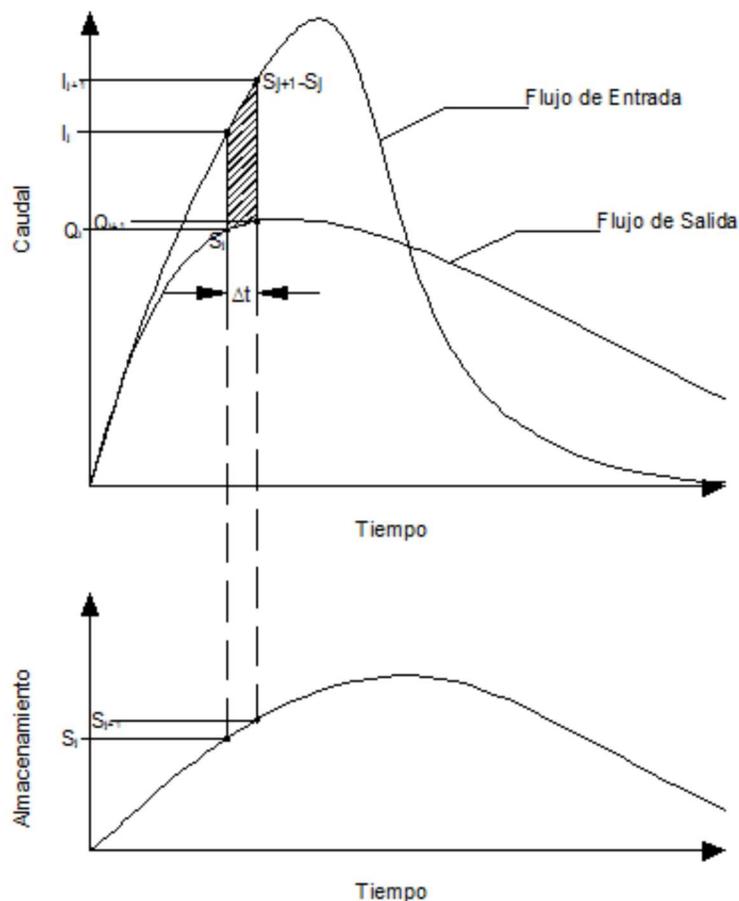
$$\frac{S_{j+1} - S_j}{\Delta t} = \frac{I_{j+1} + I_j}{2} + \frac{Q_{j+1} + Q_j}{2}$$

Donde:

j Tiempo j

$j + 1$ Tiempo $j+1$

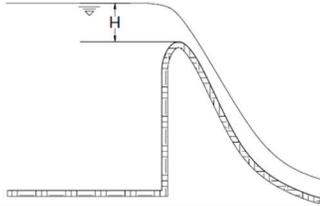
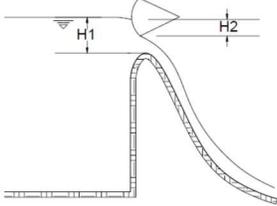
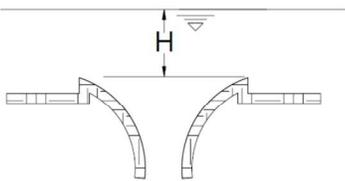
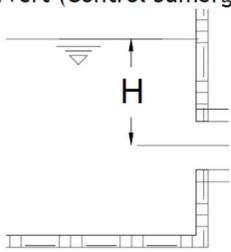
Lámina 15 Tránsito de avenidas





Como vertedores el programa integra los siguientes elementos:

Lámina 16 Vertedores incluidos en el programa

Vertedor	Ecuación	Notación
<p>Vertedor de Cresta Libre:</p> 	$Q = CLH^{3/2}$	<p>Q = Gasto (m³/s) C = Coeficiente de descarga L = Longitud de Cresta (m) H = Carga sobre el Vertedor (m)</p>
<p>Vertedor de Cresta Controlada con Compuertas</p> 	$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} CL (H_1^{3/2} - H_2^{3/2})$	<p>Q = Gasto (m³/s) C = Coeficiente de descarga L = Longitud de Cresta (m) H_1 = Carga sobre el Vertedor (m) H_2 = Carga sobre la compuerta (m)</p>
<p>Vertedor Morning Glory</p> 	$Q = C_o (2\pi R_s) H^{3/2}$	<p>Q = Gasto (m³/s) C_o = Coeficiente relacionado con H y R_s R_s Radio de la cresta (m) H = Carga sobre el Vertedor (m)</p>
<p>Curvert (Control Sumergido)</p> 	$Q = C_d W D \sqrt{2gH}$	<p>Q = Gasto (m³/s) C = Coeficiente de descarga L = Longitud de Cresta (m) H_1 = Carga sobre el Vertedor (m) H_2 = Carga sobre la compuerta (m)</p>

2.8. Bases de datos

Se ha efectuado la inclusión de la base de datos climatológica nacional proporcionada por la Comisión Nacional del Agua a través del Servicio Meteorológico Nacional.

Esta base de datos incluye el catálogo oficial de estaciones climatológicas y los datos medidos en las mismas (referidos a los parámetros del apartado 2.2).

Dichos datos fueron procesados para generar archivos Shapefile y la creación de una base de datos que incluye la información recibida.

Esta versión del software maneja los datos históricos recopilados por las estaciones climatológicas de la República Mexicana, siendo estos:

- Precipitación (mm)
- Evaporación (mm)
- Temperatura observada (8 a.m.) (°C)
- Temperatura mínima (°C)
- Temperatura máxima (°C)
- Granizo (Si/No)
- Neblina (Si/No)
- Tormentas eléctricas (Si/No)
- Cobertura de cielo (Si/No)

Esta versión del software maneja los siguientes tipos de series:

- Totales: Suma de los datos diarios del periodo.
- Máximos: Dato máximo del conjunto de datos diarios del periodo.
- Medios: Es el Promedio del conjunto de datos diarios del periodo.
- Mínimo: Dato mínimo del conjunto de datos diarios del periodo.
- Días con Dato mayor a 0: Número de días con datos mayores a 0 (útil para efectuar el conteo de días con lluvia).
- Vacíos: Cantidad de vacíos del periodo (en porcentaje).
- Cantidad de datos: Cantidad de datos del periodo.

La “temporalidad” de las series generadas por el programa se divide en:

- Series diarias.
- Series mensuales.
- Series anuales.

2.9. Metodología para la depuración de series meteorológicas

La base de datos del programa incluye únicamente registros diarios; esto con el objetivo de que el usuario personalice la generación de datos mediante la introducción de los criterios requeridos (porcentaje de llenado mínimo para que se tome en consideración el mes o año en cuestión).

Debido a la cantidad de vacíos que contienen las series originales, ya que por una y/o diversas razones es frecuente que los datos no sean tomados. Lo anterior afecta significativamente a las

series “totales” (entendiendo como totales a la suma de todos los datos del periodo en mención) y por ende a la consistencia de las series de datos.

De esta manera si un periodo de tiempo (mes o año) no cumple con la cantidad de datos mínima proporcionada por el usuario ese dato se omitirá de las series, con la excepción de los datos máximos que siguen la siguiente regla: “En el caso de que el dato en cuestión sea mayor a la media de los datos de la serie de máximos este dato será considerado dentro de la misma”.

Como valor recomendado para efectuar la “generación y depuración” de series se recomienda al usuario tomar el valor de 80%.

2.10. Bibliografía

- Watt (1989), *“Hydrology of floods in Canada: a guide to planning and design”*, Consejo Nacional de Investigación de Canadá, Ottawa, 245 pp.
- Escalante Sandoval (2005), *“Técnicas Estadísticas en Hidrología”*, UNAM, D.F. México.
- Campos Aranda (2007), *“Estimación y Aprovechamiento del Esguerrimiento”*, Editorial Campos, San Luís de Potosí, México.
- Chow (1994), *“Hidrología Aplicada”*, Editorial McGraw-Hill, Santafé de Bogotá, Colombia.
- Campos Aranda (1998), *“Procesos del ciclo hidrológico”*, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México.
- Aparicio. (2010). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Limusa.
- Campos Aranda. (2007). *Estimación y Aprovechamiento del Esguerrimiento*. San Luís de Potosí, México: Editorial Campos.
- Campos Aranda. (2009). Intensidades máximas de lluvia para diseño hidrológico. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 10.
- Campos Aranda. (2010). *Introducción a la Hidrología Urbana*. San Luis Potosí, SLP, México.
- Gancias Martínez. (s.f.). *Evaluación de Metodologías Estadísticas de Regionalización Hidrológica: Aplicación a los Caudales Máximos de Cuencas Representativas de la Región Sur-Oeste de la Provincia de Córdoba*.

3. Utilización del programa

3.1. Requisitos mínimos de instalación

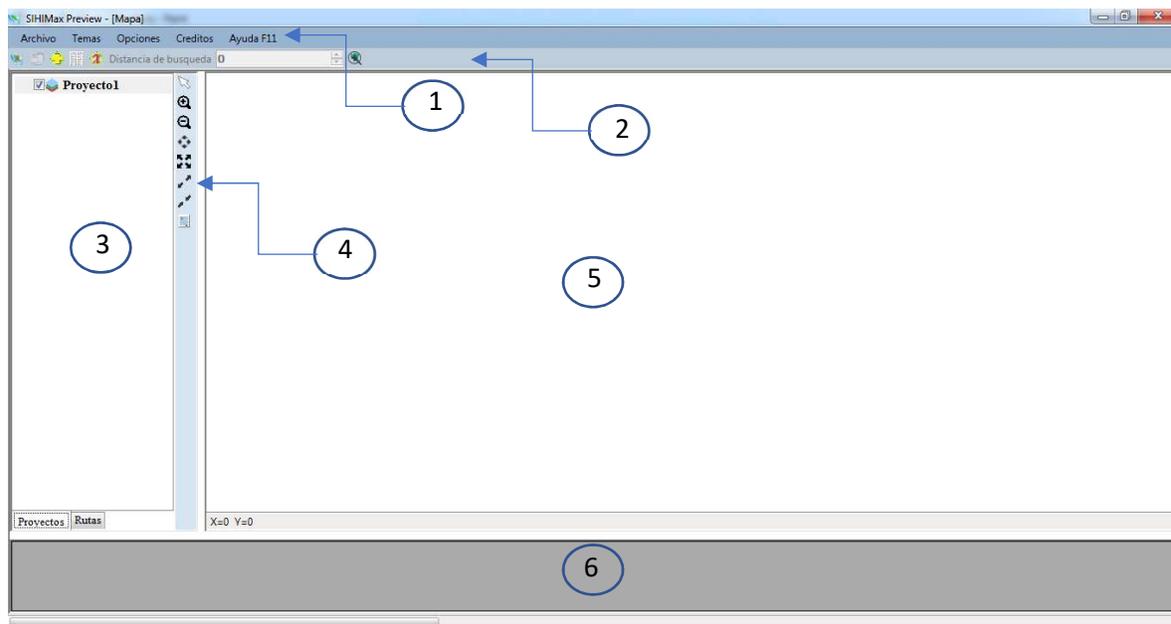
Para la utilización del programa la computadora del usuario final debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de software y hardware:

- Sistema Operativo Windows 7 o superior
- Memoria Ram de 1GB
- Espacio libre en disco duro 2 Mb
- Velocidad mínima del procesador 3.2 GHz
- Resolución mínima de pantalla 1366x768
- Net Framework 4.5

3.2. Interfaz principal

El programa cuenta con una interfaz similar a los sistemas de información geográfica, la cual se basa en una ventana principal que cuenta con los siguientes elementos:

- 1) Barra de menú
- 2) Barra de herramientas
- 3) Menú de temas del proyecto
- 4) Barra de herramientas del mapa
- 5) Mapa
- 6) Tabla del tema (vectorial) seleccionado



3.2.1. Barra de menú

La barra de menú del programa cuenta con las siguientes opciones:

Lámina 17 Barra de menú



- Menú archivo: Desde este submenú se tiene la posibilidad de abrir o guardar un archivo de proyecto, así como exportar los datos y mapas.
- Temas: El usuario tiene la posibilidad de agregar o eliminar los vectoriales del proyecto, así como de personalizar la forma en que se muestran.
- Gestión de datos: Desde este apartado se pueden manipular las estaciones y series del proyecto.
- Modelaciones: Desde este submenú se pueden aplicar los ajustes de distribución y generar las curvas IDTr, hidrogramas y tránsitos de avenida.
- Herramientas adicionales: Muestra herramientas adicionales para generar mapas de isocotas y calcular el volumen de escorrentía según la NOM-011.
- Opciones: Ofrece la posibilidad de configurar el proyecto y acceder al programa que permite instalar las bases de datos en el computador del usuario.
- Créditos: Muestra los créditos del programa.
- Ayuda: Este submenú muestra las opciones de ayuda del programa, dentro de la cual se incluye el presente manual.

3.2.2. Barra de herramientas

La barra de herramientas de la interfaz principal del programa muestra las siguientes opciones:

Lámina 18 Barra de herramientas

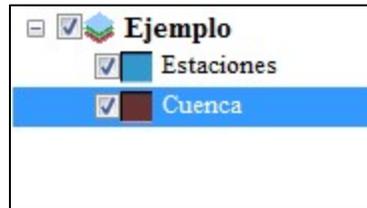


- Acceso directo al programa SAIC: Muestra un acceso directo al Sistema de Administración de Información Climatológica.
- Abrir: abre un proyecto con extensión *.ems
- Nuevo: Inicia un nuevo proyecto.
- Agregar tema: Adiciona un nuevo tema al proyecto.
- Ver tabla de atributos: Muestra la tabla de atributos del tema seleccionado.
- Eliminar tema: Elimina el tema seleccionado del proyecto.
- Distancia de búsqueda: En esta opción el usuario personaliza el rango de búsqueda de estaciones.
- Buscar: Inicia la búsqueda de estaciones en el rango indicado.

3.2.3. Menú de temas del proyecto

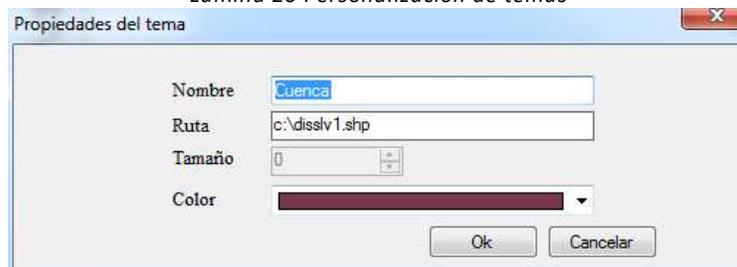
En este espacio de la interfaz se muestran los temas incluidos en el proyecto actual, los cuales pueden personalizarse haciendo doble clic en el tema a modificar.

Lámina 19 Menú lateral de temas



Como ya se mencionó existe la opción de personalizar el tema:

Lámina 20 Personalización de temas



3.2.4. Barra de herramientas del mapa

La barra de herramientas que permite manipular la zona del mapa cuenta con las siguientes opciones:

Lámina 21 Barra de herramientas del mapa



- **Puntero:** Cambia el puntero al estándar, el cual no tendrá ninguna función de interacción con el área del mapa.
- **Zoom más:** Cambia el puntero al mostrado, mismo que permite al usuario realizar acercamientos a una zona del mapa al dar clic izquierdo sobre la zona, y reducir el zoom al dar clic derecho.
- **Zoom menos:** Permite reducir o aumentar el zoom del mapa mediante el proceso inverso al anterior.
- **Pan:** Permite mover el centro visual del mapa a una distancia indicada.
- **Zoom menos:** Reduce el zoom del mapa.
- **Zoom más:** Aumenta el zoom del mapa.
- **Zoom completo:** Modifica el zoom del mapa para hacer visuales todos los elementos en él.
- **Seleccionar:** Activa la selección de elementos mediante el empleo del puntero
- **Zoom a elementos seleccionados:** Modifica el zoom para que todos los elementos seleccionados sean visibles.
- **Deseleccionar:** Deselecciona los elementos del tema seleccionado.

3.2.5. Funciones adicionales de las tablas mostradas en el programa

Cada tala mostrada en el programa informático SIHIMax y en el conjunto de software bajo la denominación *HydroBits* presenta un menú desplegable al dar clic derecho sobre la tabla; dicho menú permite acceder a funciones que permiten manipular la forma en que se presentan los datos.

Lámina 22 Menú desplegable de las tablas del programa (accesible al dar clic derecho)

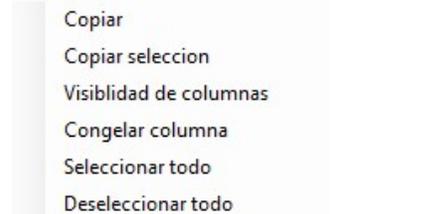


Lámina 23 Editar visibilidad de columnas

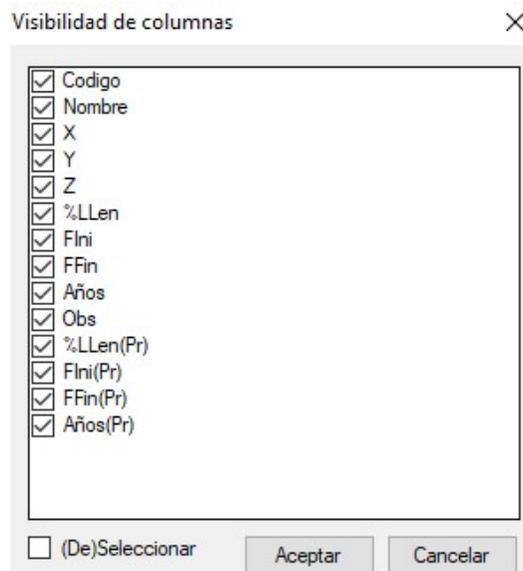
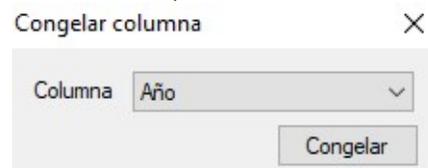
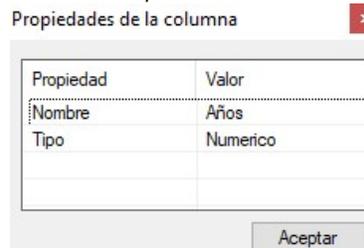


Lámina 24 Ventana para inmovilizar una columna



De forma complementaria el usuario puede acceder a las propiedades de cada tabla dando doble clic en el encabezado de la columna correspondiente.

Lámina 25 Propiedades de la columna



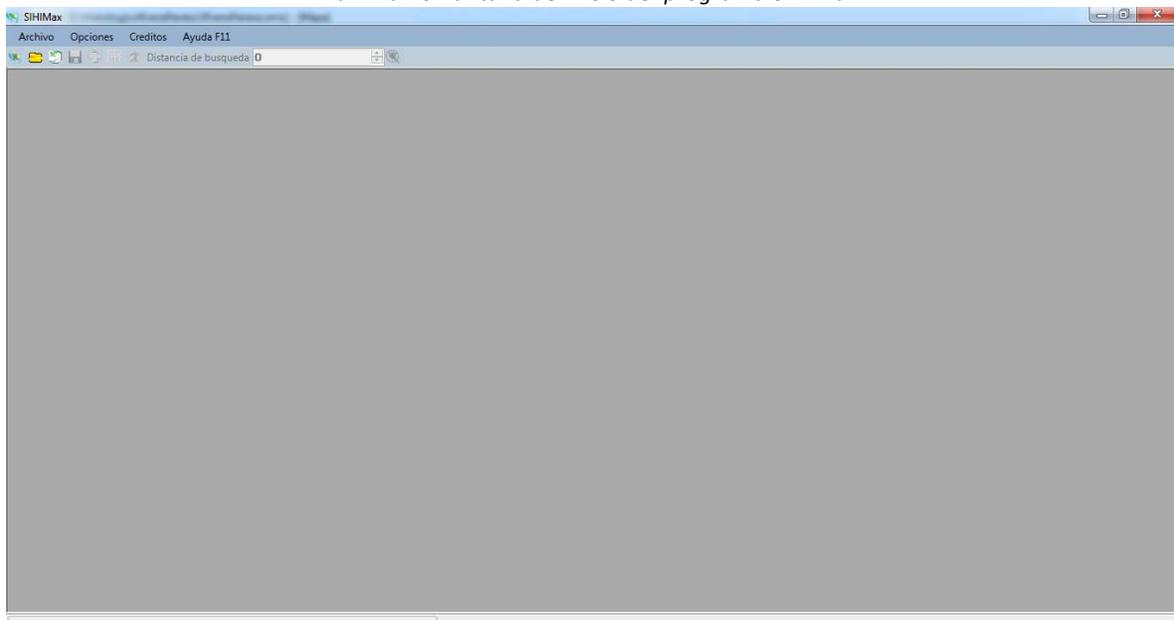
3.3. Creación y manipulación de los proyectos del programa, bases de datos y extensiones manejadas

El programa presenta la posibilidad al usuario de crear archivos de proyecto con la extensión “.ems”, dentro de los cuales se almacenaran los datos utilizados en el programa y la configuración del mismo.

3.3.1. Inicio del programa y configuración de un proyecto

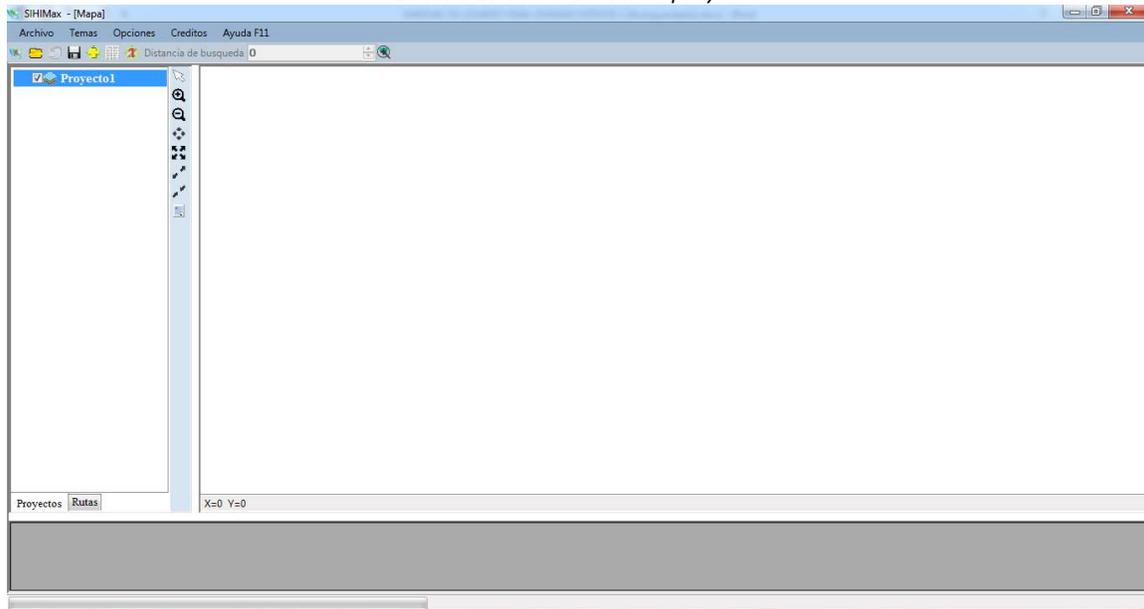
Al instalar el programa se genera automáticamente un icono en el escritorio, para iniciar el programa solo se requiere identificarlo y dar doble clic sobre él. Otra forma es buscándolo en las aplicaciones instaladas en el menú inicio de Windows.

Lámina 26 Pantalla de inicio del programa SIHIMax



Para iniciar un nuevo proyecto el usuario deberá dar clic en el icono  o en la barra de menú Archivo/Nuevo Proyecto.

Lámina 27 Inicio de nuevo proyecto



Una vez iniciado el proyecto es posible agregar y manipular temas, como se muestra en el capítulo 3.4 de este manual.

La opción para configurar el proyecto está disponible en la barra de menú Opciones/Configuración del proyecto, mediante este menú se desplegará la siguiente pantalla:

Lámina 28 Primera pestaña de la ventana de configuración, datos generales
Configurar proyecto

En esta ventana se tienen 4 pestañas, las cuales incluyen las opciones de configuración del proyecto:

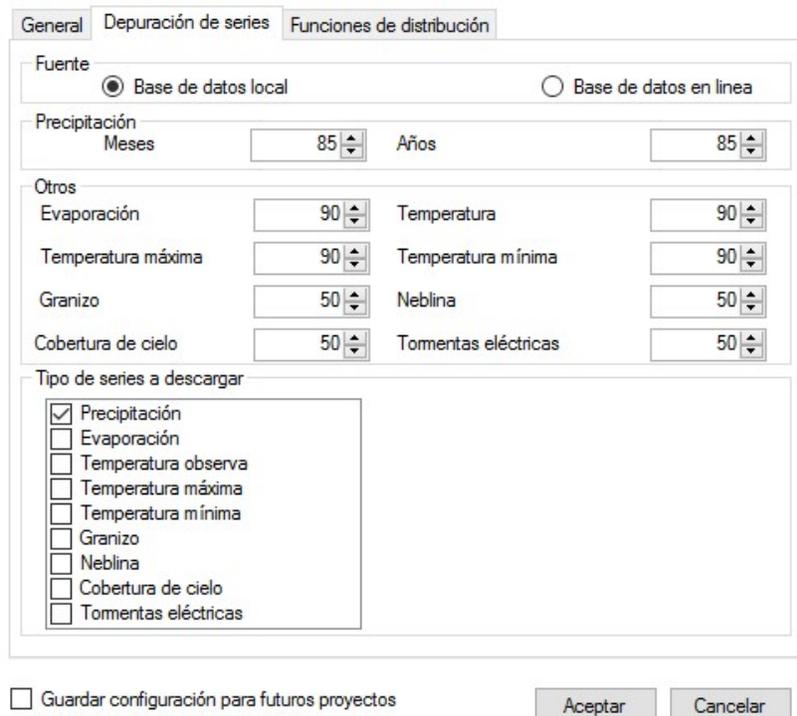
➤ **Pestaña 1: General**

- Ruta del proyecto: En esta opción el usuario establecerá la ruta en la cual se almacenará el proyecto. Se recomienda al usuario guardar el proyecto en una carpeta creada exclusivamente (misma que no deberá estar protegida contra escritura) para el programa, y almacenar todos los temas del proyecto en ella; lo anterior debido a que en esta ruta se almacenaran los temas generados por el programa.
- Tema de la cuenca: Desde esta opción es posible elegir y/o agregar el tema de la cuenca en estudio.
- Cota del centroide: El usuario puede indicar (opcionalmente) este valor, si no se indica las matrices en las cuales interfiera este dato se calcularán con el valor indicado al abrir la ventana.
- Sistema de referencia y zona: El usuario debe indicar el sistema de referencia en el cual se encuentran los temas agregados. Esta versión del programa puede manipular únicamente UTM WGS 1984 y coordenadas geográficas.
- Unidades del mapa: Muestra las unidades en las que se manejaran las distancias en el programa, se recomienda que estas sean metros.
- Precisión: La precisión (decimales) con los que se mostrarán los resultados.
- Color de fondo: El color de fondo del área del mapa a mostrar.
- Color de selección: Color de la parte seleccionada de un tema.

➤ **Pestaña 2: Parámetros para la depuración de series**

Lámina 29 Segunda pestaña de la ventana de configuración, parámetros para la depuración de series

Configurar Proyecto



General Depuración de series Funciones de distribución

Fuente
 Base de datos local Base de datos en línea

Precipitación
 Meses Años

Otros
 Evaporación Temperatura
 Temperatura máxima Temperatura mínima
 Granizo Neblina
 Cobertura de cielo T tormentas eléctricas

Tipo de series a descargar

Precipitación
 Evaporación
 Temperatura observa
 Temperatura máxima
 Temperatura mínima
 Granizo
 Neblina
 Cobertura de cielo
 T tormentas eléctricas

Guardar configuración para futuros proyectos

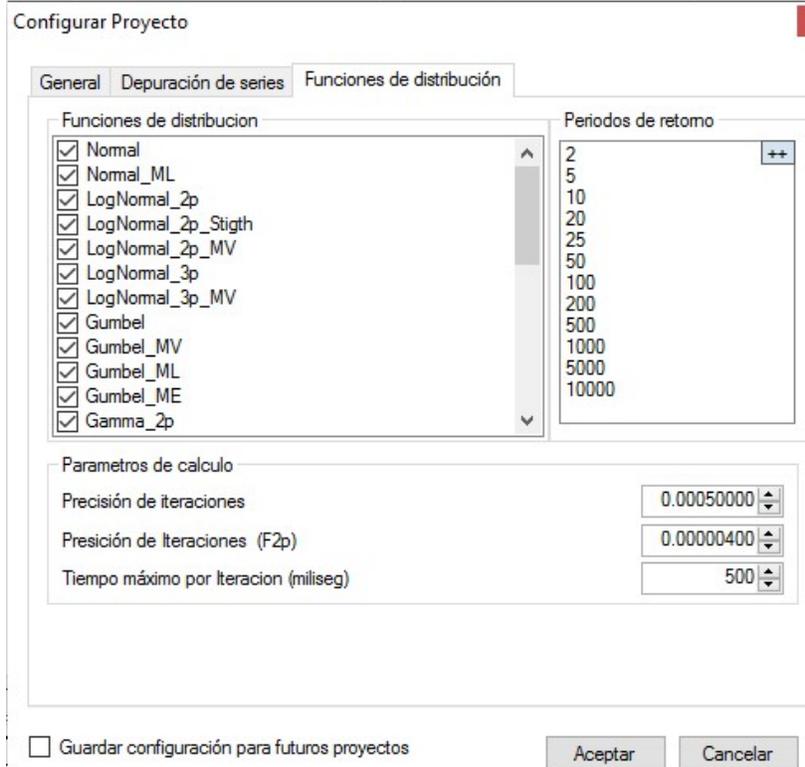
Aceptar Cancelar

- Fuente: En esta opción el usuario elegirá si la descarga de datos al proyecto será desde la base de datos local o desde el servidor.
- Porcentajes de Depuración de las Series: Es el porcentaje de depuración que se utilizara para las series mensuales y anuales.
- Tipo de Series a descargar: El usuario elegirá los tipos de series a descargar.

Cabe mencionar que la configuración de estas opciones afecta sustancialmente el tiempo de búsqueda y descarga de datos.

➤ Pestaña 3: **Funciones de distribución**

Lámina 30 Tercera pestaña de la ventana de configuración, parámetros de las funciones de distribución

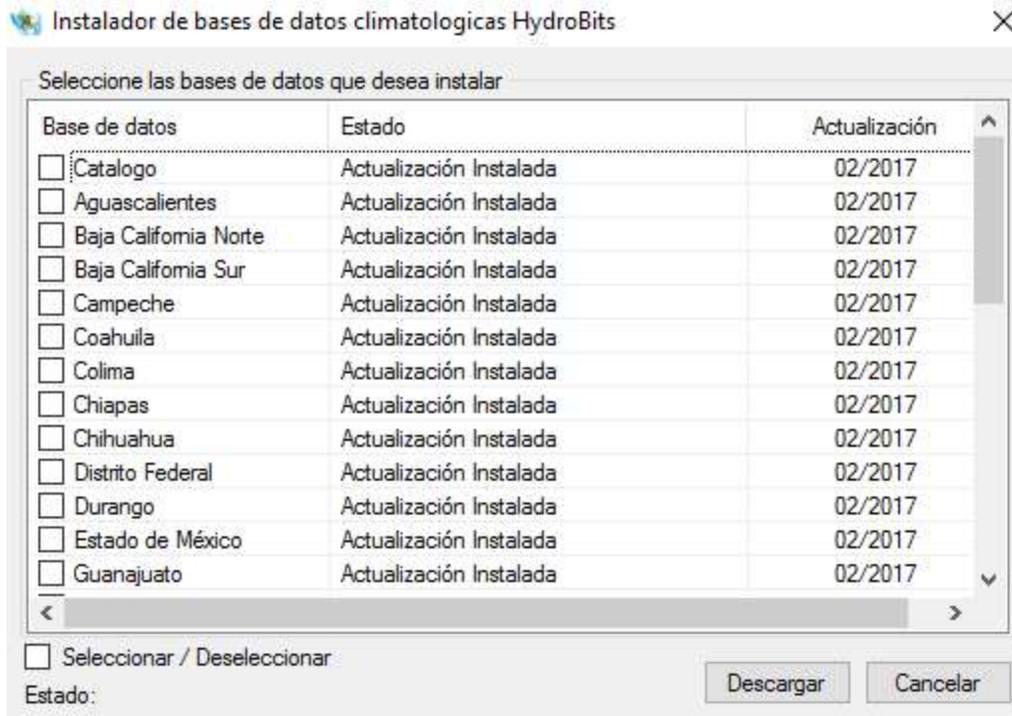


- Funciones de distribución: El usuario elegirá mediante las funciones de distribución que se aplicaran
- Periodos de retorno
 - Agregar Periodo: Desde el botón **++** el usuario podrá desplegar un espacio para teclear el periodo adicional, y al presionar la tecla ENTER este se agregará a la lista.
 - Eliminar Periodo: Para eliminar un periodo el usuario seleccionara el que desee eliminar de la lista y presionara la tecla SUPR.

3.3.2. Instalar bases de datos locales

Para descargar e instalar las bases de datos de forma “local” el usuario tiene la opción de hacerlo desde la Opciones/ Sincronizar base de datos local. Esta opción abrirá el programa de instalación de bases de datos:

Lámina 31 Instalador de bases de datos



El usuario seleccionara las bases de datos que desea descarga y con el botón “siguiente” ejecutara la descarga.

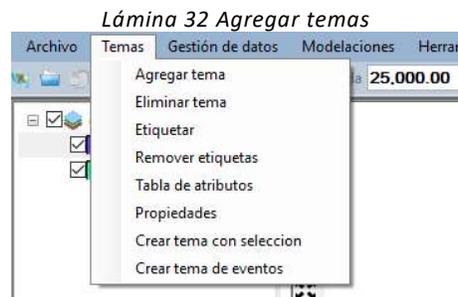
3.4. Manejo de temas del proyecto

El programa permite manipular datos vectoriales al proyecto:

- Personalizar la visualización de los temas
- Etiquetar los elementos
- Crear temas a partir de la selección de partes de otros
- Crear temas de eventos
- Visualizar la tabla de atributos de los archivos vectoriales

3.4.1. Agregar temas al proyecto

Para agregar temas al proyecto el usuario deberá dar clic en la opción “Tema\Agregar nuevo” de la barra de menú y seleccionar el archivo en formato vectorial (*.shp).



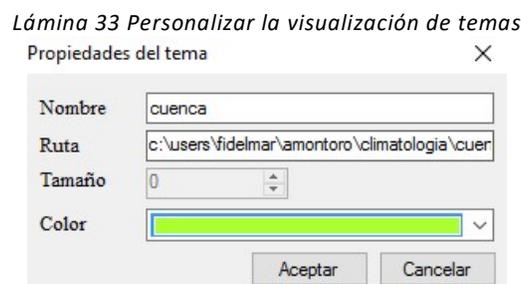
Otra opción es desde la barra de tareas en el icono: 

3.4.2. Eliminar temas del proyecto

Para eliminar un tema del proyecto existe la opción “Tema\Remover” de la barra de menú. Otra opción es desde la barra de tareas en el icono: 

3.4.3. Personalizar la visualización de temas

Cuando el usuario agrega un tema el color de este se coloca de forma aleatoria, en cuanto al tamaño de línea o punto se coloca el valor por defecto, en caso de que algún usuario quiera personalizarlo basta con dar doble clic sobre el tema en el visualizador, entonces se tendrá acceso a la siguiente ventana:



Al cambiar los valores y dar clic en el botón “Aceptar” se recargará el mapa de visualización.

Esta ventana también está disponible en la opción “Tema\Propiedades” de la barra de menú.

3.4.4. Etiquetar temas

Para etiquetar cualquier tema seleccionar la opción “Tema\Etiquetar” temas de la barra de menú. Al hacer esto aparecerá la siguiente ventana

Lámina 34 Etiquetar temas

Etiquetar

Tema: Estaciones

Columna:

Fuente

Tipo: Times New Roman

Color de Etiqueta: [Color]

Tamaño: 10

Ubicación

Aleatorio Personalizada

[Etiqueta] [Etiqueta] [Etiqueta]

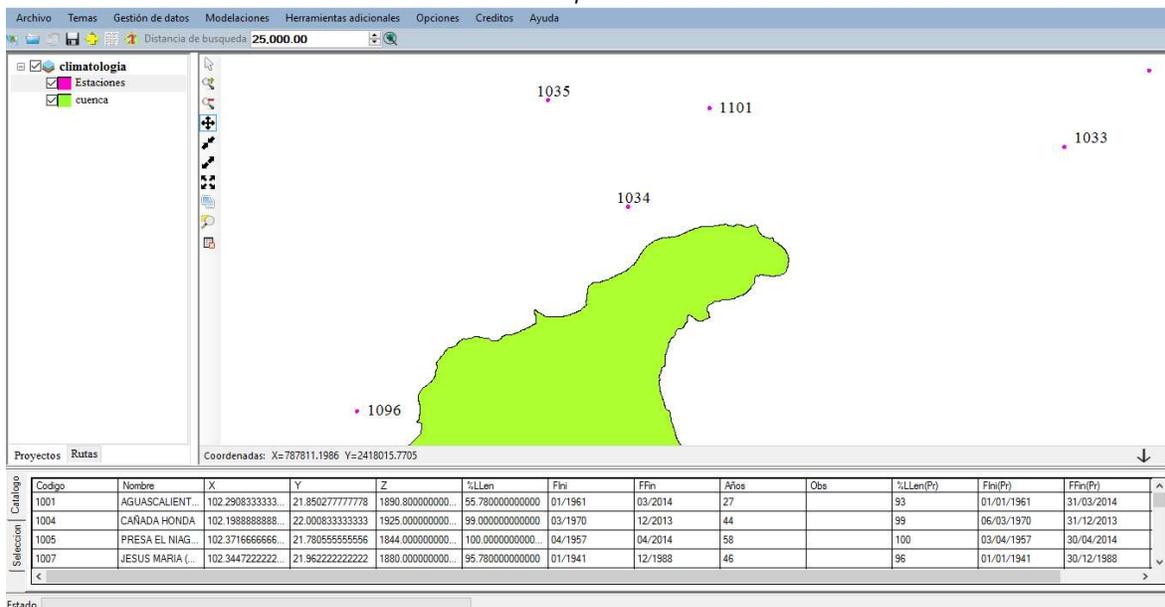
[Etiqueta] [Etiqueta]

[Etiqueta] [Etiqueta] [Etiqueta]

[Aceptar] [Cancelar]

En esta ventana el usuario puede seleccionar las opciones de su preferencia en cuanto a fuentes, tamaño y ubicación de las etiquetas, una vez hecho esto dar clic en el botón Aceptar. En ese momento el mapa aparecerá de la siguiente manera:

Lámina 35 Etiquetado de temas



Archivo Temas Gestión de datos Modelaciones Herramientas adicionales Opciones Créditos Ayuda

Distancia de búsqueda: 25,000.00

climatología

- Estaciones
- Cuenca

Proyectos Rutas

Coordenadas: X=787811.1986 Y=2418015.7705

Código	Nombre	X	Y	Z	%Llen	Fin	Ffin	Años	Obs	%Llen(Pt)	Fin(Pt)	Ffin(Pt)
1001	AGUASCALIENT...	102.290833333333	21.8502777777778	1890.80000000000	55.7800000000000	01/1961	03/2014	27		93	01/01/1961	31/03/2014
1004	CAÑADA HONDA	102.198888888888	22.0008333333333	1925.00000000000	99.0000000000000	03/1970	12/2013	44		99	06/03/1970	31/12/2013
1005	PRESA EL NIAG...	102.371666666666	21.7805555555556	1844.00000000000	100.000000000000	04/1957	04/2014	58		100	03/04/1957	30/04/2014
1007	JESUS MARIA (...)	102.344722222222	21.9622222222222	1880.00000000000	95.7800000000000	01/1941	12/1988	46		96	01/01/1941	30/12/1988

Estado

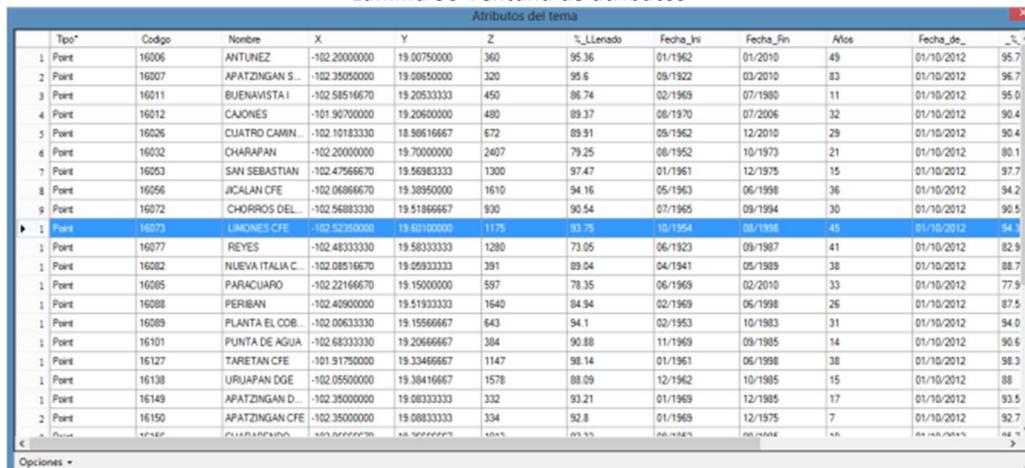
3.4.5. Eliminar etiquetas

Para eliminar las etiquetas de un tema se debe seleccionar e ir a la opción “Temas\Remove etiquetas” de la barra de menú.

3.4.6. Tabla de atributos

Como se muestra en la ilustración siguiente la tabla de atributos del tema seleccionado siempre estará visible en la parte inferior, la cual puede ser reducida o aumentada de tamaño a conveniencia del usuario, adicionalmente la opción “Tema\Tabla de Atributos” de la barra de menú permite desplegar la siguiente ventana:

Lámina 36 Ventana de atributos

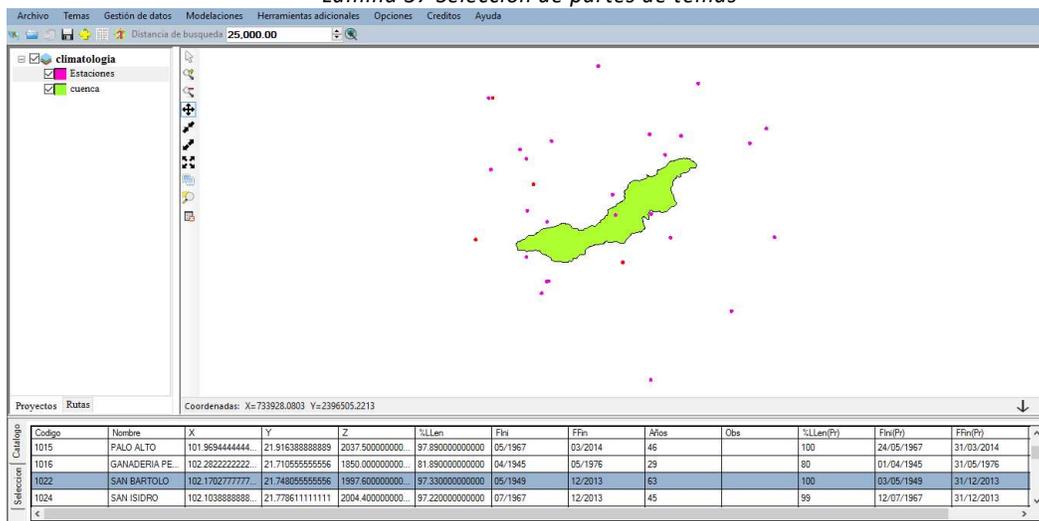


Tipo*	Codigo	Nombre	X	Y	Z	%_Llenado	Fecha_Ini	Fecha_Fin	Años	Fecha_de_...	%_...
1	16006	ANTUNEZ	-102.20000000	19.00750000	360	95.36	01/1962	01/2010	49	01/10/2012	95.7
2	16007	APATZINGAN S...	-102.35050000	19.08650000	320	95.6	09/1922	03/2010	83	01/10/2012	96.7
3	16011	BUENAVISTA I	-102.58516670	19.20533333	450	86.74	02/1969	07/1980	11	01/10/2012	95.0
4	16012	CAJONES	-101.90700000	19.20600000	480	89.37	08/1970	07/2006	32	01/10/2012	90.4
5	16026	CUATRO CAMIN...	-102.10183330	18.90616667	672	89.91	09/1962	12/2010	29	01/10/2012	90.4
6	16032	CHARAPAN	-102.20000000	19.70000000	2407	79.25	06/1952	10/1973	21	01/10/2012	80.1
7	16053	SAN SEBASTIAN	-102.47966670	19.56983333	1300	97.47	01/1961	12/1975	15	01/10/2012	97.7
8	16056	JICALAN CFE	-102.06966670	19.38950000	1610	94.16	05/1963	06/1998	36	01/10/2012	94.2
9	16072	CHORROS DEL...	-102.56883330	19.51866667	930	90.54	07/1965	09/1994	30	01/10/2012	90.5
1	16073	LIMONES CFE	-102.52200000	19.60100000	1175	93.75	10/1954	08/1999	45	01/10/2012	94.5
1	16077	REYES	-102.48333330	19.58333333	1280	73.05	06/1923	09/1967	41	01/10/2012	82.9
1	16082	NUEVA ITALIA C...	-102.08516670	19.05933333	391	89.04	04/1941	05/1989	38	01/10/2012	88.7
1	16085	PARACUARO	-102.22166670	19.15000000	597	78.35	06/1969	02/2010	33	01/10/2012	77.9
1	16088	PERIBAN	-102.40900000	19.51933333	1640	84.94	02/1969	06/1998	26	01/10/2012	87.5
1	16089	PLANTA EL COB...	-102.00633330	19.15966667	643	94.1	02/1953	10/1983	31	01/10/2012	94.0
1	16101	PUNTA DE AGUA	-102.68333330	19.20666667	384	90.88	11/1969	09/1985	14	01/10/2012	90.6
1	16127	TARETAN CFE	-101.91750000	19.33466667	1147	98.14	01/1961	06/1998	38	01/10/2012	98.3
1	16138	URIJAPAN DGE	-102.05500000	19.38416667	1578	88.09	12/1962	10/1985	15	01/10/2012	88
1	16149	APATZINGAN D...	-102.35000000	19.08333333	332	93.21	01/1969	12/1985	17	01/10/2012	93.5
2	16150	APATZINGAN CFE	-102.35000000	19.08333333	334	92.8	01/1969	12/1975	7	01/10/2012	92.7

La ventana anterior también está disponible desde la barra de herramientas en la opción .

Al seleccionar algún registro de la tabla de atributos la parte del tema correspondiente a dicho registro cambiara de color para indicar al usuario su ubicación.

Lámina 37 Selección de partes de temas



Archivos Temas Gestión de datos Modelaciones Herramientas adicionales Opciones Créditos Ayuda

Distancia de búsqueda: 25,000.00

Proyectos Rutas

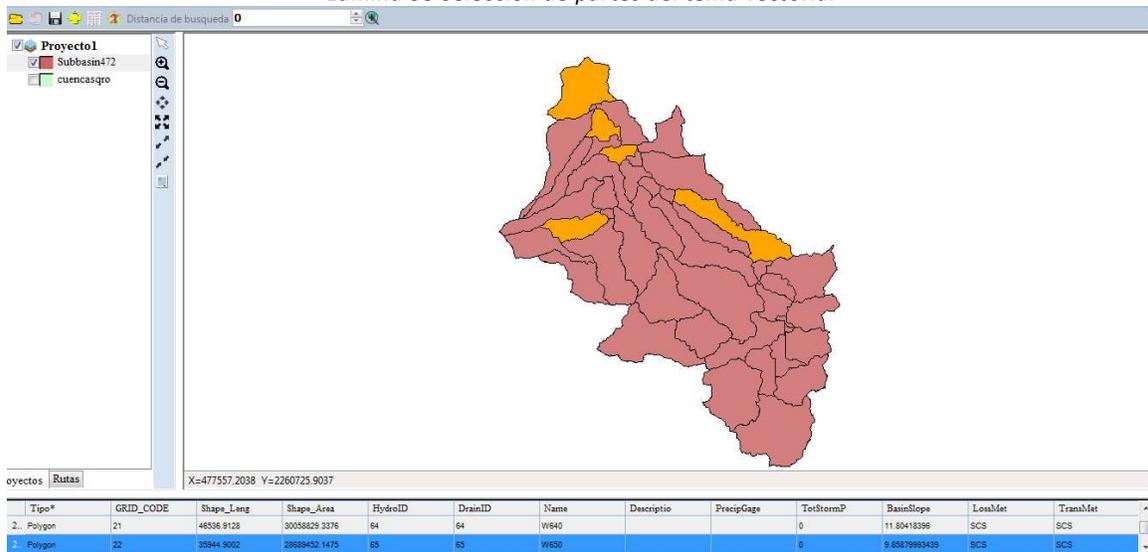
Coordenadas: X=733928.0803 Y=2396505.2213

Codigo	Nombre	X	Y	Z	%Llen	Fin	FFin	Años	Obs	%Llen(P)	Fin(P)	FFin(P)
1015	PALO ALTO	101.9694444444	21.9163888889	2037.5000000000	97.890000000000	05/1967	05/2014	46		100	24/05/1967	31/03/2014
1016	GANADERIA PE...	102.2822222222	21.7105555556	1850.0000000000	81.890000000000	04/1945	05/1976	29		80	01/04/1945	31/05/1976
1022	SAN BARTOLO	102.1702777777	21.7480555556	1997.6000000000	97.330000000000	05/1949	12/2013	63		100	03/05/1949	31/12/2013
1024	SAN ISIDRO	102.1038888888	21.7786111111	2004.4000000000	97.220000000000	07/1967	12/2013	45		99	12/07/1967	31/12/2013

3.4.7. Crear temas con selección

Para crear un tema que contenga solo una parte específica de algún vectorial del proyecto basta con seleccionar en la tabla de atributos las partes que se requiera que contenga el tema a crear, esto se realizara manteniendo presionada la tecla SHIFT o Ctrl y dando clic en la parte de la tabla de atributos relacionada con la parte geométrica del vectorial.

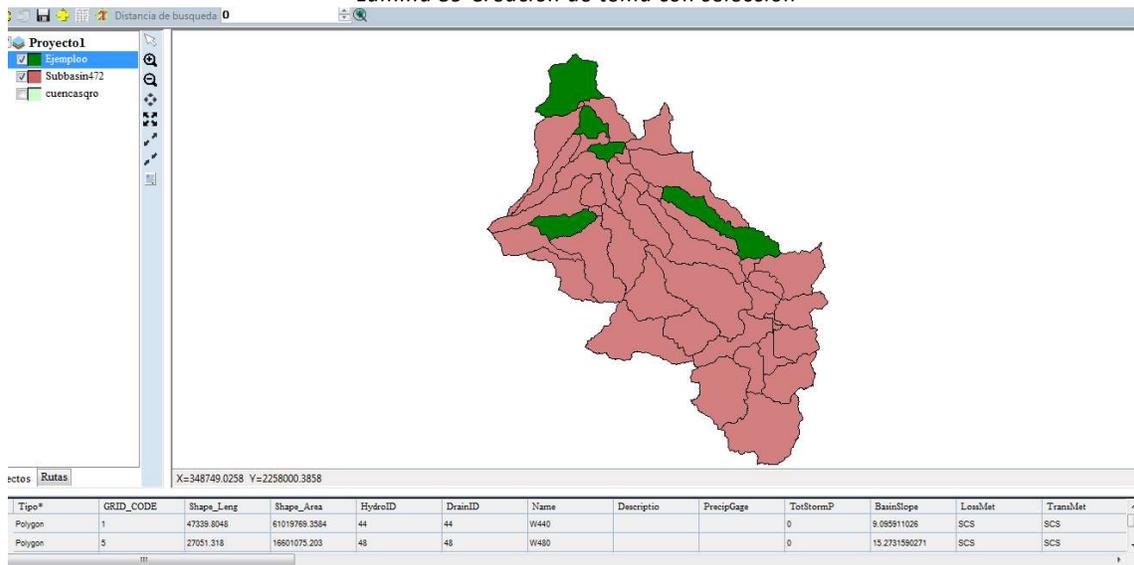
Lámina 38 Selección de partes del tema vectorial



Tipo*	GRID_CODE	Shape_Leng	Shape_Area	HydroID	DrainID	Name	Descriptio	PrecipGage	TotStormP	BasinSlope	LossMet	TransMet
1. Polygon	21	48536.9128	30058829.3376	64	64	W640			0	11.80418396	SCS	SCS
2. Polygon	22	39944.8002	28988452.1475	65	65	W650			0	9.85379995439	SCS	SCS

Posteriormente el usuario deberá ir a la opción Temas/Crear tema con selección de la barra de menú.

Lámina 39 Creación de tema con selección

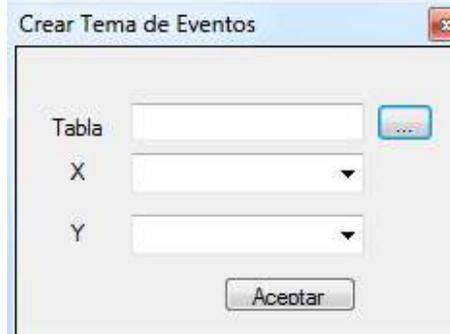


Tipo*	GRID_CODE	Shape_Leng	Shape_Area	HydroID	DrainID	Name	Descriptio	PrecipGage	TotStormP	BasinSlope	LossMet	TransMet
Polygon	1	47339.8048	61019769.3564	44	44	W440			0	9.085911026	SCS	SCS
Polygon	5	27051.318	18601075.203	48	48	W480			0	15.2731590271	SCS	SCS

3.4.8. Crear tema de eventos

Mediante el programa es posible crear temas vectoriales en formato “.shp” desde tablas de datos “.dbf” o delimitadas por comas. Para crear un tema de eventos el usuario tiene disponible la opción en Temas/Crear tema de eventos de la barra de menú, esta opción desplegará la siguiente ventana:

Lámina 40 Ventana para crear tema de eventos



En esta ventana se cargará la tabla y se seleccionarán las columnas que contienen las coordenadas del tema.

Lámina 41 Crear tema de eventos

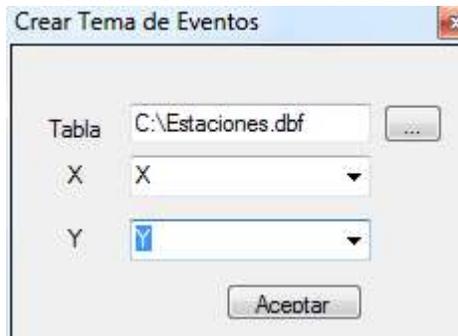
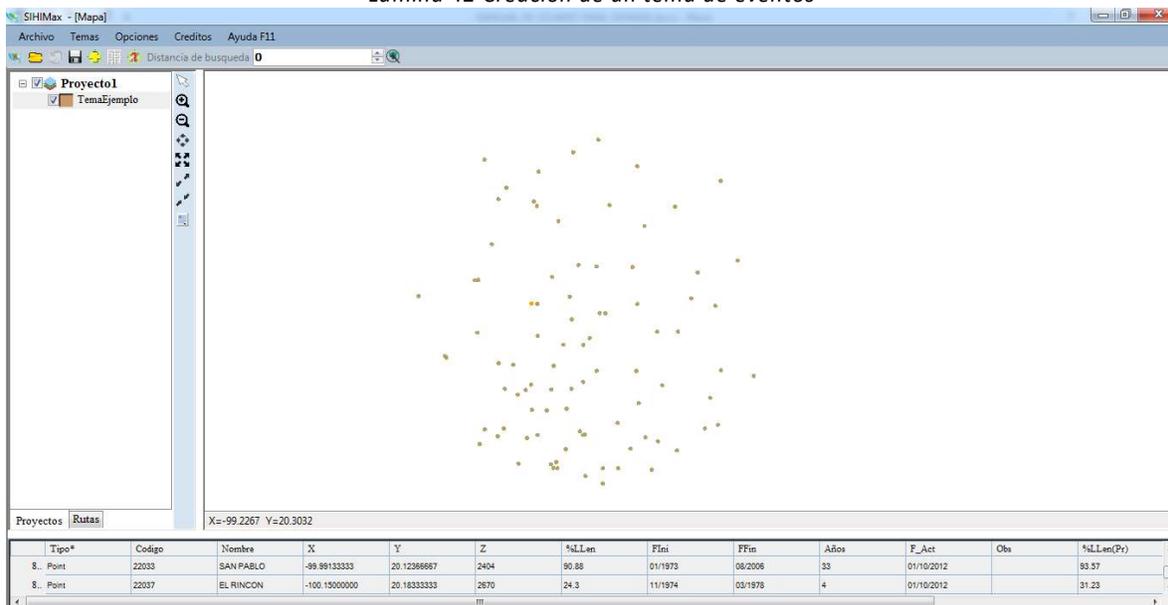


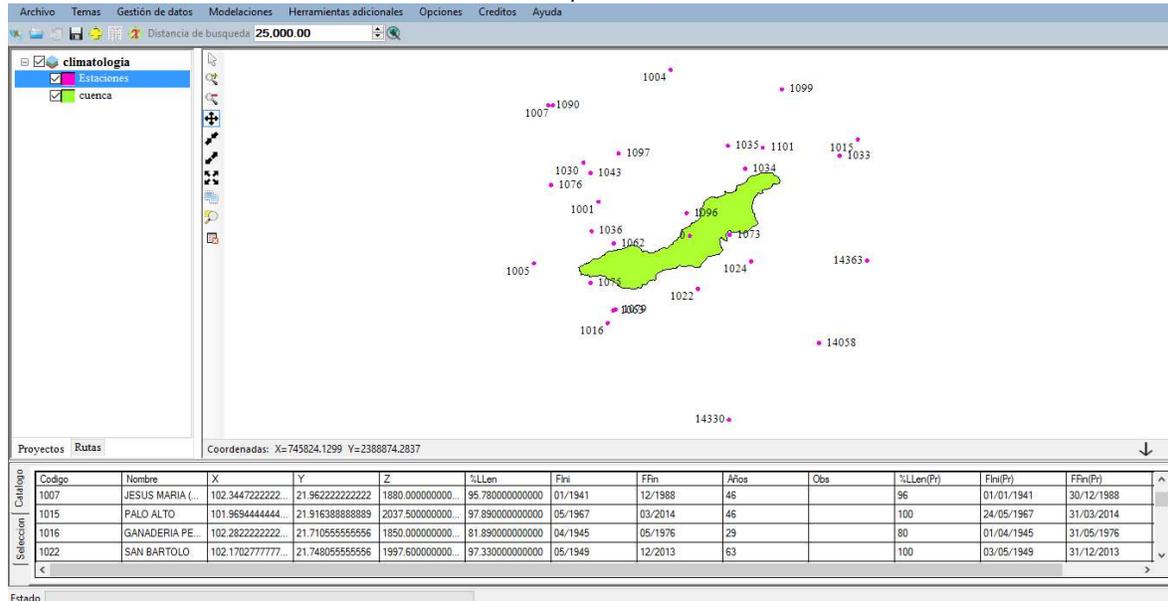
Lámina 42 Creación de un tema de eventos



3.5. Búsqueda de estaciones y descarga de series asociadas

Una vez configurado el programa se procede a colocar una distancia de búsqueda; si esta se deja como cero se hace una búsqueda automática la cual se basa en los límites de archivo Shapefile y se expande hasta encontrar mínimo una estación. Para ello basta con dar clic al botón .

Lámina 43 Búsqueda de estaciones



The screenshot shows the SIHIMAX software interface. At the top, there is a menu bar with options: Archivo, Temas, Gestión de datos, Modelaciones, Herramientas adicionales, Opciones, Credits, Ayuda. Below the menu bar, there is a toolbar and a search distance input field set to 25,000.00. The main window displays a map with a green highlighted area and several station points marked with pink dots and labeled with numbers like 1007, 1090, 1004, 1099, 1030, 1043, 1097, 1035, 1101, 1015, 1033, 1034, 1001, 1076, 1000, 1096, 1073, 1005, 1036, 1062, 1024, 14363, 1078, 1022, 1024, 14058, 1016, 1069, 14330, and 1002. Below the map, there is a table with the following data:

Selección	Catálogo	Código	Nombre	X	Y	Z	%Llen	Fini	Ffin	Años	Obs	%Llen(Pr)	Fini(Pr)	Ffin(Pr)
		1007	JESUS MARIA (...)	102.344722222222	21.9622222222222	1880.00000000000	95.7800000000000	01/1941	12/1988	46	96	01/01/1941	30/12/1988	
		1015	PALO ALTO	101.969444444444	21.9163888888889	2037.50000000000	97.8900000000000	05/1967	03/2014	46	100	24/05/1967	31/03/2014	
		1016	GANADERIA PE...	102.282222222222	21.7105555555556	1850.00000000000	81.8900000000000	04/1945	05/1976	29	80	01/04/1945	31/05/1976	
		1022	SAN BARTOLO	102.170277777777	21.7480555555556	1997.60000000000	97.3300000000000	05/1949	12/2013	63	100	03/05/1949	31/12/2013	

Se generará un tema (shapefile) adjunto al archivo del proyecto el cual se denominará “Estaciones” y estará almacenado en la misma carpeta que contiene al proyecto.

3.6. Gestión de estaciones

3.6.1. Visualización de series/catálogo

Para visualizar el catálogo de estaciones bastara con seleccionar el tema, y que está contenido en la tabla de atributos del tema “Estaciones”. Otra opción, que además sirve para editar los parámetros es ir a la opción Gestión de datos\Visualizar series de la barra de menú.

Lámina 44 Visualización del catálogo de estaciones

Ventana de visualización de series climatológicas

Codigo	Nombre	X	Y	Z	%Llen	Finl	FFin	Años
1001	AGUASCALIENT...	102.2908	21.8503	1890.8000	55.7800	01/1961	03/2014	27
1004	CAÑADA HONDA	102.1989	22.0008	1925.0000	99.0000	03/1970	12/2013	44
1005	PRESA EL NIAG...	102.3717	21.7806	1844.0000	100.0000	04/1957	04/2014	58
1007	JESUS MARIA (...)	102.3447	21.9622	1880.0000	95.7800	01/1941	12/1988	46
1015	PALO ALTO	101.9694	21.9164	2037.5000	97.8900	05/1967	03/2014	46
1016	GANADERIA PE...	102.2822	21.7106	1850.0000	81.8900	04/1945	05/1976	29
1022	SAN BARTOLO	102.1703	21.7481	1997.6000	97.3300	05/1949	12/2013	63
1024	SAN ISIDRO	102.1039	21.7786	2004.4000	97.2200	07/1967	12/2013	45
1030	AGUASCALIENT...	102.3086	21.8956	1888.7000	99.8900	10/1947	04/2014	68
1033	LOS CONOS	101.9925	21.8978	2025.9000	98.7800	05/1971	04/2014	43
1034	SANDOVALES	102.1092	21.8850	2007.0000	99.4400	03/1972	04/2014	43
1035	SAN FRANCISC...	102.1300	21.9119	2020.0000	92.0000	04/1972	12/1983	12
1036	SANTA ROSA	102.3000	21.8167	1860.0000	83.0000	03/1972	01/1976	5
1043	E.T.A. 127 AGU...	102.3000	21.8833	1855.0000	61.3300	08/1973	12/1976	4
1062	ARELLANO	102.2731	21.8019	1910.7000	67.8900	06/1949	04/2014	43
1063	PEÑUELAS (SMN)	102.2750	21.7250	1870.0000	86.8900	06/1942	12/1960	16
1073	LA TINAJA	102.1297	21.8094	2027.1000	98.6700	05/1971	04/2014	39
1075	MONTORO	102.3022	21.7572	1870.5000	98.6700	09/1979	04/2014	36
1076	LOS NEGRITOS	102.3492	21.8706	1887.1000	97.6700	12/1979	04/2014	36
1079	PEÑUELAS (DGE)	102.2722	21.7258	1900.3000	98.0000	08/1979	04/2014	36
1090	JESUS MARIA (...)	102.3506	21.9622	1880.9000	98.8900	05/1979	01/2014	36
1096	CALVILLITO	102.1825	21.8353	1969.8000	98.5600	08/1983	04/2014	32
1097	AGUASCALIENT...	102.2650	21.9056	1945.5000	93.6700	08/1995	12/2013	18
1099	JESUS TERAN (...)	102.0619	21.9758	2044.0000	99.0000	02/1985	12/2013	29
1101	LAS PRESAS	102.0869	21.9092	2044.6000	99.6700	02/1986	02/2014	29
14058	EL TECUAN	102.0222	21.6828	1965.0000	97.4400	08/1970	06/1990	21
14330	LOS SAUCES C...	102.1347	21.5967	1885.0000	98.5600	07/1978	03/1990	13
14363	TACUBAYA	101.9611	21.7767	2020.0000	78.2200	08/1981	02/1989	9

Visualizar

Catalogo
 Series

Series
Estacion: 01001

Parametro: Precipitación

Temporalidad: Diaria

Tipo: Totales

01/01

Forma de la serie
 Matriz Lineal

Rango temporal
 Serie completa
Fecha inicial: 01/01/1961
Fecha final: 31/03/2014

Mostrar serie

Para visualizar las series climatológicas desde esta ventana:

- Seleccione la opción “Series” para activar el submenú
- En el submenú elija la estación a la cual pertenece la serie
- Posteriormente elija el parámetro climatológico, el tipo de serie y temporalidad
- En el tercer recuadro se mostrarán las series que cumplen tales parámetros, seleccione la que desea y la forma en que quiere que se muestre, como matriz o en dos columnas (fecha, dató).



Lámina 45 Visualización de series climatológicas en formato matricial

Ventana de visualización de series climatológicas

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1957						29.1000	79.6000	69.5000
1958	56.0000	2.7000	5.1000	0.0000	21.7000	205.9000	139.2000	104.8000
1959	3.0000	18.5000	0.0000	103.9000	10.0000	113.5000	122.1000	80.4000
1960	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	17.5000	62.8000	184.8000
1961	28.7000	0.0000	0.0000	4.5000	31.0000	62.5000	69.4000	26.6000
1962	0.0000	11.0000	0.0000	46.9000	0.0000	100.0000	68.9000	51.2000
1963	0.0000	0.0000	3.8000	0.0000	17.5000	104.6000	90.2000	89.8000
1964	31.2000	3.6000	0.0000	16.4000	14.7000	81.7000	104.1000	58.7000
1965	4.6000	32.6000	0.0000	40.5000	25.8000	39.5000	181.6000	112.8000
1966	24.0000	5.7000	6.3000	43.3000	14.9000	148.7000	95.8000	174.9000
1967	73.5000	0.0000	23.0000	0.0000	89.8000	151.0000	64.8000	255.8000
1968	0.0000	101.5000	79.5000	6.0000	5.5000	85.3000	150.4000	72.5000
1969	4.5000	1.0000	0.0000	0.0000	12.4000	46.0000	108.0000	78.7000
1970	1.0000	59.5000	0.0000	0.0000	1.5000	186.9000	64.2000	214.5000
1971	10.0000	0.0000	0.0000	0.0000	52.7000	168.5000	75.5000	193.3000
1972	6.5000	0.0000	12.6000	20.0000	51.9000	76.5000	61.1000	77.7000
1973	28.3000	16.9000	0.0000	0.0000	23.2000	70.8000	175.4000	259.2000
1974	2.3000	0.0000	0.9000	0.5000	25.7000	21.7000	161.9000	120.2000
1975	22.4000	0.7000	0.0000	0.0000	3.3000	46.9000	254.9000	112.2000
1976	0.0000	0.0000	0.0000	5.1000	18.0000	32.8000	268.6000	96.6000
1977	12.2000	0.0000	0.0000	16.9000	3.1000	100.7000	119.3000	174.5000
1978	0.0000	7.5000	0.0000	0.7000	20.3000	58.1000	98.0000	89.6000
1979	0.0000	13.2000	4.2000	1.8000	5.8000	13.8000	73.7000	115.1000
1980	49.3000	20.4000	0.0000	18.7000	3.4000	35.6000	72.1000	124.3000
1981	41.3000	20.1000	5.5000	30.3000	9.1000	37.6000	128.4000	99.0000
1982	0.0000	3.2000	0.0000	5.4000	3.8000	11.2000	135.8000	69.2000
1983	20.1000	0.0000	0.0000	0.6000	59.1000	25.6000	274.7000	69.0000
1984	18.9000	5.5000	0.0000	0.0000	20.3000	147.4000	127.8000	67.1000
1985	2.2000	0.0000	0.0000	2.7000	11.0000	153.1000	131.0000	84.0000

Visualizar

Catalogo

Series

Series: Estacion: 01005

Parametro: Precipitación

Temporalidad: Mensual

Tipo: Totales

01005

Forma de la serie

Matriz Lineal

Rango temporal

Serie completa

Fecha inicial: 01/06/1957

Fecha final: 01/01/2014

Mostrar serie

Lámina 46 Visualización de series climatológicas en formato lineal

Ventana de visualización de series climatológicas

Fecha	Dato
06/1957	29.1000
07/1957	79.6000
08/1957	69.5000
09/1957	80.9000
10/1957	58.0000
11/1957	0.0000
12/1957	0.0000
01/1958	56.0000
02/1958	2.7000
03/1958	5.1000
04/1958	0.0000
05/1958	21.7000
06/1958	205.9000
07/1958	139.2000
08/1958	104.8000
09/1958	143.7000
10/1958	91.0000
11/1958	72.2000
12/1958	16.3000
01/1959	3.0000
02/1959	18.5000
03/1959	0.0000
04/1959	103.9000
05/1959	10.0000
06/1959	113.5000
07/1959	122.1000
08/1959	80.4000
09/1959	78.9000
10/1959	47.2000

Visualizar

Catalogo

Series

Series: Estacion: 01005

Parametro: Precipitación

Temporalidad: Mensual

Tipo: Totales

01005

Forma de la serie

Matriz Lineal

Rango temporal

Serie completa

Fecha inicial: 01/06/1957

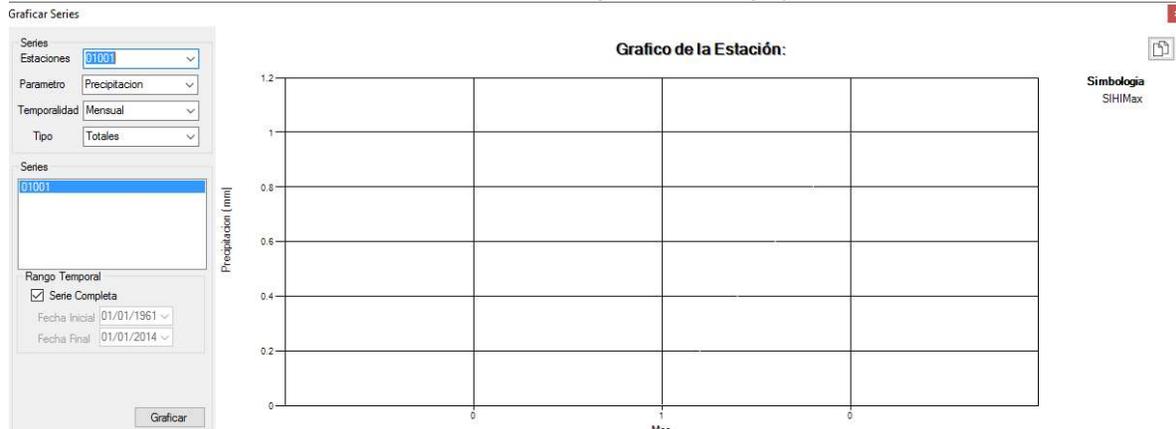
Fecha final: 01/01/2014

Mostrar serie

3.6.2. Graficar series temporales

Para graficar las series temporales cargadas en el proyecto el programa cuenta con la opción Gestión de datos /Graficar series temporales, en esta opción se desplegará la siguiente ventana:

Lámina 47 Ventana de generación de graficas



En esta pantalla se selecciona la estación y los parámetros de filtro de la serie, obteniendo como las series existentes que cumplen dichos parámetros y se grafica la serie. Adicionalmente se tiene la opción de graficar la serie en un intervalo determinado.

Lámina 48 Graficación de series climatológicas



3.6.3. Resumen de los parámetros de las series

El programa es capaz de mostrar un resumen de los parámetros de las series, en el cual se muestran los siguientes parámetros:

- Estación a la que pertenece
- Nombre de la Serie
- Numero de datos
- Cantidad de vacíos
- Fecha del primer dato y el ultimo
- Media
- Desviación Estándar
- Sesgo

Para acceder a esta tabla el usuario cuenta con la opción Gestión de datos/Resumen de parámetros mediante la cual se desplegará la siguiente ventana:

Lámina 49 Resumen de parámetros

Estacion	Serie	N° Datos	Media	Maxima	Minima	Desv. Est.	Asimetria	Vacios %
11012	11012	44	653.9659	999.1	357.6	172.7152	0.3338	4
13012	13012	94	422.2894	1720	15.5	273.867	1.9755	11
13053	13053	17	473.7176	776.7	184.7	190.0857	0.2383	13
13064	13064	46	582.2152	901.3	310.5	140.0727	0.2172	0
13072	13072	6	881.0667	1716	265.6	557.3804	0.5886	0
13076	13076	33	512.4273	910.5	236	169.0539	0.5359	1
13080	13080	40	488.145	751.5	237.7	137.9748	0.1985	0
13083	13083	57	514.2732	742.2	315	106.8153	-0.1684	14
13083	13083_1	49	509.2386	717.5	315	105.9395	-0.1955	0
13083	13083_RL	51	504.622	717.5	284.68	108.4592	-0.2264	0
13101	13101	4	597.825	651.8	521.5	57.4835	-0.8901	1
13149	13149	25	812.804	1039	479	138.7263	-0.3375	0
13152	13152	25	423.984	703.8	132.1	141.4301	0.1337	0
13155	13155	18	701.3933	1483.5	334.5	286.8299	1.5974	7
13156	13156	22	466.8341	852.2	125.9	192.0909	0.3258	3
15001	15001	33	864.1212	1377.1	445	199.9877	0.3552	16
15002	15002	37	632.827	871.3	76.7	168.7125	-1.3101	13
15002	15002_1	45	669.7338	979.78	76.7	179.4825	-1.0506	5
15002	15002_1_2	51	665.7149	979.78	76.7	172.7378	-0.9625	0
15009	15009	15	843.3067	1037.3	700.3	85.593	0.4991	0

En esta ventana el usuario elige el tipo de series y podrá visualizar los parámetros de las mismas.

3.6.4. Matrices auxiliares de datos

El programa es capaz de generar matrices de datos, entre las cuales se incluyen:

- Matriz de correlación lineal
- Matriz de distancias euclidianas
- Matriz de distancias planares

Lámina 50 Matrices auxiliares de datos

Serie	11012	13012	13053	13064	13072	13076	13080	13083	13083_1	13083_RL
11012	1	0.6472	0.6427	0.7166	0.3725	0.7798	0.6697	0.7728	0.7713	0.7713
13012	0.6472	1	0.5578	0.7571	0.3176	0.7193	0.7151	0.7229	0.7732	0.7724
13053	0.6427	0.5578	1	0.6431	0.6592	0.8528	0.7623	0.7778	0.7576	0.7214
13064	0.7166	0.7571	0.6431	1	0.3753	0.8276	0.8173	0.8163	0.8159	0.8159
13072	0.3725	0.3176	0.6592	0.3753	1	0.3019	0.4816	0.4197	0.4197	0.4197
13076	0.7798	0.7193	0.8528	0.8276	0.3019	1	0.7688	0.7982	0.7983	0.7983
13080	0.6697	0.7151	0.7623	0.8173	0.4816	0.7688	1	0.7444	0.7465	0.7465
13083	0.7728	0.7229	0.7778	0.8163	0.4197	0.7982	0.7444	1	1	1
13083_1	0.7713	0.7732	0.7576	0.8159	0.4197	0.7983	0.7465	1	1	1
13083_RL	0.7713	0.7724	0.7214	0.8159	0.4197	0.7983	0.7465	1	1	1

Centroide	11012	13012	13053	13064	13072	13076	13080	13083	13101	13149
0	54605.14	33441.97	49441.4	48391.31	13304.76	46943.01	50385.66	24423.16	38900.96	46537.13
54605.14	0	77234.98	84534.67	99960.56	63584.49	90920.12	104526.89	68170.71	91495.38	99667.94
33441.97	77234.98	0	18162.93	26380.99	20290.99	14173.49	37934.07	9685.11	22447.25	51833.13
49441.4	84534.67	18162.93	0	36252.05	37106.21	15585.11	50664.08	25205.27	36710.43	68526.68
48391.31	99960.56	26380.99	36252.05	0	36710.73	20781.15	15171.71	32962.48	9914.36	38335.33
13304.76	63584.49	20290.99	37106.21	36710.73	0	33639.68	41454.88	11938.81	27917.72	44309.22
46943.01	90920.12	14173.49	15585.11	20781.15	33639.68	0	35527.04	23849.97	22797.81	55412.78
50385.66	104526.89	37934.07	50664.08	15171.71	41454.88	35527.04	0	41895.48	15601.36	25394.49
24423.16	68170.71	9685.11	25205.27	32962.48	11938.81	23849.97	41895.48	0	26504.86	51031.84
38900.96	91495.38	22447.25	36710.43	9914.36	27917.72	22797.81	15601.36	26504.86	0	32645.35
46537.13	99667.94	51833.13	68526.68	38335.33	44309.22	55412.78	25394.49	51031.84	32645.35	0

3.6.5. Análisis de consistencia paramétrico

Para efectuar el análisis de consistencia a las series el programa dispone de la opción Gestión de datos / Consistencia/ Evaluación paramétrica ubicada en la barra de menú. Esta opción desplegara la siguiente ventana:

Lámina 51 Análisis de consistencia

Estacion	Helmet	Secuencias	Man Kendall	Anderson	t de Student	Cramer
11012	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Error de Independencia	No Homogéneo	Homogéneo
13012	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13053	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13064	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13072	Homogéneo	No Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	No Homogéneo	Homogéneo
13076	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	No Homogéneo	Homogéneo
13080	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13083	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13083_1	No Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Error de Independencia	Homogéneo	Homogéneo
13083_RL	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Error de Independencia	Homogéneo	Homogéneo

Pruebas: Precipitation | Anual | Totales

Resultado:

Para visualizar la tabla de cálculo de alguna de las pruebas seleccione el menú prueba y elija la que desee, se desplegara la tabla de cálculo del test de la serie seleccionada.



Lámina 52 Pruebas de consistencia, test de Helmert

Estacion	Helmert	Secuencias	Man Kendall	Anderson	t de Student	Cramer
11012	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Error de Independencia	No Homogéneo	Homogéneo
13012	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13053	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13064	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13072	Homogéneo	No Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	No Homogéneo	Homogéneo
13076	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	No Homogéneo	Homogéneo
13080	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13083	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13083_1	No Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Error de Independencia	Homogéneo	Homogéneo
13083_RL	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Error de Independencia	Homogéneo	Homogéneo

Pruebas: Precipitacion Anual Totales

Fecha	Dato	Signo	Resultado
1963	757.5	+	S
1964	897.5	+	S
1965	712.5	+	S
1966	905.5	+	S
1967	969.5	+	S
1968	643.9	-	C
1969	514.5	-	C
1970	807.5	+	S
1971	990.3	+	S
1972	509.9	-	C
1973	773.2	+	S
1974	633.6	-	C
1975	735	+	S

Resultado: Homogéneo S=22 C=21

Lámina 53 Pruebas de consistencia, test de Anderson

Estacion	Helmert	Secuencias	Man Kendall	Anderson	t de Student	Cramer
11012	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Error de Independencia	No Homogéneo	Homogéneo
13012	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13053	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13064	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13072	Homogéneo	No Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	No Homogéneo	Homogéneo
13076	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	No Homogéneo	Homogéneo
13080	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13083	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Independiente	Homogéneo	Homogéneo
13083_1	No Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Error de Independencia	Homogéneo	Homogéneo
13083_RL	Homogéneo	Homogéneo	No Existe Error de Tende...	Error de Independencia	Homogéneo	Homogéneo

Pruebas: Precipitacion Anual Totales

K	Correlacion_Rk	Limite1	Limite2
0	1	0.263	-0.315
1	0.273	0.272	-0.319
2	0.032	0.275	-0.323
3	0.131	0.278	-0.327
4	0.146	0.281	-0.331
5	0.305	0.284	-0.335
6	0.077	0.287	-0.34
7	0.248	0.291	-0.345
8	0.235	0.294	-0.35
9	0.245	0.298	-0.355
10	0.124	0.302	-0.361
11	0.114	0.306	-0.366
12	0.161	0.31	-0.372

Resultado: Error de Independencia Errores=2

3.6.6. Pruebas visuales de consistencia

Para seleccionar las pruebas de carácter gráfico seleccionar la opción pruebas gráficas del menú de consistencia.

Lámina 54 Pruebas graficas de consistencia, test de Anderson

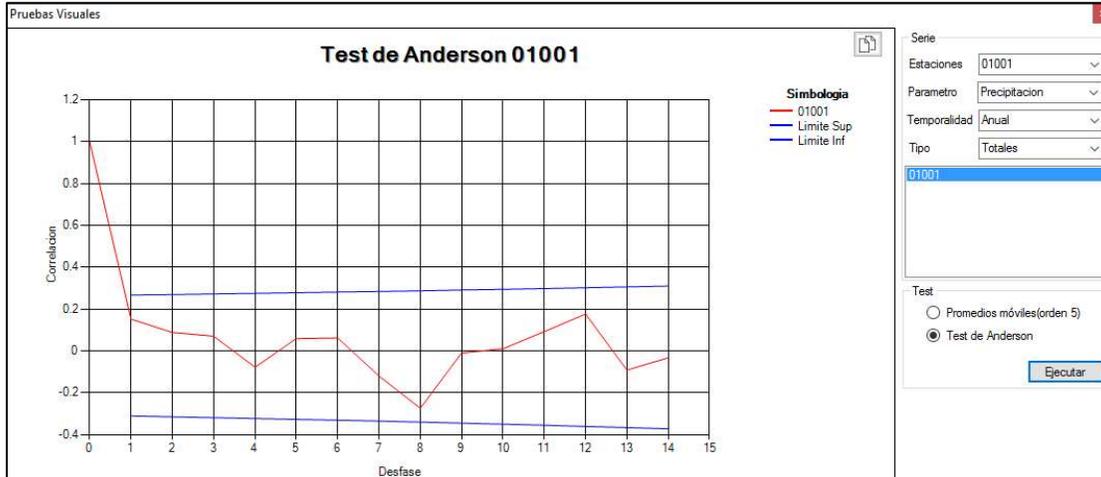


Lámina 55 Pruebas visuales, promedios móviles de orden 5

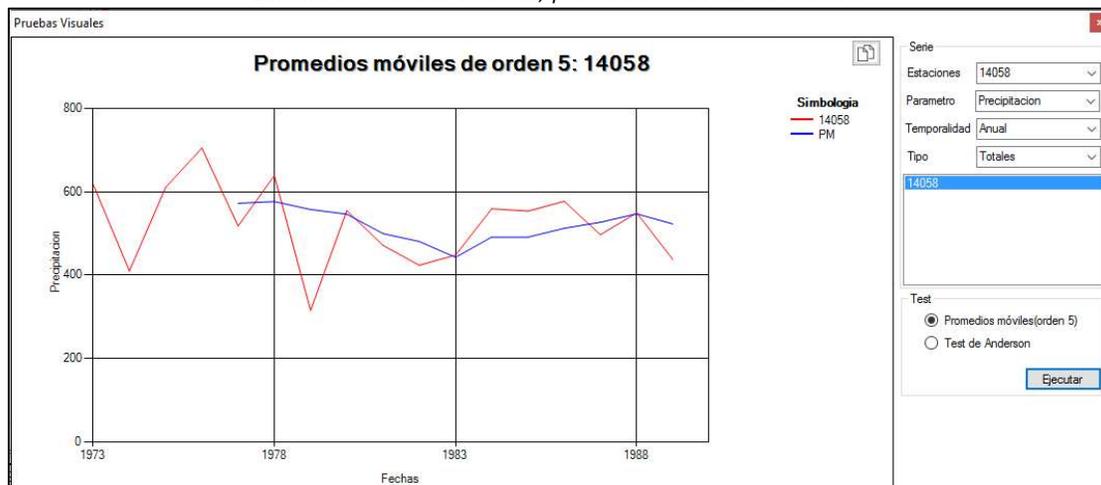
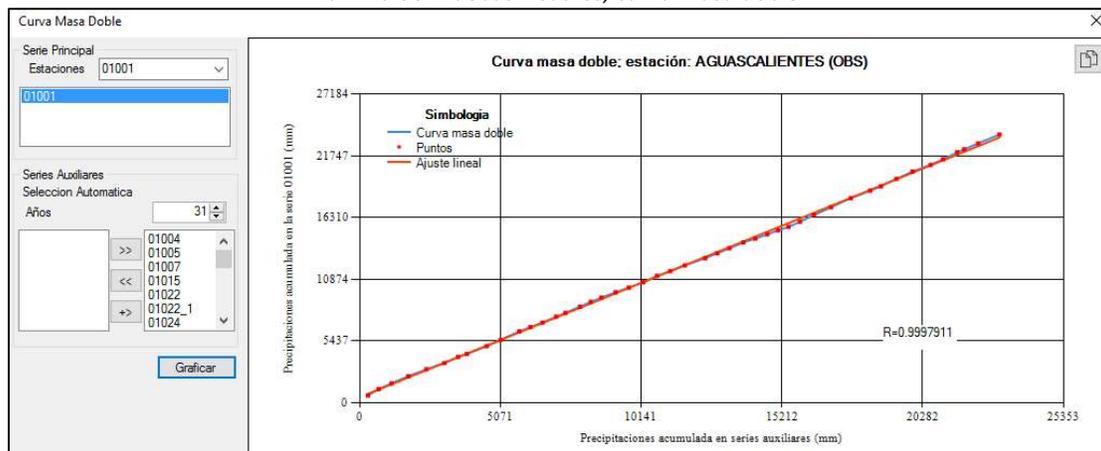


Lámina 56 Pruebas visuales, curva masa doble

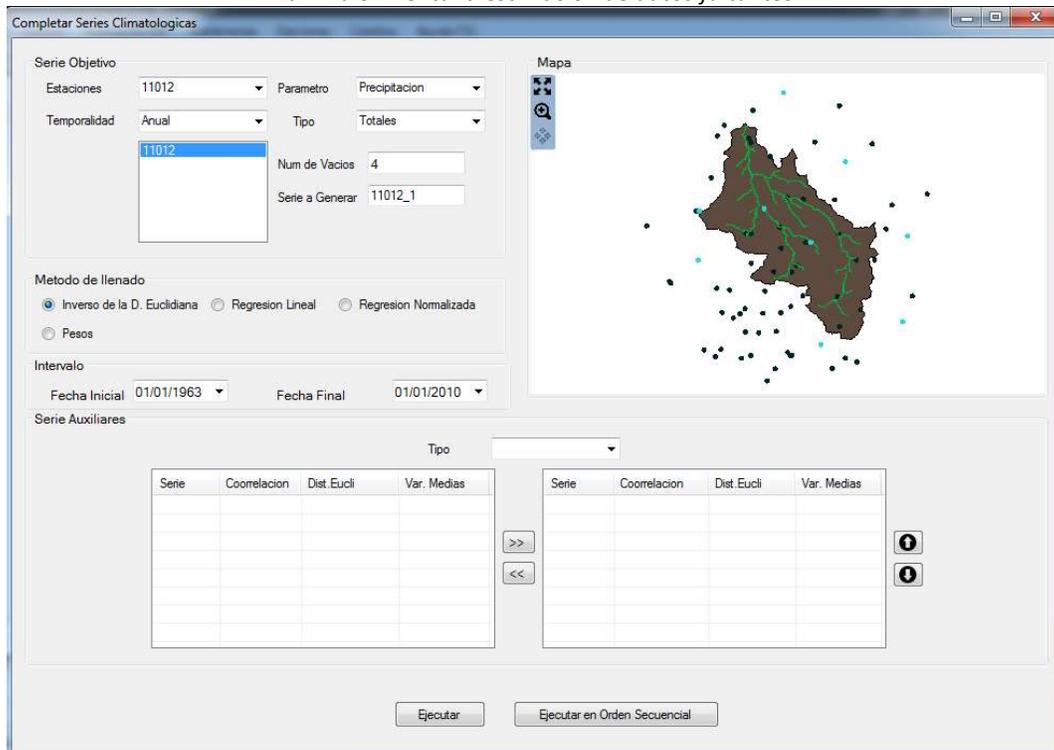


3.6.7. Estimación de datos faltantes

Para estimar los datos faltantes se requiere ir a la opción Gestión de datos\Estimación de datos faltantes de la barra de menús.

En esta ventana seleccione la serie que desea llenar, al momento aparecerá la cantidad de vacíos que contiene y el rango de años. También aparecerá una sugerencia para el nombre de la nueva serie a generar; tal nombre no puede ser uno existente en las demás series.

Lámina 57 Ventana estimación de datos faltantes



El siguiente paso es seleccionar el tipo de datos con que se pretende llenar la serie para desplegar las opciones para ser estaciones auxiliares, en el listado de estaciones auxiliares aparece la correlación con la “estación objetivo” la distancia a la que está la estación a la que pertenece y la variación de la media con respecto a la estación objetivo.

Con los botones >> y << seleccionar las estaciones auxiliares. Como referencia se ha colocado un pequeño mapa, copia del original.



Lámina 58 Ventana de estimación de datos faltantes, selección de estaciones auxiliares

The screenshot shows the 'Completar Series Climatologicas' window. The 'Serie Objetivo' section has 'Estaciones' set to 15078, 'Parametro' to Precipitación, 'Temporalidad' to Diaria, and 'Tipo' to Totales. The 'Numero de Vacios' is 2215 and 'Serie a Generar' is 15078_2. The 'Metodo de llenado' section has 'Inverso de la D. Euclidiana' selected. The 'Intervalo' section has 'Fecha Inicial' as 01/01/1961 and 'Fecha Final' as 31/12/2009. The 'Serie Auxiliares' section shows a list of stations with their correlation, distance, and variance. A map on the right shows the geographical location of the stations.

Serie	Coorelacion	Dist. Eucli	Var. Medias
11012	0.4116957...	72396.32	1.16
13012	0.2313611...	62501.45	1.68
13053	0.2583151...	80404.11	1.59
13080	0.2895771...	58196.46	1.55
13083	0.3373563...	55684.8	1.47
13101	0.2790488...	55588.22	1.28
13149	0.3750360...	38451.27	0.94

Serie	Coorelacion	Dist. Eucli	Var. Medias
13064	0.288921157...	65024.71	1.32
13072	0.160149765...	43894.84	0.82
13076	0.248678186...	73215.12	1.49

Seleccione el método y el intervalo de la nueva serie a generar, puede incrementar los límites temporales de la serie se lo requiere. Para aplicar el llenado bastara con dar clic en el botón Ejecutar; una vez hecho esto el programa generara la nueva serie y le indicara la cantidad de datos que estimo.

Lámina 59 Ventana de estimación de datos faltantes, estimación de datos completa

The screenshot shows the 'Completar Series Climatologicas' window with a dialog box overlaid. The dialog box contains the text 'Se han llenado: 2009 vacios' and an 'Aceptar' button. The 'Serie Objetivo' section has 'Estaciones' set to 15078, 'Parametro' to Precipitación, 'Temporalidad' to Diaria, and 'Tipo' to Totales. The 'Numero de Vacios' is 2215 and 'Serie a Generar' is 15078_DLL. The 'Metodo de llenado' section has 'Inverso de la D. Euclidiana' selected. The 'Intervalo' section has 'Fecha Inicial' as 01/01/1961 and 'Fecha Final' as 31/12/2009. The 'Serie Auxiliares' section shows a list of stations with their correlation, distance, and variance. A map on the right shows the geographical location of the stations.

Serie	Coorelacion	Dist. Eucli	Var. Medias
15244	0.4497934...	26222.06	0.94
15245	0.4455391...	21480.6	0.93
15260	0.4135736...	31464.52	1.06
15261	0.3208531...	23671.6	0.94
15267	0.4315515...	28643.57	0.86
15273	0.4487446...	24904.7	0.84
15277	0.5641904...	15651.62	1.04

Serie	Coorelacion	Dist. Eucli	Var. Medias
15084	0.54657475...	7874.2	0.79
15071	0.619593973...	11937.82	0.89
15009	0.652110116...	10286.98	0.93
15139	0.644984999...	9781.19	0.96
15251	0.611546802...	9349.07	1.04

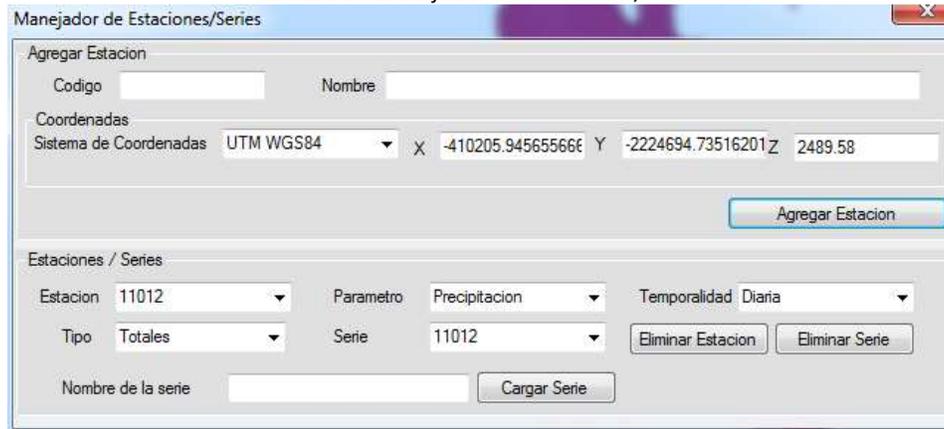
3.6.8. Manejador de estaciones y series

El programa cuenta con un útil manejador de series y estaciones, el cual permite:

- Eliminar estaciones
- Agregar Estaciones
- Eliminar series de datos
- Cargar nuevas series de datos desde un archivo “.txt”

Estas opciones son accesibles desde la opción Gestión de datos/ Manejador de estaciones disponible en la barra de menú.

Lámina 60 Manejador de estaciones/series



Para introducir una serie al programa el archivo deberá estar delimitado por comas y contener el siguiente formato:

Lámina 61 Formato de adición de series



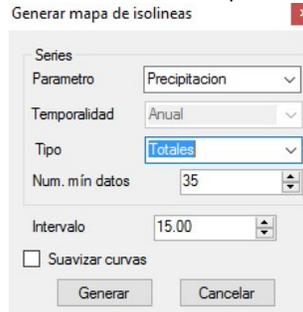
Donde la fecha se representara de la siguiente manera: YYYY.MMDD.

3.7. Herramientas adicionales

3.7.1. Creación de mapas de isolíneas

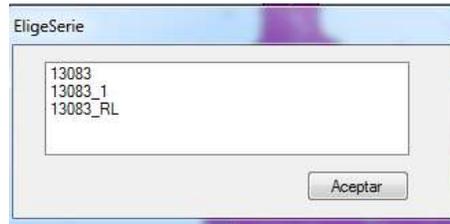
A partir de las ubicaciones o “estaciones” localizadas en el proyecto y las series asociadas a estas el programa es capaz de generar mapas de isolíneas. Para utilizar esta funcionalidad se debe utilizar la opción Herramientas adicionales/Generar mapas de isolíneas.

Lámina 62 Generación de mapas de isolíneas



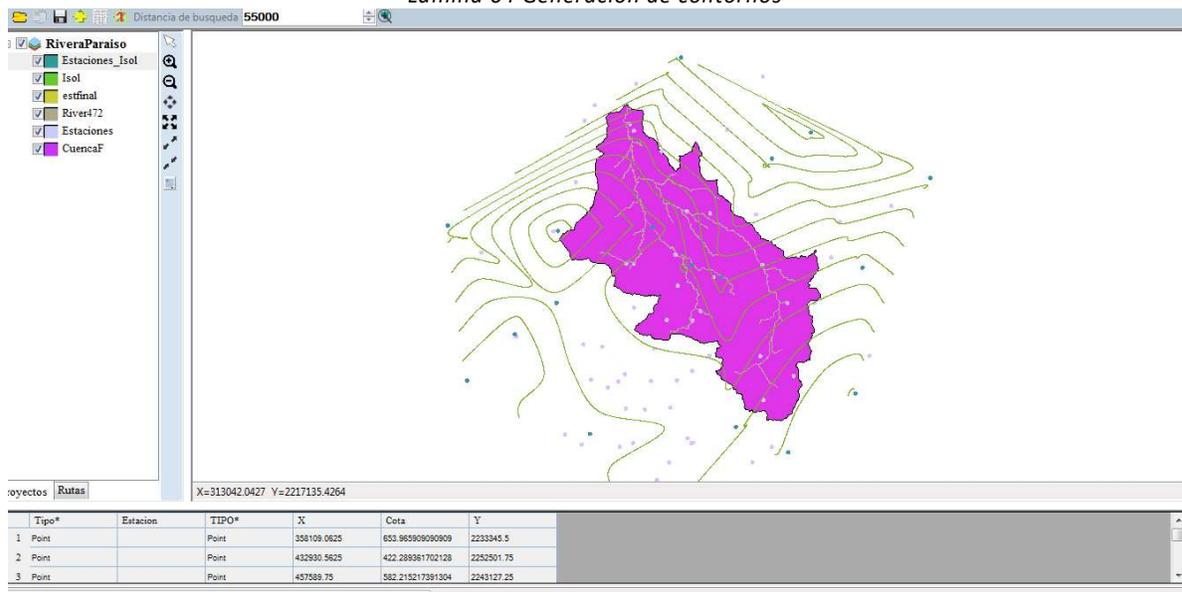
En esta ventana el usuario elegirá los parámetros para la búsqueda automática de series, y en caso de que una estación tenga más de una serie que cumpla los filtros se desplegará la siguiente ventana de selección:

Lámina 63 Selección de series cuando la misma estación tiene más de una que cumple con los requisitos



Finalmente se genera el tema de contornos correspondiente y adicionalmente el tema de las estaciones utilizadas

Lámina 64 Generación de contornos

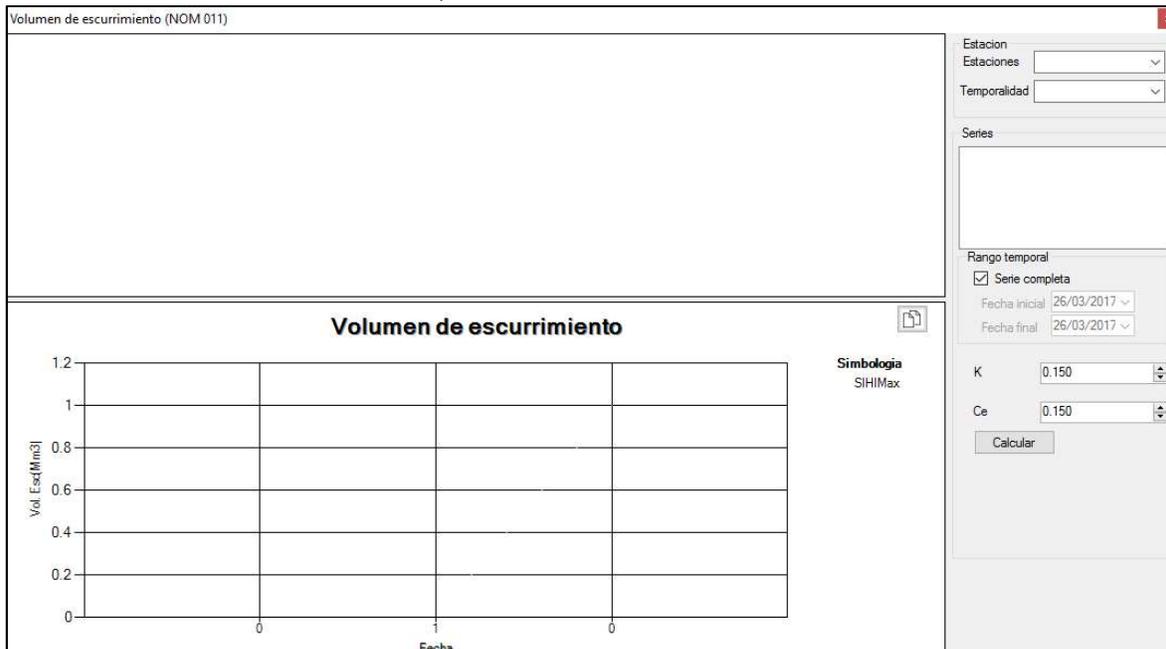


3.7.2. Estimación del volumen de escurrimiento (NOM 011)

Para el cálculo de la disponibilidad hídrica la Comisión Nacional del Agua cuenta con la Norma 011, en la cual se basa esta determinación.

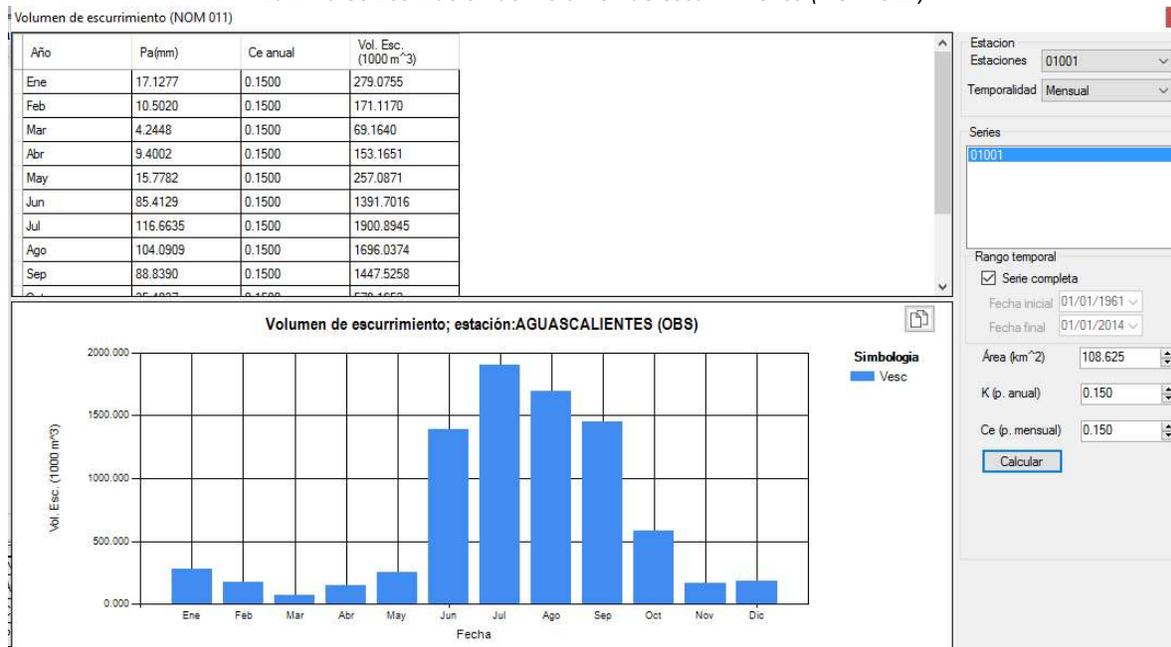
El programa cuenta con esta opción en el menú Herramientas adicionales\Volumen de escurrimiento (NOM 011), esta opción desplegará la siguiente ventana:

Lámina 65 Ventana para la estimación del volumen de escurrimiento



En esta ventana el usuario elegirá la estación y la serie de precipitación anual correspondiente e indicará el factor k de la norma 011.

Lámina 66 Estimación del volumen de escurrimiento (NOM 011)



3.7.3. Generación de mapas de intensidad y/o lamina de lluvia

Para generar el tema de isoclinas de intensidad en base a los ajustes almacenados en el proyecto el programa cuenta con la opción Herramientas adicionales\Generar isoclinas de curvas IDTr.

Lámina 67 Ventana para generar isoclinas de intensidad

Generar contornos de intensidad o precipitación ✕

Estación/serie

16006\ANTUNEZ	>> << +>
16012\CAJONES	
16026\CUATRO CAMI	
16062\LA HUACANA	
16064\LA PASTORIA	
16074\LOS PANCHES	
16085\PARACUARO	
16089\PLANTA EL CC	
16127\TARETAN (CFE	
16149\APATZINGAN I	

Metodología y parámetros

Modelo	Potencial	▼
Modalidad	Intensidad	▼
Unidades	mm/h	▼
Periodo de retorno	2	▼ Parametro R
Duración (hrs)	1.00 ▲▼	
Intervalo de interpolación (mm)	15.00 ▲▼	
Grado de curvatura (0-10)	10 ▲▼	

Suavizar curvas Calcular

Para la generación de isoclinas de intensidad se omite la corrección areal debido a que los datos se consideran puntuales.

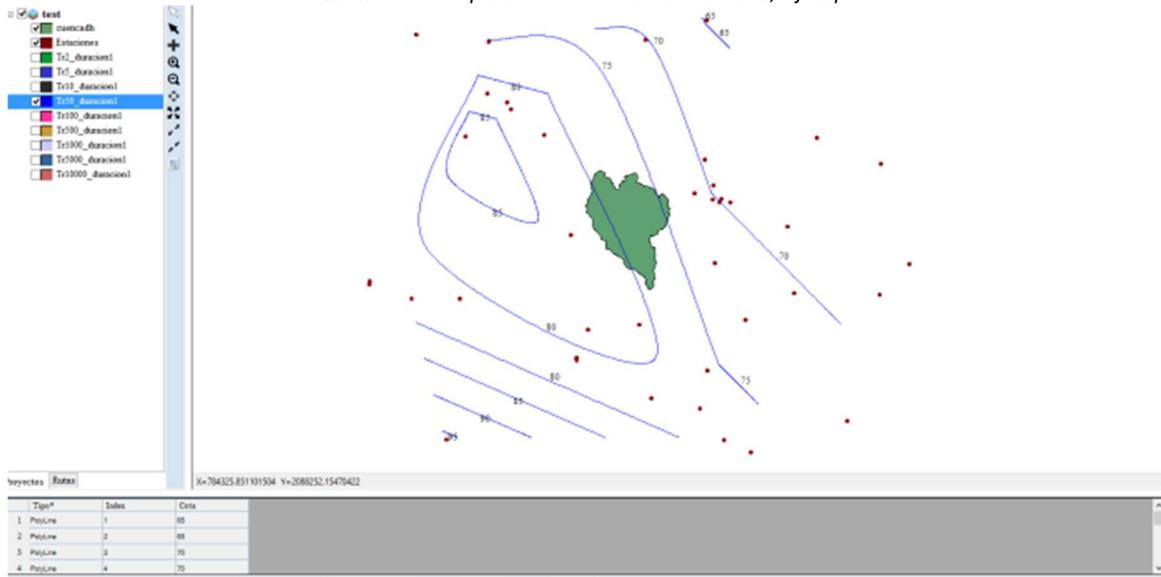
Seleccionar el modelo a aplicar, el periodo de retorno, duración e intervalo deseado. Una vez hecho esto dar clic en el botón continuar.

El programa seleccionara automáticamente las estaciones que contengan datos de las máximas veinticuatro horas extrapolados para cada periodo de retorno dado, mediante el cual calcula el valor de la intensidad para cada estación.

Se crea un ShapeFile en a la ubicación del archivo del proyecto el cual contendrá en su base de datos el valor de la intensidad de cada polilínea. Este tema se anexará a la visualización del mapa.



Lámina 68 Mapa de isoclasas de intensidad, ejemplo



3.8. Modelación de cuencas

El módulo de modelaciones del programa incluye las siguientes funciones:

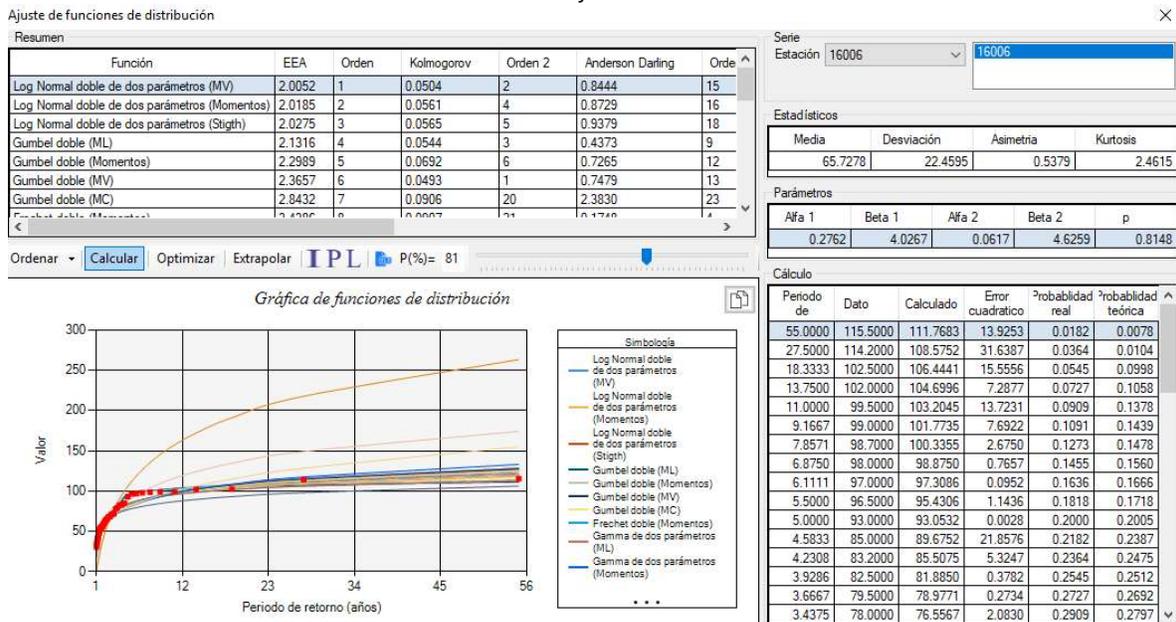
- Ajuste de funciones de distribución.
- Estimación de curvas I-D-Tr.
- Creación de hietogramas de diseño.
- Calculo de hidrogramas de diseño.
- Tránsito de avenidas por embalses de características determinadas (curvas área-elevación y configuración de vertedores).

3.8.1. Ajuste de funciones de distribución

Con el objetivo de generar las curvas I-D-Tr el programa incluye un total de 29 ajustes de funciones de distribución, los cuales podrán ser aplicados a las series de precipitación máxima incluidas en el proyecto en ejecución.

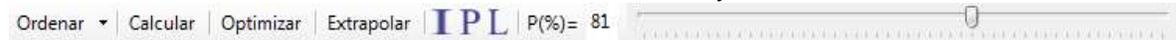
La opción se encuentra en la barra de menú Modelaciones/ Funciones de distribución.

Lámina 69 Módulo de funciones de distribución



Esta ventana cuenta con una barra de herramientas la cual nos permite manipular las opciones graficas del programa, ordenar los resultados en base a alguna de las pruebas de bondad de ajuste.

Lámina 70 Barra de herramientas del módulo de funciones de distribución



Opciones de la barra de herramientas:

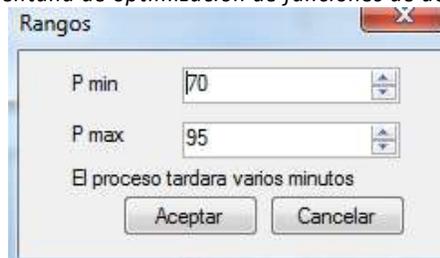
- Ordenar: Permite ordenar los ajustes a partir de las pruebas de bondad de ajuste efectuadas.
- Calcular: Permite calcular el ajuste en base a los cambios hechos en la configuración del programa (decimales, parámetro p, funciones de distribución objetivo).
- Extrapolar Datos: Obtiene el resultado del ajuste para cada uno de los periodos de retorno incluidos en la configuración.

- **I** : Muestra gráficamente el ajuste de la función seleccionada en la tabla resumen, al cambiar de fila seleccionada, si esta opción esta deshabilitada se mostrara el en el grafico el ajuste de todas las funciones aplicadas.
- **P** : Al seleccionar esta opción el programa mostrara al usuario en el eje "x" del grafico la Probabilidad Acumulada, si esta opción esta deshabilitada se mostrara el periodo de retorno.
- **L** : El grafico se mostrará en escala logarítmica si el usuario selecciona esta opción. De no ser así la escala será aritmética.
- **P (%)**: Parámetro p de las funciones de distribución de dos poblaciones en porcentaje.

3.8.1.1. Optimizar funciones de distribución

Una vez que el usuario el programa ha realizado el primer ajuste a la serie el usuario tiene la posibilidad de optimizar el parámetro p en las funciones de dos poblaciones. Para realizar el ajuste el programa cuenta con Optimizar de la barra de herramientas. El programa desplegara la siguiente ventana:

Lámina 71 Ventana de optimización de funciones de dos poblaciones

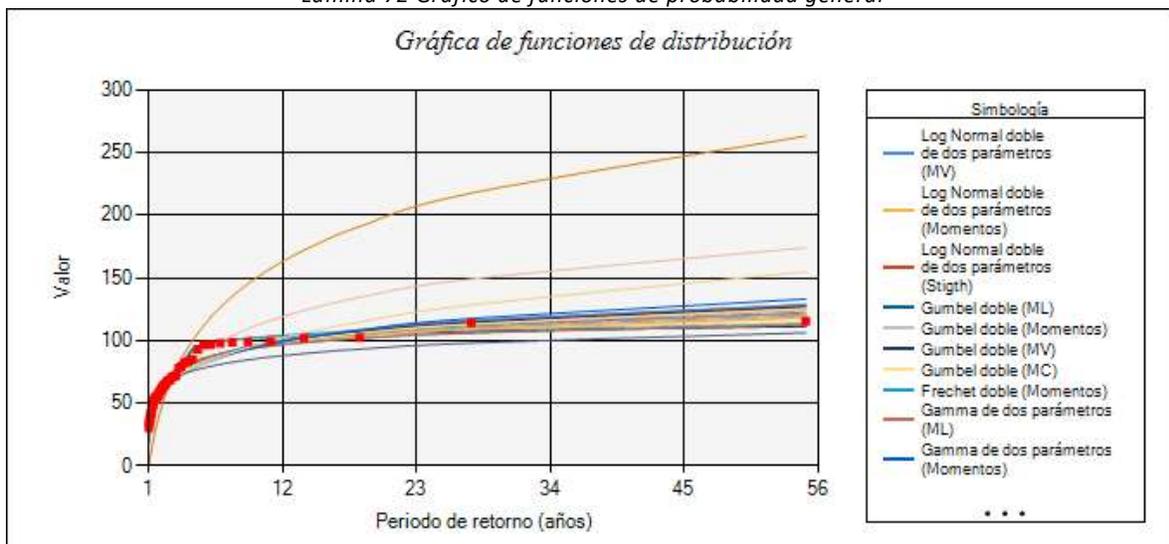


En este el usuario colocara los rangos (en %) de iteración de la variable, cabe mencionar que el número mínimo de datos de una serie que toma en consideración el programa es 3.

3.8.1.2. Gráfico de funciones de distribución

Posterior al ajuste el programa muestra al usuario un gráfico con las funciones de distribución y la serie original como el siguiente:

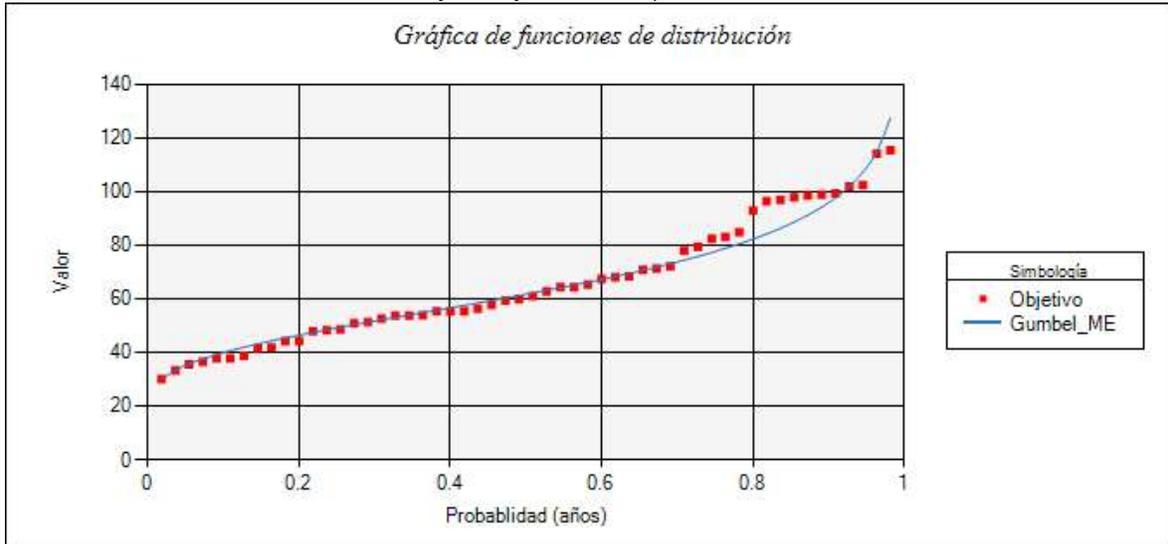
Lámina 72 Gráfico de funciones de probabilidad general



El usuario tiene la posibilidad de copiar este gráfico al portapapeles desde el botón .

De forma adicional el usuario puede modificar la gráfica desde la barra de tareas, haciendo que esta se muestre en escala logarítmica, que grafique probabilidad acumulada o periodo de retorno y tiene la posibilidad de elegir entre mostrar el ajuste seleccionado o todos.

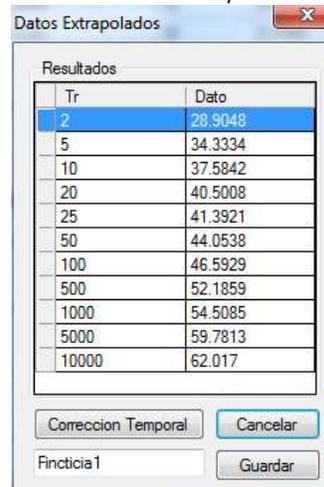
Lámina 73 Gráfico de funciones de probabilidad individual



3.8.1.3. Extrapolar datos

Una vez que el usuario ha elegido un ajuste, el proceso para extrapolar datos es simple. Basta con seleccionar el renglón de la distribución elegida y dar clic en el botón “Extrapolar” de la barra de herramientas, acto seguido aparecerá en la pantalla la siguiente ventana:

Lámina 74 Ventana de extrapolación de datos



Tr	Dato
2	28.9048
5	34.3334
10	37.5842
20	40.5008
25	41.3921
50	44.0538
100	46.5929
500	52.1859
1000	54.5085
5000	59.7813
10000	62.017

En esta ventana el usuario podrá hacer la corrección por temporalidad, misma que significa aumentar en un 13% los valores. Para continuar con la generación de curvas el usuario deberá guardar el ajuste con algún nombre en específico.

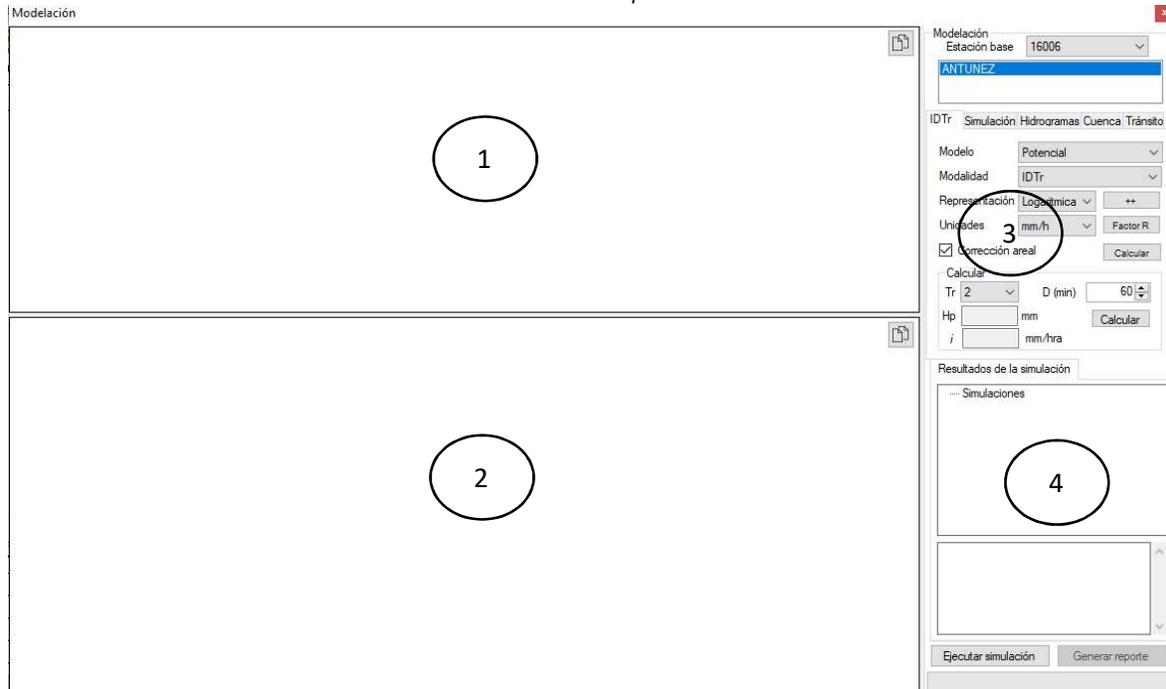
3.8.2. Obtención de curvas I-D-Tr, hietogramas, hidrogramas y tránsitos de avenida

Para obtener las curvas IDTr procedentes de una serie ajustada es necesario:

- Ajustar las funciones de distribución
- Extrapolar los datos
- Guardar el ajuste
- Modelaciones/Modelar cuenca

Este menú desplegara la siguiente ventana:

Lámina 75 Ventana utilizada para modelar cuencas



La ventana se compone de 4 partes principales:

1. Área de grafico superior: empleada para mostrar las curvas I-D-Tr, hietogramas y la evolución de las elevaciones-volúmenes en función del tiempo.
2. Área de grafico inferior: Empleada para mostrar los hidrogramas modelados (hidrogramas de diseño e hidrogramas transitados).
3. Pestañas de introducción de datos: Diseñadas para introducir los datos requeridos por el programa para modelar la cuenca.
4. Área de resultados de la simulación: Para cada periodo de retorno el programa cargara un menú de datos con el resumen de cada elemento.

El primer paso para configurar los parámetros de la simulación es seleccionar la estación y serie extrapolada que se empleara para la estimación de las curvas I-D-Tr y por lo tanto la generación de los hietogramas de diseño.

El siguiente paso es definir el tipo de modelo a emplear para la estimación de las curvas I-D-Tr dentro de la primera pestaña. Mientras tanto en la segunda se tendrá que definir el tipo de hietograma y el modelo de cálculo a emplear para la estimación del hidrograma.



Lámina 76 Primera pestaña, modelo de curvas I-D-Tr

Modelación
Estación base 16006

ANTUNEZ

IDTr Simulación Hidrogramas Cuenca Tránsito

Modelo Potencial

Modalidad IDTr

Representación Logarítmica ++

Unidades mm/h Factor R

Corrección areal Calcular

Calcular

Tr 2 D (min) 60

Hp mm Calcular

i mm/hra

Lámina 77 Segunda pestaña, Intervalos de simulación

IDTr Simulación Hidrogramas Cuenca Tránsito

Intervalos de simulación

Duración de la simulación (h) 24.00

Intervalo (h) 15 minutos

Lámina 78 Tercera pestaña, modelo de hidrograma

IDTr Simulación Hidrogramas Cuenca Tránsito

Tipo de hidrograma
Hidrograma Unitario Adimensional de la SCS

Hietograma

Bloques alternados

SCS Tipo I

HUFF Primer Cuartil

Recomendación USBR

Duración de la tomanta (h) 24.00

Intervalos 24

Dividir hietogramas

Como cuarto paso se deben introducir los parámetros de la cuenca (área, número de escurrimiento, tiempo de concentración, pérdida mínima por infiltración, coeficiente de escurrimiento) dependiendo el método de cálculo seleccionado.

Lámina 79 Cuarta pestaña, parámetros de la cuenca

IDTr Simulación Hidrogramas Cuenca Tránsito

Área (km²)

Número de escumimiento

Tiempo de concentración (h)

Pérdida mínima (mm)

En la última pestaña de forma opcional introducirá una serie de curvas X,Y mediante un archivo con extensión .txt, así como la configuración del tipo y cantidad de vertedores presentes en la simulación.

Lámina 80 Quinta pestaña, transito de avenidas

IDTr Simulación Hidrogramas Cuenca Tránsito

Considerar tránsito de avenidas

Embalse

Curvas elevación-área ..

Elevación inicial (msnm)

Vertedor

Elemento	Editar	Quitar

Lámina 81 Formato de archivo elevación-área (msnm-m²)

```

Elev,Área
1729.71,0.00
1730.00,96.65
1731.00,851.84
1732.00,4376.56
1733.00,7419.65
1734.00,10909.85
1735.00,14816.62
1736.00,18560.70
1737.00,22369.40
1738.00,27571.52
1739.00,33461.13
1740.00,39303.23
1741.00,44478.33
1742.00,50050.27
1743.00,55921.16
1744.00,62539.88
1745.00,69004.36

```

Lámina 82 Configuración de vertedores

Elementos

Nombre

Tipo

Vertedor

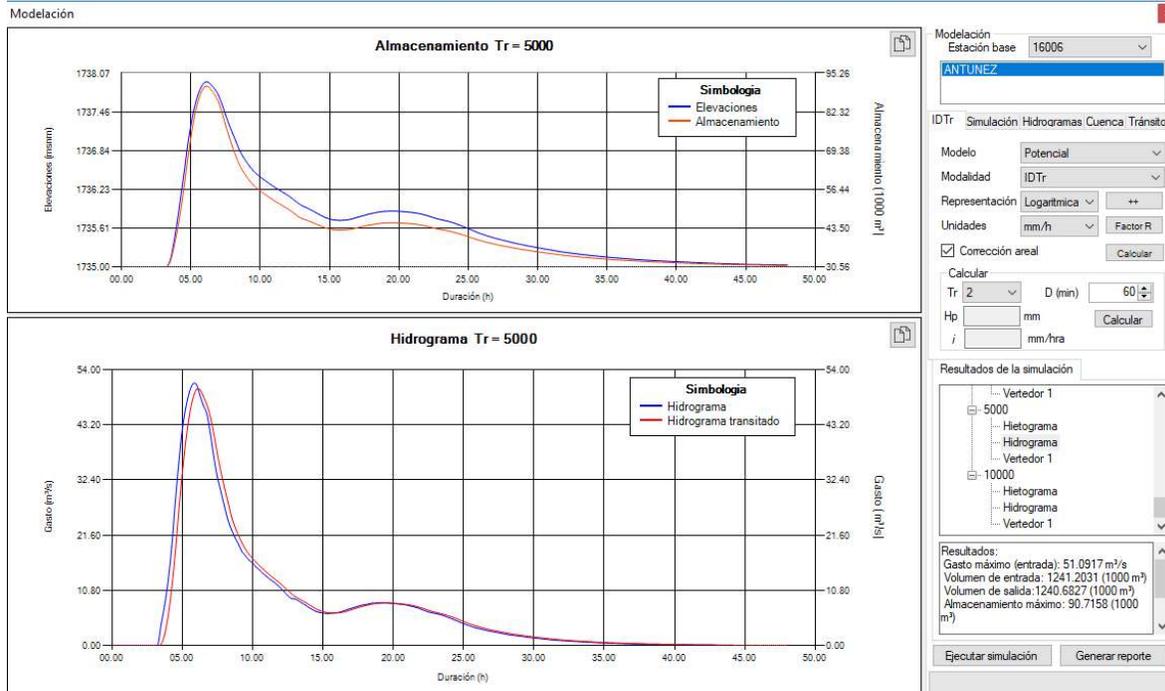
Longitud

Coefficiente de descarga

Elevacion

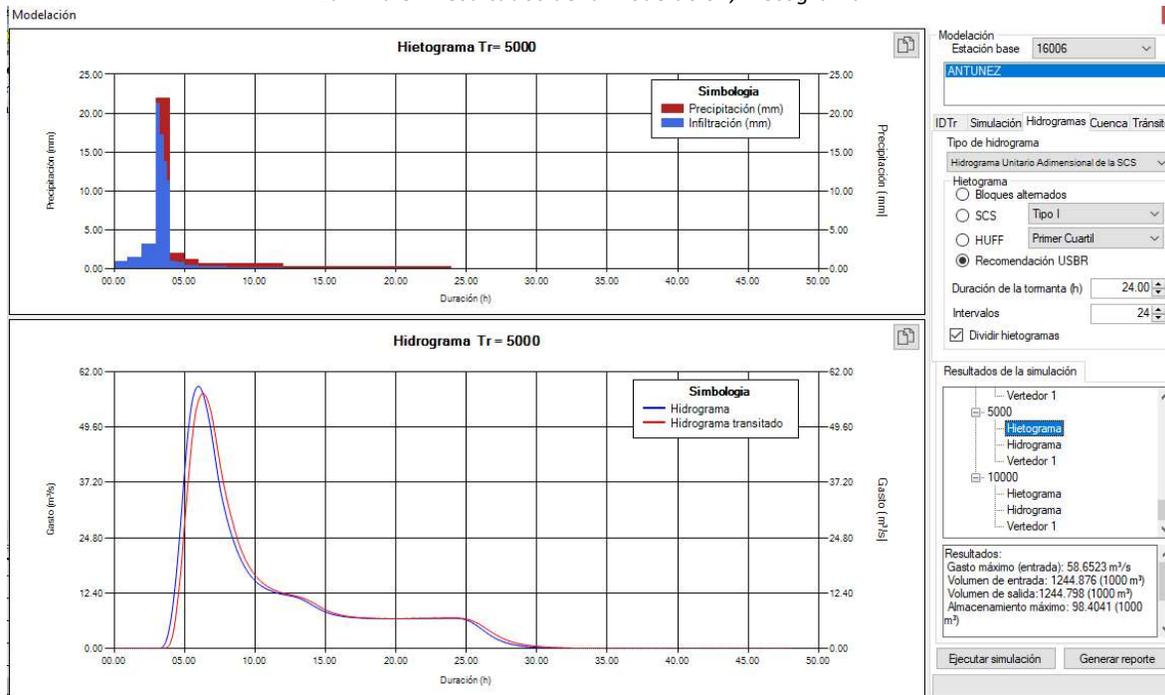


Lámina 83 Resultados de la modelación



Al seleccionar en la ventana de resultados de la simulación los diferentes elementos de la simulación se mostrar los resultados de forma gráfica.

Lámina 84 Resultados de la modelación, hietograma



Para observar los resultados numéricos de cada elemento basta con dar doble clic sobre el nombre del elemento que se desea o en su defecto en el elemento denominado "Simulaciones" para obtener un resumen de las mismas.



Lámina 85 Tabla de resumen de resultados

Resultados



Resumen							
Periodo de retomo (años)	Hora de gasto máximo de entrada (h)	Gasto máximo de entrada (m ³ /s)	Hora de gasto máximo de salida (h)	Gasto máximo de salida (m ³ /s)	Elevación máxima (msnm)	Almacenamiento máximo (m ³)	Gasto en el vertedor: Vertedor 1 (m ³ /s)
2.0000	6:30	3.1774	7,25	3.0242	1735.4506	38064.7681	3.0242
5.0000	6:15	17.9697	6,5	17.4567	1736.4498	56406.8750	17.4567
10.0000	6:00	24.0144	6,5	23.4237	1736.7637	62822.5594	23.4237
20.0000	6:00	27.1042	6,5	26.4219	1736.9112	65836.0606	26.4219
25.0000	6:00	27.9468	6,5	27.2378	1736.9504	66636.0504	27.2378
50.0000	6:00	30.3485	6,5	29.4963	1737.0567	69064.5807	29.4963
100.0000	6:00	32.6463	6,5	31.6678	1737.1565	71550.8093	31.6678
200.0000	6:00	35.1321	6,5	34.0486	1737.2633	74212.0875	34.0486
500.0000	6:00	39.6663	6,25	38.5133	1737.4570	79041.5272	38.5133
1000.0000	6:00	44.8871	6,25	43.6941	1737.6727	84417.3815	43.6941
5000.0000	6:00	58.6523	6,25	57.0098	1738.1913	98404.0559	57.0098
10000.0000	6:00	64.6666	6,25	62.8687	1738.4064	104956.7268	62.8687

Hietogramas								
Periodo (h)	Precipitación (Tr-2) (mm)	Precipitación efectiva (Tr-2) (mm)	Precipitación (Tr-5) (mm)	Precipitación efectiva (Tr-5) (mm)	Precipitación (Tr-10) (mm)	Precipitación efectiva (Tr-10) (mm)	Precipitación (Tr-20) (mm)	Precipitación efectiva (Tr-20) (mm)
0 a 0.25	0.4462	0.0000	0.6838	0.0000	0.7530	0.0000	0.7855	0.0000
0.25 a 0.5	0.4462	0.0000	0.6838	0.0000	0.7530	0.0000	0.7855	0.0000
0.5 a 0.75	0.4462	0.0000	0.6838	0.0000	0.7530	0.0000	0.7855	0.0000
0.75 a 1	0.4462	0.0000	0.6838	0.0000	0.7530	0.0000	0.7855	0.0000
1 a 1.25	0.6519	0.0000	0.9989	0.0000	1.1001	0.0000	1.1475	0.0000
1.25 a 1.5	0.6519	0.0000	0.9989	0.0000	1.1001	0.0000	1.1475	0.0000
1.5 a 1.75	0.6519	0.0000	0.9989	0.0000	1.1001	0.0000	1.1475	0.0000
1.75 a 2	0.6519	0.0000	0.9989	0.0000	1.1001	0.0000	1.1475	0.0000

Para obtener un reporte en formato *.xls o *.csv de clic en el botón generar reporte y elija el directorio y extensión del reporte; una vez generado el reporte lo podrá abrir en cualquier editor de hoja de cálculo.



Lámina 86 Reporte de resultados de la simulación

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
		Periodo de retorno (años)	Hora de gasto máximo de entrada (h)	Gasto máximo de entrada(m³/s)	Hora de gasto máximo de salida (h)	Gasto máximo de salida (m³/s)	Elevación máxima (msnm)	Almacenamiento máximo (m³)	Gasto en el vertedor: Vertedor 1 (m³/s)
1									
2		2	06:30	3.1774	7.25	3.0242	1735.4506	38064.7681	3.0242
3		5	06:15	17.9697	6.5	17.4567	1736.4498	56406.875	17.4567
4		10	06:00	24.0144	6.5	23.4237	1736.7637	62822.5594	23.4237
5		20	06:00	27.1042	6.5	26.4219	1736.9112	65836.0606	26.4219
6		25	06:00	27.9468	6.5	27.2378	1736.9504	66636.0504	27.2378
7		50	06:00	30.3485	6.5	29.4963	1737.0567	69064.5807	29.4963
8		100	06:00	32.6463	6.5	31.6678	1737.1565	71550.8093	31.6678
9		200	06:00	35.1321	6.5	34.0486	1737.2633	74212.0875	34.0486
10		500	06:00	39.6663	6.25	38.5133	1737.457	79041.5272	38.5133
11		1000	06:00	44.8871	6.25	43.6941	1737.6727	84417.3815	43.6941
12		5000	06:00	58.6523	6.25	57.0098	1738.1913	98404.0559	57.0098
13		10000	06:00	64.6666	6.25	62.8687	1738.4064	104956.727	62.8687



3.9. Extracción de datos en formato "*.xls"/"*.csv"

Para extraer los datos de las series de un proyecto se debe dar clic en la opción Archivo\Generar reporte con lo cual se desplegará la siguiente ventana:

Lámina 87 Ventana de extracción de datos

Se eligen los parámetros de filtro y se da clic en el botón aceptar. Posteriormente se elige la ruta en la cual se generará el reporte.

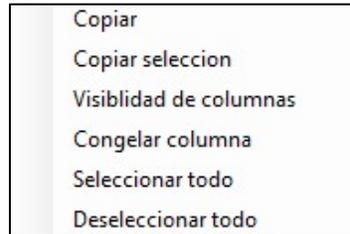
Lámina 88 Reporte generado

Tipo*	Codigo	Nombre	X	Y	Z	%Len	Fin	FFin	Años	F_Act	Obs	%Len(Pr)	Fin(Pr)	FFin(Pr)	Años(Pr)
Point	13012	HUICHAPAN	-99.6426667	20.3695	2120	93.54	abr-03	nov-10	93	10/01/2012		93.64	abr-03	nov-10	103
Point	13072	ETA 027 NOP	-99.75	20.2166667	2334	76.23	sep-73	ago-80	7	10/01/2012		85.68	sep-73	ago-80	8
Point	13083	PRESA MADR	-99.7196667	20.3206667	2172	91.23	sep-39	nov-78	64	10/01/2012		91.3	sep-39	nov-78	64
Point	13101	SAN BARTOL	-99.4833333	20.2333333	2282	99.77	ene-74	dic-78	4	10/01/2012		100	ene-74	dic-78	4
Point	13152	EL POTRERO	-99.738	20.473	1880	98.65	mar-86	dic-10	25	10/01/2012		99.23	mar-86	dic-10	25
Point	13155	MARAVILLAS	-99.585	20.2028333	2425	87.32	feb-86	jul-11	23	10/01/2012		87.71	feb-86	jul-11	23
Point	13156	TLAXCALILLA	-99.8085	20.3738333	2200	95.04	feb-86	nov-10	24	10/01/2012		95.53	feb-86	nov-10	24
Point	15001	ACAMBAY	-99.8408333	19.954	2544	90.81	may-57	dic-06	39	10/01/2012		90.85	may-57	dic-06	40
Point	15002	ACULCO SMI	-99.8186667	20.1	2490	83.34	ene-61	ene-11	48	10/01/2012		84.06	ene-61	ene-11	50
Point	15009	ATLACOMUL	-99.8833333	19.8	2560	87.04	ene-61	jun-76	14	10/01/2012		96.91	ene-61	jun-76	16
Point	15024	PRESA DANX	-99.553	19.8848333	2490	98.08	ene-51	sep-11	61	10/01/2012		98.02	ene-51	sep-11	61
Point	15029	EL TEJOCOTE	-99.9171667	19.857	2449	96.05	ene-69	oct-10	42	10/01/2012		96.5	ene-69	oct-10	42
Point	15031	HACIENDA SI	-100.052167	19.9693333	2355	92.5	ene-61	jul-89	29	10/01/2012		94.69	ene-61	jul-89	29
Point	15064	OXTHOC	-99.54	20.1185	2353	97.76	ene-61	ago-08	44	10/01/2012		97.47	ene-61	ago-08	46
Point	15069	POLOTITLAN	-99.8408333	20.2181667	2280	96.2	ene-61	nov-08	40	10/01/2012		97.41	ene-61	nov-08	41
Point	15071	PRESA EL TIG	-99.6851667	19.7748333	2710	96.97	ene-61	ago-09	46	10/01/2012		96.87	ene-61	ago-09	46
Point	15078	PRESA FCO T	-99.7878333	19.8216667	2718	95.49	ene-61	dic-09	45	10/01/2012		95.62	ene-61	dic-09	45
Point	15079	PTE ANDARC	-100.020667	19.9048333	2370	79.77	abr-68	oct-06	18	10/01/2012		94.17	abr-68	oct-06	32

3.10. Funciones adicionales de las tablas del programa

Cada una de las tablas incluidas en el programa poseen un menú desplegable que se acciona al dar clic derecho sobre la tabla; dicho menú se muestra en la siguiente figura.

Lámina 89 Menú desplegable de las tablas del programa



En este menú podrá acceder a las siguientes funciones:

- Copiar: Esta opción permite al usuario colocar en el portapapeles los datos contenidos en la tabla.
- Copiar selección: Esta opción permite al usuario colocar en el portapapeles los datos seleccionados de la tabla.
- Visibilidad de columnas: Permite al usuario ocultar columnas de la tabla.
- Congelar columna: Permite al usuario congelar alguna columna de la tabla.
- Seleccionar todo: Selecciona todos los datos de la tabla.
- Deseleccionar todo: Deselecciona toda el contenido de la tabla.