



► MANUAL DEL PROGRAMA REDGENHID.

Desarrollado por: Ing. Josue Emmanuel Cruz Barragan.

ÍNDICE.

1. Estructura general del programa.
 - a) Menú desplegable.
 - b) Interfaz gráfica de cada sección.
2. Introducir datos.
 - a) Distribución de la GUI.
 - b) Datos.
 - c) Red Hidráulica.
3. Análisis de la red hidráulica.
 - a) Distribución de la GUI.
 - b) Análisis de resultados.
 - c) Gráficas.
4. Algoritmo genético.
 - a) Distribución de la GUI.
 - b) Datos de diseño.
 - c) Resultados de costo.

ÍNDICE (CONTINUACIÓN).

d) Resultados temporales.

e) Gráfica.

5. Ejemplo a resolver.

a) Red hidráulica a optimizar.

b) Propiedades de las tuberías.

c) Propiedades de los nodos.

d) Datos de diseño para la optimización.

6. Solución usando el programa REDGENHID.

a) Ingreso de datos.

I. Forma manual.

II. Usando archivos CSV (*.csv).

III. Usando un archivo de Excel (*.xlsx).

IV. Usando un archivo de Epanet (*.inp).

b) Visualización de la red hidráulica.

ÍNDICE (CONTINUACIÓN).

- c) Análisis de la red hidráulica.
- d) Algoritmo genético.
- e) Resultados de las propiedades.

Estructura General del Programa.

A screenshot of a software window titled 'REDGENHID'. The window has a dark blue background. On the left side, there is a vertical menu bar with several icons: a home icon, a network icon, a gear icon, and a DNA helix icon. The main area of the window contains the text 'REDGENHID' in large, bold, light blue letters. Below it, in smaller, light blue capital letters, is the text 'OPTIMIZACIÓN EN LOS COSTOS DE REDES HIDRÁULICAS USANDO ALGORITMOS GENÉTICOS.'.

REDGENHID

OPTIMIZACIÓN EN LOS COSTOS DE REDES HIDRÁULICAS
USANDO ALGORITMOS GENÉTICOS.

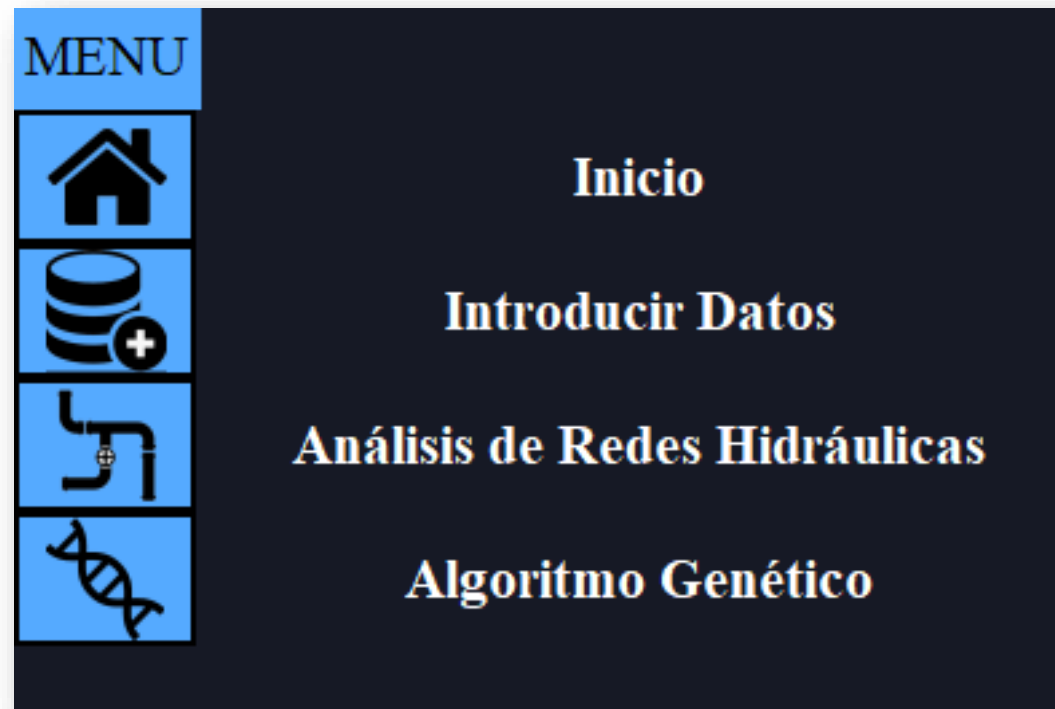
Menú desplegable.

El programa cuenta con un menú del lado izquierdo, que se despliega al pasar el mouse el sobre él.



Interfaz gráfica de cada sección.

Este menú cuenta con la siguientes secciones:



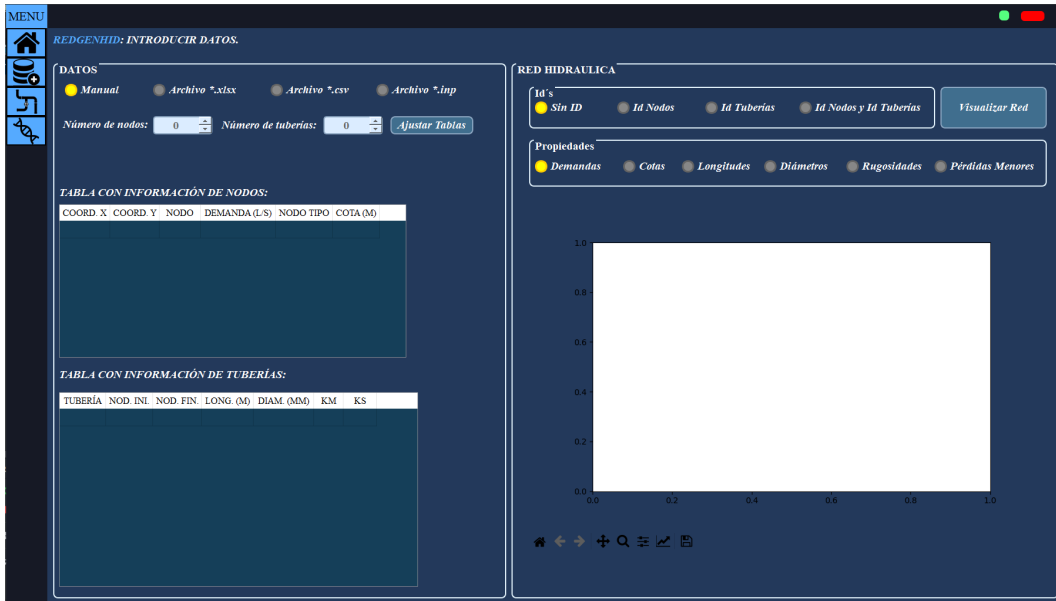
A continuación se mostrarán las interfaces graficas (GUI) de cada sección.

Inicio.



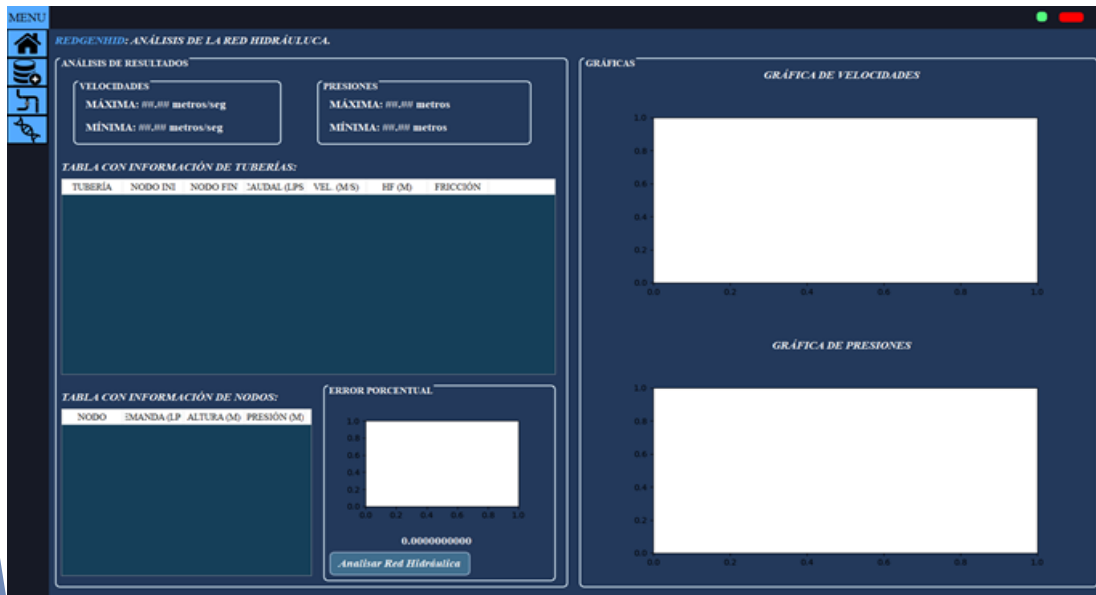
- ▶ Pantalla principal (inicialización del programa).

Introducir datos.



- Datos utilizados para correr el programa, estos pueden ser proporcionados de forma:
 - Manual (escritos por el usuario).
 - En un archivo de Excel ***.xlsx**
 - En un archivo separado por comas (CSV) ***.csv**
 - En un archivo de Epanet ***.inp**

Análisis de Redes Hidráulicas.



► Se analiza la red hidráulica para obtener:

- Velocidades máximas y mínimas, caudales, perdidas por fricción y factores de fricción en las tuberías.
- Presiones máximas y mínimas en los nodos.
- Graficas de velocidades y presiones máximas y mínimas respectivamente.

Algoritmo Genético (A.G.).

REDGENHID: ALGORITMO GENÉTICO.

DATOS

Datos de población

Tamaño de la Población: 5

Número de Generaciones: 5

Tasa de mutación < 5%: 0.05

Cantidad de Diámetros a usar: 1 [Crear Tabla](#)

Datos de diseño

Velocidad Máxima de Diseño: 5.00 m/s

Velocidad Mínima de Diseño: 0.60 m/s

Presión Máxima de Diseño: 50.00 mts.

Presión Mínima de Diseño: 15.00 mts.

Elige la ecuación de regresión a usar:

☒ Lineal ☐ Potencial ☐ Exponencial

Cof. de Determinación: 0.93953

[Correr Algoritmo Genético](#)

RESULTADOS

Resultados de Costos

MEJOR GENERACIÓN: 1000

COSTO HIDRÁULICO: 9999.9999

COSTO DE CONSTRUCCIÓN: 9999.9999

TIEMPO DE EJECUCIÓN: 9999.9999

Resultados de Velocidades y Presiones

VELOCIDAD MÍNIMA: 00.00 metros/seg

VELOCIDAD MÁXIMA: 00.00 metros/seg

PRESIÓN MÁXIMA: 00.00 metros

PRESIÓN MÍNIMA: 00.00 metros

[Guardar Diámetros](#)

DIÁMETROS MÁS OPTIMOS:

TUBERÍA MEJOR DIÁMETRO (mm)

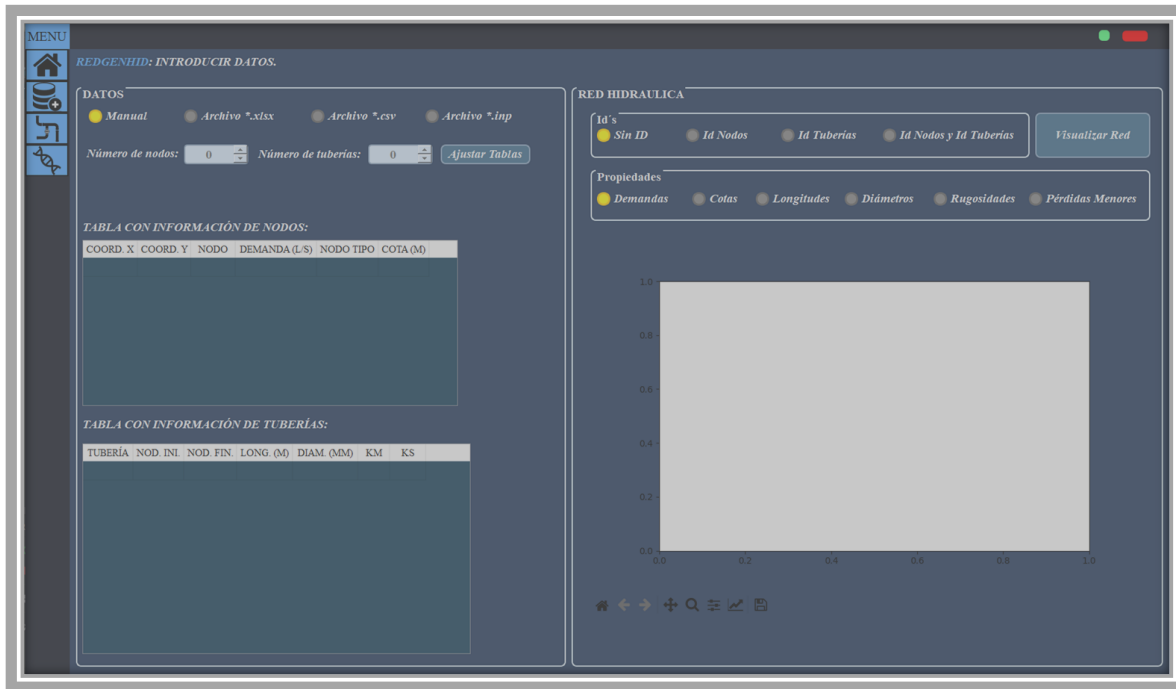
[Exportar Diámetros a Archivo *.CSV](#) XXXX [Cargar la Lista de Diámetros:](#)

GENERACIÓN VS COSTO

DIAM. COM. (mm) COSTO /METRO LINEAL

GEN CC CH DIÁMETROS

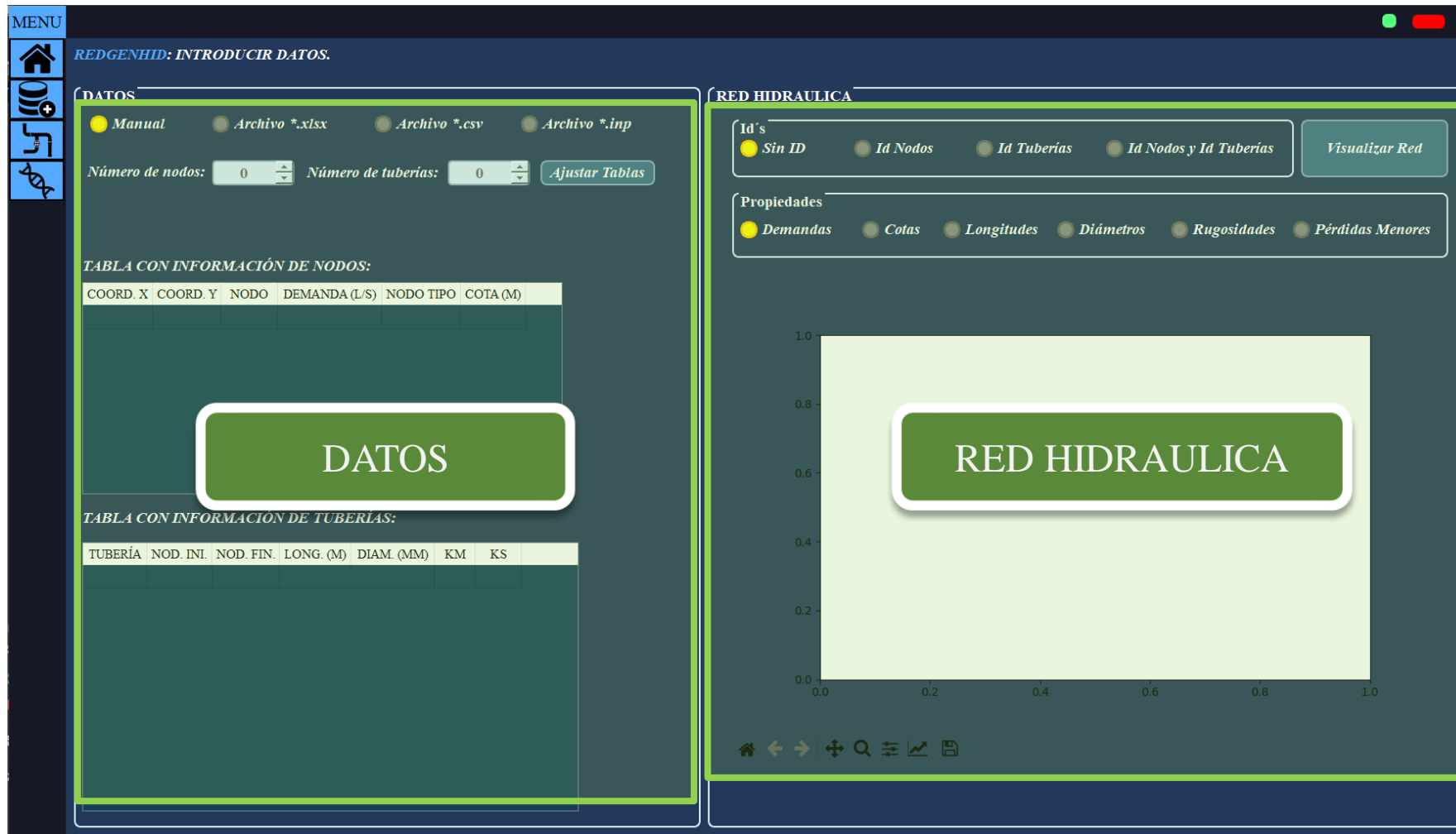
- ▶ El usuario ingresa valores de velocidades y presiones junto con otros datos.
- ▶ El programa busca los diámetros más económicos que satisfagan las demandas pedidas por el usuario.



Introducir datos.

Distribución de la GUI.

Esta GUI esta dividida en la parte de DATOS y RED HIDRAULICA:



Datos.

DATOS

☒ Manual ☐ Archivo *.xlsx ☐ Archivo *.csv ☐ Archivo *.inp

Número de nodos: Número de tuberías: Ajustar Tablas

TABLA CON INFORMACIÓN DE NODOS:

COORD. X	COORD. Y	NODO	DEMANDA (L/S)	NODO TIPO	COTA (M)

TABLA CON INFORMACIÓN DE TUBERÍAS:

TUBERÍA	NOD. INI.	NOD. FIN.	LONG. (M)	DIAM. (MM)	KM	KS

En esta parte del programa se nos permite elegir cómo queremos cargar los datos de la red hidráulica.

Aquí se muestran los datos correspondientes a los nodos de la red hidráulica.

Aquí se muestran los datos correspondientes a las tuberías de la red hidráulica.

Red Hidráulica.

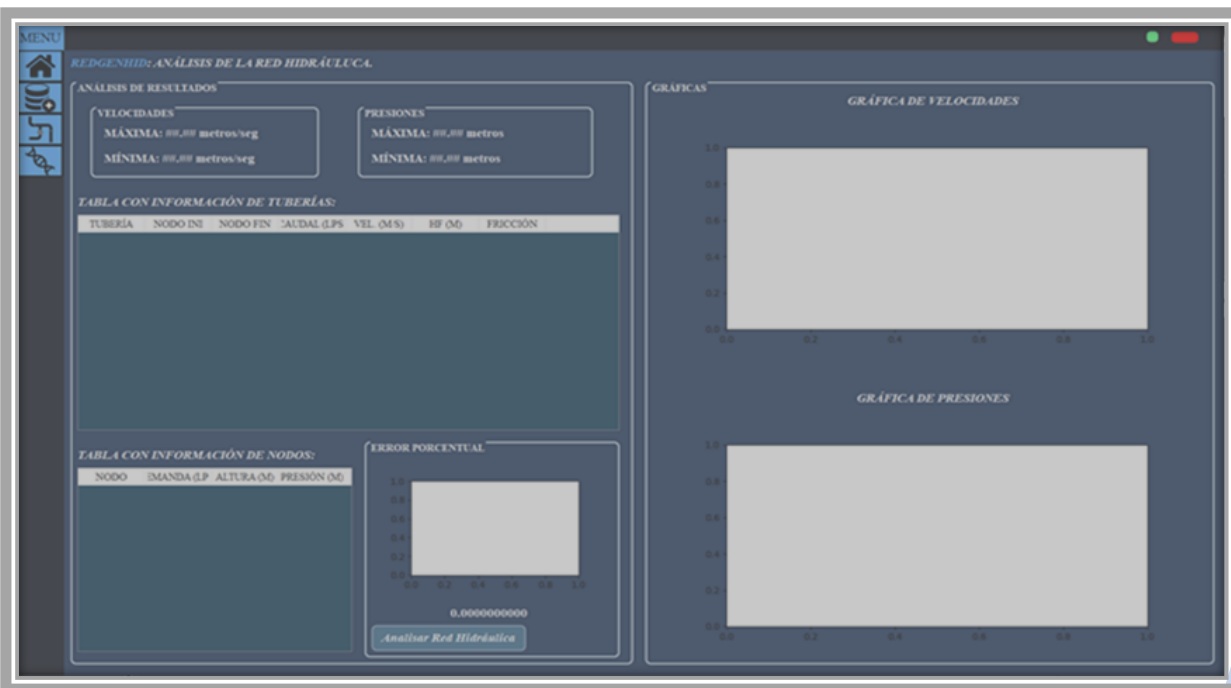


Estos RadioButtons, nos permiten elegir si queremos visualizar la etiqueta de los nodos y/o tuberías en la red hidráulica cuando se dibuje. También cuenta con el botón **Visualizar Red**, que nos dibuja la red hidráulica.

Estos RadioButtons, nos permiten elegir qué propiedad queremos visualizar en la red hidráulica cuando se dibuje.

Aquí se dibuja la red hidráulica.

Análisis de la red hidráulica.



Distribución de la GUI.

Esta GUI esta dividida en la parte de ANÁLISIS DE RESULTADOS y GRÁFICAS:

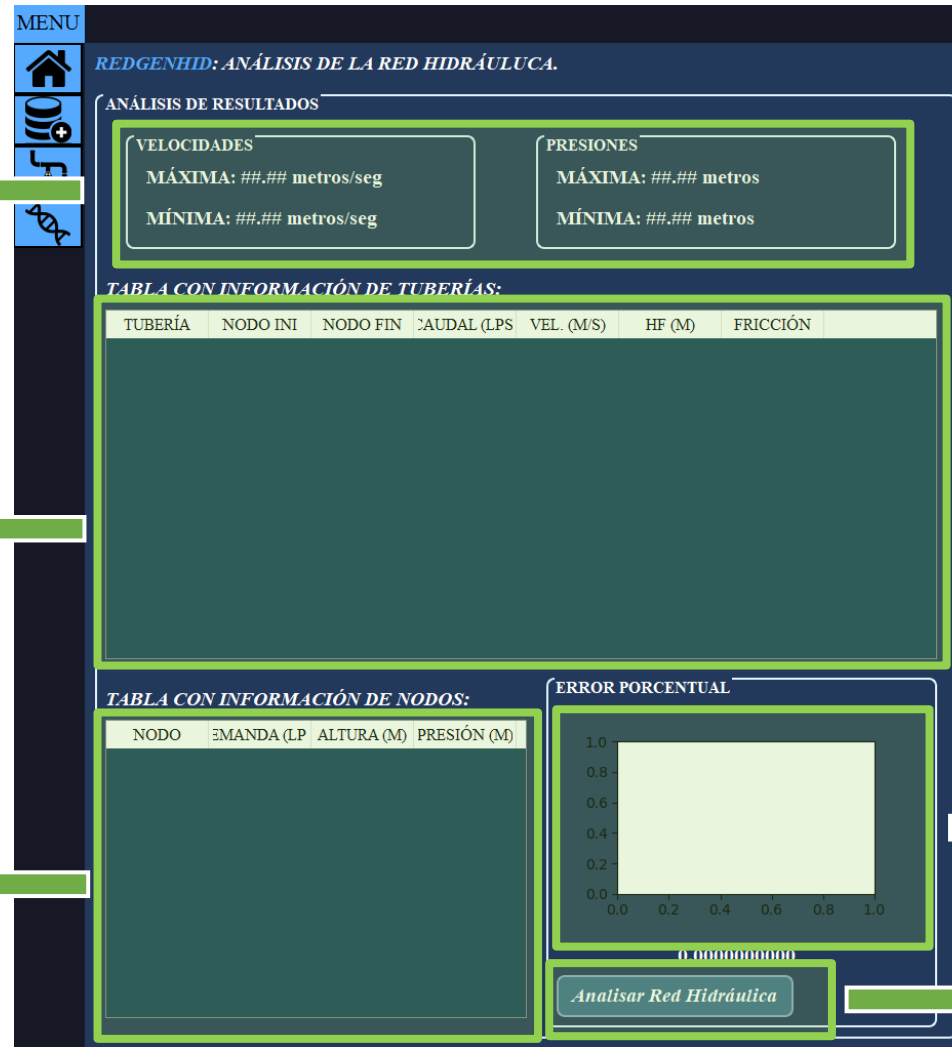


Análisis de resultados.

En esta parte del programa podemos observar las presiones y velocidades máximas y mínimas en la red hidráulica.

Aquí se muestran los resultados correspondientes a las tuberías de la red hidráulica.

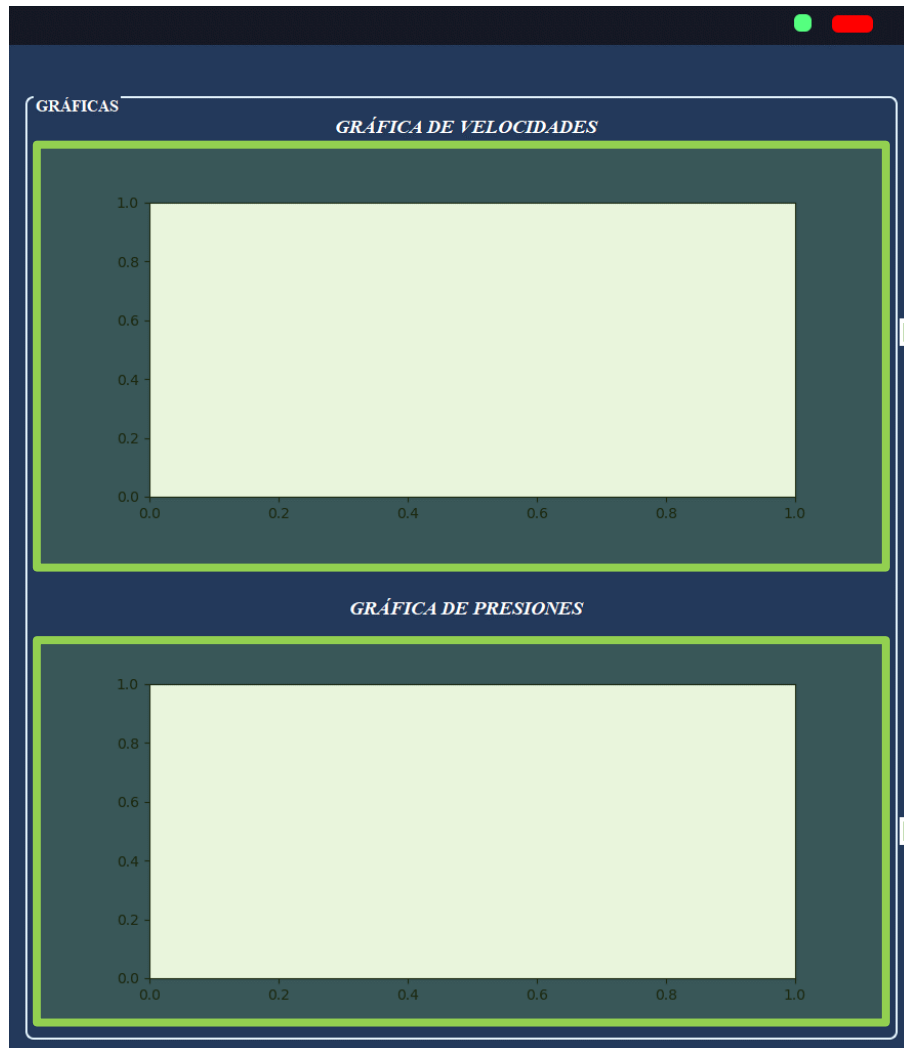
Aquí se muestran los resultados correspondientes a los nodos de la red hidráulica.



Grafica de convergencia del error porcentual.

Botón para ejecutar el análisis hidráulico de la red.

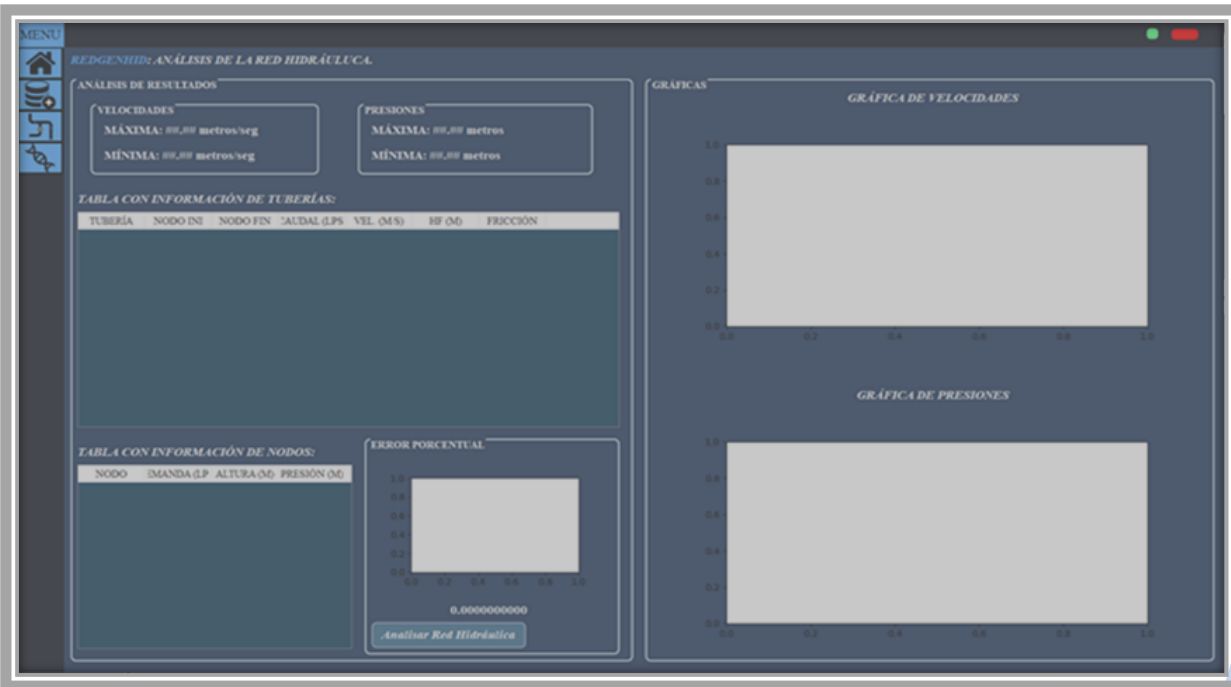
Gráficas.



Gráfica de barras de todas las velocidades en las tuberías de la red hidráulica.

Gráfica de barras de todas las presiones en los nodos de la red hidráulica.

Algoritmo genético.



Distribución de la GUI.

Esta GUI esta dividida en la parte de DATOS DE DISEÑO, RESULTADOS DE COSTO, RESULTADOS TEMPORALES y GRÁFICA:



Datos de diseño.

MENU

REDGENHID: ALGORITMO GENÉTICO.

DATOS

Datos de población

Tamaño de la Población: 5

Número de Generaciones: 5

Tasa de mutación < 5% : 0.05

Datos de diseño

Velocidad Máxima de Diseño: 5.00 m/s

Velocidad Mínima de Diseño: 0.60 m/s

Presión Máxima de Diseño: 50.00 mts.

Presión Mínima de Diseño: 15.00 mts.

Cantidad de Diámetros a usar: 19 [Crear Tabla](#)

DIAM. COM. (mm)	COSTO / METRO LINEAL
50	12.66
60	15.64
75	14.69
100	33.06
150	38.21
200	44.54
250	52.09

Elegir la ecuación de regresión a usar:

☒ Lineal ☐ Potencial ☐ Exponencial

Coef. de Determinación: 0.94316

[Correr Algoritmo Genético](#)

Datos de los individuos del A.G.

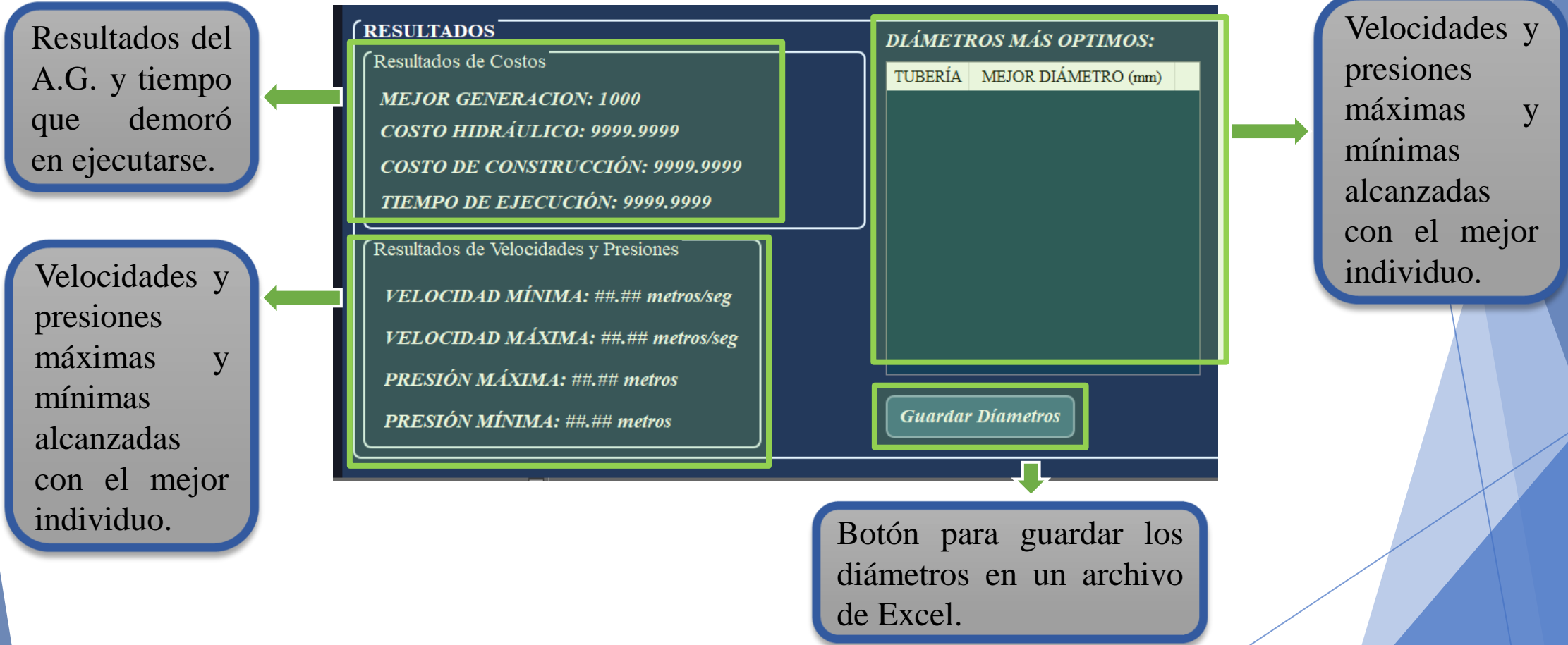
Datos de diseño hidráulico.

Botón que ejecuta el A.G.

Tabla donde se introducen los diámetros a combinar.

Tipo de regresión a usar en los diámetros.

Resultados de costo.



Resultados temporales.

RESULTADOS GUARDADOS TEMPORALMENTE.

GEN	CC	CH	DIAMETROS
-----	----	----	-----------

Exportar Diámetros a Archivo *CSV XXXX

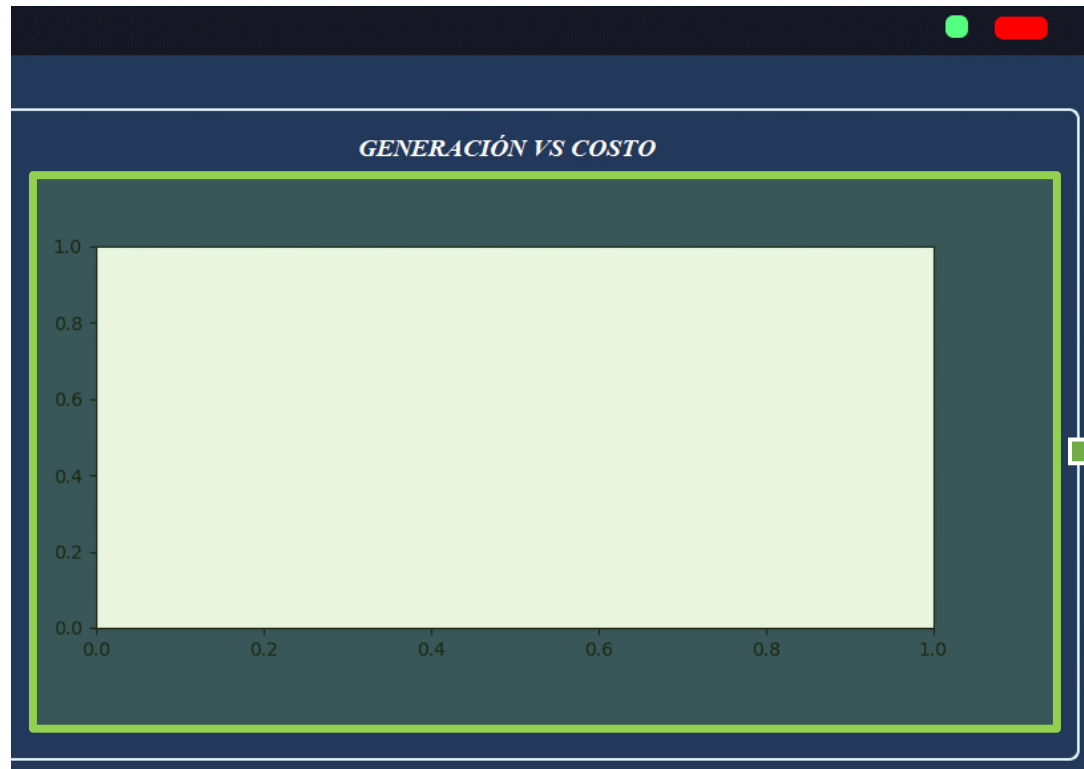
Cargar la Lista de Diámetros:

Tabla de resultados del Algoritmo Genético.

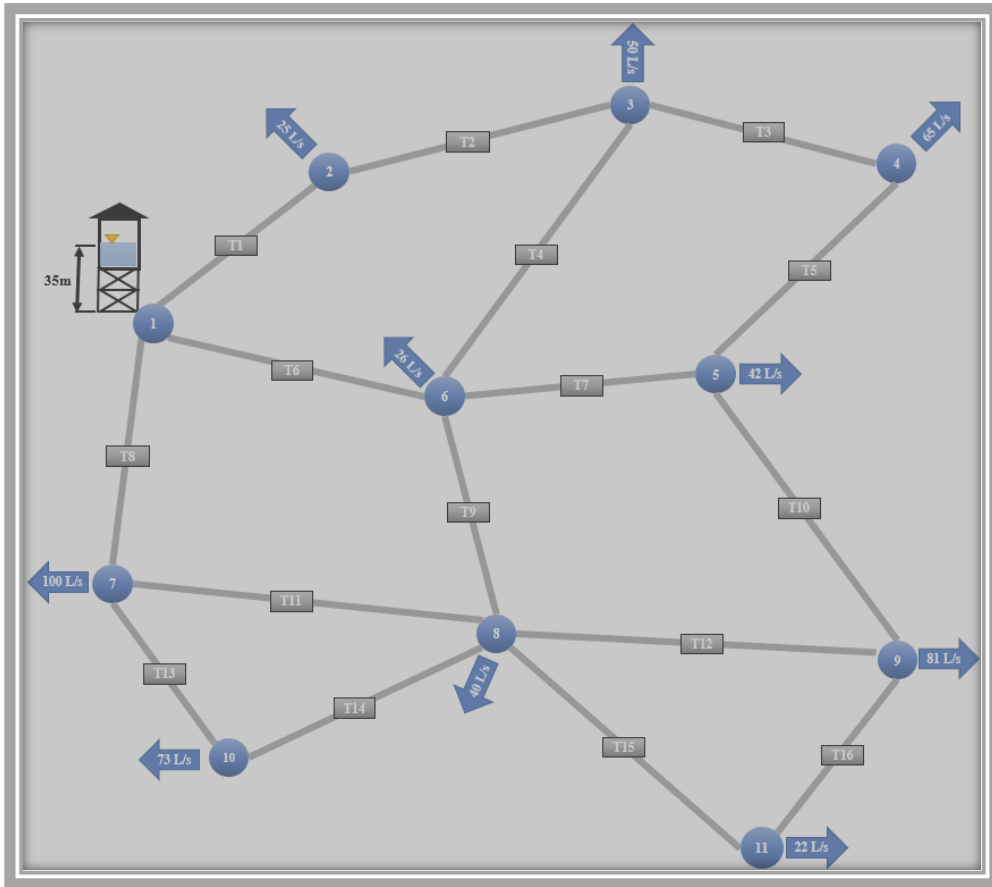
Botón para exportar los diámetros temporales a un archivo de Excel.

Botón para exportar una lista de diámetros a la ventana de **Análisis de Red Hidráulica** y volver a analizarla.

Gráfica.

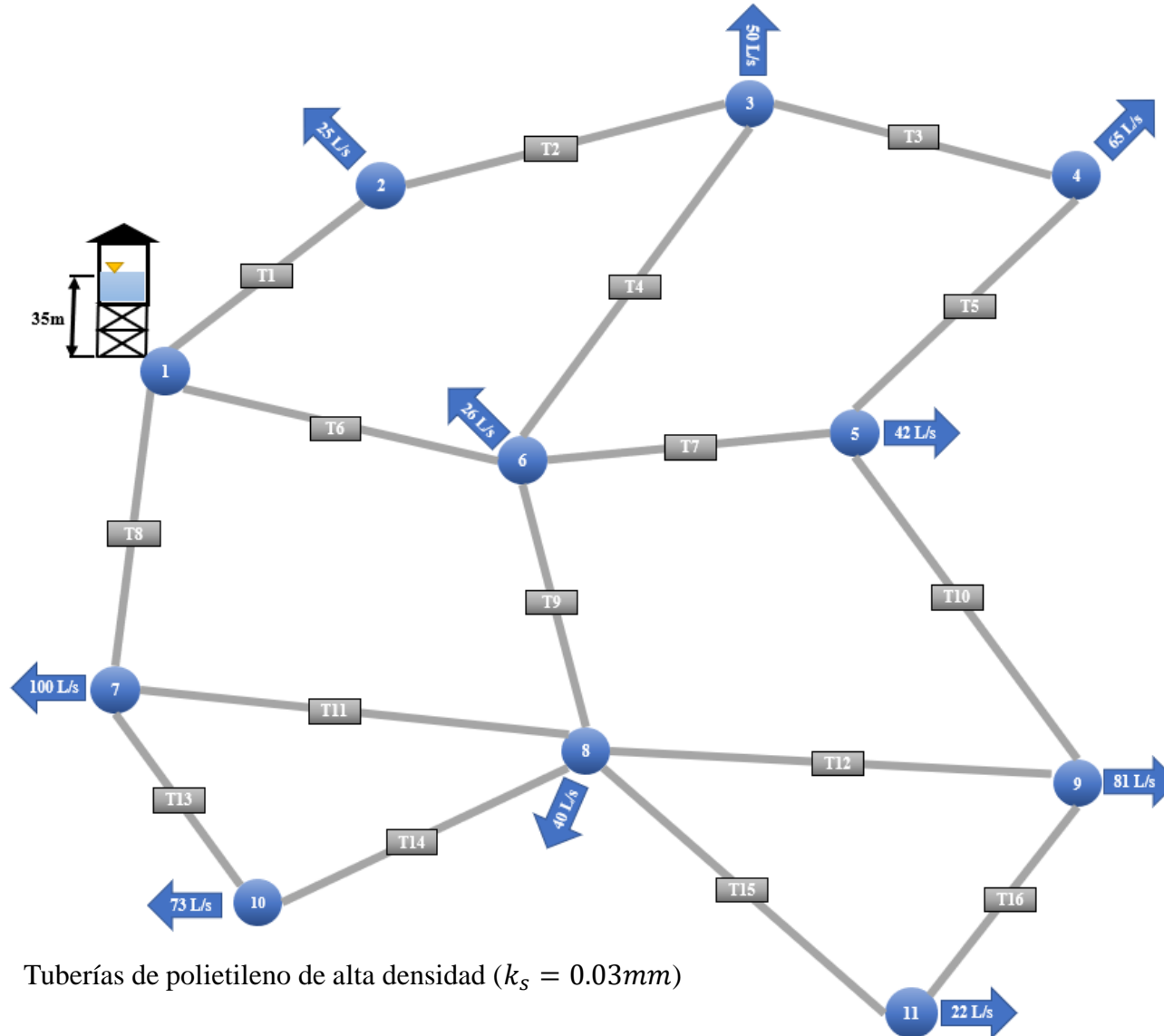


Gráfica que muestra como varía la generación con respecto al costo del A.G.



Ejemplo a resolver.

Red hidráulica a optimizar.



Tuberías de polietileno de alta densidad ($k_s = 0.03mm$)

Propiedades de las tuberías.

Tubería	Longitud [m]	Diámetro* [mm]	Perdidas Menores	Rugosidad [mm]
T1	200	200	4.2	0.03
T2	250	200	7.3	0.03
T3	250	200	0	0.03
T4	450	200	6.7	0.03
T5	375	200	0	0.03
T6	250	200	0	0.03
T7	200	200	5.6	0.03
T8	250	200	0	0.03
T9	250	200	6.1	0.03
T10	450	200	7.3	0.03
T11	420	200	0	0.03
T12	420	200	0	0.03
T13	200	200	8.4	0.03
T14	375	200	7.5	0.03
T15	400	200	0	0.03
T16	250	200	2.2	0.03

*Debido a que los diámetros óptimos son desconocidos por ahora, se han propuesto todos los diámetros igual a 200mm.

Propiedades de los nodos.

Nodo	Tipo*	Coordenada X	Coordenada Y	Demanda [LPS]	Altura [m]	Cota [m]
1	E	1324.69	6843.29	-	35	345
2	N	3173.62	8421.65	25	-	337
3	N	6341.60	9165.73	50	-	339
4	N	9148.82	8568.21	65	-	342
5	N	7243.52	6313.42	42	-	346
6	N	4391.21	6087.94	26	-	341
7	N	907.55	4137.54	100	-	341
8	N	4921.08	3596.39	40	-	345
9	N	9126.27	3314.54	81	-	350
10	N	2158.96	2378.80	73	-	343
11	N	7705.75	1364.15	22	-	345

El programa solo acepta dos tipos de nodos:

- **E** para los embalses, y
- **N** para los nodos.

Datos de diseño para la optimización.

Propiedades Genéticas.	
Tamaño de la población	50
Número de generaciones	1500
Tasa de mutación	5%

1. **Tamaño de la población:** Es el número de redes hidráulicas (individuos) con diámetros aleatorios que se usaran para crear descendencia y mejorar, hasta encontrar la combinación de diámetros óptimos.
2. **Número de generaciones:** Es el número máximo de veces que se ejecutara el algoritmo genético en caso de no encontrar una solución optima.
3. **Tasa de mutación:** Es la probabilidad de modificar algún diámetro en los hijos creados, generando nuevas combinaciones de diámetros haciendo más grande el espacio de búsqueda.

Propiedades Hidráulicas*	Máxima	Mínima
Velocidad	5 m/s	0.6 m/s
Presión	50 m	15 m

*Estos datos son las restricciones hidráulicas que queremos que se cumplan en la red.

Diámetros a usar en el análisis. [mm]	Costo por metro lineal* [\$/m]
50	12.66
75	14.69
100	33.06
150	38.21
200	44.54
250	52.09
300	60.08

*Estos costos son ficticios con fines educativos.



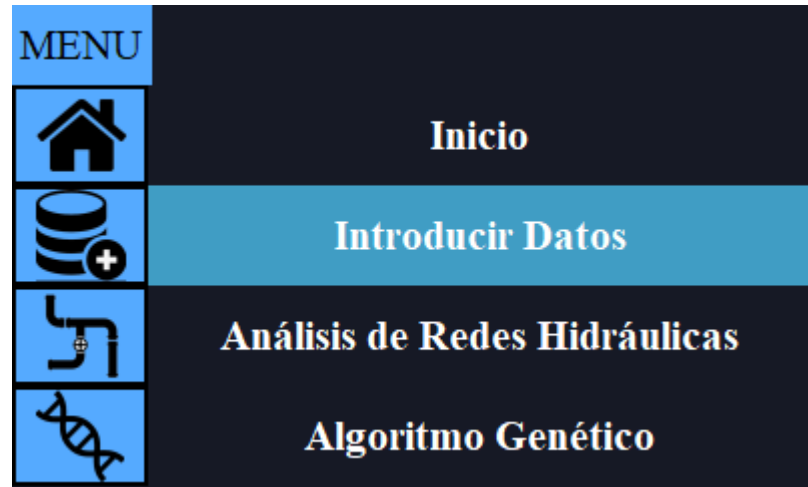
Solución
usando el
programa
REDGENHID.

Ingreso de datos.

Existen 4 formas de ingresar datos al programa:

1. Forma manual.
2. Archivo de Excel.
3. Archivo CSV.
4. Archivo de Epanet.

Nos vamos al: **MENU >> Introducir datos**



Forma manual.

The image shows a software interface for data entry. At the top, under the 'DATOS' tab, there are four radio buttons: 'Manual' (selected), 'Archivo *.xlsx', 'Archivo *.csv', and 'Archivo *.inp'. Below these, there are two input fields: 'Número de nodos' with the value '11' and 'Número de tuberías' with the value '16'. To the right of these fields is a button labeled 'Ajustar Tablas'. Four numbered green hexagonal callouts with arrows indicate the sequence of actions: 1 points to the 'Manual' button, 2 points to the 'Número de nodos' field, 3 points to the 'Número de tuberías' field, and 4 points to the 'Ajustar Tablas' button.

1. Damos clic a la opción **Manual**.
2. Ingresamos el número total de nodos de la red, en nuestro caso: **11**.
3. Ingresamos el número total de tuberías de la red, en nuestro caso: **16**.
4. Damos clic en el botón **Ajustar Tablas**. Esto hará que las tablas: **TABLA CON INFORMACIÓN DE NODOS** y **TABLA CON INFORMACIÓN DE TUBERÍAS** tengan la cantidad de renglones correcta para ingresar nuestros datos de forma manual.

Una vez que las tablas están en blanco y con la cantidad correcta de renglones, procedemos a ingresar los datos de los nodos y de las tuberías uno a uno, asegurándonos de no cometer errores.

Antes de ingresar datos

TABLA CON INFORMACIÓN DE NODOS:					
COORD. X	COORD. Y	NODO	DEMANDA (L/S)	NODO TIPO	COTA (M)

TABLA CON INFORMACIÓN DE TUBERÍAS:						
TUBERÍA	NOD. INI.	NOD. FIN.	LONG. (M)	DIAM. (MM)	KM	KS

Después de ingresar datos



TABLA CON INFORMACIÓN DE NODOS:					
COORD. X	COORD. Y	NODO	DEMANDA (L/S)	NODO TIPO	COTA (M)
1324.69	6843.29	1.0	0.0	E	380.0
3173.62	8421.65	2.0	25.0	N	337.0
6341.6	9165.73	3.0	50.0	N	339.0
9148.82	8568.21	4.0	65.0	N	342.0
7243.52	6313.42	5.0	42.0	N	346.0
4391.21	6087.94	6.0	26.0	N	341.0
907.55	4137.54	7.0	100.0	N	341.0
4921.08	3596.39	8.0	40.0	N	345.0

TABLA CON INFORMACIÓN DE TUBERÍAS:						
TUBERÍA	NOD. INI.	NOD. FIN.	LONG. (M)	DIAM. (MM)	KM	KS
T1	1.0	2.0	200.0	200.0	4.2	0.03
T2	2.0	3.0	250.0	200.0	7.3	0.03
T3	3.0	4.0	250.0	200.0	0.0	0.03
T6	1.0	6.0	250.0	200.0	0.0	0.03
T8	1.0	7.0	250.0	200.0	0.0	0.03
T4	3.0	6.0	450.0	200.0	6.7	0.03
T11	7.0	8.0	420.0	200.0	0.0	0.03
T13	7.0	10.0	200.0	200.0	8.4	0.03
T5	4.0	5.0	375.0	200.0	0.0	0.03
T10	5.0	9.0	450.0	200.0	7.3	0.03

* Nótese como para el **nodo 1** que corresponde al Embalse (**E**), se ha puesto el valor de **0.0** en la columna de demanda y **380.0** en la columna de cota. Esto es así debido a que al ser un Embalse se ha sumado su cota y su altura ($345+35\text{m}=380\text{m}$).

Usando archivos CSV (*.csv).

Se deben crear dos archivos con extensión *.csv, uno para los nodos y otro para las tuberías:

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 nodos.csv	11/04/2022 02:19 p. m.	Archivo de valores...	1 KB
 tuberias.csv	11/02/2021 12:45 p. m.	Archivo de valores...	1 KB

Estos archivos pueden llamarse como el usuario quiera, pero para el propósito de este ejemplo les hemos dado el nombre de ***nodos.csv*** y ***tuberias.csv***. Deben tener los siguientes encabezados ordenados de la siguiente manera para que el programa REDGENHID los pueda leer de manera correcta y sin errores:

► nodos.csv

	A	B	C	D	E	F
1	Coord X [m]	Coord Y [m]	id_nodo	Demanda [LPS]	Tipo [N ó E]	Cota [m]
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

► tuberias.csv

	A	B	C	D	E	F	G
1	Id_tuberia	id_NodIni	id_NodFin	Longitud [m]	Diametro [mm]	Perdidas Menores	Rugosidad [mm]
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Los archivos con la información correspondiente se muestran a continuación:

nodos.csv

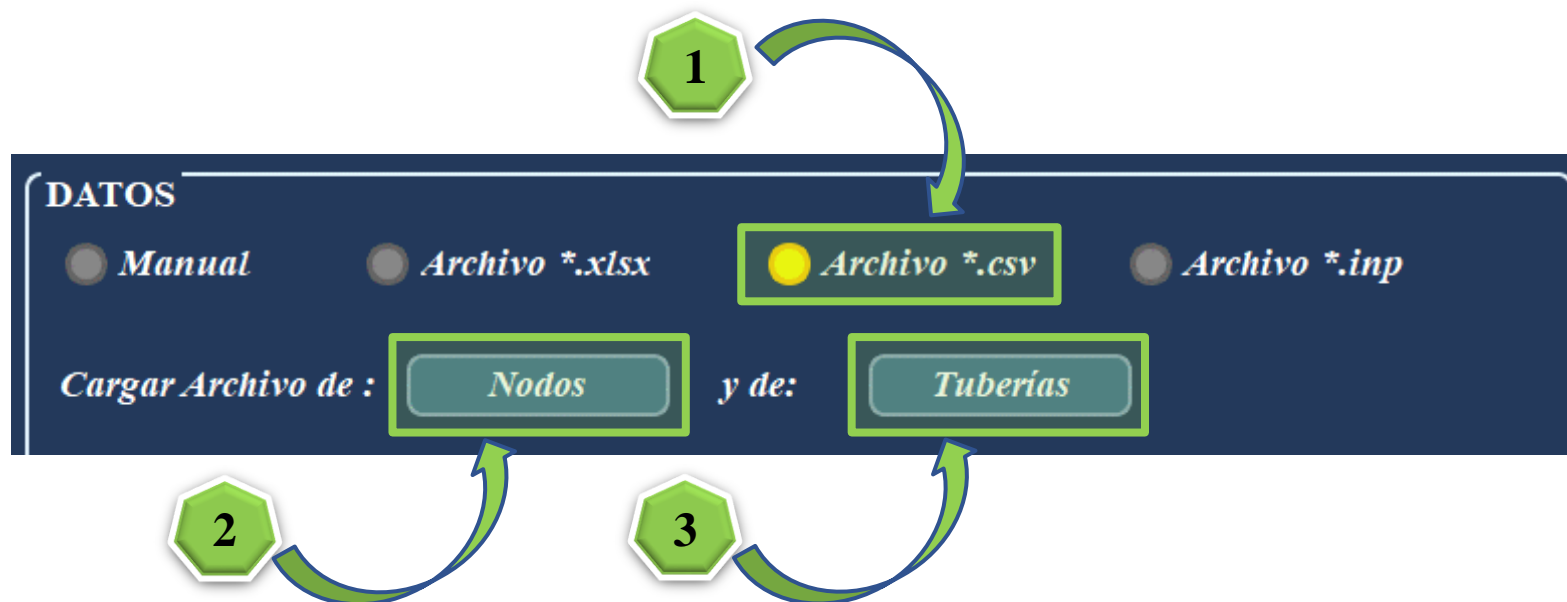
	A	B	C	D	E	F
1	Coord X [m]	Coord Y [m]	id_nodo	Demanda [LPS]	Tipo [N ó E]	Cota [m]
2	3173.62	8421.65	2	25	N	337
3	6341.6	9165.73	3	50	N	339
4	9148.82	8568.21	4	65	N	342
5	7243.52	6313.42	5	42	N	346
6	4391.21	6087.94	6	26	N	341
7	907.55	4137.54	7	100	N	341
8	4921.08	3596.39	8	40	N	345
9	9126.27	3314.54	9	81	N	350
10	2158.96	2378.8	10	73	N	343
11	7705.75	1364.15	11	22	N	345
12	1324.69	6843.29	1	0	E	380
13						

tuberias.csv

	A	B	C	D	E	F	G
1	Id_tuberia	id_NodIni	id_NodFin	Longitud [m]	Diametro [mm]	Perdidas Menores	Rugosidad [mm]
2	T1	1	2	200	200	4.2	0.03
3	T2	2	3	250	200	7.3	0.03
4	T3	3	4	250	200	0	0.03
5	T6	1	6	250	200	0	0.03
6	T8	1	7	250	200	0	0.03
7	T4	3	6	450	200	6.7	0.03
8	T11	7	8	420	200	0	0.03
9	T13	7	10	200	200	8.4	0.03
10	T5	4	5	375	200	0	0.03
11	T10	5	9	450	200	7.3	0.03
12	T7	5	6	200	200	5.6	0.03
13	T9	6	8	250	200	6.1	0.03
14	T12	8	9	420	200	0	0.03
15	T14	8	10	375	200	7.5	0.03
16	T16	9	11	250	200	2.2	0.03
17	T15	8	11	400	200	0	0.03
18							

* Nótese como para el **nodo 1** que corresponde al Embalse (E), se ha puesto el valor de **0.0** en la columna de demanda y **380.0** en la columna de cota. Esto es así debido a que al ser un Embalse se ha sumado su cota y su altura (345+35m=380m).


Para cargar los archivos ***.csv** en el programa REDGENHID procedemos de la siguiente forma:



1. Damos clic a la opción **Archivo *.csv**.
2. Damos clic al botón **Nodos**. Se abrirá el navegador de carpetas. Buscamos y seleccionamos el archivo: **nodos.csv**. De esta forma se carga automáticamente el archivo en la tabla: **TABLA CON INFORMACIÓN DE NODOS**.
3. Damos clic al botón **Tuberías**. Se abrirá el navegador de carpetas. Buscamos y seleccionamos el archivo: **tuberias.csv**. De esta forma se carga automáticamente el archivo en la tabla: **TABLA CON INFORMACIÓN DE TUBERÍAS**.

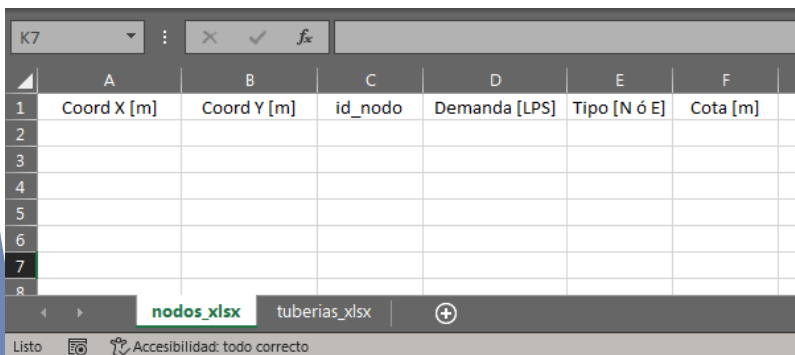
Usando un archivo de Excel (*.xlsx).

Se debe crear un archivo con extensión ***.xlsx**, el cual debe contener dos hojas, una para los nodos y otra para las tuberías:

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 RED EJEMPLO.xlsx	11/04/2022 03:18 p. m.	Hoja de cálculo d...	12 KB

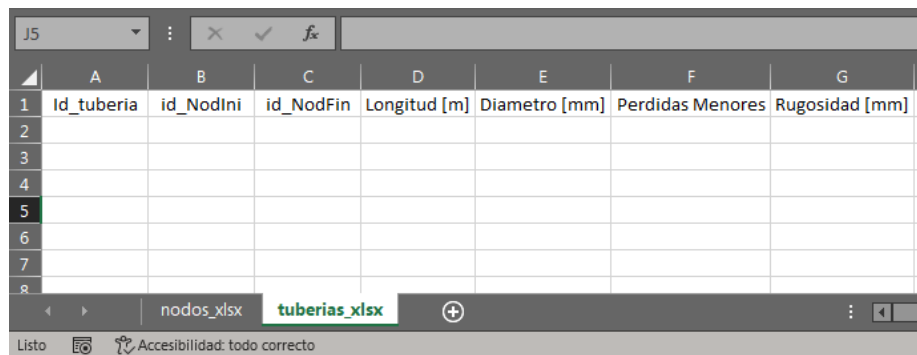
Este archivo puede llamarse como el usuario quiera, pero para el propósito de este ejemplo le hemos dado el nombre de **RED EJEMPLO.xlsx**. Cada hoja debe tener los siguientes encabezados según corresponda, ordenados de la siguiente manera para que el programa REDGENHID los pueda leer de manera correcta y sin errores:

► Hoja: nodos_xlsx



	A	B	C	D	E	F
1	Coord X [m]	Coord Y [m]	id_nodo	Demanda [LPS]	Tipo [N ó E]	Cota [m]
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

► Hoja: tuberias_xlsx



	A	B	C	D	E	F	G
1	Id_tuberia	id_NodIni	id_NodFin	Longitud [m]	Diametro [mm]	Perdidas Menores	Rugosidad [mm]
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

Las hojas con la información correspondiente se muestran a continuación:

nodos_xlsx

	A	B	C	D	E	F
1	Coord X [m]	Coord Y [m]	id_nodo	Demanda [LPS]	Tipo [N ó E]	Cota [m]
2	3173.62	8421.65	2	25	N	337
3	6341.6	9165.73	3	50	N	339
4	9148.82	8568.21	4	65	N	342
5	7243.52	6313.42	5	42	N	346
6	4391.21	6087.94	6	26	N	341
7	907.55	4137.54	7	100	N	341
8	4921.08	3596.39	8	40	N	345
9	9126.27	3314.54	9	81	N	350
10	2158.96	2378.8	10	73	N	343
11	7705.75	1364.15	11	22	N	345
12	1324.69	6843.29	1	0	E	380
13						
14						
15						
16						
17						
18						

tuberias_xlsx

	A	B	C	D	E	F	G
1	Id_tuberia	id_NodIni	id_NodFin	Longitud [m]	Diametro [mm]	Perdidas Menores	Rugosidad [mm]
2	T1	1	2	200	200	4.2	0.03
3	T2	2	3	250	200	7.3	0.03
4	T3	3	4	250	200	0	0.03
5	T6	1	6	250	200	0	0.03
6	T8	1	7	250	200	0	0.03
7	T4	3	6	450	200	6.7	0.03
8	T11	7	8	420	200	0	0.03
9	T13	7	10	200	200	8.4	0.03
10	T5	4	5	375	200	0	0.03
11	T10	5	9	450	200	7.3	0.03
12	T7	5	6	200	200	5.6	0.03
13	T9	6	8	250	200	6.1	0.03
14	T12	8	9	420	200	0	0.03
15	T14	8	10	375	200	7.5	0.03
16	T16	9	11	250	200	2.2	0.03
17	T15	8	11	400	200	0	0.03
18							

* Nótese como para el **nodo 1** que corresponde al Embalse (**E**), se ha puesto el valor de **0.0** en la columna de demanda y **380.0** en la columna de cota. Esto es así debido a que al ser un Embalse se ha sumado su cota y su altura ($345+35\text{m}=380\text{m}$).

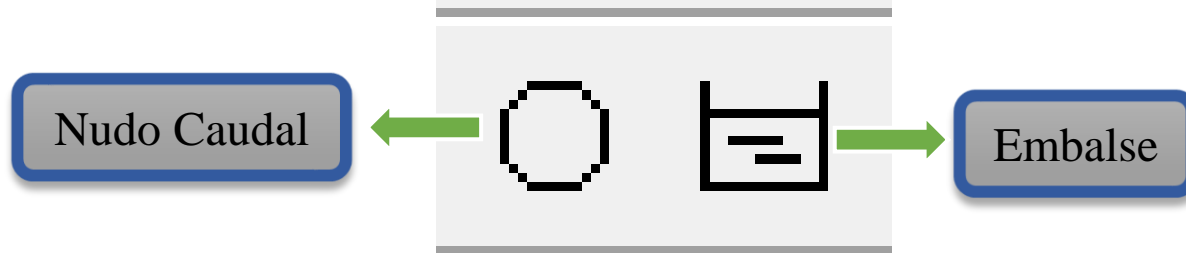
Para cargar el archivo ***.xlsx** en el programa REDGENHID procedemos de la siguiente forma:



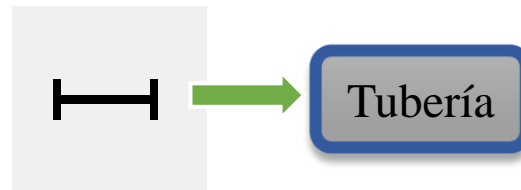
1. Damos clic a la opción **Archivo *.xlsx**.
2. Escribimos el nombre que le dimos a la hoja donde esta la información de los **nodos**.
3. Escribimos el nombre que le dimos a la hoja donde esta la información de las **tuberías**.
4. Damos clic al botón **Cargar Excel**. Se abrirá el navegador de carpetas. Buscamos y seleccionamos el archivo: **RED EJEMPLO.xlsx**. De esta forma se cargará automáticamente el archivo en las tablas: **TABLA CON INFORMACIÓN DE NODOS** y **TABLA CON INFORMACIÓN DE TUBERÍAS**.

Usando un archivo de Epanet (*.inp).

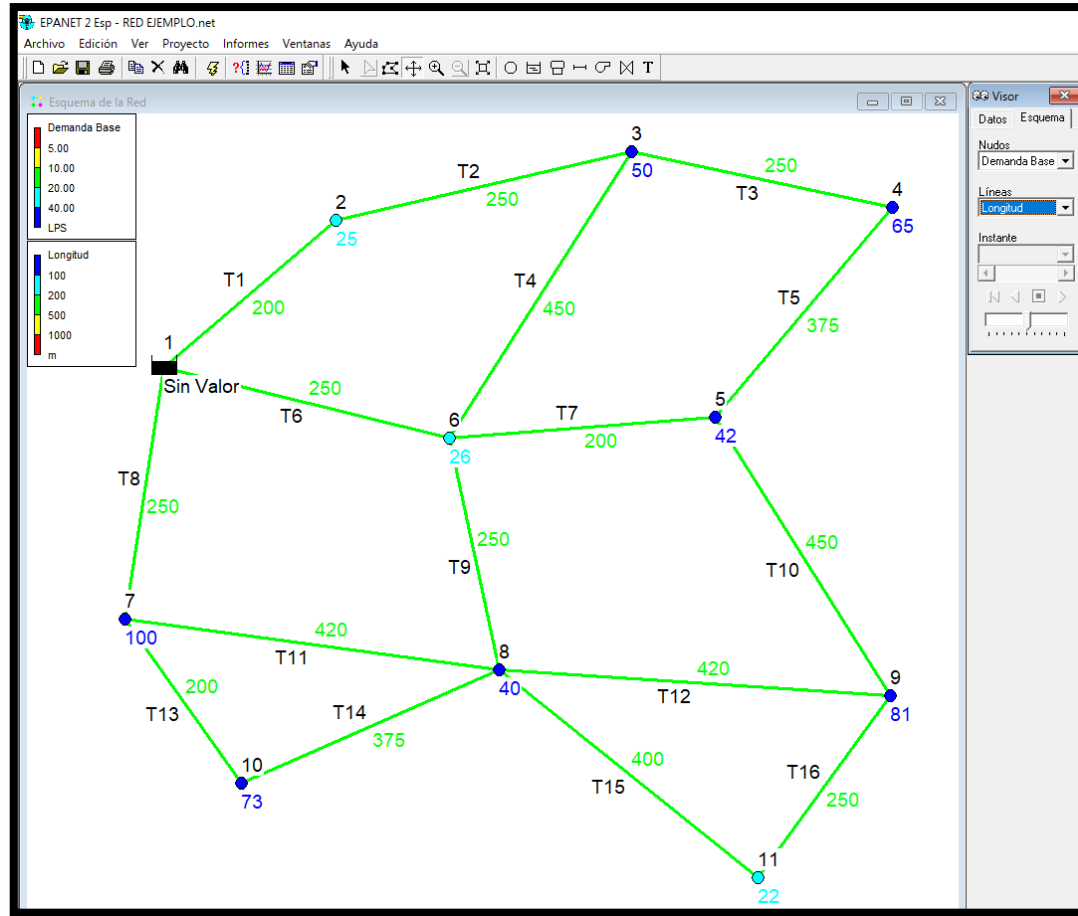
En el caso de tener un archivo de Epanet donde se encuentre la red hidráulica con sus respectivas propiedades, se debe tener en cuenta que el programa REDGENHID solo puede interpretar dos tipos de nodos:



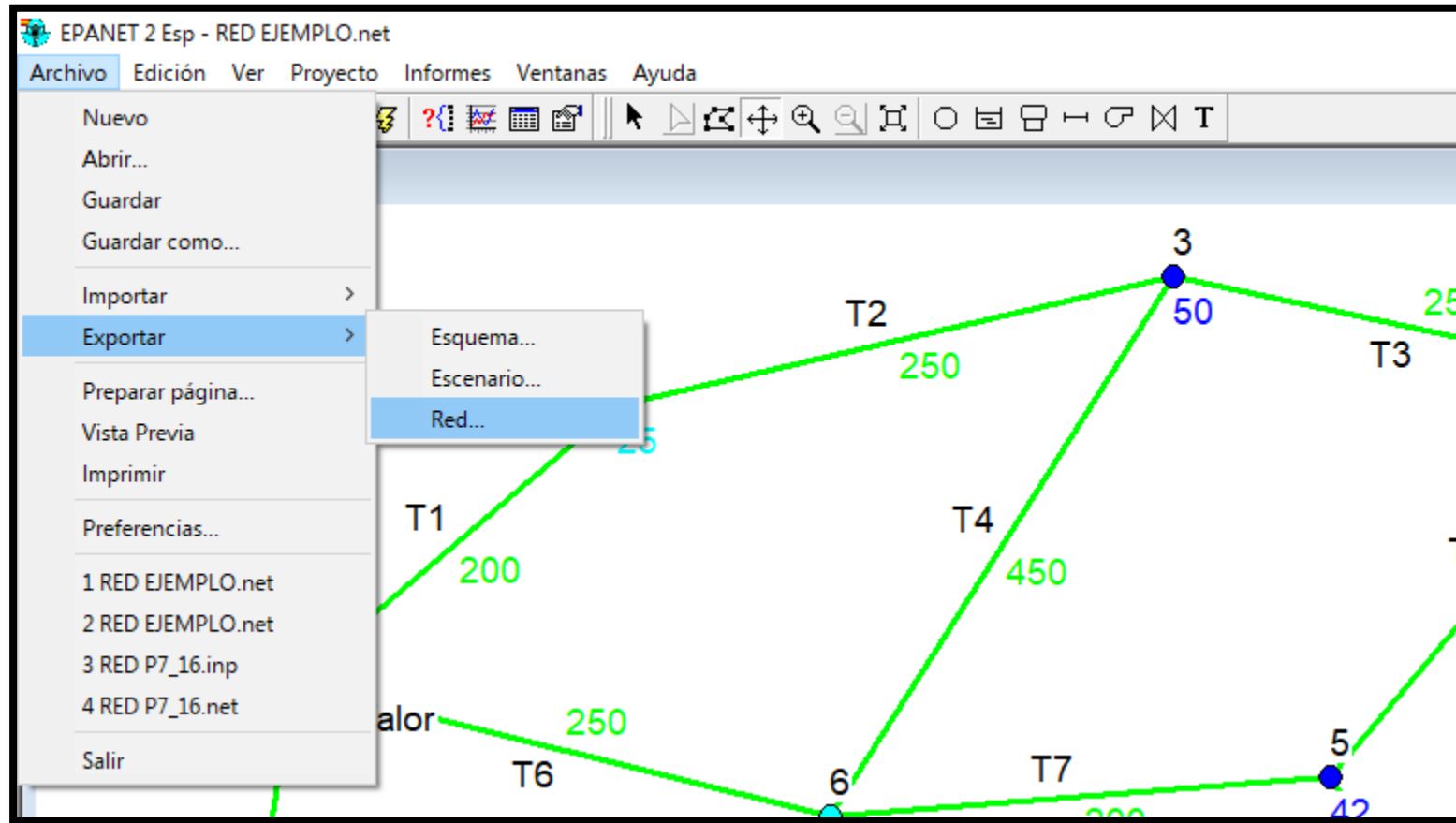
Para las tuberías se deben agregar de la forma normal usando:



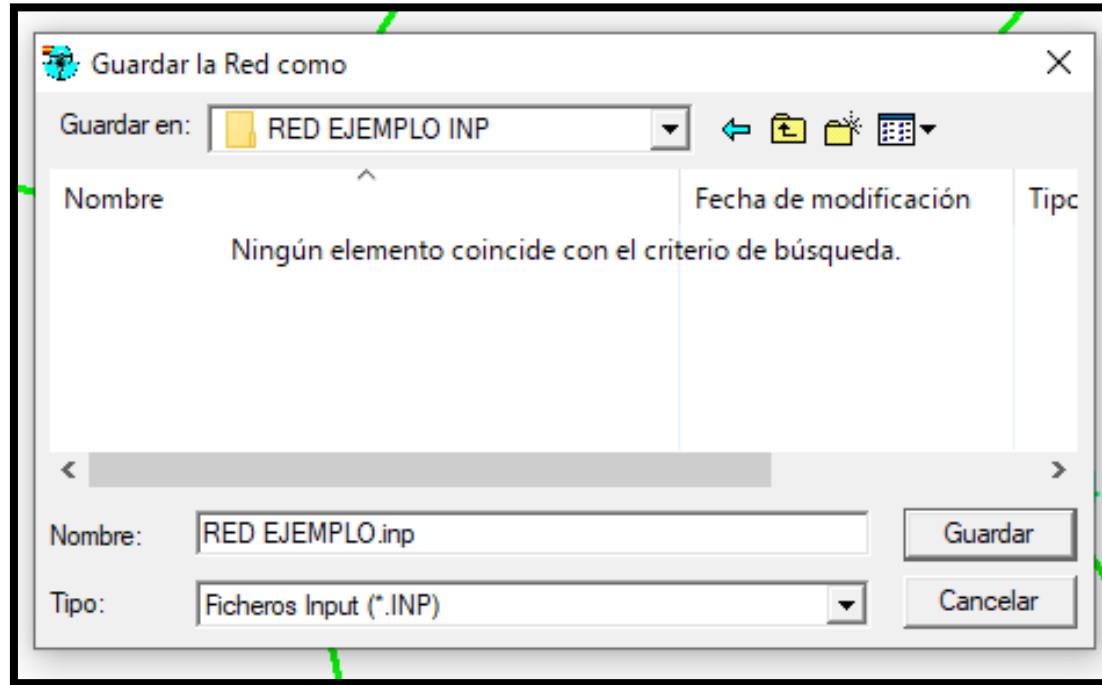
Se crea la geometría de red hidráulica con sus respectivos nodos tomando en cuenta las consideraciones anteriores. Se le asigna a cada nodo y tubería sus respectivas propiedades:



Una vez que confirmamos que la red creada tenga asignadas todas sus propiedades nos dirigimos a **Archivo >> Exportar >> Red...**



Guardamos la red con extensión ***.inp** para poder leerla en nuestro programa REDGENHID.

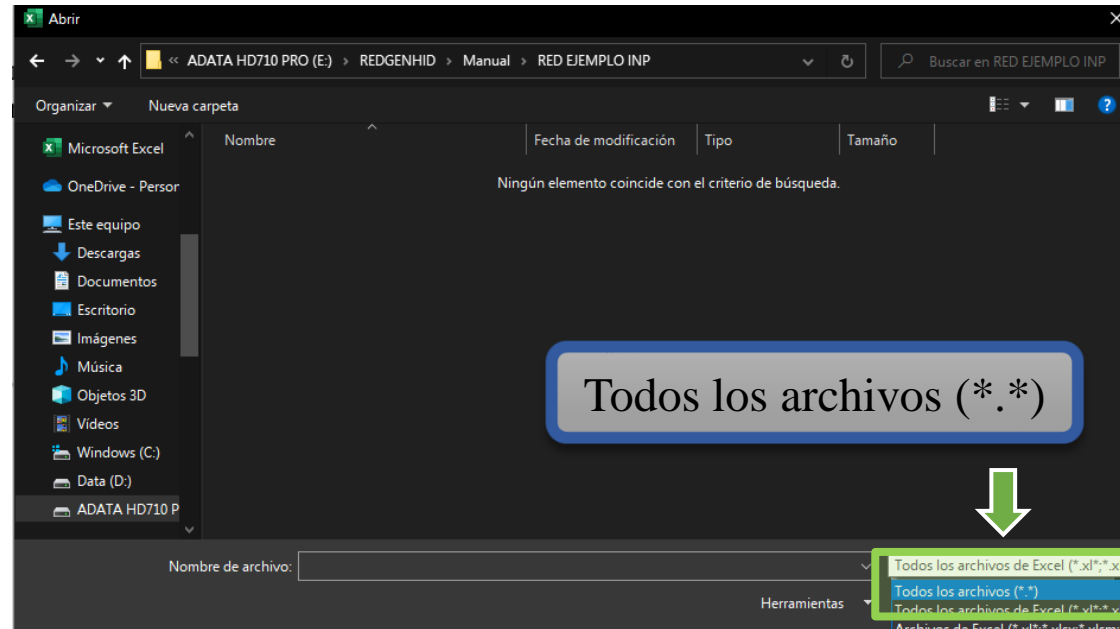


El único problema con este archivo es que no nos permite acceder a las coordenadas de los nodos, evitando que podamos dibujar la red. A continuación explicaremos como obtener las coordenadas usando un archivo de Excel.

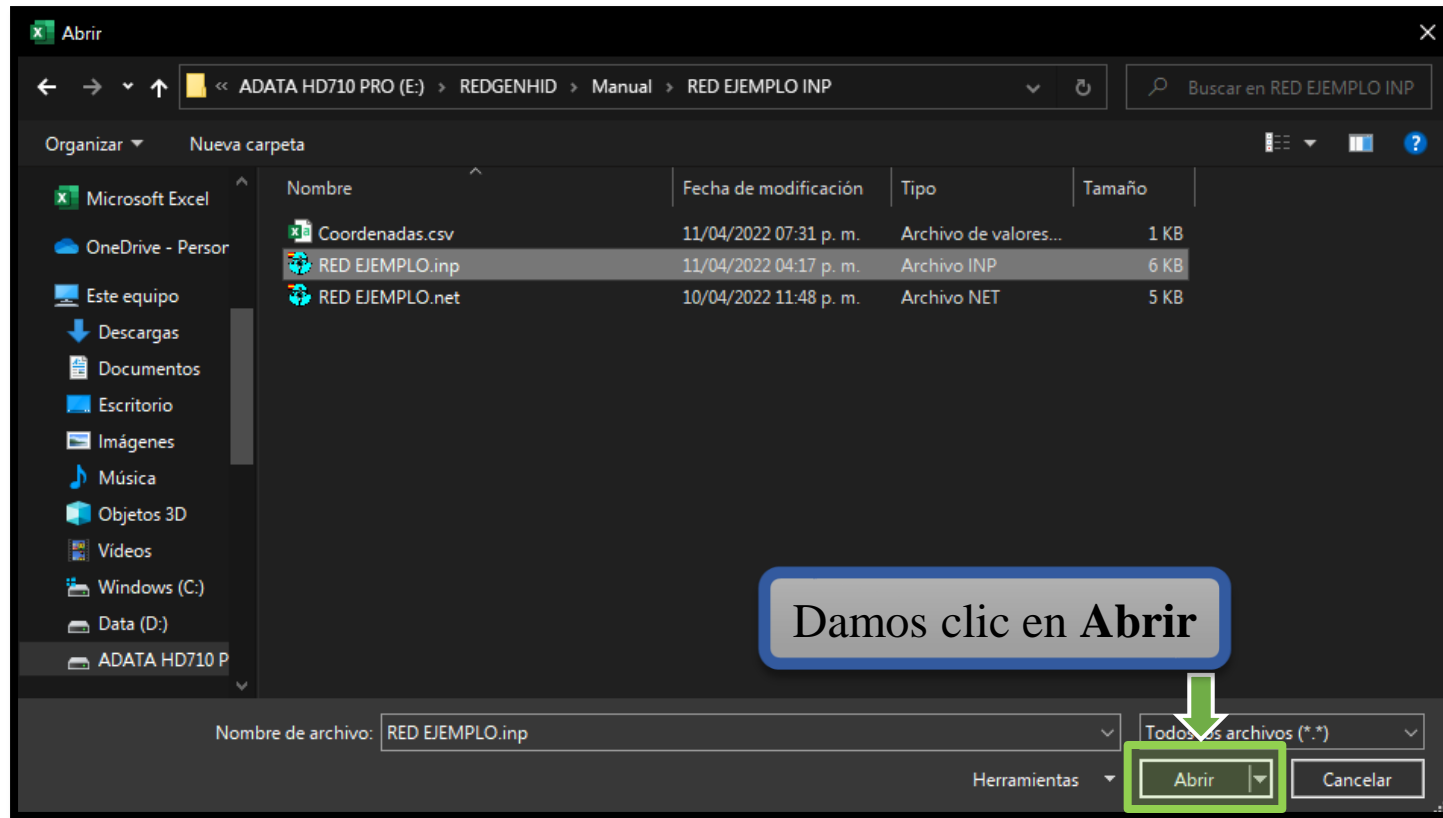
Para poder obtener las coordenadas primero creamos un archivo CSV llamado **Coordenadas.csv** con el siguiente formato para poder leerla en nuestro programa REDGENHID.

	A	B	C
1	[Nodo]	[CY]	[CX]
2			
3			
4			
5			

En este archivo nos vamos a la parte de **Archivo >> Abrir**. Se abrirá el navegador de carpetas. En el tipo de archivos cambiamos a **Todos los archivos (*.*)** como se muestra en la imagen:



Esto hará que podamos seleccionar nuestro archivo **RED EJEMPLO.inp** como se muestra:



Se desplegará la siguiente ventana:

Verificamos que esta opción este seleccionada.

Asistente para importar texto - paso 1 de 3

El asistente estima que sus datos son Delimitados.
Si esto es correcto, elija Siguiente, o bien elija el tipo de datos que mejor los describa.

Tipo de los datos originales

Elija el tipo de archivo que describa los datos con mayor precisión:

☒ Delimitados - Caracteres como comas o tabulaciones separan campos.

☐ De ancho fijo - Los campos están alineados en columnas con espacios entre uno y otro.

Comenzar a importar en la fila: 1 Origen del archivo: Windows (ANSI)

☐ Mis datos tienen encabezados.

Vista previa del archivo E:\REDGENHID\Manual\RED EJEMPLO INP\RED EJEMPLO.inp.

1	[TITLE]
2	
3	
4	[JUNCTIONS]
5	ID Nudo Cota Dema
6	2 337 25 ;

Cancelar < Atrás Siguiente > Finalizar

Damos clic en Siguiente

Se desplegará la siguiente ventana:

Verificamos que esta opción este seleccionada.

Asistente para importar texto - paso 2 de 3

Esta pantalla le permite establecer los separadores contenidos en los datos. Se puede ver cómo cambia el texto en la vista previa.

Separadores

- ☒ Tabulación
- ☐ Punto y coma
- ☐ Coma
- ☐ Espacio
- ☐ Otro:

☐ Considerar separadores consecutivos como uno solo

Calificador de texto:

Vista previa de los datos

[TITLE]				
[JUNCTIONS]				
ID Nudo	Cota	Demanda	Valor de velocidad	
2	337	25		

Cancelar < Atrás **Siguiente >** Finalizar

Damos clic en Siguiente

Se desplegará la siguiente ventana:

Verificamos que esta opción este seleccionada.

Asistente para importar texto - paso 3 de 3

Esta pantalla permite seleccionar cada columna y establecer el formato de los datos.

Formato de los datos en columnas

☒ General

☐ Texto

☐ Fecha: DMA

☐ No importar columna (saltar)

'General' convierte los valores numéricos en números, los valores de fechas en fechas y todos los demás valores en texto.

Avanzadas...

Vista previa de los datos

General	General	General	General	General
[TITLE]				
[JUNCTIONS]				
;ID Nudo	Cota	Dem.		
2	337	25		

Cancelar < Atrás **Siguiente >** Finalizar

Damos clic en Siguiente

El archivo *.inp se transformará en un archivo *.xlsx como el que se muestra:

Autoguardado RED EJEMPLO.inp Josue I

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Program

Calibri 11 A⁺ A⁻

Pegar Fuente Alineación Número Estilos

General Formato condicional Dar formato como ta Estilos de celda

A1 [TITLE]

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	[TITLE]							
2								
3								
4	[JUNCTIONS]							
5	ID Nudo	Cota	Demanda	Curva de Modulac.				
6	2	337	25					
7	3	339	50					
8	4	342	65					
9	5	346	42					
10	6	341	26					
11	7	341	100					
12	8	345	40					
13	9	350	81					
14	10	343	73					
15	11	345	22					
16								
17	[RESERVOIRS]							
18	ID Nudo	Altura	Curva modulac.					
19	1	380						
20								
21	[TANKS]							
22	ID Nudo	Cota	NivelIni	NivelMin	NivelMáx	Diámetro	VolMin	CurvCubic
23								
24	[PIPES]							
25	ID Línea	Nudo1	Nudo2	Longitud	Diámetro	Rugosidad	PérdMen	Estado
26	T1	1	2	200	200	0.03	4.2	Open ;
27	T2	2	3	250	200	0.03	7.3	Open ;
28	T3	3	4	250	200	0.03	0	Open ;
29	T6	1	6	250	200	0.03	0	Open ;
30	T8	1	7	250	200	0.03	0	Open ;
31	T4	3	6	450	200	0.03	6.7	Open ;
32	T11	7	8	420	200	0.03	0	Open ;
33	T13	7	10	200	200	0.03	8.4	Open ;
34	T5	4	5	375	200	0.03	0	Open ;
35	T10	5	9	450	200	0.03	7.3	Open ;
36	T7	5	6	200	200	0.03	5.6	Open ;
37	T9	6	8	250	200	0.03	6.1	Open ;
38	T12	8	9	420	200	0.03	0	Open ;

RED EJEMPLO

En este archivo buscamos la sección de **[COORDINATES]** para obtener las coordenadas de los nodos:

127				
128	[COORDINATES]			
129	ID Nudo	Coord X	Coord Y	
130	2	3173.61894	8421.646	
131	3	6341.6009	9165.72717	
132	4	9148.81623	8568.20744	
133	5	7243.51747	6313.41601	
134	6	4391.20631	6087.93687	
135	7	907.553551	4137.54228	
136	8	4921.0823	3596.39233	
137	9	9126.26832	3314.5434	
138	10	2158.9628	2378.80496	
139	11	7705.74972	1364.14882	
140	1	1324.68997	6843.292	
141				

* Nótese como los nodos están desordenados.

Copiamos estos valores y los pegamos de manera ordenada en el archivo **Coordenadas.csv**.

	A	B	C
1	[Nodo]	[CY]	[CX]
2	1	1324.68997	6843.292
3	2	3173.61894	8421.646
4	3	6341.6009	9165.72717
5	4	9148.81623	8568.20744
6	5	7243.51748	6313.41601
7	6	4391.20631	6087.93687
8	7	907.553551	4137.54228
9	8	4921.0823	3596.39233
10	9	9126.26832	3314.54341
11	10	2158.9628	2378.80496
12	11	7705.74972	1364.14882

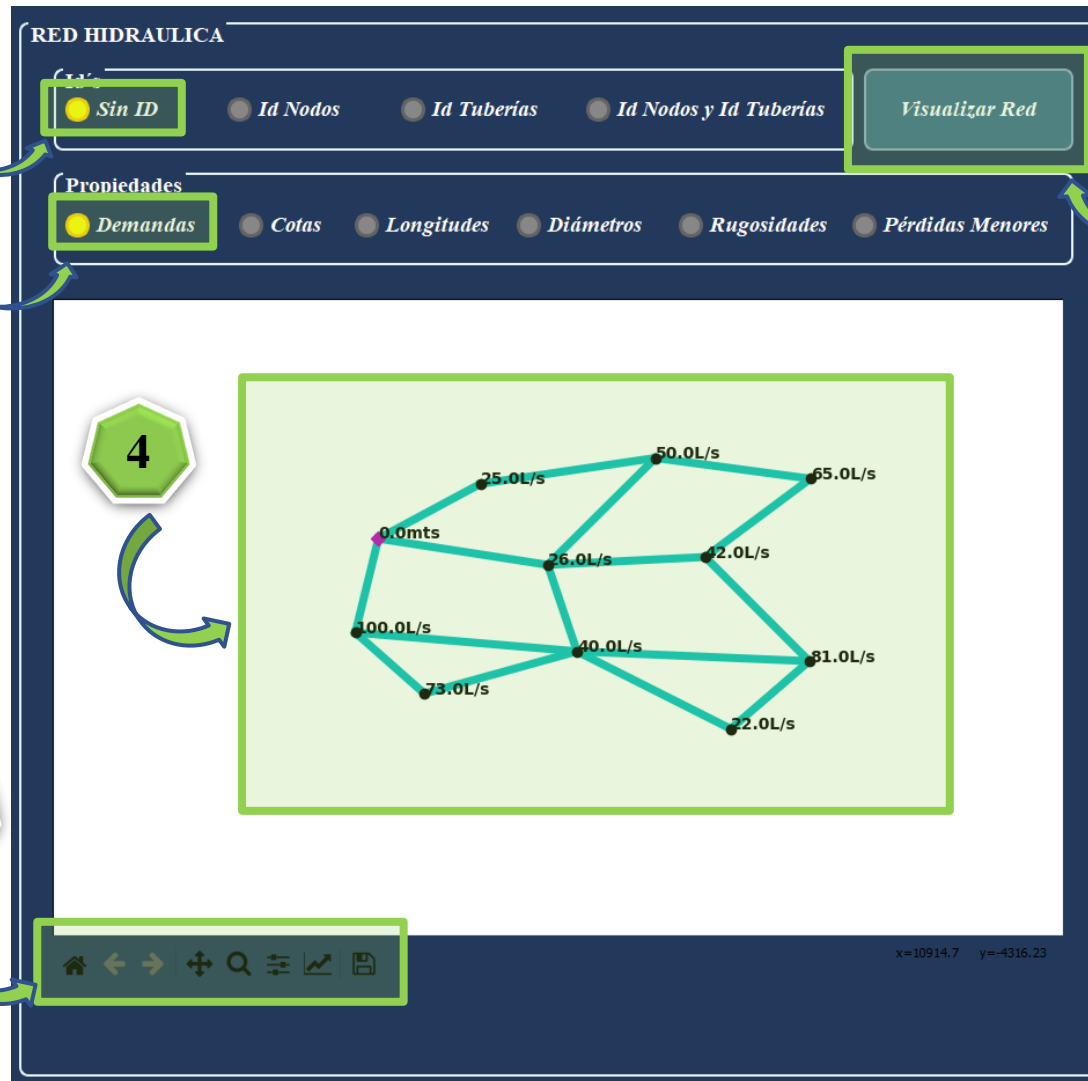
* Nodos ordenados del 1 al 11.

Para cargar el archivo *.inp en el programa REDGENHID procedemos de la siguiente forma:



1. Seleccionamos la opción **Archivo *.inp**.
2. Damos clic en el botón **Cargar Archivo de Epanet**. Buscamos y seleccionamos el archivo: **RED EJEMPLO.inp**. De esta forma se cargará automáticamente el archivo en las tablas: **TABLA CON INFORMACIÓN DE NODOS** y **TABLA CON INFORMACIÓN DE TUBERÍAS** (sin las coordenadas).
3. Damos clic en el botón **Cargar Archivo de Coordenadas**. Buscamos y seleccionamos el archivo: **Coordenadas.csv**. De esta forma se cargarán automáticamente las coordenadas en la tabla: **TABLA CON INFORMACIÓN DE NODOS**.

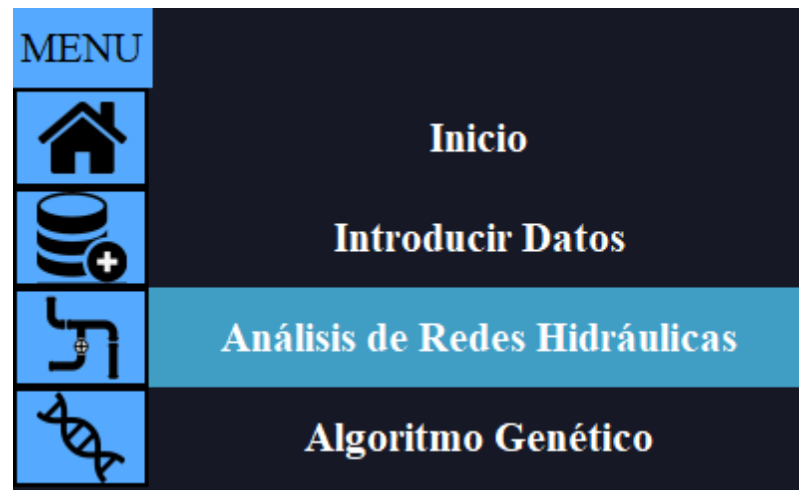
Visualización de la red hidráulica.



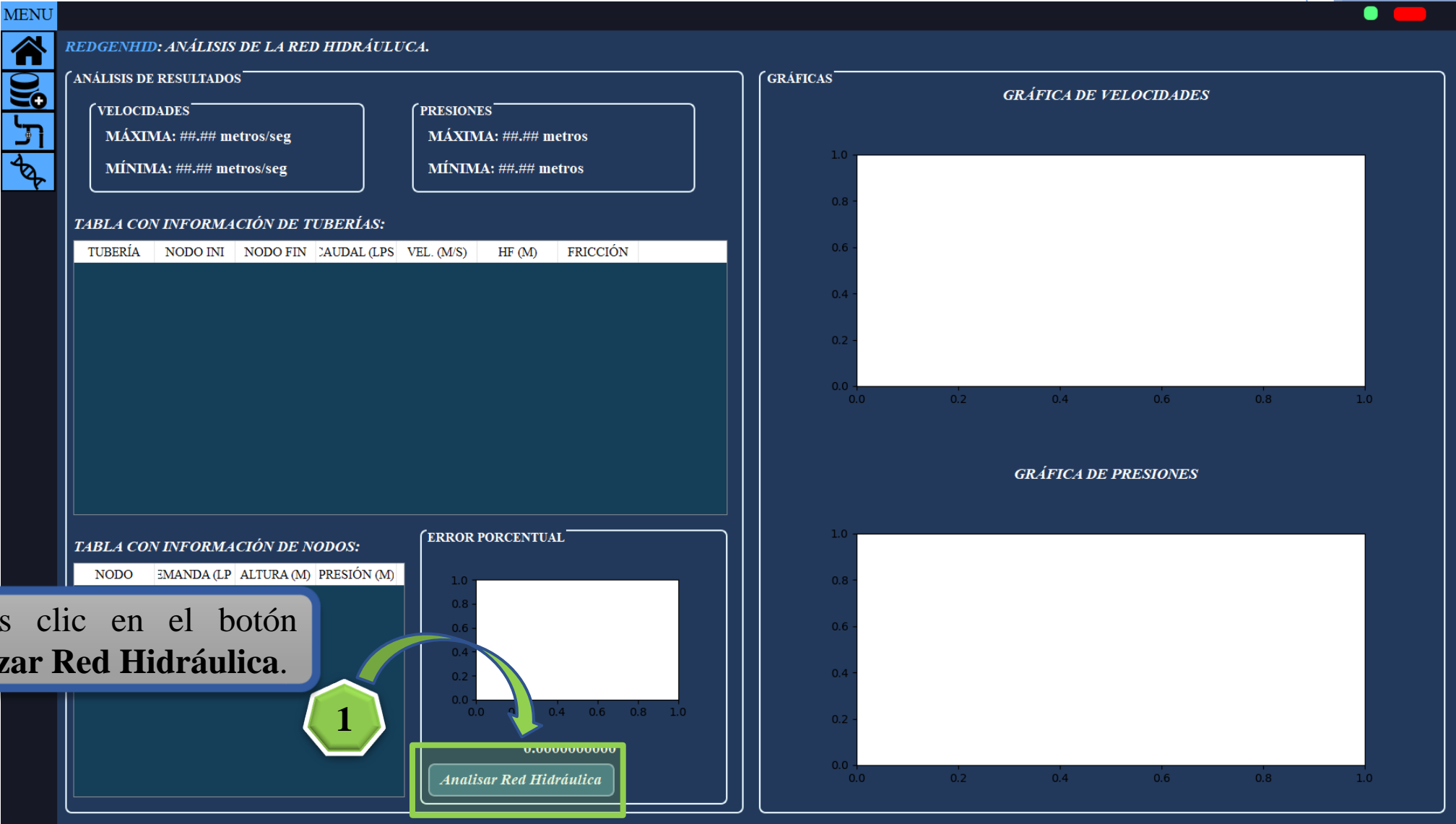
1. Seleccionamos la opción **Sin ID**, para que no se nos muestren los números de nodos ni tuberías por ahora.
2. Seleccionamos la opción **Demandas**, para que muestren sólo las demandas en los nodos.
3. Damos clic en el botón **Visualizar Red**. Esto hará que la red se dibuje de manera automática usando las coordenadas de cada nodo.
4. Se muestra la red hidráulica.
5. Se muestra un menú donde podemos acomodar la red, hacerla más grande, guardarla, etc.

Análisis de la red hidráulica.

Nos vamos al: **MENU >> Análisis de Redes Hidráulicas**



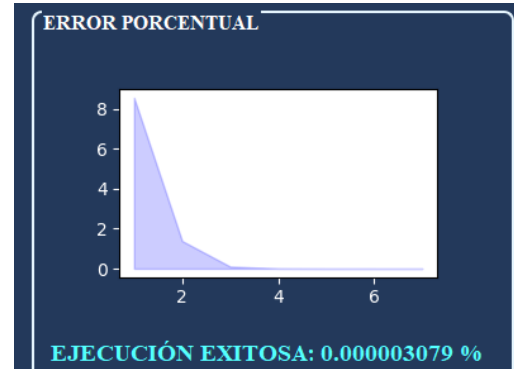
Se despliega la siguiente ventana:



Ahora podemos observar el análisis hidráulico cuando todos los diámetros son de 200mm:



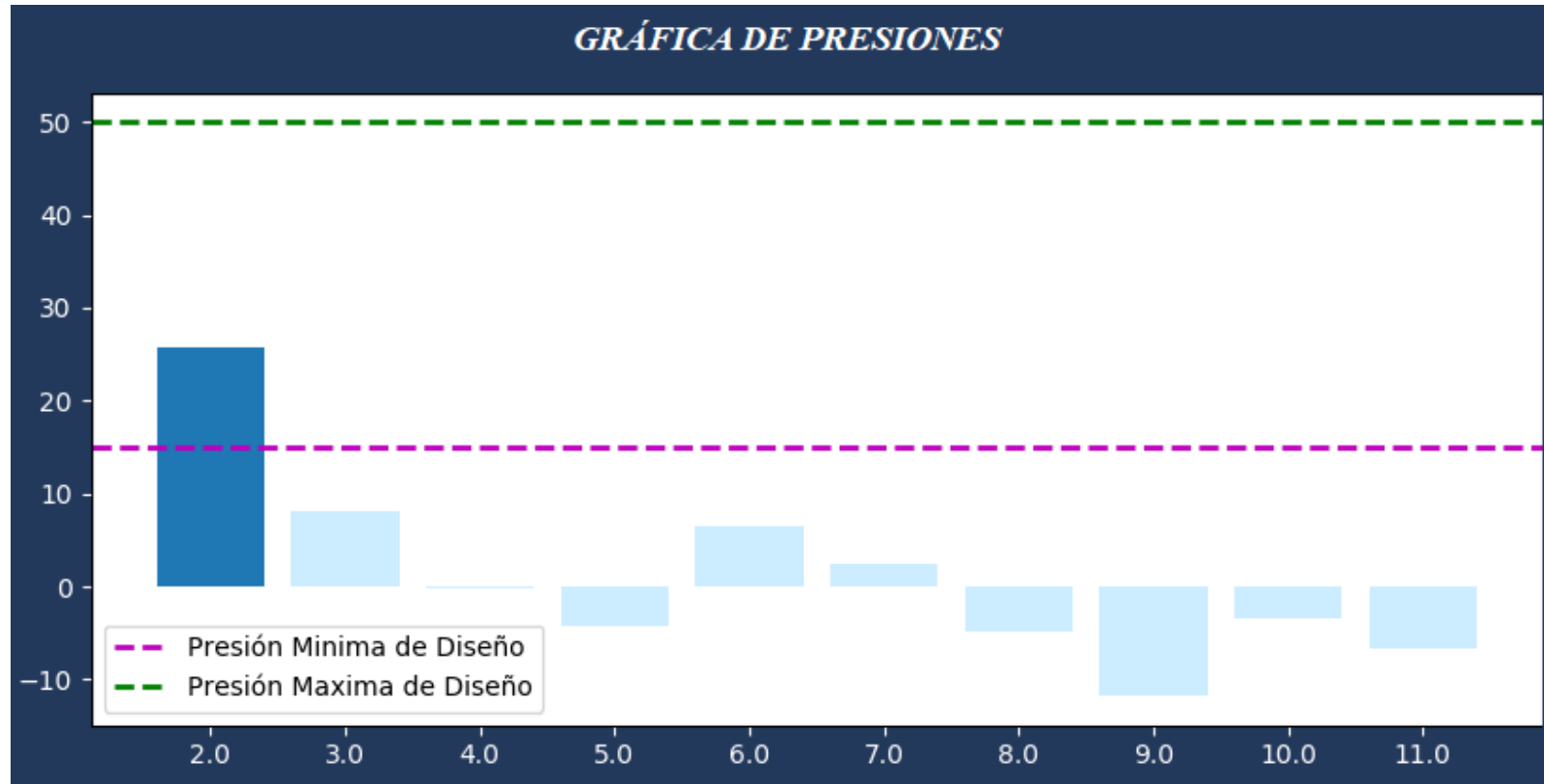
Podemos observar que el algoritmo usado para analizar la red hidráulica converge de manera correcta:



De las velocidades y presiones máximas y mínimas vemos que hay presiones negativas en alguna tubería:

VELOCIDADES	PRESIONES
MÁXIMA: 6.40 metros/seg	MÁXIMA: 25.76 metros
MÍNIMA: 0.24 metros/seg	MÍNIMA: -11.83 metros

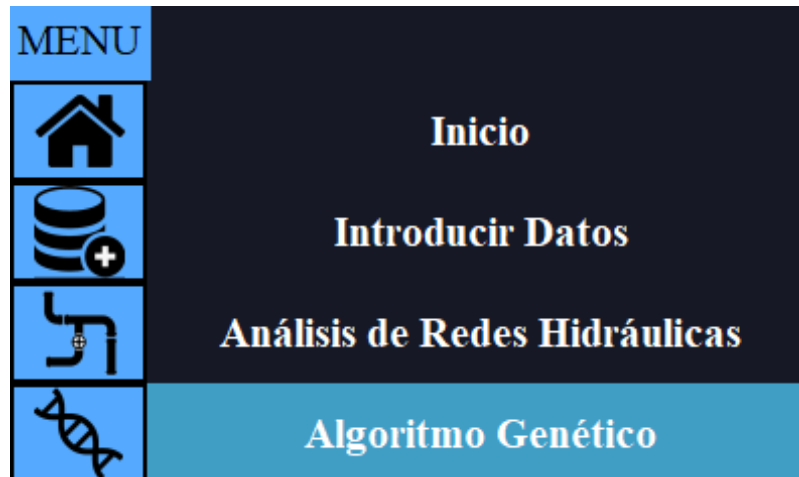
De la gráfica de presión podemos observar que las presiones negativas se presentan en los nodos: 4, 5, 8, 9, 10, 11.



De aquí deducimos que dejar los diámetros de 200mm no hace que la red se comporte respetando las propiedades hidráulicas deseadas, por lo tanto debemos encontrar la combinación ideal de diámetros usando algoritmos genéticos.

Algoritmo genético.

Nos vamos al: **MENU >> Algoritmo Genético**



Se despliega la siguiente ventana:

MENU

REDGENHID: ALGORITMO GENÉTICO.

DATOS

Datos de población

Tamaño de la Población: 5

Número de Generaciones: 5

Tasa de mutación < 5% : 0.05

Datos de diseño

Velocidad Máxima de Diseño: 5.00 m/s

Velocidad Mínima de Diseño: 0.60 m/s

Presión Máxima de Diseño: 50.00 mts.

Presión Mínima de Diseño: 15.00 mts.

Correr Algoritmo Genético

Cantidad de Diámetros a usar: 19

Crear Tabla

DIAM. COM. (mm)	COSTO / METRO LINEAL
50	12.66
60	15.64
75	14.69
100	33.06
150	38.21
200	44.54
250	52.09

Etejr la ecuación de regresión a usar:

☒ Lineal

☐ Potencial

☐ Exponencial

Coef. de Determinación: 0.94316

GENERACIÓN VS COSTO

RESULTADOS

Resultados de Costos

MEJOR GENERACION: 1000

COSTO HIDRÁULICO: 9999.9999

COSTO DE CONSTRUCCIÓN: 9999.9999

TIEMPO DE EJECUCIÓN: 9999.9999

Resultados de Velocidades y Presiones

VELOCIDAD MÍNIMA: ##.## metros/seg

VELOCIDAD MÁXIMA: ##.## metros/seg

PRESIÓN MÁXIMA: ##.## metros

PRESIÓN MÍNIMA: ##.## metros

DIÁMETROS MÁS OPTIMOS:

TUBERÍA	MEJOR DIÁMETRO (mm)
---------	---------------------

Guardar Diámetros

RESULTADOS GUARDADOS TEMPORALMENTE:

GEN	CC	CH	DIAMETROS
-----	----	----	-----------

Exportar Diámetros a Archivo *CSV

XXXX

Cargar la Lista de Diámetros:

DATOS

Datos de población

Tamaño de la Población: 50

Número de Generaciones: 1500

Tasa de mutación < 5% : 0.05

Datos de diseño

Velocidad Máxima de Diseño: 5.00 m/s

Velocidad Mínima de Diseño: 0.60 m/s

Presión Máxima de Diseño: 50.00 mts.

Presión Mínima de Diseño: 15.00 mts.

Cantidad de Diámetros a usar: 7 **Crear Tabla**

DIAM. COM. (mm)	COSTO / METRO LINEAL
50	12.66
75	14.69
100	33.06
150	38.21
200	44.54
250	52.09
300	60.08

Elejir la ecuación de regresión a usar:

☒ Lineal ☐ Potencial ☐ Exponencial

Coef. de Determinación: 0.98728

Correr Algoritmo Genético

Callout 1 points to the population data section.

Callout 2 points to the design data section.

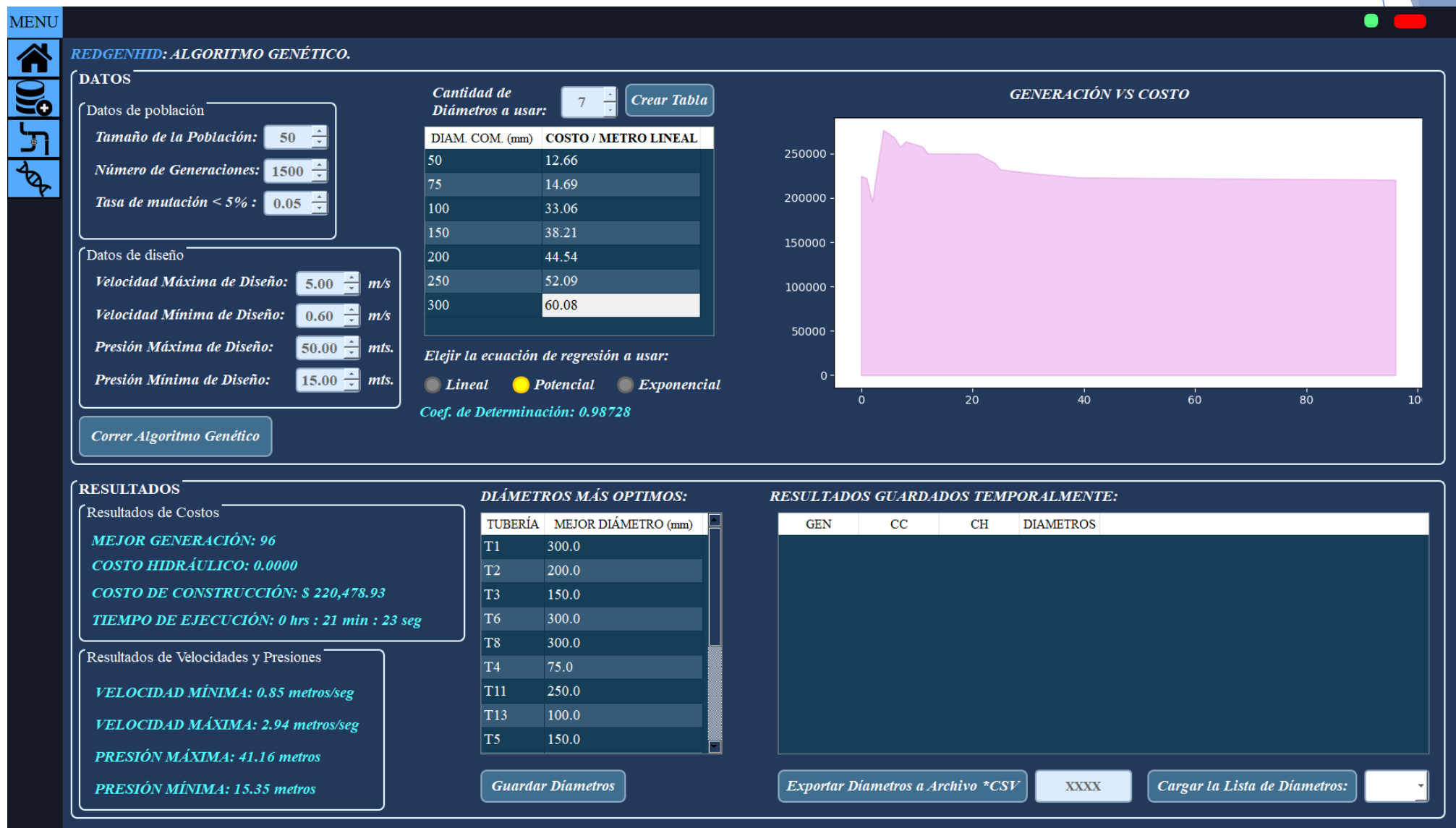
Callout 3 points to the table of diameters and costs.

Callout 4 points to the regression equation selection section.

Callout 5 points to the 'Correr Algoritmo Genético' button.

1. Ingresamos las **propiedades genéticas**.
2. Ingresamos las **propiedades hidráulicas**.
3. Ingresamos los **diámetros a usar en el análisis**, estos se combinarán hasta encontrar el set óptimo.
4. Seleccionamos el tipo de regresión que mejor **coeficiente de determinación** tenga (el más cercano a 1).
5. Damos clic en el botón **Correr Algoritmo Genético**. Esto hará que se comiencen a simular distintas redes hidráulicas con diferentes sets de diámetros.

Obtenemos los siguientes resultados:



Resultados de Costos.

Resultados de Costos

MEJOR GENERACIÓN: 96

COSTO HIDRÁULICO: 0.0000

COSTO DE CONSTRUCCIÓN: \$ 220,478.93

TIEMPO DE EJECUCIÓN: 0 hrs : 21 min : 23 seg

- **MEJOR GENERACIÓN:** El mejor individuo se encontró en la generación **96**.
- **COSTO HIDRÁULICO:** Se obtuvo un valor de **0.0**, lo que significa que se cumplieron con todas las condiciones hidráulicas dadas por el usuario.
- **COSTO DE CONSTRUCCIÓN:** Tomando en cuenta la longitud de cada tramo y su respectivo costo asociado a su diámetro llegamos al costo de la red, que para este ejemplo es de **\$220,478.93**
- **TIEMPO DE EJECUCIÓN:** Es el tiempo que tardó el programa en buscar la solución más óptima, para este ejercicio fue de **21 min 23 seg**.

Resultados de Velocidades y Presiones.

VELOCIDADES

MÁXIMA: 6.40 metros/seg

MÍNIMA: 0.24 metros/seg

PRESIONES

MÁXIMA: 25.76 metros

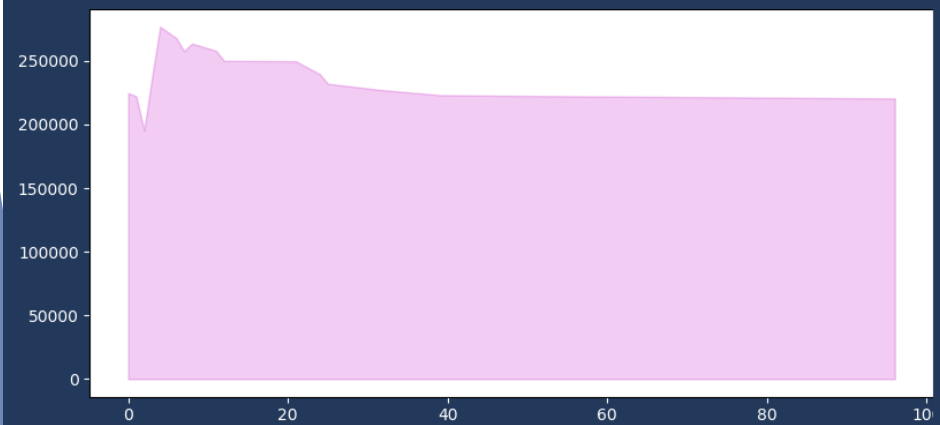
MÍNIMA: -11.83 metros

Se cumplió con las propiedades hidráulicas dadas por el usuario.

- $V_{min} = 0.5 \text{ m/s}$
- $V_{max} = 5 \text{ m/s}$
- $P_{min} = 15 \text{ m}$
- $P_{max} = 50 \text{ m}$

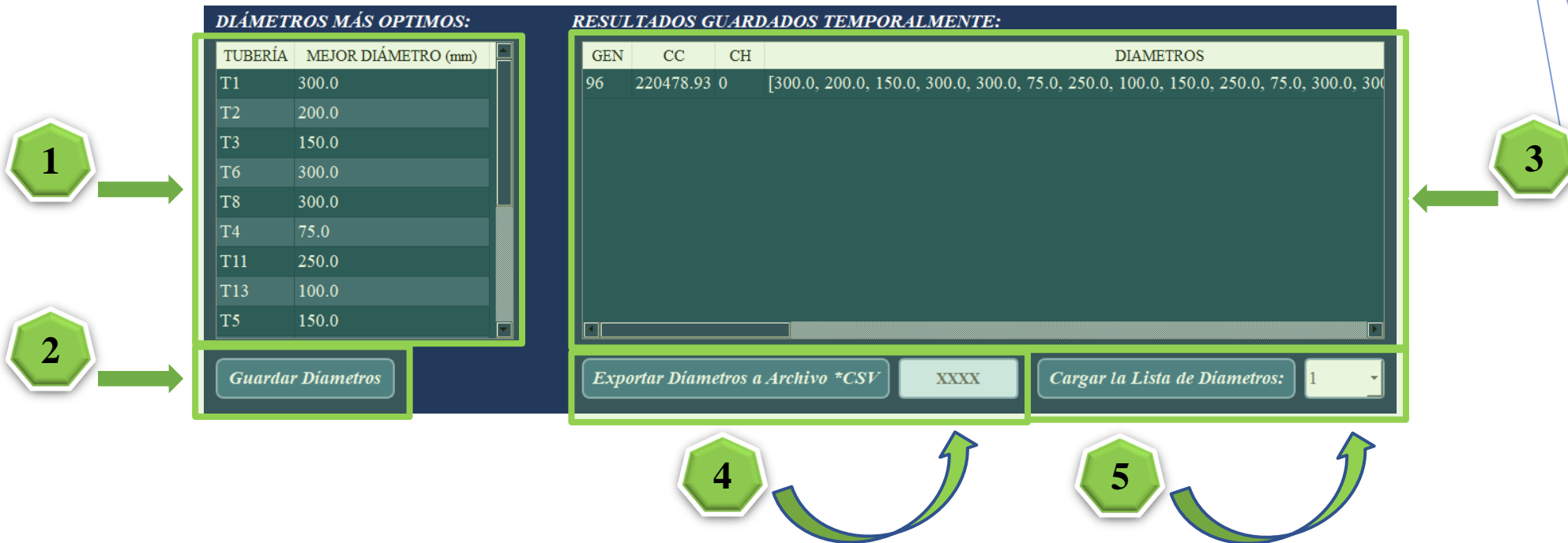
Gráfica de Generaciones VS Costo.

GENERACIÓN VS COSTO



En la gráfica se observa como evoluciona el número de generaciones en comparación con el costo de la red más óptima en cada generación.

Diámetros obtenidos.



1. Son la combinación de *diámetros óptimos* que se obtuvieron de la ejecución del Algoritmo Genético.
2. Si damos clic al botón **Guardar Diámetros**, los diámetros obtenidos en esta ejecución se mandaran a la tabla de **RESULTADOS GUARDADOS TEMPORALMENTE**.
3. En esta tabla podemos ir guardando la mejor combinación de diámetros de cada ejecución.
4. Si damos clic al botón **Exportar Diámetros a Archivo *CSV**, los diámetros guardados en la tabla **RESULTADOS GUARDADOS TEMPORALMENTE** se exportarán a un archivo *.csv se creará de manera automática en la PC que se este ejecutando con ruta **C:\RedGenHid** para poder ser usados en futuras ocasiones.
5. Si damos clic al botón **Cargar la Lista de Diámetros**, podemos seleccionar el juego de diámetros deseado para exportarlo a la interfaz de **Introducir Datos**, donde podemos volver a analizarlo hidráulicamente otra vez.

Damos clic al botón **Cargar la Lista de Diámetros** (en rojo) para que se carguen los nuevos diámetros y así volver a analizarlos hidráulicamente.:

MENU

REDGENHID: INTRODUCIR DATOS.

DATOS

☐ Manual

☒ Archivo *.xlsx

☐ Archivo *.csv

☐ Archivo *.inp

Nombre de la Hoja con Información de:

Nodos: Tuberías:

Cargar Excel

TABLA CON INFORMACIÓN DE NODOS:

COORD. X	COORD. Y	NODO	DEMANDA (L/S)	NODO TIPO	COTA (M)
1324.69	6843.29	1.0	0.0	E	380.0
3173.62	8421.65	2.0	25.0	N	337.0
6341.6	9165.73	3.0	50.0	N	339.0
9148.82	8568.21	4.0	65.0	N	342.0
7243.52	6313.42	5.0	42.0	N	346.0
4391.21	6087.94	6.0	26.0	N	341.0
907.55	4137.54	7.0	100.0	N	341.0
4921.08	3596.39	8.0	40.0	N	345.0

TABLA CON INFORMACIÓN DE TUBERÍAS:

TUBERÍA	NOD. INI.	NOD. FIN.	LONG. (M)	DIAM. (MM)	KM	KS
T1	1.0	2.0	200.0	300.0	4.2	0.03
T2	2.0	3.0	250.0	200.0	7.3	0.03
T3	3.0	4.0	250.0	150.0	0.0	0.03
T6	1.0	6.0	250.0	300.0	0.0	0.03
T8	1.0	7.0	250.0	300.0	0.0	0.03
T4	3.0	6.0	450.0	75.0	6.7	0.03
T11	7.0	8.0	420.0	250.0	0.0	0.03
T13	7.0	10.0	200.0	100.0	8.4	0.03
T5	4.0	5.0	375.0	150.0	0.0	0.03
T10	5.0	9.0	450.0	250.0	7.3	0.03

RED HIDRAULICA

Id's

☒ Sin ID

☐ Id Nodos

☐ Id Tuberías

☐ Id Nodos y Id Tuberías

Visualizar Red

Propiedades

☐ Demandas

☐ Cotas

☐ Longitudes

☒ Diámetros

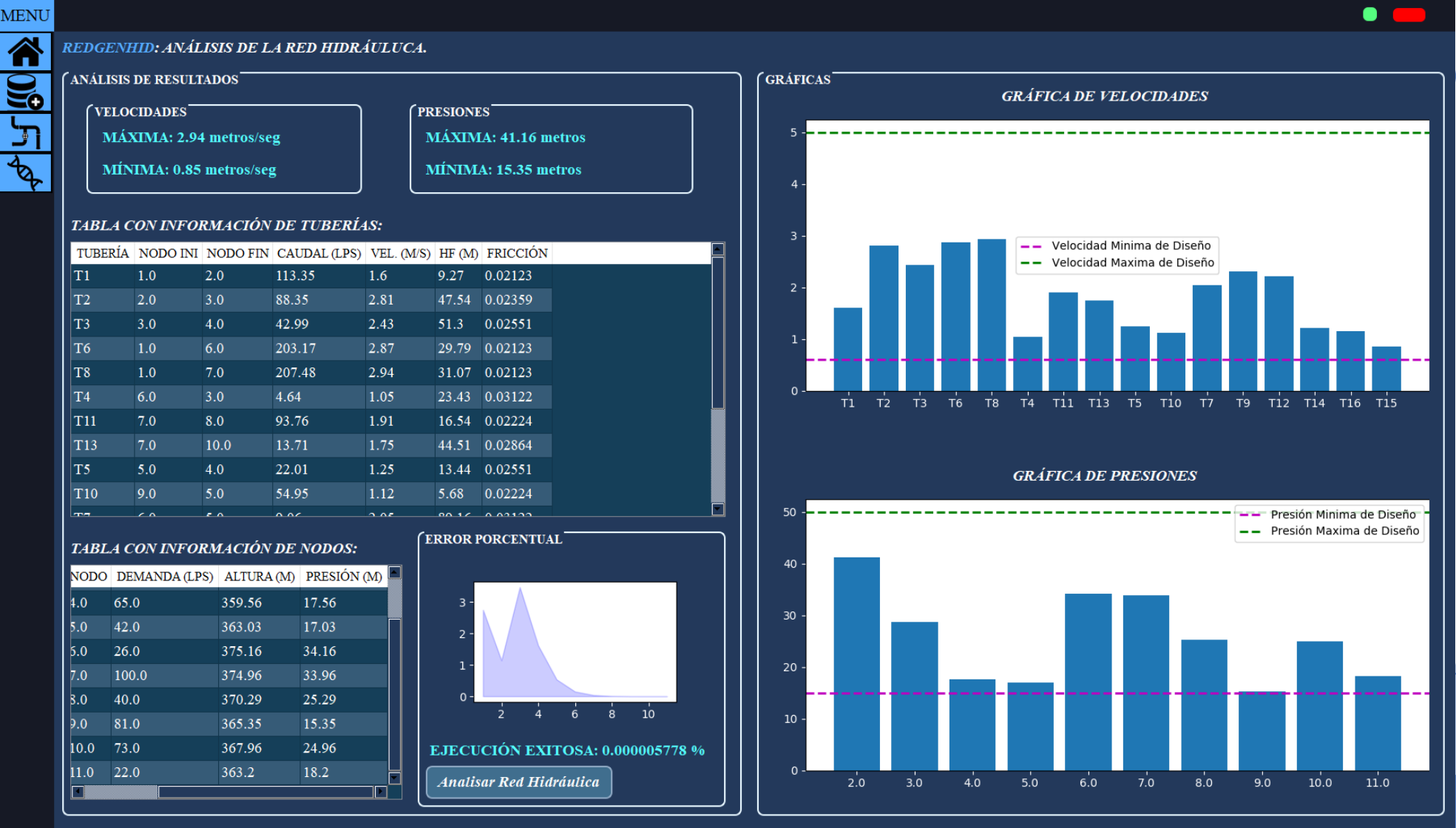
☐ Rugosidades

☐ Pérdidas Menores

Diagrama de la red hidráulica mostrando los nodos y tuberías. Las tuberías están etiquetadas con sus diámetros: 300.0mm, 200.0mm, 150.0mm, 75.0mm, 250.0mm, 100.0mm, 50.0mm.

pan/zoom, x=3797.07 y=8427.5

Volvemos a analizar la red hidráulica:



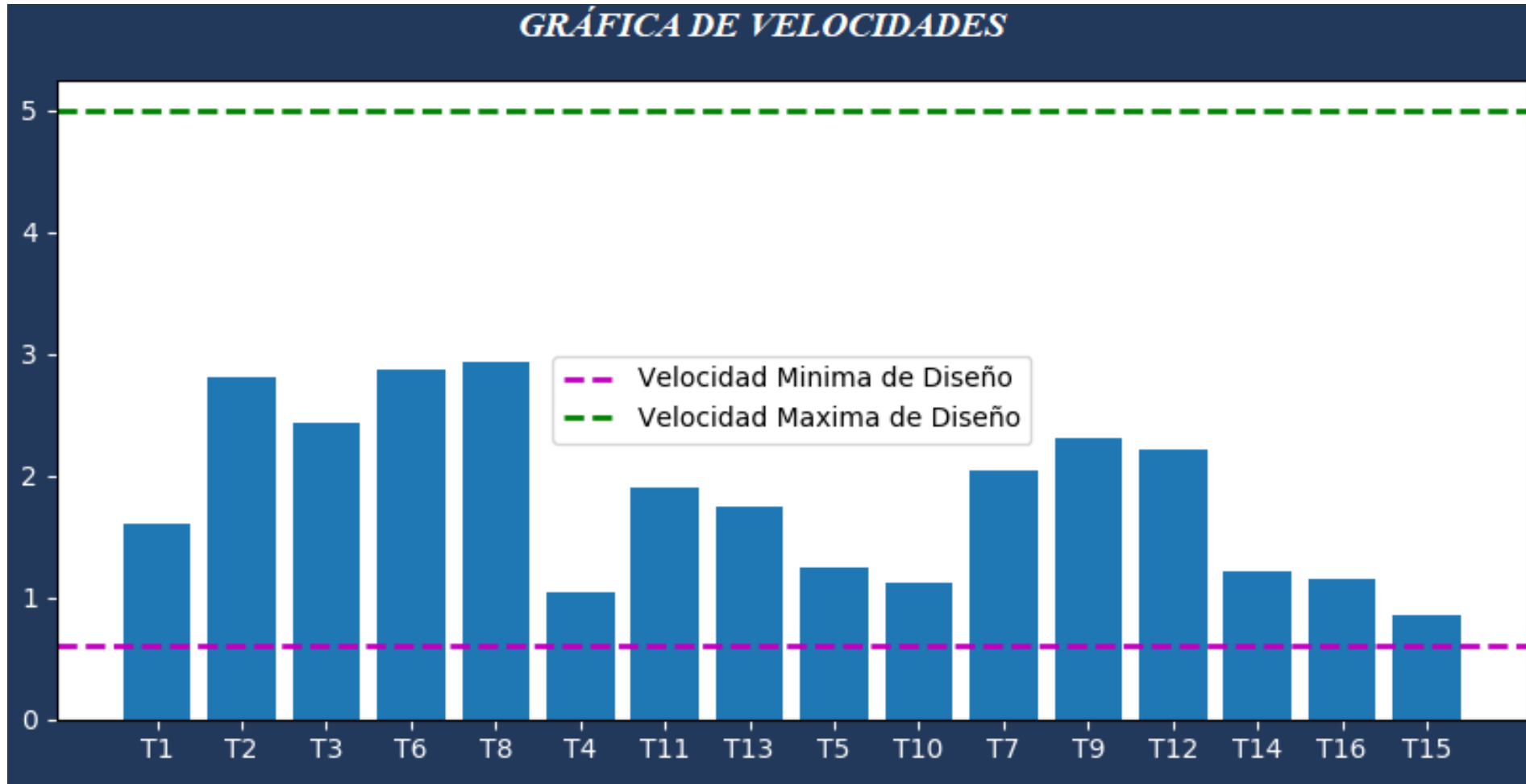
Podemos observar que el algoritmo usado para analizar la red hidráulica converge de manera correcta:



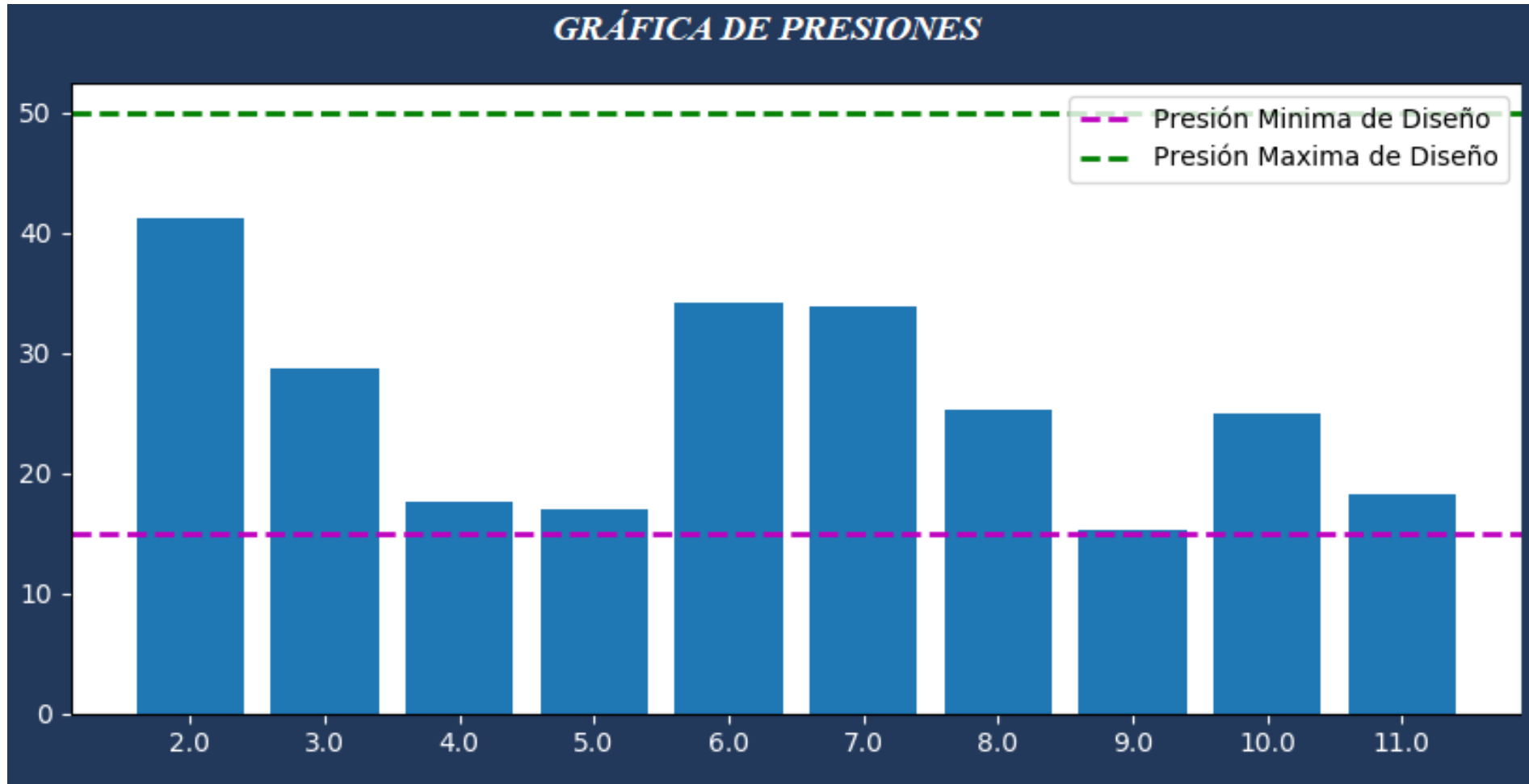
De las velocidades y presiones máximas y mínimas vemos que se cumplen con las propiedades hidráulicas dadas por el usuario:

VELOCIDADES	PRESIONES
MÁXIMA: 2.94 metros/seg	MÁXIMA: 41.16 metros
MÍNIMA: 0.85 metros/seg	MÍNIMA: 15.35 metros

Se observa gráficamente que se cumple con las velocidades esperadas en cada tubería:



Se observa gráficamente que se cumple con las presiones esperadas en cada nodo:



Resultados de las propiedades.

TABLA CON INFORMACIÓN DE TUBERÍAS:

TUBERÍA	NODO INI	NODO FIN	CAUDAL (LPS)	VEL. (M/S)	HF (M)	FRICCIÓN
T1	1.0	2.0	113.35	1.6	9.27	0.02123
T2	2.0	3.0	88.35	2.81	47.54	0.02359
T3	3.0	4.0	42.99	2.43	51.3	0.02551
T6	1.0	6.0	203.17	2.87	29.79	0.02123
T8	1.0	7.0	207.48	2.94	31.07	0.02123
T4	6.0	3.0	4.64	1.05	23.43	0.03122
T11	7.0	8.0	93.76	1.91	16.54	0.02224
T13	7.0	10.0	13.71	1.75	44.51	0.02864
T5	5.0	4.0	22.01	1.25	13.44	0.02551
T10	9.0	5.0	54.95	1.12	5.68	0.02224
T7	6.0	5.0	9.06	2.05	89.16	0.03122
T9	6.0	8.0	163.47	2.31	19.29	0.02123
T12	8.0	9.0	156.28	2.21	17.63	0.02123
T14	8.0	10.0	59.29	1.21	6.61	0.02224
T16	9.0	11.0	20.33	1.15	11.47	0.02551
T15	8.0	11.0	1.67	0.85	26.19	0.0355

TABLA CON INFORMACIÓN DE NODOS:

NODO	DEMANDA (LPS)	ALTURA (M)	PRESIÓN (M)
2.0	25.0	378.16	41.16
3.0	50.0	367.67	28.67
4.0	65.0	359.56	17.56
5.0	42.0	363.03	17.03
6.0	26.0	375.16	34.16
7.0	100.0	374.96	33.96
8.0	40.0	370.29	25.29
9.0	81.0	365.35	15.35
10.0	73.0	367.96	24.96
11.0	22.0	363.2	18.2