

© 2000-2010 Procedimientos Uno S.L.

LAwin

Líneas aéreas de alta tensión

Versión 1.0.1.8



LAwin

Líneas aéreas de alta tensión

**Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en
líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas
complementarias ITC-LAT-01 a 09,
Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero**

Manual de Usuario

1

INSTALACIÓN Y LLAMADA AL PROGRAMA

1.1. Requisitos mínimos.

LAwin: Líneas aéreas de alta tensión es una aplicación que podrá ser instalado y ejecutado en sistemas operativos Windows XP/SP3 y posteriores, incluyendo Windows 7 , Windows 8 y Windows 10 (tanto en versiones de 32 como 64 bits).

Antes de comenzar con la instalación de esta aplicación, Ud. debe instalar, si no lo tiene instalado ya, el paquete de librerías comunes **XXwin. Componentes Comunes**.

Para instalar **LAwin: Líneas aéreas de alta tensión** en su sistema puede ejecutar directamente el fichero de instalación que le hayan suministrado o descargarlo e instalarlo desde el Gestor de Aplicaciones de iMventa Ingenieros.

1.2. Llamada al programa

Para iniciar **LAwin: Líneas aéreas de alta tensión**, debe seguir los siguientes pasos:

1. Haga clic en el botón de inicio de la barra de tareas. Windows desplegará el **menú de inicio**.
2. Haga clic en la opción **Programas**, carpeta **Procedimientos Uno** y opción **LAwin: Líneas aéreas de alta tensión**.

RUEGO: Por favor lea el manual y use la ayuda del programa. Aunque el manejo del programa pretende ser fácil e intuitivo, la lectura del manual y de la ayuda le dará una visión mas clara de lo que el programa es capaz de hacer, y cómo hacerlo. Haga todas las pruebas previas que considere necesarias para adiestrarse en su manejo, siempre puede reinstalar el programa si quiere empezar desde cero.

1.3. Licencia

Para ejecutar el programa es indispensable primero obtener su licencia. Para ello, una vez instalado, en su primera ejecución encontrará la petición de licencia. Para validar la licencia introduzca su **nº de cliente** y **clave** que le habrán sido suministrados en el momento de la compra.

1.4. Desinstalación

Para desinstalar **LAwin: Líneas aéreas de alta tensión** de su sistema, debe realizar los siguientes pasos:

1. Haga clic en el botón de inicio de la barra de tareas. Windows desplegará el **menú de inicio**.
2. Haga clic en la opción **Configuración**, carpeta **Panel de Control**. Windows mostrará la carpeta **Panel de Control**.
3. Haga un doble clic en el icono **Agregar o quitar programas**. Windows muestra el cuadro de diálogo **Propiedades de Agregar o quitar programas**. Busque y seleccione en la lista del cuadro de diálogo la referencia al programa **Procedimientos LAwin: Líneas aéreas de alta tensión**.
4. Haga clic en el botón Agregar o quitar. Windows iniciará el desinstalador de la aplicación, que actuará de forma automática

1.5. Cambios normativos

LAwin V.1.1.0.8 está adaptado al nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT-01 a 09, Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero. Las principales diferencias con las versiones anteriores basadas en el Reglamento de 1968 se comentan brevemente a continuación:

Datos generales: Se modifican los niveles de contaminación ambiental según la tabla 4 del apartado 4.4 de la ITC.LAT.07. Estos cambios afectan al cálculo del número de aisladores y aparecen reflejados en la memoria de proyecto.

Se permite modificar el campo “Velocidad máxima” que en la versión anterior estaba desactivado y con valor fijo 120,0 km/h. Cuando toma un valor superior se multiplican las sobrecargas de viento por el valor $(V/120)^2$ según el apartado 3.1 del RAT2008.

Se introduce un nuevo parámetro en Datos/Generales que hace referencia al paso de la línea a través de explotaciones agrícolas o ganaderas de modo que la altura mínima al terreno se eleva hasta los 7,0 m.

Designación de cables: Se adopta una nueva designación para cables que sigue la norma UNE EN 50182 - 2001. La base de datos de cables se ha modificado para incluir las características de los nuevos tipos. Las equivalencias entre los conductores utilizados hasta ahora y los nuevos son:

- LA-30 27-AL1/4-ST1A
- LA-56 47-AL1/8-ST1A
- LA-78 67-AL1/11-ST1A

Esfuerzos sobre los conductores: El nuevo reglamento fija las condiciones para evitar los fenómenos antivibratorios, indicando 22 como valor máximo del EDS cuando se utilizan antivibradores y 15 en caso contrario.

Los valores de los esfuerzos debidos al viento y al hielo sobre los conductores ahora vienen expresados en daN en lugar de kgf, por tanto hay pequeñas variaciones respecto de los valores obtenidos en las versiones anteriores.

Hipótesis reglamentarias: A partir de esta versión se modifican las condiciones para el cálculo de la tensión máxima en cada vano de regulación de modo que las temperaturas para la hipótesis de viento en zonas B y C pasan a ser -10° y -15° C respectivamente. En la versión anterior en todos los casos se tomaba -5° C de acuerdo al antiguo reglamento.

El cálculo de la desviación de la cadena de aisladores para la acción del viento mitad se modifica para tener en cuenta la temperatura coincidente según zona: -5° C, -10° C ó -15° C.

Cálculo de esfuerzos en apoyos: En aplicación de las tablas 7 y 8 del nuevo RAT2008, se sustituye el esfuerzo de viento para el cálculo de apoyos, tomando en Zonas B y C el esfuerzo coincidente con las temperaturas -10° y -15° C en lugar de hacerlo siempre para -5° C como ocurría en la versión anterior.

Nueva designación de tipos de apoyo: El nuevo reglamento permite la utilización de cadenas de amarre en apoyos de alineación y ángulo, eliminando en ellos la obligación de cumplir las condiciones de resistencia de los apoyos de anclaje. De esta forma surge la siguiente clasificación de apoyos:

- Suspensión de alineación Anteriormente Alineación
- Suspensión de ángulo No tratado en LAwin
- Amarre de alineación Nuevo en LAwin
- Amarre de ángulo Nuevo en LAwin.
- Anclaje de alineación Anteriormente Anclaje.
- Anclaje de ángulo Anteriormente Anclaje.

La nueva versión trata los apoyos de amarre (alineación y ángulo), aunque no se contemplan los apoyos de ángulo con cadenas de suspensión. Se introduce la opción “Cadenas de amarre” en las propiedades del apoyo de alineación y ángulo para indicar el tipo de cadena. Se modifica el cálculo de apoyos para tener en cuenta el tipo de cadena, afectando al cálculo de esfuerzos debidos a las hipótesis de desequilibrio de tracciones y rotura de conductores.

Esta nueva posibilidad admitida por el reglamento permite solventar los típicos problemas de desviación excesiva de la cadena de aisladores o los efectos de esfuerzos ascendentes, sustituyendo las cadenas de suspensión por otras de amarre sin necesidad de reforzar el apoyo para soportar los esfuerzos correspondientes a uno de tipo Anclaje.

Se modifica la cuerda de guitarra del plano para incluir el tipo de apoyo: suspensión de alineación, amarre de alineación, amarre de ángulo, anclaje de alineación, anclaje de ángulo...

Distancias de seguridad: El nuevo reglamento define nuevas fórmulas para el cálculo de las distancias mínimas tanto internas como externas. Las primeras se utilizan para diseñar la línea con suficiente capacidad para resistir sobretensiones. Las segundas definen las distancias de seguridad para evitar daños a terceros.

Las distancias internas que se ven afectadas son la distancia mínima entre conductores y la distancia mínima entre conductores y partes a tierra.

Las distancias externas modificadas por el nuevo reglamento ITC.LAT.07 apartado 5.5 en adelante son todas las relativas al terreno, caminos, cursos de agua, otras líneas eléctricas o de telecomunicaciones, ferrocarriles electrificados y sin electrificar, tranvías, trolebuses, teleféricos, cables transportadores y ríos y canales navegables.

Para líneas eléctricas de tercera categoría, y en especial para las de 20 kV las distancias mínimas prácticamente no sufren variación con respecto a las del anterior reglamento.

Tanto la memoria de proyecto como los planos de planta y perfil se han modificado para que todos los cambios comentados se vean reflejados y justificados.

PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN

1.- EXPEDIENTE Y AUTOR DEL ENCARGO

1.1.- EXPEDIENTE

Referencia: Ejemplo
Descripción: Proyecto de ejemplo
Fecha: 25/10/06
Dirección: C/ Juan López Peñalver S/N
Localidad: Málaga
Proyectado por: Procedimientos-Uno, S.L.

1.2.- AUTOR DEL ENCARGO

Propietario: PROCEDIMIENTOS-UNO, S.L.
CIF: B29430105
Dirección: Centro Tecnológico de Industrias Auxiliares
Localidad: Campanillas (Málaga)
Código postal: 29590
Observaciones: Ejemplo de la biblioteca de programas de PROCEDIMIENTOS-UNO, S.L.

1.3.- NORMATIVA

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT-01 a 09, Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento relacionadas en la ITC-LAT-02.
- Normas particulares de la Empresa Suministradora.

1.4.- DATOS GENERALES DE LA LÍNEA

Titular: PROCEDIMIENTOS-UNO, SL. CIF. B-29430105.
Emplazamiento: Campanillas MÁLAGA.
Término municipal: Campanillas, Cártama y Almogía.

2

INTRODUCCIÓN DE DATOS

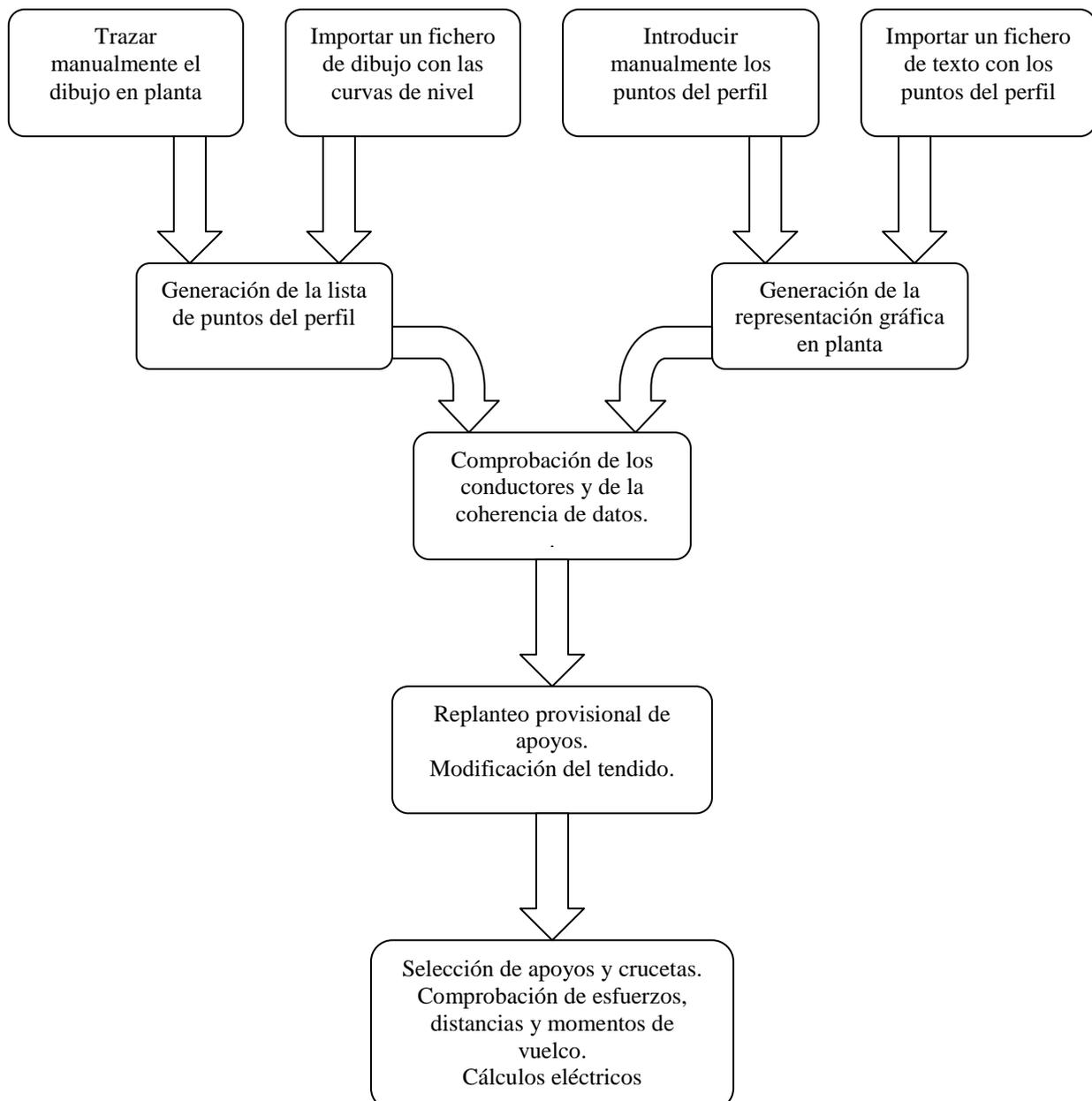
El programa tiene cuatro posibles formas de introducción de datos:

1. Dibujar la planta de la línea incluidos sus elementos de identificación de cotas (curvas y puntos de nivel).
2. Importar un archivo de dibujo con las curvas de nivel y el trazado en planta de la línea.
3. Introducir manualmente la lista de puntos del perfil del terreno y la ubicación de apoyos.
4. Importar un fichero de texto con la lista de los puntos del perfil del terreno.

Estas cuatro posibilidades se pueden combinar entre sí, por ejemplo, es posible importar las curvas de nivel desde un archivo de dibujo y trazar encima el recorrido de la línea.

Junto al programa se distribuye un ejemplo compuesto por varios archivos que muestran las distintas fases de introducción de datos en los casos 2 y 4.

Una vez que se tiene en pantalla el dibujo de la planta de la línea y se han identificado los puntos del perfil del terreno, los cuatro métodos de introducción de datos siguen por el mismo camino, que consiste en completar o modificar el replanteo original de apoyos, y posteriormente comprobar y seleccionar los modelos de postes.



3

PROYECTO DE EJEMPLO

A continuación se describe el modo de usar el programa utilizando los diferentes tipos de entrada de datos (apartados 3.1 y 3.2). A partir del apartado 3.3 ha finalizado la entrada particular de datos y se describe el uso común del programa.

3.1. Introducción de datos mediante captura de datos gráficos

En primer lugar abordaremos la introducción de datos por medio de un archivo de dibujo con las curvas de nivel del terreno. Este archivo se suministra junto al programa y tiene el nombre `Ejemplo.dxf`.

Utilizando la opción **Archivo/Nuevo** se inicia el funcionamiento del asistente para la introducción de datos. En primer lugar se piden los datos del expediente del proyecto. A continuación aparece el cuadro de diálogo **Datos generales** donde se deberán introducir los datos siguientes:

The figure displays four screenshots of the 'Datos generales' dialog box, arranged in a 2x2 grid. Each window has a title bar with 'Datos generales' and a close button (X). The dialog is divided into two main sections: 'Condiciones ambientales' and 'Descripción general', each with a sub-tab 'Datos generales' and 'Parámetros de diseño'.

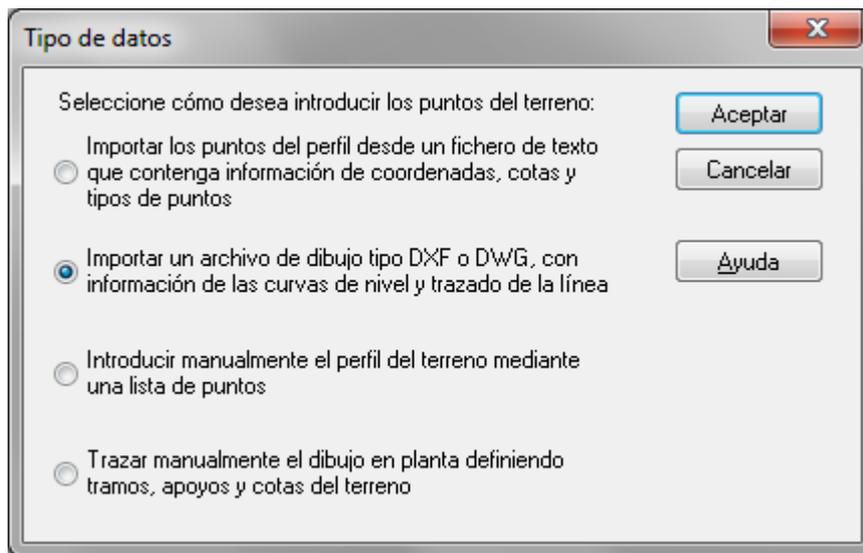
Top-left screenshot: Shows the 'Parámetros de diseño' sub-tab under 'Descripción general'. Fields include: Tensión de servicio (kV): 45.00; Distancia mínima al terreno (m): 6.00; Altura útil del apoyo (m): 9.00; Vano de cálculo (m): 150.00; Desnivel del vano de cálculo (m): 10.00. Drop-down menus for: Naturaleza del terreno (Clasificación típica), Tipo de terreno (Normal C2 = 10 kg/cm³), Tipo de apoyo (UNESA 6703 C (HV)), Tipo de cruceta (Bóveda (C)), Tipo de cable (67-AL1/11-ST1A), and Tipo de aislador (Modelo E 70/127). Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda.

Top-right screenshot: Shows the 'Parámetros de diseño' sub-tab under 'Descripción general'. Fields include: Valor EDS (<= 15, antivibradores <= 22): 15.0; Temperatura para EDS (°C): 15.0. A group box 'Coeficientes de seguridad' contains: Tracción de cables: 3.0; Tracción de aisladores: 2.5; Vuelco de cimentaciones: 1.20. Checkboxes: Emplear hipótesis especial (hielo más viento); Prescindir de la 4ª hipótesis, si es posible. Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda.

Bottom-left screenshot: Shows the 'Parámetros de diseño' sub-tab under 'Condiciones ambientales'. Fields include: Velocidad máxima del viento (km/h): 120.00; Temperatura máxima (°C): 50.00; Densidad del hielo (gr/cm³): 0.70; Nivel de contaminación: (mm/kV) Ligero: Sin industrias, agrícola y montañoso (16). Checkbox: La línea atraviesa explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas (altura mínima 7 m). Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda.

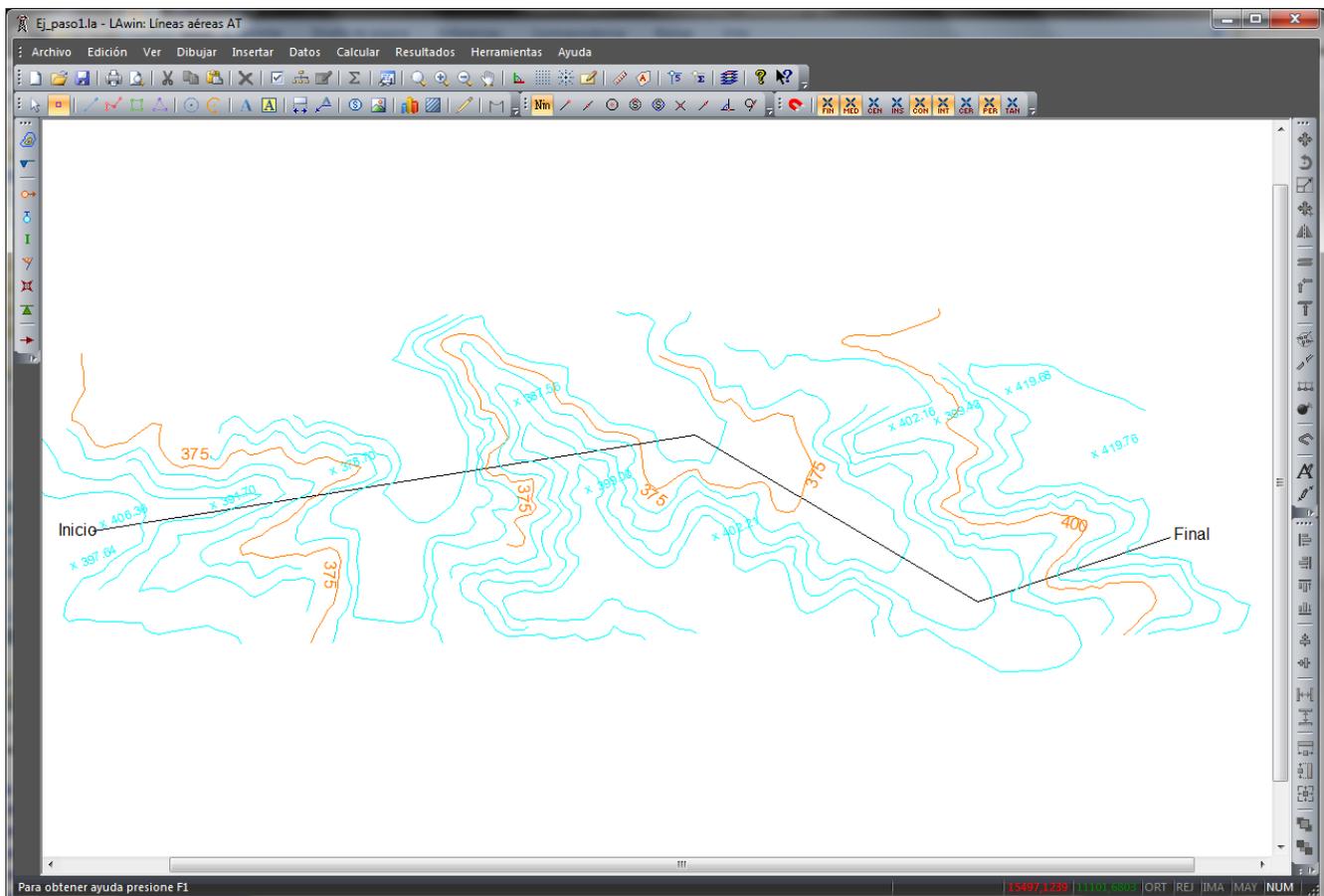
Bottom-right screenshot: Shows the 'Datos generales' sub-tab under 'Condiciones ambientales'. Fields include: Titular: PROCEDIMIENTOS UNO, S.L.; Emplazamiento: Campanillas MÁLAGA; Término municipal: Campanillas, Cártama y Almogía; Objeto de la línea: Suministro de fluido eléctrico a finca rural para actividades agrícolas y ganaderas; Punto de conexión: Entronque al apoyo Nº 15 de la línea Nº 2015 de la CSE Campanilla-Cortijo Trévere; Final de línea en: Centro de transformación intemperie 50 kVA 398 kV; Empresa suministr.: Sevillana ENDESA. Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda.

Al aceptar, aparece el cuadro de diálogo de **Tipo de datos**. Seleccione la segunda opción: Importar un archivo DXF o DWG, con información de las curvas de nivel y trazado de la línea.



A continuación se mostrará el cuadro de diálogo **Importar**. Escoja el archivo: C:\Archivos de programa\Procuno\LAwin\Ejemplo.dxf y cuando acepte el diálogo aparecerá en la pantalla el trazado de las curvas de la figura siguiente.

Esta operación también se puede realizar usando la opción **Archivo/Importar/Dibujo**.

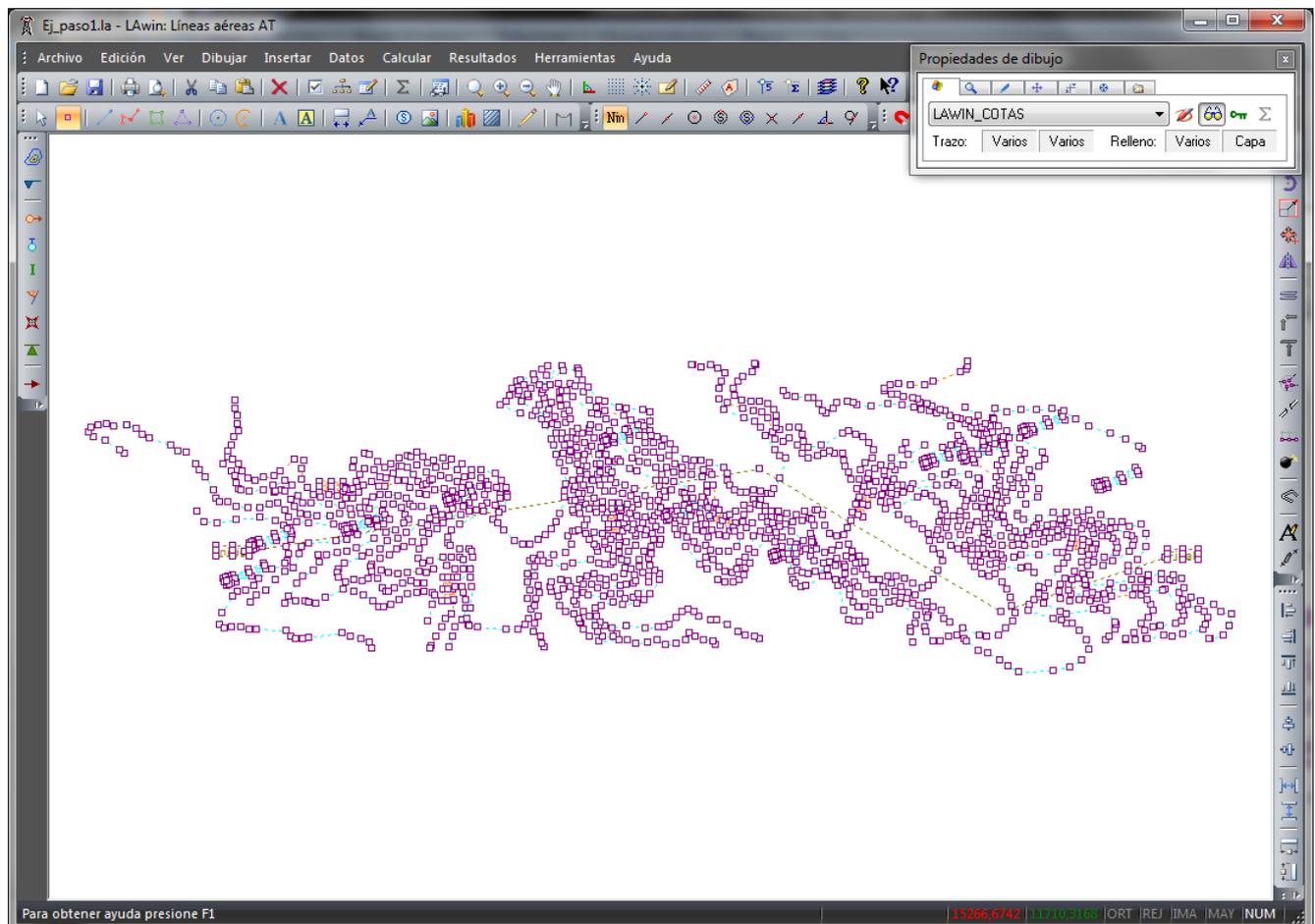


El siguiente paso consiste en calibrar el archivo **DXF** para establecer una relación entre las unidades del dibujo y las dimensiones reales. Para ello seleccione la opción **Calibrar plano** del menú de **Herramientas** y haga clic con el ratón en los extremos de una línea del plano cuya longitud real conozca.

El cursor tomará la forma de *Punto de Referencia Final*, es decir, cuando se pique sobre una línea escogerá su extremo más próximo. A continuación aparece el cuadro de diálogo **Calibrar plano**, cuyo primer campo muestra las unidades del dibujo que Ud. acaba de medir, en el segundo campo debe introducir la medida real en metros. De ahora en adelante LAwin realiza automáticamente las conversiones desde unidades de dibujo a metros.

Tenga en cuenta que el programa utiliza el formato de representación numérica definido en la internacionalización de Windows, por tanto asegúrese de usar el separador decimal (y de miles) correcto. Para modificar esta configuración acceda a la carpeta “Números” de la opción “Configuración regional” del “Panel de control” de sus sistema operativo.

El próximo paso consiste en cambiar todas las curvas de nivel a la capa LAWIN_COTAS. Para ello utilice la opción **Edición/Seleccionar todo** y a continuación **Ver/Barra propiedades** para seleccionar la capa anterior.



BARRA DE PROPIEDADES es un cuadro de diálogo flotante que puede ser desplazado hasta cualquier zona de la pantalla y que visualiza y permite modificar las propiedades del dibujo (capas, colores, estilos de trazo y relleno) de las entidades seleccionadas. Para hacer que desaparezca ejecute de nuevo el comando **Ver Barra de propiedades** o pulse el botón “Cerrar” de su esquina superior derecha.

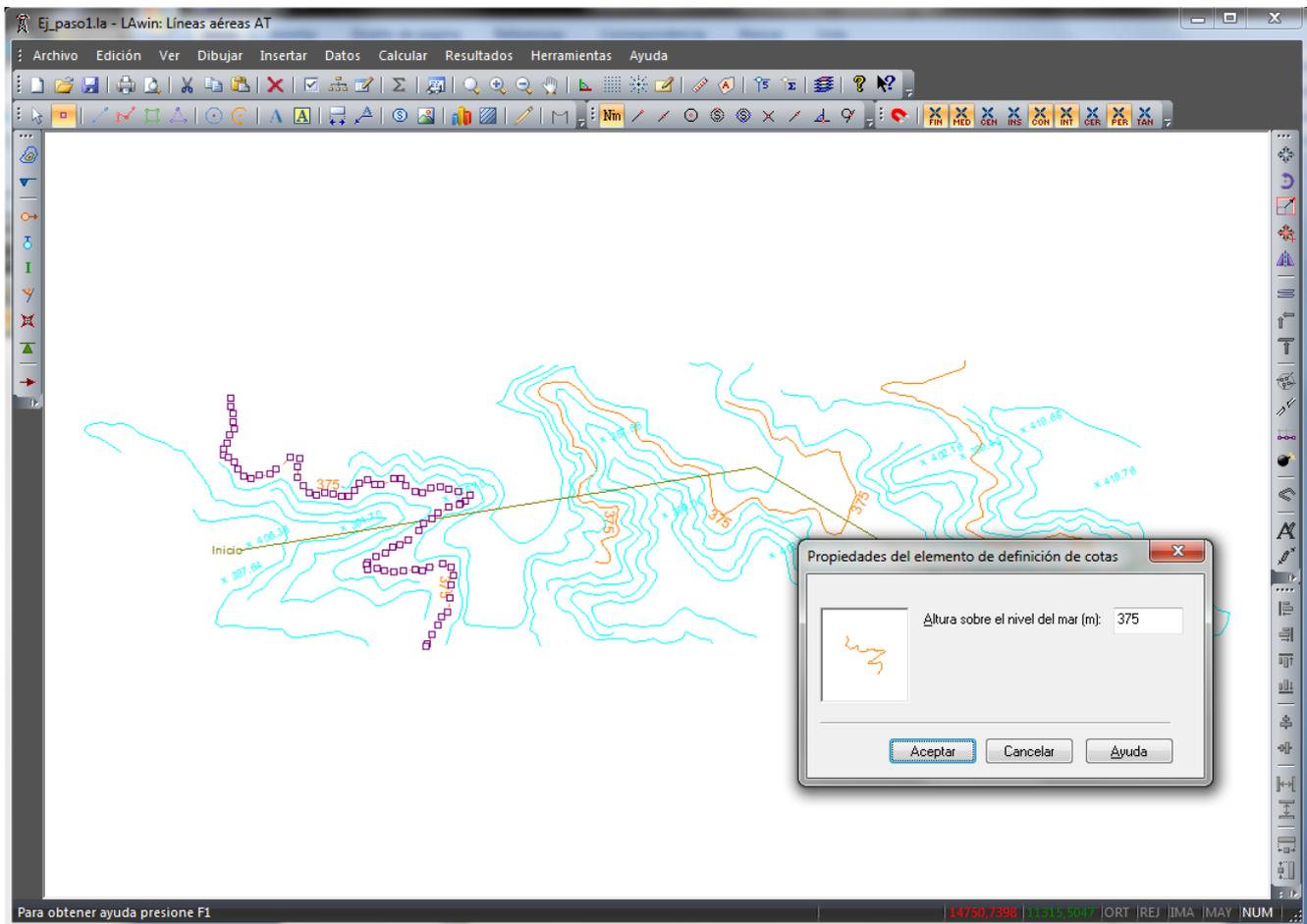
Utilice la tecla MAYÚSCULAS para apartar de la selección la línea de color rojo que muestra el recorrido del tendido eléctrico.

Para finalizar Ud. debe dar la propiedad *Altura sobre el nivel del mar(m)* a cada curva de nivel. Esto se consigue haciendo doble clic sobre la curva y editando el cuadro de diálogo. También es posible hacer una selección múltiple (usando la tecla MAYÚSCULAS del teclado) para asignar a varias curvas la misma cota.



CÓMO SELECCIONAR UN GRUPO DE ENTIDADES: Para hacer una selección múltiple de entidades haga clic sobre cada una de ellas mientras mantiene pulsada la tecla MAYÚSCULAS.

Podrá comprobar si todas las curvas están editadas usando la opción **Ver/Ocultar entidades editadas**.

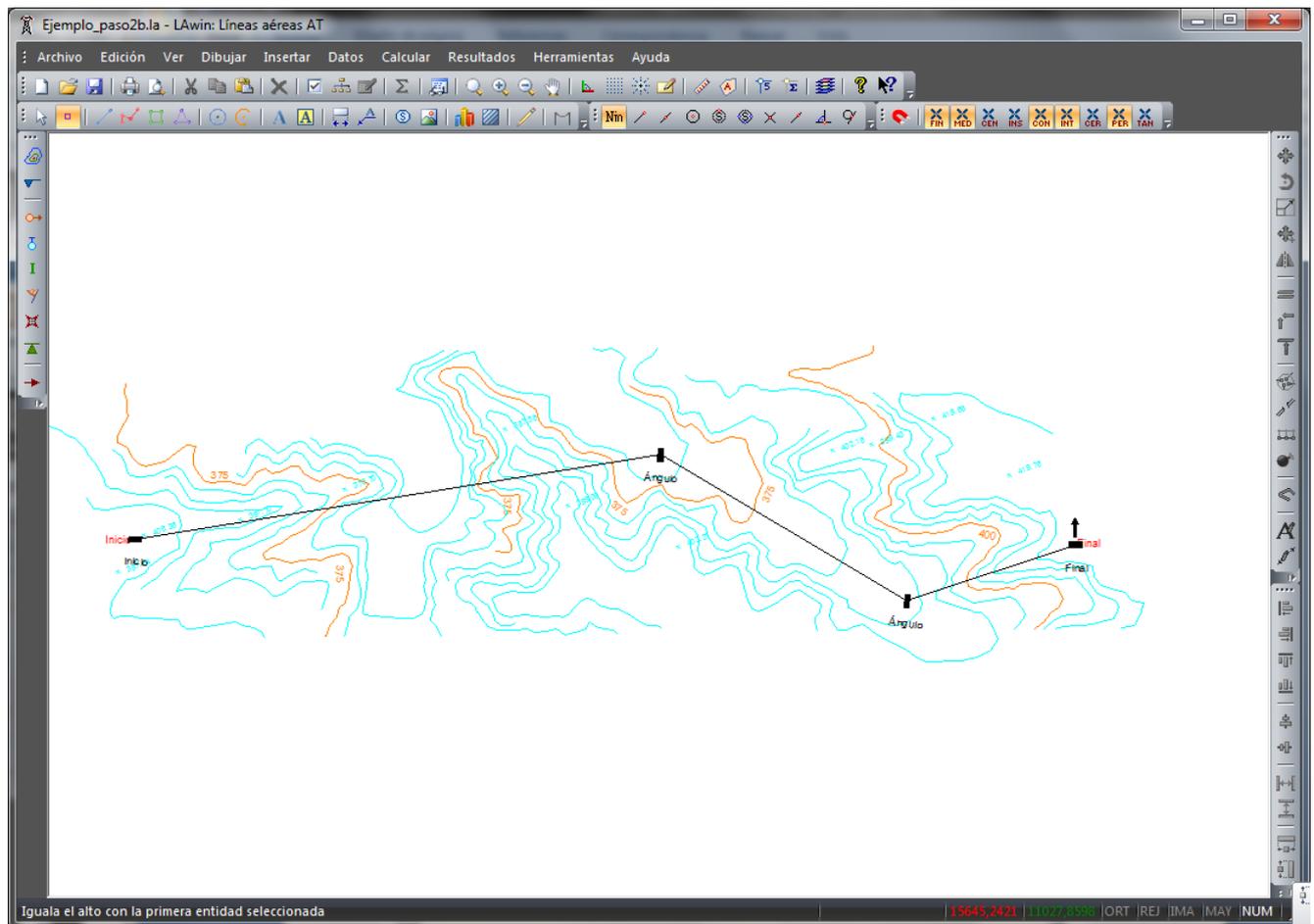


El archivo Ejemplo_Paso1b.la contiene el proyecto de ejemplo con las curvas de nivel editadas.

Del mismo modo que se ha importado un archivo de dibujo, es posible trazar manualmente las curvas de nivel usando la opción **Insertar/Elementos de definición de cotas** e **Insertar/Puntos de nivel**. Esto puede ser útil si se dispone de tableta digitalizadora y un plano topográfico en papel.

El siguiente paso consiste en dibujar la planta de la línea eléctrica. Para ello dispone de los botones de inserción de símbolos y de entidades de dibujo. Deberá tener en cuenta los siguientes puntos a la hora de dibujar:

1. Utilice el punto de referencia *Conexión* para realizar las conexiones entre elementos.
2. Comience la línea con un apoyo de *Inicio*.
3. Dibuje el recorrido usando entidades *Línea*, nunca utilice polilíneas.
4. Si tiene que representar un cambio de dirección, sitúe en ese punto un apoyo *Ángulo*.
5. Para definir un punto de derivación utilice el apoyo *Estrellamiento* o *Derivación*.
6. Indique el final de la línea con el apoyo de *Final de línea*.
7. Por último designe los puntos de *consumos* (habitualmente junto al apoyo *Final de línea*).



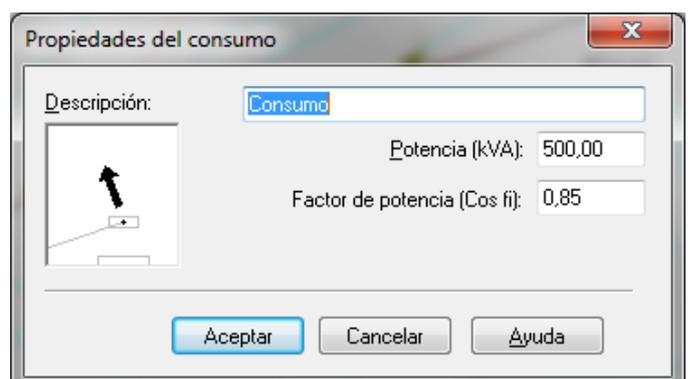
 **FIJAR EL ÁNGULO DE GIRO DE UN SÍMBOLO:** Para situar un símbolo girado un ángulo determinado escoja una de las opciones Fijar rotación: 0°, 90°, 180° y 270° del menú contextual que aparece al pulsar el botón secundario del ratón.

 **INSERTAR VARIOS SÍMBOLOS DE UNA MISMA CATEGORÍA:** Para insertar varios símbolos de una misma categoría una vez situado el primero basta con pulsar el botón derecho del ratón y escoger la opción Repetir símbolo del menú contextual.

Una vez definido el recorrido de la línea es necesario dar propiedades a sus elementos, es decir, a los apoyos y a los tramos. Para realizar esta operación basta con hacer doble clic en el elemento que se quiere editar. Esto provoca la aparición del cuadro de diálogo de propiedades de ese elemento para introducir los valores de cálculo. Estos cuadros de diálogo tienen botones de ayuda que explican detalladamente el significado y uso de cada parámetro.

Cuando hay varios elementos de un mismo tipo es posible darles propiedades a todos simultáneamente mediante la selección múltiple.

En la figura siguiente se muestra el cuadro de diálogo de introducción de datos del elemento *Consumo*.



El archivo Ejemplo_Paso2b.1a contiene el proyecto de ejemplo con el trazado realizado y con todas las entidades editadas.

Para finalizar con este ejemplo de entrada de datos tendremos que ejecutar la opción **Calcular/Dibujo en planta>>Puntos del terreno**. Esta opción interpreta el dibujo y obtiene los puntos del perfil del terreno, mostrando la lista completa en pantalla.

Sobre esta lista es posible hacer modificaciones, por ejemplo convertir puntos de nivel en apoyos o cruzamientos, cambiar la altura de los apoyos o modificar la potencia de algún consumo. Cuando se valide el cuadro el programa sustituirá la planta trazada manualmente por la que resulta de seguir la lista de puntos del perfil.

El archivo Ejemplo_Paso3b.1a contiene el proyecto de ejemplo con el trazado realizado y con todas las entidades editadas.

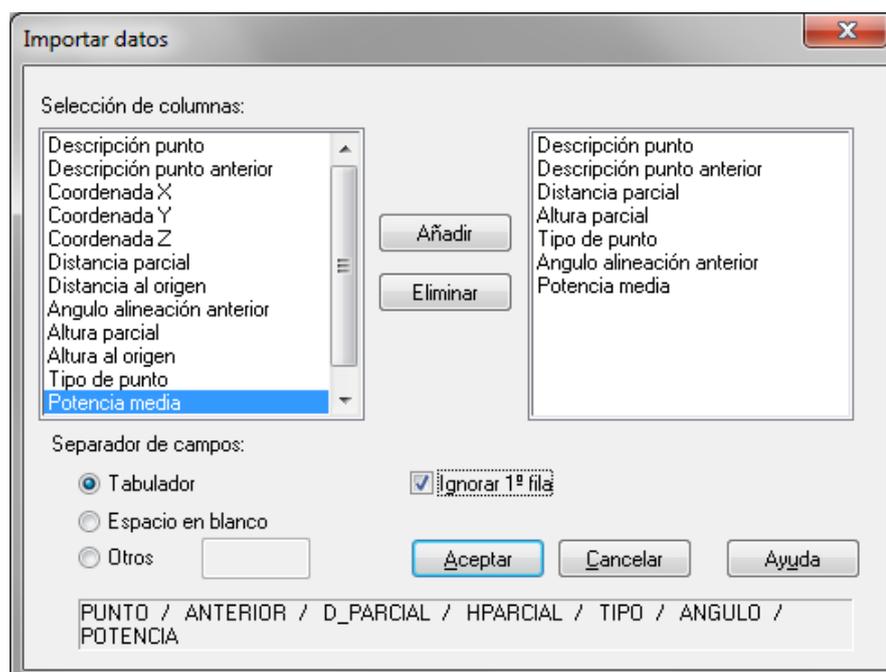
Desde este momento concluye el modo de entrada de datos gráfica y continúa el manejo del resto del programa que es común a los otros modos de introducción de datos, cuya explicación continúa en el apartado 3.3.

3.2. Introducción de datos mediante definición de puntos del perfil

Esta entrada de datos es útil cuando se dispone de un archivo con los puntos de definición del perfil del terreno, por ejemplo un archivo de texto generado previamente con un programa de topografía. Para seguir este manual el programa se distribuye con un archivo de definición del perfil denominado Ejemplo.txt.

Utilizando la opción **Archivo/Nuevo** se inicia el funcionamiento del asistente para la introducción de datos. En primer lugar se piden los datos del expediente del proyecto, a continuación rellene los datos generales de la línea según aparece en el primer apartado de este capítulo. Seguidamente se pide el Tipo de datos, seleccione *“Importar los puntos del perfil desde un fichero de texto que contenga información de coordenadas, cotas y tipos de puntos”*.

Otra forma de importar los datos del perfil del terreno es ejecutar el comando **Archivo/Importar/Fichero**. Seleccione el archivo C:\Archivos de programa\Procuno\LAWIN\Ejemplo.txt. Inmediatamente aparecerá el cuadro de diálogo **Importar Datos** que tiene el aspecto de la figura siguiente:



Este cuadro sirve para especificar el formato del archivo que se va a importar. La primera lista contiene los tipos de datos que el programa puede leer y la segunda sirve para especificar cuál es el contenido de cada columna del archivo. Para definir este contenido habrá que ir añadiendo columnas a la lista de la derecha.

El separador de campos es el código que se usa en el archivo de datos para separar las columnas. Usualmente se utiliza el tabulador o el espacio en blanco, aunque el programa permite especificar cualquier otro.

También es posible obligar al programa a que se ignore la primera fila del archivo ya que algunas veces contiene una cabecera con la descripción de cada columna.

En la parte inferior del cuadro de diálogo aparece la primera fila del archivo con la identificación de separación de columnas que el programa ha encontrado.

Cuando se pulsa el botón **Aceptar** la aplicación importa el contenido del fichero y presenta en pantalla la lista de puntos del perfil. Desde esta lista es posible introducir modificaciones si el archivo no lleva toda la información necesaria, como por ejemplo la identificación del tipo de punto, o bien el consumo de los apoyos finales.

En nuestro caso habrá que modificar los puntos especiales (ángulo, derivación y consumos) para que el ejemplo corresponda al mismo introducido en el apartado 3.1 de este manual:

1. El punto 34 es un *Apoyo fin de línea* de consumo igual a 500 KVA, y hay que introducirle un factor de potencia de 0,85. No es necesario recalcular las coordenadas al variar este parámetro.

The image shows a dialog box titled "Punto de terreno" with the following fields and values:

- Descripción: 34
- Punto anterior: 33
- Tipo de punto: Apoyo fin de línea
- Tipo coordenadas: Relativas
- Valor:
 - Distancia: 38,30
 - Altura del apoyo (m): 9,00
 - Angulo: 0,00
 - Potencia (kVA): 500,00
 - Inc. altura: 0,00
 - Cos fi: 0,85

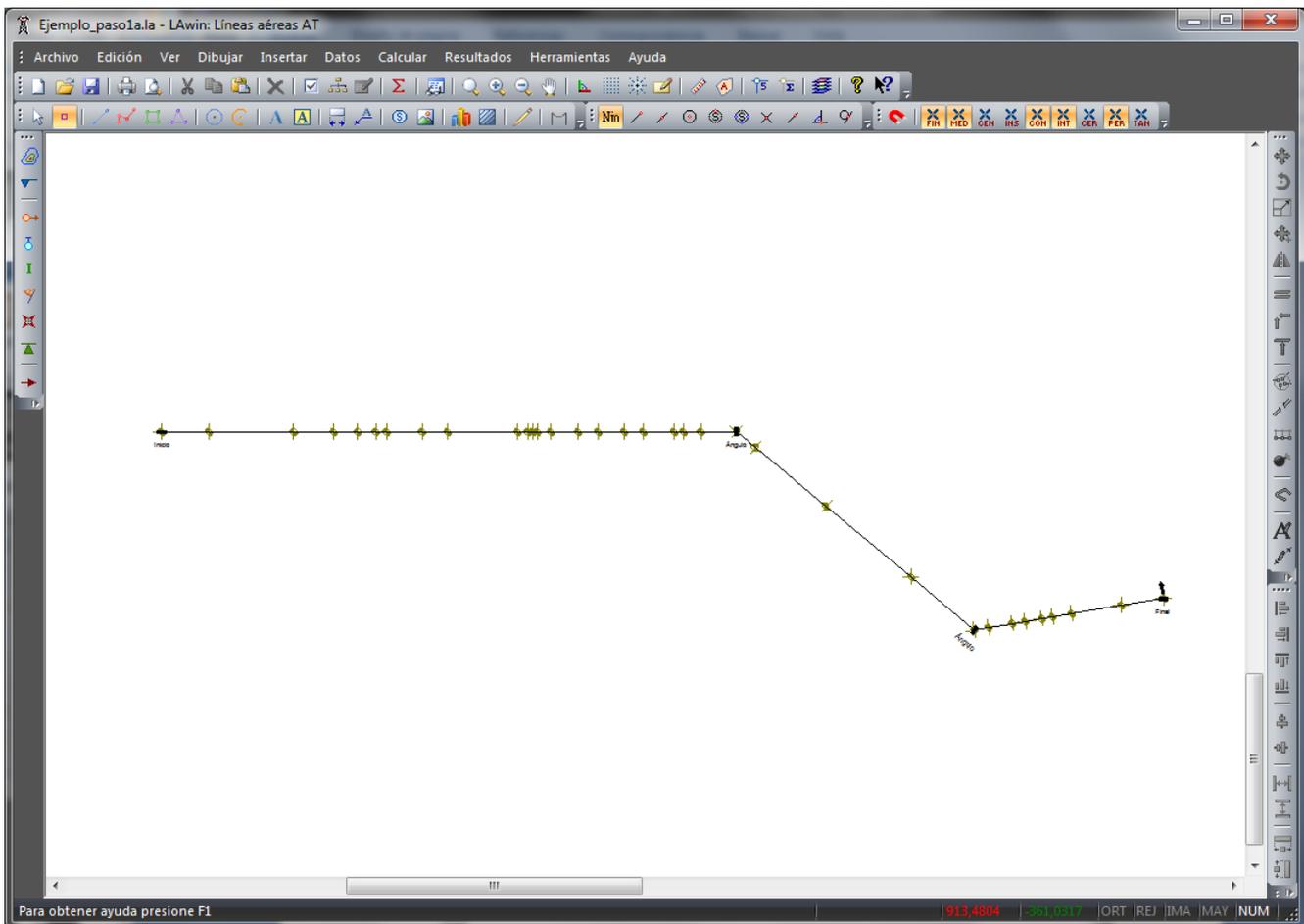
Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda

Al pulsar **Aceptar** el programa dibuja en pantalla la planta de la línea, incluyendo tramos, apoyos y puntos de nivel para identificar las cotas de los puntos.

Esta entrada de datos se puede realizar manualmente sin necesidad de contar con un fichero de datos. Para ello Ud. debe ejecutar la opción **Datos/Puntos del terreno** y añadir por orden secuencial las coordenadas y propiedades de cada punto. En la ayuda de este cuadro de diálogo se explica el uso y significado de cada parámetro.

El archivo `Ejemplo_Pasola.la` contiene el proyecto de ejemplo con los puntos del perfil importados y realizado el dibujo de la línea en planta.

Desde este momento el manejo del programa es idéntico para cualquiera de los cuatro tipos de entrada de datos.



Descripci...	Tipo	X	Y	Z
▲ 1	Apoyo inicio	0,00	0,00	395,00
▲ 2	Punto de nivel	41,80	0,00	395,00
▲ 3	Punto de nivel	117,30	0,00	390,00
▲ 4	Punto de nivel	152,80	0,00	385,00
▲ 5	Punto de nivel	174,10	0,00	380,00
▲ 6	Punto de nivel	190,00	0,00	375,00
▲ 7	Punto de nivel	199,60	0,00	370,00
▲ 8	Punto de nivel	231,00	0,00	365,00
▲ 9	Punto de nivel	253,80	0,00	360,00
▲ 10	Punto de nivel	315,90	0,00	360,00
▲ 11	Punto de nivel	324,80	0,00	365,00

Buttons: Aceptar, Cancelar, Insertar..., Nuevo..., Modificar..., Eliminar..., Ayuda

3.3. Replanteo provisional de apoyos

Este proceso dibuja en pantalla el perfil del terreno, mostrando los puntos más significativos, los apoyos fijados previamente y en el caso de que la distancia entre apoyos lo permita, el programa dibuja también el conductor suspendido entre ellos.

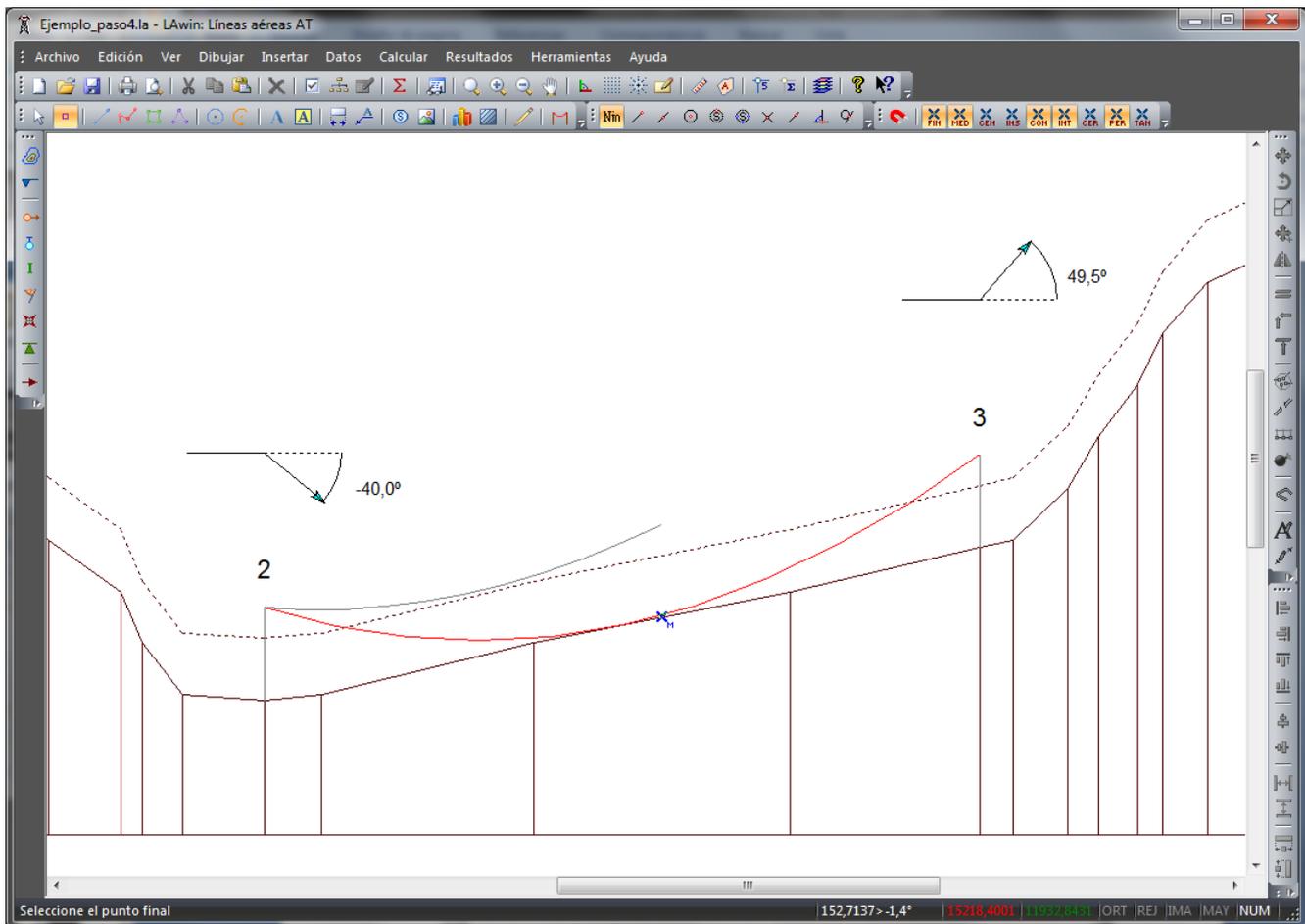
Una línea discontinua sobre el terreno marca la separación mínima conductor-terreno que se ha introducido en los **Datos generales**.

Bajo el dibujo se muestra una tabla con las distancias y alturas de cada punto del perfil. El archivo `Ejemplo_Paso4.la` contiene el proyecto de ejemplo con el replanteo provisional realizado.

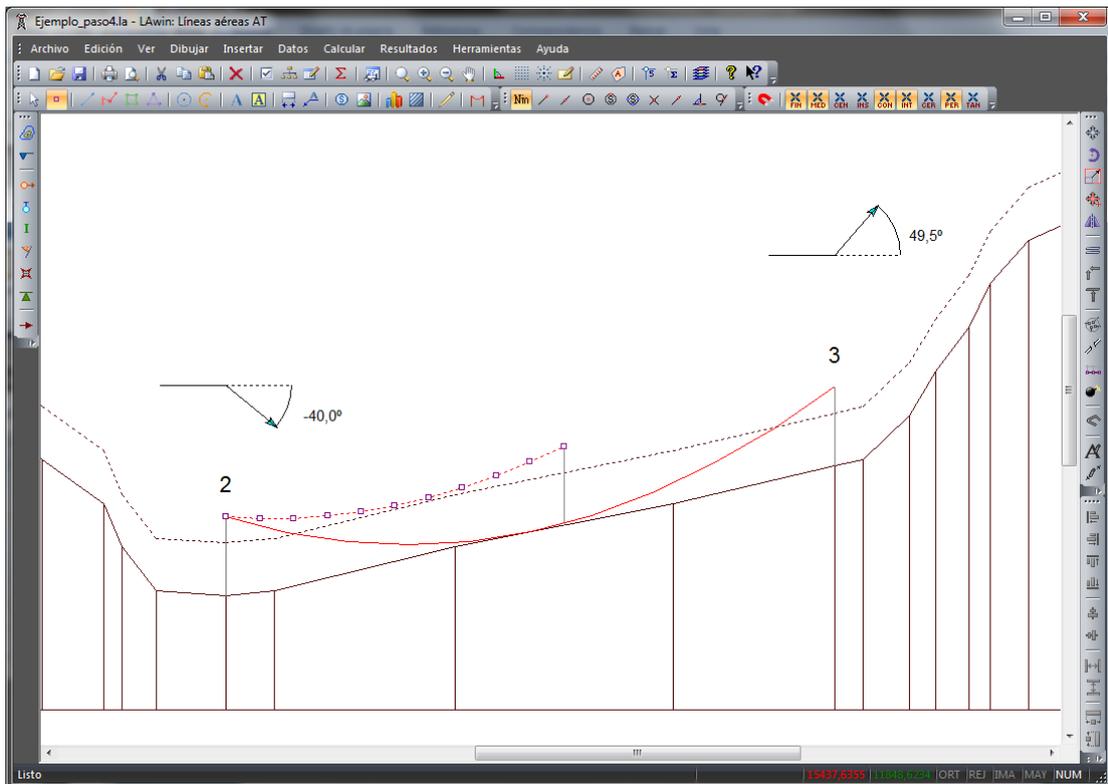
Una vez que se acepta el cuadro de *Constante de la catenaria* el cursor del ratón pasa a tener una forma diferente, a la espera de seleccionar el primer punto, que será el extremo superior de uno de los apoyos adyacentes.

En nuestro caso habrá que hacer clic en la cogolla del apoyo número 2 y desplazar la curva hacia la derecha hasta llegar a un punto sobre el terreno adecuado para que el conductor no caiga por debajo de la línea discontinua de distancias mínimas.

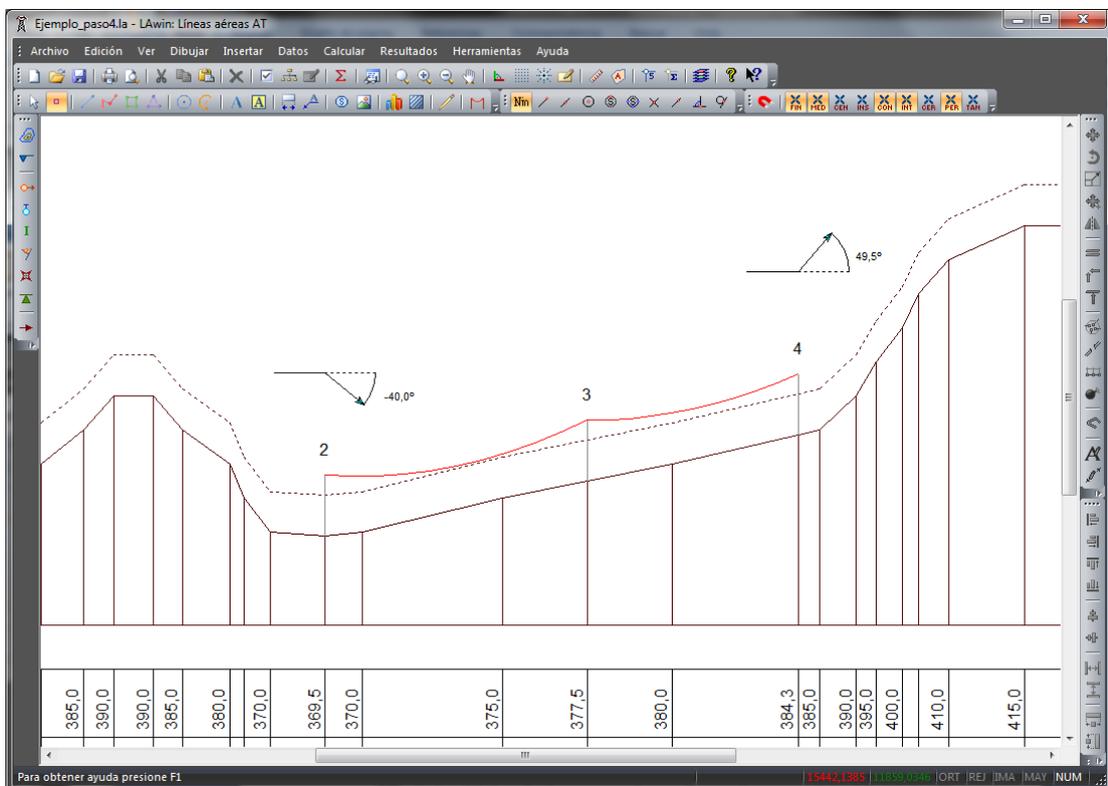
Hay que tener en cuenta que la curva catenaria se dibuja siempre por encima del cursor del ratón, a una distancia igual a la altura terreno-conductor inferior introducida en el anterior diálogo. Por tanto el cursor sirve para indicar la posición de la base del nuevo apoyo, que siempre deberá situarse sobre la línea que representa la superficie del terreno.



Una vez que Ud. haya seleccionado el lugar adecuado para fijar el apoyo, haga clic con el ratón y el programa dibujará el apoyo en la posición definida.



Desde este momento Ud. podría continuar introduciendo nuevos apoyos a partir del recién creado hasta enlazar con el apoyo número 3. Pero también puede ejecutar de nuevo la opción **Calcular/Replanteo provisional** para que se dibuje el nuevo estado de la línea y se renumeren los apoyos. El resultado de esta operación será parecido al que se muestra en la figura siguiente:



Para hacer más fácil este proceso de replanteo gráfico de apoyos Ud. puede usar las siguientes herramientas de la interfaz gráfica:

1. Realizar un zoom sobre la zona de trabajo.
2. Seleccionar punto de referencia *Final* cuando vaya a escoger la cabeza del primer apoyo.
3. Elegir punto de referencia *Cercano* para marcar el punto del terreno donde insertar el nuevo apoyo.

2. Desde un apoyo existente hasta un punto del terreno situado hacia su izquierda.
3. Entre dos apoyos que ya están unidos por una curva.

3.3.2. Eliminar apoyo existente

Para eliminar un apoyo que se ha introducido en una acción previa basta con seleccionarlo en el perfil y pulsar la tecla **Suprimir**. Después de un mensaje de validación el apoyo desaparecerá, aunque no se visualizará el tendido eléctrico modificado hasta ejecutar la opción **Calcular/Replanteo provisional**.

No es posible eliminar apoyos que intervengan en el trazado en planta, es decir, apoyos de inicio y final de línea, apoyos de ángulo o cambio de dirección, ni apoyos de derivación o estrellamiento. Una modificación en alguno de ellos implica cambiar el trazado, por lo que habrá que repetir los primeros pasos de este manual.

3.3.3. Modificar los parámetros de un apoyo

Para modificar algún parámetro del apoyo, como por ejemplo su altura o el tipo de poste, haga doble clic en cualquiera de sus dos representaciones (en planta o en perfil). Aparecerá el cuadro de diálogo de la figura siguiente y podrá modificar sus datos.

Propiedades del apoyo alineación 7

Descripción: 7

Altura útil (m): 9,00

Coeficiente de seguridad al vuelco: 1,20

Seguridad reforzada Apoyo de Anclaje

Posición invertida Cadenas Amarre

Serie/Fabricante: UNESA 6703 C (HV)

Forzar Modelo: HV 630 R 11 UNESA

Tipo de cruceta: Bóveda (C)

Forzar Longitud cruceta: 1500

Tipo de aislador: Modelo E 70/127

Forzar Conjunto de aislador: 4

Aceptar Cancelar Ayuda

Si se introduce una nueva altura terreno-conductor se dibujará de nuevo la posición de los conductores después de pulsar el botón **Aceptar**.

3.4. Comprobación y selección de apoyos

Una vez que está definida la posición de todos los apoyos es posible seleccionar el tamaño de cada cruceta y el esfuerzo del poste que se requiere en cada caso y hacer las comprobaciones necesarias para dar por bueno el diseño del tendido eléctrico.

Hay que tener en cuenta que se ha realizado el tendido usando constantes de catenarias provisionales ya que hasta que no tengamos definida la posición definitiva de cada apoyo no se conocerán los parámetros reales del tendido.

Cuando Ud. ejecute la opción **Calcular/Comprobación y selección de apoyos** el programa identificará los vanos de regulación reales y calculará para ellos la tracción horizontal menor de las máximas en cada vano.

Esta tensión se denomina Th mínima y nos da el valor mayor al que se puede tender el conductor en ese vano de regulación. Para tensiones horizontales mayores habría puntos donde el conductor sobrepasaría la Carga de Rotura dividida por el coeficiente de seguridad. Toda esta información se muestra en el cuadro de diálogo *Vanos de regulación – Tensión adoptada*.

El programa adopta automáticamente la tracción horizontal mínima, pero como ésta se calcula utilizando las simplificaciones de la ecuación de la parábola, puede ocurrir que para vanos grandes y con desniveles acentuados no se cumplan las ecuaciones de la catenaria (cosa que comprueba el programa posteriormente). Por tanto, en estos casos puede ser conveniente adoptar tensiones horizontales algo inferiores a las obtenidas en el primer cálculo.

The screenshot shows the software interface with a dialog box titled "Vanos de regulación. Tensión adoptada." open over a table of results. The dialog box contains the following data:

Descripción	Apoyo Ini.	Apoyo Fin.	Th min	T adop
1-6	1	6	763	700
6-8	6	8	783	700
8-10	8	10	749	700

The background table shows the following data:

COTAS TOTALES (m)		COTAS PARCIALES (m)		DISTANCIAS AL ORIGEN (m)		DISTANCIAS PARCIALES (m)		LONGITUD DE VANO (m)		TIPO DE APOYO		ALTURA UTIL (m)		MODELO DE APOYO		TIPO DE CRUCETA		CADENA AISLADORES							
369,0	369,0	369,0	0,0	0,0	41,8	117,3	75,5	117,3	72,6	143,3	Inicio	9,0	HV 1000 R 11 UNESA Bovasa (C) - 1750 4 x Modelo E 70127	9,8	HV 400 R 11 UNESA Bovasa (C) - 2000 4 x Modelo E 70127	9,9	HV 400 R 11 UNESA Bovasa (C) - 2000 4 x Modelo E 70127	9,9	HV 400 R 11 UNESA Bovasa (C) - 1750 4 x Modelo E 70127	9,0	HV 400 R 11 UNESA Bovasa (C) - 2000 4 x Modelo E 70127	9,9	HV 400 R 11 UNESA Bovasa (C) - 1750 4 x Modelo E 70127	9,0	HV 1000 R 11 UNESA Bovasa (C) - 1500 4 x Modelo E 70127

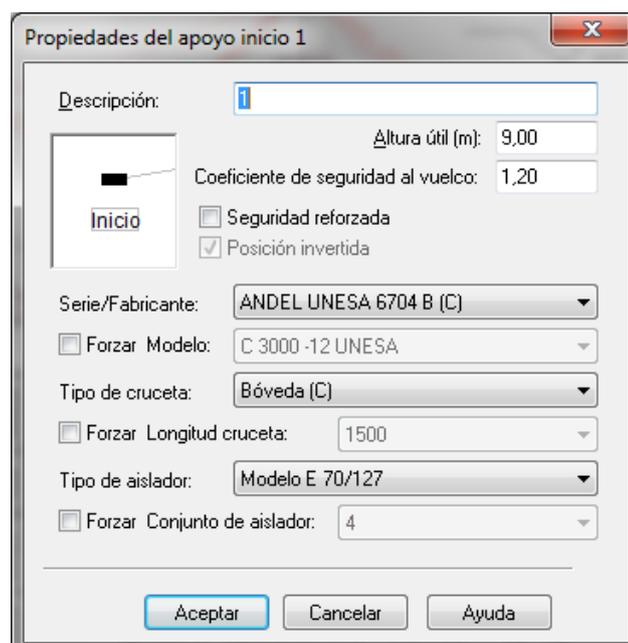
Cuando acepte este cuadro de diálogo el programa realizará los siguientes cálculos:

1. Cálculo mecánico del cable con los parámetros reales de tendido (longitud de vanos de regulación y tensión horizontal adoptada).
2. Comprobación de las tracciones máximas usando la ecuación de la catenaria.
3. Cálculo de los esfuerzos horizontales y verticales sobre los apoyos aplicando las hipótesis reglamentarias.
4. Comprobación de la existencia de esfuerzos ascendentes en los apoyos de alineación.
5. Selección del número de aisladores necesarios y comprobación del comportamiento eléctrico y mecánico de las cadenas.
6. Selección del tamaño de la cruceta de cada apoyo para mantener las distancias de seguridad.
7. Selección del modelo de poste más adecuado y cálculo de su cimentación.
8. Comprobación de las distancias mínimas al terreno, de conductores a masa y de la desviación de las cadenas suspendidas.
9. Dibuja el tendido con los parámetros reales para las condiciones de flecha máxima y mínima en los casos de esfuerzos ascendentes.
10. Dibuja las últimas filas de la tabla de resultados en las que escribe el modelo del apoyo seleccionado y su altura útil.

Si alguna de estas comprobaciones no resulta satisfactoria, el programa presenta en pantalla un cuadro de diálogo donde se explica lo que ocurre. A continuación habrá que modificar el tendido de forma adecuada para corregir el error. En nuestro ejemplo aparecen las siguientes advertencias:



En el diálogo de **Datos/Generales** se eligió para todos los apoyos del tendido el modelo de poste *UNESA 6703 C (HV)* que contiene apoyos de Hormigón Vibrado de hasta 1.600 kg. de esfuerzo en punta. Como indican los cuatro primeros mensajes de error, los apoyos de inicio y final (N° 1 y N° 10) y los de ángulo (N° 6 y N° 8) están sometidos a esfuerzos importantes (superiores a 1.800 kg.), por lo que el programa no ha encontrado en la base de datos ningún modelo que sea capaz de soportar esos esfuerzos. Así habrá que acudir a un modelo que tenga mejores características mecánicas, como por ejemplo los apoyos de celosía *UNESA 6704 B (C)*. Es decir, la solución de los primeros cuatro mensajes consiste en editar las propiedades de los apoyos que se indican y elegir en **Serie/Fabricante** un modelo de apoyo más resistente, como se muestra en la siguiente figura.



En los dos mensajes de error siguientes se han detectado esfuerzos verticales ascendentes en apoyos de alineación, lo que provoca que las cadenas de aisladores de suspensión puedan alcanzar distancias al apoyo o a la cruceta inferiores a la permitida. Existen varias soluciones a este problema, una sería modificar la posición o la altura de los apoyos, aunque en nuestro caso elegiremos otra solución más simple, que consiste en sustituir las cadenas de suspensión por otras con grapas de amarre convirtiendo los apoyos en “Amarres de alineación”.

Para realizar este cambio hay que editar las propiedades de los apoyos N° 3 y N° 4 haciendo doble clic sobre cualquiera de sus dos representaciones (planta o perfil). Cuando aparezca el diálogo de propiedades habrá que marcar la opción **Cadenas de amarre** y escoger un modelo de poste que sea capaz de cumplir esta función, tal como se muestra en la figura adjunta:

El mensaje que advierte de la desviación excesiva de la cadena de aisladores en el apoyo N° 7 nos indica que la acción del viento provoca un acercamiento excesivo del conjunto de aisladores a la cruceta o al apoyo. LAwin intentará solucionar el problema calculando un contrapeso o bien un suplemento a la cadena de aisladores para aumentar su separación del apoyo. Los valores de estos elementos aparecen en la memoria del proyecto en la tabla del apartado 6.4. utilizando el identificador “D” para indicar la longitud a suplementar o bien “G” para indicar el valor del contrapeso.

Nº	Función Apoyo	ymáx (°)	Aislador			Cruceta		Dcc (m)	γ (°)	D (mm) o G (Kg)
			Modelo	Nº	L (mm)	Modelo	Sep. fases (m)			
1	Inicio	-	Modelo E 70/127	4	708	Bóveda (C) Bóveda	1,75	1,6	-	-
2	Suspensión de Alineación	32,06	Modelo E 70/127	4	708	Bóveda (C) Bóveda	1,75	1,7	21,6	-
3	Amarre de Alineación	-	Modelo E 70/127	4	708	Bóveda (C) Bóveda	2,00	1,8	-	-
4	Amarre de Alineación	-	Modelo E 70/127	4	708	Bóveda (C) Bóveda	2,00	1,8	-	-
5	Suspensión de Alineación	32,06	Modelo E 70/127	4	708	Bóveda (C) Bóveda	1,75	1,7	10,8	-
6	Anclaje de Angulo	-	Modelo E 70/127	4	708	Bóveda (C) Bóveda	2,00	1,8	-	-
7	Suspensión de Alineación	32,06	Modelo E 70/127	4	708	Bóveda (C) Bóveda	2,00	2,0	48,2	D=129
8	Anclaje de Angulo	-	Modelo E 70/127	4	708	Bóveda (C)	1,75	1,6	-	-

						Bóveda				
9	Suspensión de Alineación	32,06	Modelo E 70/127	4	708	Bóveda (C) Bóveda	1,75	1,5	15,9	-
10	Final	-	Modelo E 70/127	4	708	Bóveda (C) Bóveda	1,50	1,3	-	-

También sería posible solucionar el problema del mismo modo que se ha hecho para los apoyos 3 y 4, es decir, eligiendo un sistema con cadenas de amarre.

Los dos últimos mensajes de error aparecen por que se han detectado conductores por debajo de la distancia mínima al terreno en los vanos 1-2 y 6-7. Dado que hemos cambiado el tipo de poste en los apoyos N° 1 y N° 6, y que la distancia al terreno depende de la altura final de estos postes, es conveniente volver a ejecutar el proceso de comprobación antes de cambiar la altura, ya que es posible que los nuevos apoyos seleccionados den una distancia al terreno suficiente.

Una vez realizados los cambios anteriores habrá que volver a ejecutar la opción de cálculo **Replanteo provisional** para que el programa recalculé los nuevos parámetros del tendido, ya que aparecen tres vanos de regulación adicionales provocados por los dos nuevos apoyos con cadenas de amarre (N° 3 y N° 4).

A continuación hay que ejecutar el comando **Calcular/Comprobación y selección de apoyos**, indicando la tensión a adoptar en cada vano de regulación tal como se ha explicado al comienzo de este apartado y como se muestra en la imagen siguiente. Una vez finalizado el proceso se puede comprobar que no aparecen mensajes de fallos en comprobaciones, por lo que todos los elementos del tendido funcionan correctamente.

Vanos de regulación. Tensión adoptada.

Descripción	Apoyo Ini.	Apoyo Fin.	Th min	T adop
↘ 1-3	1	3	767	700
↘ 3-4	3	4	786	700
↘ 4-6	4	6	763	700
↘ 6-8	6	8	783	700
↘ 8-10	8	10	749	700

COTAS TOTALES (m)		385,0	385,0	0,0	413	755	117,2	365	114,1	180,9	314	230,9	220	250,7	62,1	365,9	0	65	111,3	152,7	380,0	2,5	380,0	4,3	384,3	0,7	385,0	5,0	390,0	5,0	395,0	5,0	400,0	5,0	405,0	0,0	415,0
COTAS PARCIALES (m)		385,0	0,0	0,0	413	755	117,2	365	114,1	180,9	314	230,9	220	250,7	62,1	365,9	0	65	111,3	152,7	380,0	2,5	380,0	4,3	384,3	0,7	385,0	5,0	390,0	5,0	395,0	5,0	400,0	5,0	405,0	0,0	415,0
DISTANCIAS AL ORIGEN (m)		0,0	413	755	117,2	365	114,1	180,9	314	230,9	220	250,7	62,1	365,9	0	65	111,3	152,7	380,0	382,5	385,0	387,5	390,0	392,5	395,0	397,5	400,0	402,5	405,0	407,5	410,0	412,5	415,0	417,5	420,0		
DISTANCIAS PARCIALES (m)		0,0	413	755	117,2	365	114,1	180,9	314	230,9	220	250,7	62,1	365,9	0	65	111,3	152,7	380,0	382,5	385,0	387,5	390,0	392,5	395,0	397,5	400,0	402,5	405,0	407,5	410,0	412,5	415,0	417,5	420,0		
LONGITUD DE VANO (m)			117,3		72,6		143,3		65,4		111,3		152,7		122,4		87,7		82,6																		
TIPO DE APOYO		Inicio	Suspensión de Alineación	Amarre de Alineación	Amarre de Alineación	Suspensión de Alineación	Angulo de Angulo	Suspensión de Alineación	Angulo de Angulo	Suspensión de Alineación	Final																										
ALTURA UTIL (m)		10,8	9,8	10,5	10,5	9,8	9,3	9,9	10,8	9,8	10,6																										
MODELO DE APOYO		C 3000-12 UNESA Bóveda (C) - 1750 4 x Modelo E 70/127	HV 630 R 11 UNESA Bóveda (C) - 2000 4 x Modelo E 70/127	HV 400 R 11 UNESA Bóveda (C) - 2000 4 x Modelo E 70/127	HV 400 R 11 UNESA Bóveda (C) - 2000 4 x Modelo E 70/127	C 2000-10 UNESA Bóveda (C) - 1750 4 x Modelo E 70/127	HV 400 R 11 UNESA Bóveda (C) - 2000 4 x Modelo E 70/127	C 3000-12 UNESA Bóveda (C) - 1750 4 x Modelo E 70/127	C 3000-12 UNESA Bóveda (C) - 1500 4 x Modelo E 70/127																												
TIPO DE CRUCETA																																					
CADENA AISLADORES																																					

Los siguientes pasos irán encaminados a obtener los resultados y generar la documentación escrita y gráfica del proyecto.

3.5. Mensajes de comprobación

A continuación se relacionan los mensajes de comprobación fallida que pueden aparecer después de realizar el cálculo de un tendido. También se apuntan algunas de las posibles soluciones.

Se supera la tracción máxima admisible en el vano X

En el caso de vanos de gran longitud o con desnivel acentuado, la tensión horizontal calculada por las ecuaciones de la parábola puede diferir apreciablemente de la calculada con las ecuaciones de la catenaria, esto es lo que ocurre cuando aparece éste mensaje. Para solucionarlo se puede introducir un valor menor para la tensión horizontal adoptada del vano de regulación que contiene al vano indicado en el mensaje, en el diálogo que aparece antes del proceso **Calcular/Comprobación y selección de apoyos**.

Error: El vano de regulación X tiene una distancia entre apoyos de anclaje superior a 3000 metros. No cumple el artículo 30.3 del RAT para que se pueda prescindir de la cuarta hipótesis.

El reglamento de líneas aéreas permite prescindir de la 4ª hipótesis en el cálculo de apoyos en líneas en las que se cumplen determinadas condiciones, una de las cuales consiste en situar apoyos de anclaje al menos cada 3 kilómetros. Este mensaje advierte que esa condición no se está cumpliendo. Para solucionarlo deberá incluir apoyos de anclaje de modo que esta distancia se reduzca lo suficiente.

El modelo seleccionado para el apoyo N° X no es válido.

Este mensaje aparece cuando se ha forzado un modelo de poste determinado que no cumple las condiciones de esfuerzo en punta necesario o altura libre suficiente para el apoyo de numeración X. Para solucionar el problema tendrá que forzar un modelo de mayor esfuerzo en punta o de mayor altura según el caso.

No se ha encontrado un modelo de poste válido para el apoyo N° X

Este mensaje aparece cuando se ha elegido un modelo de poste determinado del que no hay en la base de datos un tamaño con suficiente esfuerzo en punta necesario o altura libre para el apoyo de numeración X. Para solucionar el problema tendrá que escoger una serie de mayor esfuerzo en punta o de mayor altura según el caso.

Desviación excesiva en la cadena de aisladores del apoyo N° X.

Aparece cuando la desviación de la cadena de aisladores por la acción del viento mitad hace que la distancia de los conductores al apoyo número X sea inferior a la mínima reglamentaria. Para solucionarlo habrá que modificar el tendido o bien convertir el apoyo de alineación en apoyo de amarre.

La longitud de la cadena de aisladores es inferior a la separación mínima a masa en el apoyo N° X.

Es posible que se fuerce al uso de aisladores cuya longitud total de la cadena sea inferior a la mínima distancia de conductores a masa. En este caso el programa protesta y obliga a seleccionar otro modelo de aislador para el apoyo número X.

El apoyo N° X con cadenas de suspensión está sometido a esfuerzos ascendentes.

En estos casos el apoyo de alineación con cadenas de aisladores de tipo suspensión está sometido a esfuerzos verticales ascendentes, normalmente producidos en las condiciones de flecha mínima, que son a temperatura bajo cero según zona, y con peso del conductor sin sobrecargas adicionales.

Para solucionar el problema es posible modificar la posición y altura de los apoyos, o bien cambiar las cadenas de suspensión por otras de amarre haciendo que el apoyo de alineación pase a ser apoyo de anclaje. También, aunque sólo en casos poco acusados, se podría solucionar el problema disminuyendo la tensión del conductor en ese vano.

El tipo de cruceta seleccionada en el apoyo N° X, no es válida.

Se ha elegido un tipo de cruceta que no dispone de separaciones entre fases suficientes para utilizar en el apoyo número X. Seleccione otro tipo de cruceta que disponga de distancia entre fases mayores o bien modifique el tendido para reducir la longitud de los vanos contiguos al apoyo.

La separación entre fases forzada en el apoyo N° X no es suficiente.

Se ha forzado un tipo de cruceta cuya separación entre fases es inferior a la que se necesita en función de la flecha producida en los vanos adyacentes. Para eludir el problema deberá forzar otro modelo de cruceta con mayor separación de fases, o bien reducir la distancia entre apoyos consecutivos.

No se ha encontrado una cruceta válida para el apoyo N° X.

Se ha forzado un tipo de cruceta cuya separación entre fases es inferior a la que se necesita en función de la flecha producida en los vanos adyacentes. Para eludir el problema deberá forzar otro modelo de cruceta con mayor separación de fases, o bien reducir la distancia entre apoyos consecutivos.

No se ha encontrado un poste válido para el apoyo N° X.

En estos casos habrá que recurrir a una serie de postes con mayores esfuerzos en punta disponibles, o bien la combinación entre compresibilidad del terreno y un alto coeficiente de seguridad al vuelco hacen que no se encuentre ningún modelo de apoyo que cumpla todos los requisitos.

El número de aisladores seleccionado para el apoyo N° X no es suficiente.

Se ha forzado un tipo y número de aisladores para el apoyo número X que no soportan el nivel de aislamiento mínimo exigido según el ambiente. Para solucionarlo seleccione un modelo de mejores características.

Si desea que sea el programa quien haga la selección, no fuerce el número de elementos en el cuadro de diálogo de propiedades del apoyo.

La mayor cadena de aisladores disponible para el apoyo N° X no es suficiente.

El tipo de aislador elegido para el apoyo número X no contiene grupos de elementos que den el suficiente nivel de aislamiento requerido por la línea en función de la tensión nominal y del ambiente.

Es posible solucionar el problema eligiendo un tipo de aislador que sea capaz de soportar el nivel de aislamiento exigido, o bien añadiendo a la base de datos de aisladores los valores adecuados de un grupo de elementos con capacidad de aislamiento suficiente.

Error: El vano X-X tiene una distancia mínima al terreno inferior a la fijada.

Este mensaje aparece cuando el cable suspendido entre los dos apoyos mencionados cae a una distancia al terreno inferior a la mínima permitida y definida en los **Datos Generales**.

Se puede solucionar este problema modificando la posición de los apoyos, insertando uno nuevo intermedio o bien aumentando la tracción en ese vano de regulación.

3.6. Ver los resultados del cálculo

Una vez que ha finalizado correctamente el cálculo, puede comprobar los resultados (de vanos y apoyos) usando la opción **Resultados Comprobar**. Actúa de modo que cuando está activada, en vez de mostrar las propiedades de las entidades, muestra un resumen con los principales parámetros que han resultado del cálculo (modo Comprobar). Para volver al modo de edición de propiedades, desactive **Resultados Comprobar**.



También puede ver una exposición detallada de los resultados mediante la opción **Resultados Memorias y listados**.

4

OBTENER LAS MEMORIAS DE RESULTADOS

LAWIN es capaz de generar abundante documentación escrita sobre el proyecto. La opción de menú **Resultados Memorias y listados...** permite generar un completo documento en formato **RTF** (rich text format) con los siguientes apartados:

- *Expediente y autor del encargo.*
- *Listado de puntos del terreno.*
- *Cálculos eléctricos por tramos.*
- *Tablas de tendido para todos los vanos del tendido en diferentes condiciones de sobrecarga y temperatura.*
- *Listado de esfuerzos en los apoyos y relación de modelos seleccionados.*
- *Dimensiones de las cimentaciones, momentos de vuelco y coeficientes de seguridad.*
- *Listados de elementos utilizados: Apoyos, conductores, excavación y hormigón.*

Cuando Ud. acepta el cuadro de diálogo, LAWIN construye el documento con los apartados seleccionados, y lo muestra automáticamente en el programa que tenga asociado en su sistema operativo al tipo de archivo **RTF**.

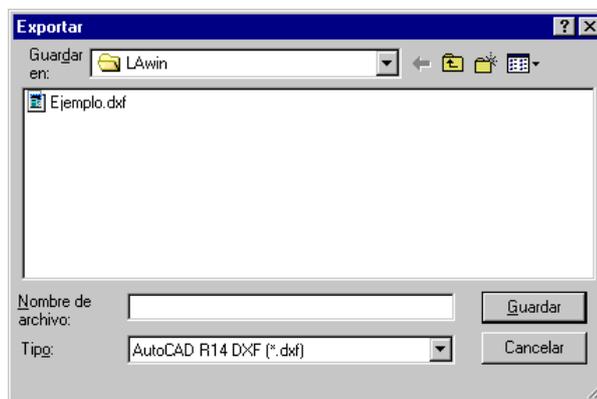
Originalmente el documento se crea con el mismo nombre del proyecto y con la extensión **RTF**, que suele estar asociada al programa *WordPad* del sistema.

5

EXPORTAR PLANOS EN ARCHIVOS DXF Ó WMF

LAWIN puede generar archivos en formato DXF ó WMF de la vista que aparece en el área de dibujo: Planos de planta y perfil de la línea.

Para ello ejecute el comando **Archivo Exportar Dibujo...** y aparecerá el cuadro de diálogo Exportar (cuadro de diálogo estándar de Windows para la búsqueda y selección de ficheros).



Cuadro de diálogo estándar de Windows 95

Podemos cambiar el tipo de fichero que queremos exportar seleccionándolo en la lista desplegable titulada "Guardar como tipo":

- AutoCAD R14 DXF (*.dxf)
- AutoCAD R13/LT95 DXF (*.dxf)
- AutoCAD R12/LT2 DXF (*.dxf)
- AutoCAD R14 DWG (*.dwg)
- AutoCAD R13/LT95 DWG (*.dwg)
- AutoCAD R12/LT2 DWG (*.dwg)
- Windows Metafile (*.wmf)
- Librería de símbolos (*.sbl)

Una vez seleccionado el tipo de fichero que queremos exportar, hemos de escribir en la casilla "Nombre de archivo" el nombre del fichero que vamos a generar. En ese momento, al pulsar el botón 'Guardar', la información queda guardada en el nuevo archivo.

Es posible seleccionar otro directorio de nuestro PC para exportar el fichero. El directorio del último fichero que hemos exportado queda registrado en la información del sistema, y la siguiente vez que utilizamos esta orden, aparece como directorio por defecto.

Exportar un fichero en formato DXF

La extensión DXF (Drawing Exchange Format), original de Autodesk, hace referencia a las especificaciones para el almacenamiento de dibujos vectoriales en ficheros de texto.

La mayoría de los programas de CAD existentes en el mercado le permiten la importación y/o exportación de ficheros en este conocido formato. Esto le permite realizar los cálculos oportunos y perfilar debidamente el proyecto (utilizando la interfaz gráfica y las opciones de cálculo), generar los resultados sobre el dibujo, exportarlo como fichero en formato DXF, y recuperarlo en un programa de CAD para modificarlo, y/o imprimirlo. No obstante, este programa dispone de potentes funciones de impresión, que le permiten imprimir en diferentes colores y espesores de plumilla.

Exportar un fichero en formato WMF

La extensión WMF (Windows Metafile) identifica un tipo de formato nativo del sistema operativo Windows que permite almacenar dibujos vectoriales, mapas de bits, y todo tipo de funciones del GDI (Graphic Device Interface) de Windows.

La mayoría de los procesadores de texto, y utilidades gráficas disponibles en el mercado permiten incorporar ficheros de este tipo a sus documentos.

Si trabaja con procesadores de texto tan conocidos como Microsoft Word, Amipro ó World Perfect, puede incorporar dibujos en formato WMF al documento que está editando. Esto le permite generar una memoria de cálculo con incrustaciones gráficas del proyecto de cálculo.

Exportar una librería de símbolos en formato SBL

La extensión SBL, identifica un formato propio de Procedimientos-Uno, S.L., diseñado para el almacenamiento de librerías de símbolos.

Esta opción le permite almacenar en un fichero independiente todos los símbolos que tiene actualmente definidos en el proyecto actual. Más adelante, podrá recuperarlos a través de la opción Archivo/Importar dibujo....

La aplicación dispone por defecto de una librería de símbolos, de nombre igual al ejecutable del programa (y extensión SBL), que se carga automáticamente al iniciarse este. Esta contiene todos los símbolos gráficos que se suministran con la aplicación.

No obstante, la interfaz gráfica permite la creación de nuevos símbolos, que por defecto, quedan almacenados en el documento que estamos editando, pero que también podemos almacenar, mediante esta orden, en un fichero independiente con extensión SBL.

Si queremos personalizar nuestra propia librería para que se cargue automáticamente al iniciar el programa, debemos crear los símbolos utilizando las herramientas que ofrece la interfaz gráfica, y posteriormente, mediante la orden exportar, sobrescribir el fichero SBL que viene por defecto con la aplicación.

6

IMPRIMIR EL ÁREA DE DIBUJO

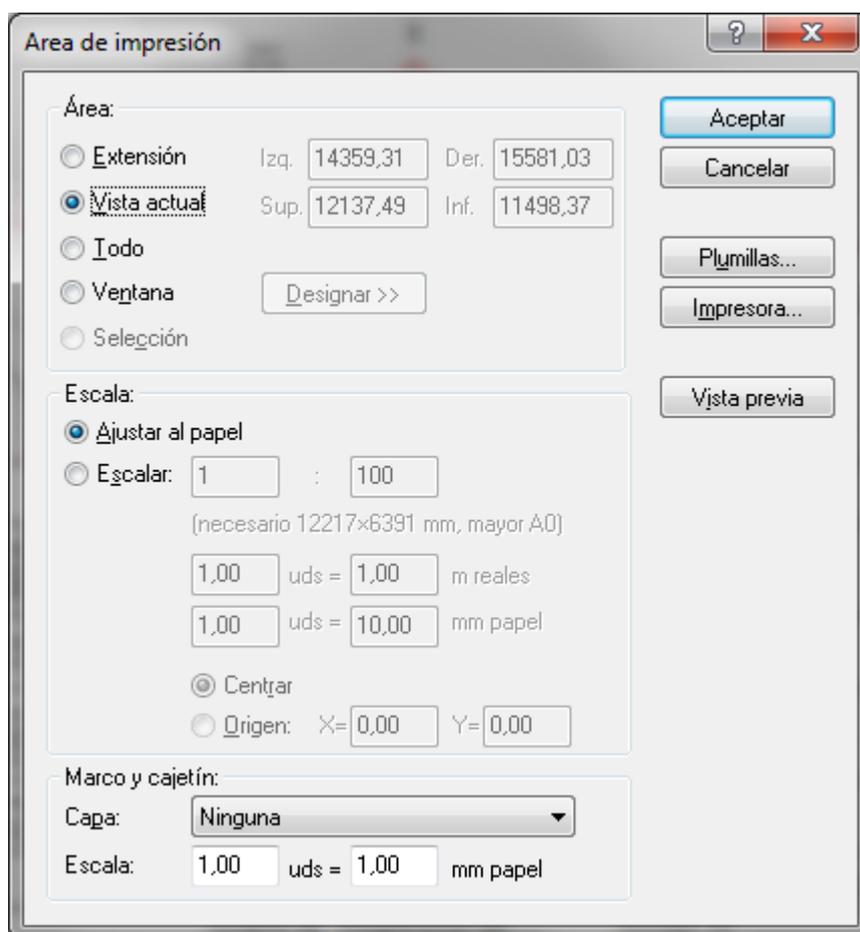
El comando **Archivo Imprimir...** muestra en pantalla el cuadro de diálogo *Imprimir*, que permite seleccionar el tipo de impresora, el rango de impresión y el número de copias. Cuando se acepta la ficha se desencadena el proceso de impresión de lo que haya representado en la área de dibujo del programa. Puede usar la función de gestión de capas para ocultar y hacer visible sólo aquello que quiera que aparezca en los planos.

Previamente a la impresión ejecute la opción **Archivo Presentación preliminar** que le permitirá visualizar en pantalla lo que va a ser el resultado de la impresión. Este dependerá de la impresora seleccionada, de la orientación y formato de papel, del área de impresión y de los espesores asignados de plumilla.

Si desea cambiar el tamaño o la orientación del papel ejecute el comando **Configurar impresora....** Para ajustar las escalas de impresión acuda a la opción **Área de impresión...**, y para cambiar los colores o espesores de las líneas ejecute el apartado **Asignar plumillas...** del menú **Archivo Configurar impresión....**

6.1. Área de impresión

Esta opción da la posibilidad de definir el área de dibujo que deseamos imprimir. Para ello, muestra el letrero de diálogo "Área de impresión", que permite configurar el proceso.



El letrero de diálogo queda dividido en 3 secciones: Área, Escala y Marco y cajetín.

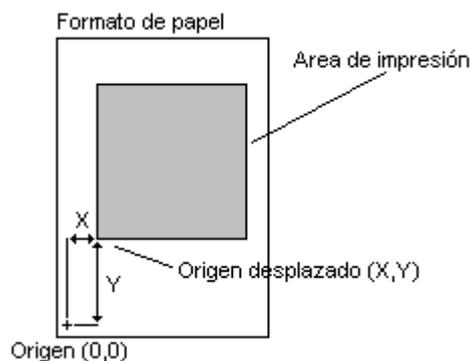
Área: Esta sección permite seleccionar la zona del dibujo que queremos imprimir. Como opciones se dan cuatro:

- **Extensión.**- Imprime la extensión del dibujo, es decir, el área mínima que encierra todas las entidades de dibujo. Al seleccionarse, aparecen sus límites en las cajas de edición situadas en la parte derecha de la sección, aunque sólo a título informativo.

- **Vista actual.**- Imprime el área que define la vista actual. Al igual que en el caso anterior, se muestran los límites del rectángulo en los campos Izq., Der., Sup., e Inf.
- **Todo.**- Imprime todo el área disponible de dibujo. También se muestran los límites del rectángulo en los campos Izq., Der., Sup., e Inf.
- **Ventana.**- Cuando se selecciona esta opción, quedan habilitados los campos Izq., Der., Sup., e Inf., con lo que es posible introducir en ellos los límites del rectángulo que encierra el área que queremos imprimir. Además, podemos utilizar el botón 'Designar>>' para definir un rectángulo directamente en el dibujo, que será el área de impresión válida.
- **Selección.**- Cuando se selecciona esta opción, se imprimirán únicamente las entidades seleccionadas, y el área a imprimir será el área mínima ocupada por dichas entidades.

Escala: Esta sección dispone de dos opciones:

- **Ajustar al papel.**- El programa intenta ajustar el área de impresión (definida en la sección anterior) dentro del formato de papel elegido. Para ello, aplica la escala más adecuada, y siempre se centra en el papel.
- **Escalar.**- Permite imprimir el área de impresión a la escala deseada. Realizamos el escalado introduciendo directamente la escala que queremos (teniendo en cuenta la relación entre unidades y metros reales). Si trabajamos en metros, es decir, una unidad en el dibujo equivale a un metro real, podremos imprimir introduciendo directamente la escala deseada. Al escalar el dibujo podemos elegir entre centrarlo en el papel, o comenzar a imprimir desde un origen determinado, en milímetros, contabilizado como distancia desde el origen del papel.



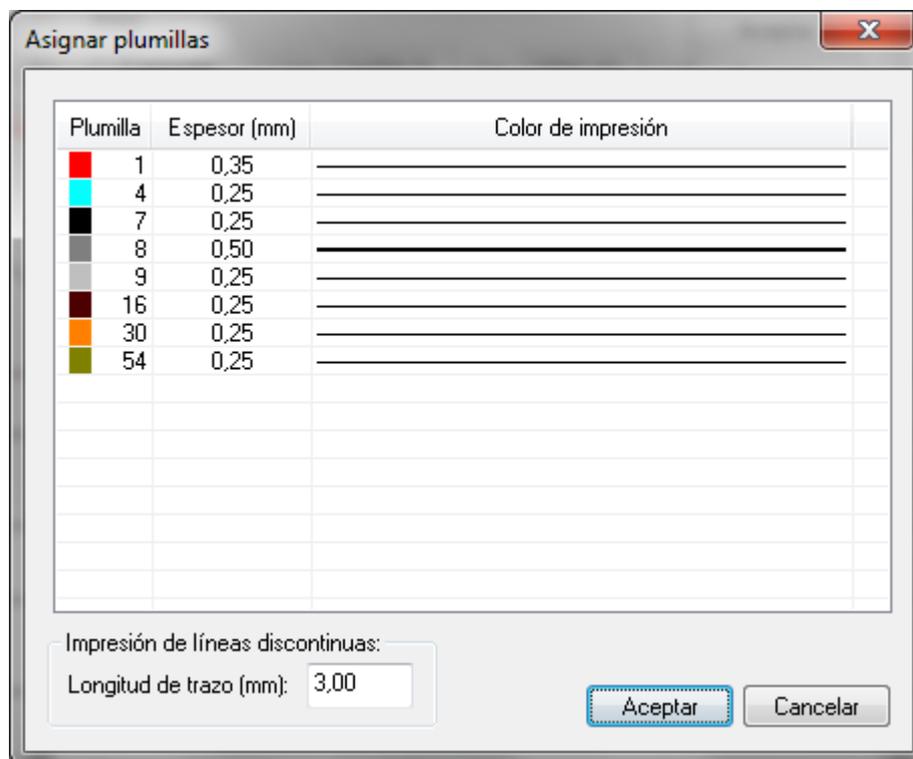
Marco y cajetín: Esta sección permite seleccionar una capa del dibujo donde tengamos dibujado el cajetín del plano, y definir el escalado del mismo, que normalmente será distinto al escalado del resto del plano. Esto nos permite, por una parte, imprimir correctamente el marco y el cajetín, y por otra, imprimir el plano a la escala deseada.

Así mismo, el cuadro de diálogo dispone de botones de acceso a otras funciones de control de la impresión, como son:

- **Configurar impresora:** Permite asignar la impresora que vamos a utilizar, modificar sus propiedades de impresión, y definir la orientación del papel.
- **Asignar plumillas:** Permite seleccionar los espesores de impresión que serán asignados a los diferentes colores del dibujo.
- **Vista previa:** Permite visualizar en pantalla el futuro resultado de la impresión. Este dependerá de la impresora seleccionada, de la orientación y formato de papel, del área de impresión y de los espesores asignados de plumilla.

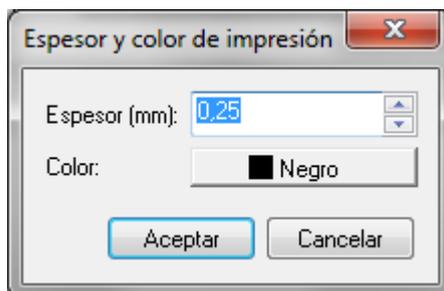
6.2. Asignar plumillas

Cuadro de diálogo que permite configurar los colores y espesores de impresión para las distintas plumillas (colores) usadas en el dibujo actual. Puede ser llamado desde la opción de menú Archivo / Configurar impresión / Asignar plumillas..., o bien, desde el botón «Plumillas...» situado en el cuadro de diálogo Área de impresión.



El cuadro de diálogo presenta una tabla con las plumillas usadas en el dibujo. Cada una de ellas tiene asociados un espesor de impresión en milímetros, y un color de impresión. Esto nos permite, por ejemplo, configurar la plumilla 1 (rojo) para que todas las entidades dibujadas en pantalla con dicha plumilla, es decir, con color rojo, se impriman en papel con espesor 0,8 mm y color negro.

Para hacer esto, no tiene más que hacer un doble clic de ratón sobre la plumilla que desea configurar, con lo que aparecerá el cuadro de diálogo de configuración del espesor y color de impresión para dicha plumilla:



En este cuadro de diálogo puede cambiar el espesor en mm y el color con el que se imprimirán las entidades dibujadas con la plumilla que estamos configurando.

Este método permite trabajar con diferentes espesores de trazo a la vez que con diferentes colores de dibujo. Puede comprobar en todo momento cómo quedará la impresión a través de la presentación preliminar.

7

ÍNDICE

1	INSTALACIÓN Y LLAMADA AL PROGRAMA	2
1.1.	INSTALACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2.	LICENCIA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.3.	LLAMADA AL PROGRAMA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.4.	DESINSTALACIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.5.	CAMBIOS NORMATIVOS.....	2
2	INTRODUCCIÓN DE DATOS.....	6
3	PROYECTO DE EJEMPLO.....	7
3.1.	INTRODUCCIÓN DE DATOS MEDIANTE CAPTURA DE DATOS GRÁFICOS	7
3.2.	INTRODUCCIÓN DE DATOS MEDIANTE DEFINICIÓN DE PUNTOS DEL PERFIL	12
3.3.	REPLANTEO PROVISIONAL DE APOYOS	14
3.3.1.	<i>Introducir un nuevo apoyo</i>	15
3.3.2.	<i>Eliminar apoyo existente</i>	19
3.3.3.	<i>Modificar los parámetros de un apoyo</i>	19
3.4.	COMPROBACIÓN Y SELECCIÓN DE APOYOS.....	19
3.5.	MENSAJES DE COMPROBACIÓN	24
3.6.	VER LOS RESULTADOS DEL CÁLCULO.....	25
4	OBTENER LAS MEMORIAS DE RESULTADOS.....	26
5	EXPORTAR PLANOS EN ARCHIVOS DXF Ó WMF	27
6	IMPRIMIR EL ÁREA DE DIBUJO.....	29
6.1.	ÁREA DE IMPRESIÓN	29
6.2.	ASIGNAR PLUMILLAS	31
7	ÍNDICE.....	32