



Wind PRO

Capítulo 8 OPTIMIZE

8. WindPRO Optimize

8.0 OPTIMIZE – Introducción, guía paso a paso	436
8.0.1 Introducción a Optimize.....	436
8.0.2 Optimize, guía paso a paso.....	437
8.0.2.1 Patrón aleatorio (terreno montañoso/complejo)	437
8.0.2.2 Patrones regulares (para terrenos llanos o parques off-shore)	437
8.0.2.3 Ruido basado en eliminar/ruido reducir AGs visibles.....	437
8.0.2.3 Patrón aleatorio incluyendo ruido basado en eliminar/ruido reducir AGs visibles.	438
8.1. OPTIMIZE – Energía y ruido.....	439
8.1.1 Métodos de cálculo.....	439
8.1.2 Objetos utilizados en los cálculos de optimización	440
8.1.2.1 Objeto de Área AG	440
8.1.2.2 Objeto de Diseño de Parque	448
8.1.2.3 Realizando los AGs situados dentro de las áreas (modelo A, manual).....	453
8.1.3 OPTIMIZE – Energía, Patrón Regular, modelo A automático.....	454
8.1.4 OPTIMIZE – Energía, Patrón aleatorio, modelo B.....	459
8.1.4.1 Propiedades de optimización	459
8.1.4.2 Pestaña de Configuración y Comprobación.....	462
8.1.4.3 Inicio y utilización de la ventana OPTIMIZE.....	463
8.1.4.4 Un ejemplo de proceso de optimización	465
8.1.4.5 Informe del cálculo	469
8.1.5 OPTIMIZE – Ruido, modelo C.....	469
8.1.5.1 AGs con reducción de ruido	470
8.1.5.2 Áreas sensibles al ruido.	472
8.1.5.3 Configuración de la optimización del ruido	472
8.1.6 OPTIMIZE, Ruido y energía	474

8.0 OPTIMIZE – Introducción, guía paso a paso

8.0.1 Introducción a Optimize

¿Cuál es el *layout* (diseño de parque eólico) *óptimo*?

El *layout* óptimo depende en gran medida de la situación.

Normalmente, el diseño óptimo sería aquel que maximiza el beneficio a la vez que tiene en cuenta suficientemente los aspectos medioambientales.

Pero esta formulación nos lleva a varias cuestiones. Qué es el beneficio máximo? Aquí hay que considerar el factor tiempo. Una mayor tasa de retorno, por ejemplo, no necesariamente tiene que dar el máximo valor actual neto. También son importantes algunos aspectos como pueden ser las expectativas sobre el aumento de las tarifas eléctricas, el tiempo de vida y los costes de explotación. En general, el tamaño de los aerogeneradores no responde únicamente a un solo criterio. Cuál es la capacidad de operación de una grúa, quién puede hacer la entrega – y cuándo – son solo algunas de las muchas cuestiones a considerar.

¿Se da a los aspectos medioambientales suficiente consideración? ¿Vale la pena ganar un poco más en el aspecto económico si desde el punto de vista del impacto visual el proyecto se convierte en un problema tan grande que obliga a cerrarlo mucho antes del final de su tiempo de vida calculado?

También existen situaciones en que los acuerdos con el propietario de los terrenos incluyen requerimientos específicos, como la distribución de los AGs en distintos terrenos. También puede haber acuerdos con los suministradores de AGs, que definen el tipo de AGs a usar.

Por tanto, a menudo existirán muchas limitaciones en la distribución del parque que deberán ser respetadas.

El módulo de optimización de WindPRO se estructura de modo que resulte una herramienta de proyección que permita al usuario un elevado nivel de control durante el proceso. Se ha dado una gran prioridad a asegurar una alta interactividad entre el programa y el usuario durante la fase de optimización de la distribución de AGs del parque.

Actualmente en WindPRO la optimización combina las limitaciones de diseño en términos de espacio y uso del terreno con el recurso eólico disponible. Como alternativa WindPRO puede optimizar la estrategia de operación en cuanto al ruido para un *layout* fijo. Sin embargo, el punto fuerte del módulo es el apoyo que presta a la manipulación manual del *layout*.

La optimización en WindPRO consta de cuatro elementos:

- Objeto de área de aerogeneradores utilizado para marcar el terreno disponible, las zonas de exclusión y los requisitos de espacio
- Un mapa de recurso eólico; que puede ser importado de otro programa o generado con el módulo RESOURCE
- Algoritmos de optimización, que dependiendo de los requisitos, ofrecerán resultados adecuados.
- Una ventana dedicada para la optimización donde se actualizan los resultados y se registra el historial de diseños de parque.

Los algoritmos de optimización cubren las cuatro situaciones siguientes:

- **Patrón aleatorio.** La elección cuando la geometría del *layout* no es un problema pero el terreno causa que algunas zonas sean distintivamente más ventosas que otras.
- **Patrón regular.** Para parques eólicos *offshore* o en terrenos simples donde el parque eólico debe obedecer limitaciones geométricas.
- **Ruido basado en eliminar/ruido reducir AGs visibles.** Permite al usuario reducir un parque eólico con un *layout* dado para cumplir con las restricciones de ruido y encontrar la estrategia óptima de operación de ruido.
- **Patrón aleatorio incluyendo ruido basado en eliminar/ruido reducir AGs visibles.** Esta situación combina la primera y tercera opción. Primero encuentra el *layout* óptimo en cuanto a producción; luego lo reduce hasta cumplir con las limitaciones de ruido. También permite seguir la pérdida en la energía generada a causa de las diferentes estrategias de ruido.

8.0.2 Optimize, guía paso a paso

8.0.2.1 Patrón aleatorio (terreno montañoso/complejo)

- ❑ Establezca un objeto de área que incluya la(s) región(es) de interés, eventualmente con restricciones sobre el número de AGs o MW (para cada área).
- ❑ Añada zonas de exclusión para impedir que el parque eólico ocupe terrenos inadecuados. Esta función se puede utilizar para asegurar que el parque eólico no ocupará terrenos críticos, carreteras o viviendas.
- ❑ Calcule un mapa de recurso eólico con el módulo RESOURCE (ver Capítulo 3) o un archivo .rsf desde un cálculo WASP de la zona de interés.
- ❑ Establezca el archivo .rsf en el objeto capa de Resultado.
- ❑ Ejecute el menú de cálculo “OPTIMIZE” y escoja “Patrón regular”.
- ❑ Introduzca las condiciones para la configuración del cálculo.
- ❑ Empiece el cálculo – si ya se ha establecido una propuesta de *layout*, puede empezar con un cálculo PARK para este *layout*. Este se inicia desde la ventana de Optimize.
- ❑ Ejecute un “*layout* rápido”. Este cálculo añadirá aerogeneradores al proyecto utilizando un algoritmo rápido con bajo nivel de detalle.
- ❑ Ejecute una “optimización completa”. Cálculo más detallado pero también más lento.
- ❑ Acotar la configuración del parque de forma manual y compruebe si conduce a una mejora haciendo clic en Cálculo Park.
- ❑ Restaure el *layout* que prefiera seleccionándolo con un clic derecho del ratón.
- ❑ Cierre con el botón Aceptar e imprima los informes.

8.0.2.2 Patrones regulares (para terrenos llanos o parques off-shore)

- ❑ Establezca un objeto de área de AGs que incluya la(s) región(es) de interés, eventualmente con restricciones en el número de AGs o MW (para cada área).
- ❑ Añada zonas de exclusión para impedir que el parque eólico ocupe terreno inadecuado. Esta función se puede utilizar para asegurar que el parque eólico no ocupará terrenos críticos, carreteras, viviendas o rutas de navegación.
- ❑ Calcule un mapa del recurso eólico con el módulo RESOURCE (ver Capítulo 3) o un archivo .rsf desde un cálculo WASP de la zona de interés O BIEN use un objeto Meteo para describir el recurso eólico.
- ❑ Eventualmente establezca el archivo .rsf en un objeto capa de Resultado.
- ❑ Establezca un objeto de diseño PARK y seleccione las “propiedades iniciales”.
- ❑ Ejecute “Optimize” desde el menú de cálculo.
- ❑ Escoja “patrón regular” y rellene las condiciones en la configuración del cálculo.
- ❑ Inicie el optimizador – empiece con un cálculo PARK desde la ventana Optimize en el *layout* diseño de parque (no “realice”)- a continuación, configure los parámetros para la variación y ejecute una “optimización completa”
- ❑ Refine su objeto de diseño PARK y/o modifique los parámetros hasta que encuentre el mejor *layout*. Confirme el *layout* mediante un clic sobre el botón derecho del ratón sobre el objeto diseño de parque o el resultado del *layout* preferido.
- ❑ Cierre pulsando el botón Aceptar e imprima los informes.

8.0.2.3 Ruido basado en eliminar/ruido reducir AGs visibles

- ❑ Establezca un objeto de área de AGs que incluya la(s) región(es) de interés, eventualmente con restricciones en el número de AGs o MW (para cada área).
- ❑ Añada zonas de exclusión para impedir que el parque eólico ocupe terrenos inadecuados. Esta función se puede utilizar para asegurar que el parque eólico no ocupará terrenos críticos, carreteras o viviendas.
- ❑ Inserte receptores de ruido (NSA, ver capítulo 4) y establezca los límites de ruido apropiados para cada uno de ellos.
- ❑ Inserte un *layout* de AGs y defina la configuración de ruido para cada AG si es necesario.
- ❑ Empiece desde el menú de cálculo “Optimize”.

- ❑ Seleccione “Ruido basado en eliminar/ruido reducir AGs visibles”.
- ❑ Seleccione un tipo AG en caso que desee añadir AGs al *layout* y seleccione el modelo para el cálculo del ruido.
- ❑ Ejecute “Optimizar ruido”.
- ❑ Como alternativa puede ejecutar “Auto rellenar” para insertar un *layout* altamente compacto generado por defecto y ejecute “Optimizar ruido” para eliminar y reducir AGs hasta cumplir los requisitos de ruido.
- ❑ Cierre pulsando el botón Aceptar e imprima los informes.

8.0.2.3 Patrón aleatorio incluyendo ruido basado en eliminar/ruido reducir AGs visibles.

- ❑ Siga los pasos para generar un patrón aleatorio y para generar un patrón basado en ruido eliminar/ruido reducir AGs visibles.
- ❑ Cuando aparezca el control de Optimizer es posible ejecutar tanto el *layout* energético rápido como la optimización energética completa; a continuación, puede ejecutar “optimizar ruido” para reducir el *layout* hasta cumplir con los límites de ruido establecidos. Además se puede realizar un cálculo Park para evaluar el coste en términos de producción energética de la reducción del nivel de ruido.

8.1. OPTIMIZE – Energía y ruido

8.1.1 Métodos de cálculo

WindPRO OPTIMIZER sirve para optimizar el *layout* de un parque usando básicamente tres métodos distintos.

Modelo A. Patrón regular, donde se siguen unos requerimientos de geometría estrictos (filas rectas paralelas con distancias constantes entre hileras o arcos de AGs).

En este modelo se usa el objeto de diseño de parque. Es posible realizar una optimización automática o manual.

El modo manual: Con el objeto de diseño de parque el usuario puede mover, rotar o cambiar distancias gráficamente mientras el programa mantiene un seguimiento del número de AGs o la capacidad total de las áreas del parque eólico, que pueden ser definidas con el objeto de área de AG. Una vez encontrado un *layout* razonable que satisfaga las limitaciones del proyecto, puede establecerlo mediante el menú “realizar” los AGs que se encuentran dentro de las áreas AG especificadas. Puede establecerse un nuevo *layout* adicional – cada vez que se realiza un nuevo *layout*, automáticamente se crea una nueva capa que mantiene los AGs. Cuando se crean diferentes *layouts* alternativos, éstos pueden ser fácilmente calculados y comparados según producción energética, ruido, impacto visual, etc.

El modo automático: Una vez establecido el Objeto de diseño del parque, arranque el programa Optimize desde el menú principal. Fíjese en que usted puede establecer un mínimo de eficiencia del parque (pérdidas máximas por estela) y por lo tanto asegurarse de que las configuraciones que no cumplan estos mínimos serán excluidas de la optimización. Cuando se inicia la ventana Optimize puede escoger qué parámetros variar y el tamaño de los incrementos. Escogiendo “Optimización completa” se calcularán todas las combinaciones y como resultado se obtendrá aquella que proporciona la máxima producción energética. Si se ha establecido un mínimo de eficiencia del parque, se utilizará el criterio para la selección del *layout* máximo.

Modelo B. Optimización automática del *layout* respecto a la producción energética en las áreas especificadas. La optimización puede incluir limitaciones de distancias a vecinos. Las principales hipótesis para los cálculos se especifican en el objeto de área AG, donde pueden definirse los requerimientos para el número de AGs o capacidad instalada en una o más áreas. El objeto área de aerogeneradores también define las zonas de restricción y alejamiento.

Antes de invocar “Optimizer” necesitará calcular un mapa de recurso eólico (un archivo .rsf) con una resolución razonablemente alta (típicamente un tamaño de malla de 10-25m) para el área y para todas las alturas de buje significativas.

Usted puede escoger si Optimizer debería mover los AGs previamente definidos dentro del área a las mejores posiciones o bien dejar que Optimizer cree nuevos AGs. La primera opción activa el uso de diferentes AGs y/o alturas de buje, mientras que la segunda sólo permite un tipo de AGs y altura de buje. El programa creará el número de AGs o la capacidad total requerida siempre que exista suficiente espacio – de otro modo crearía el máximo posible.

WindPRO dispone de tres opciones distintas para colocar los AGs.

Auto rellenar. WindPRO situará tantas turbinas como sea posible dentro del área de AGs disponible. Se inicia en una esquina y simplemente coloca la siguiente turbina en la primera posición disponible manteniendo las restricciones de distancia definidas en el área. El orden que sigue para colocar las turbinas es hacia la derecha y debajo la última turbina colocada.

Layout energético rápido. WindPRO encuentra la posición con un recurso energético mayor de acuerdo con el mapa de recurso y coloca allí una turbina. La turbina siguiente se colocará en la siguiente posición disponible con el mayor recurso energético. Este método no tiene en cuenta la eficiencia del parque al seleccionar dónde colocar las turbinas. Las ubicaciones de las turbinas están definidas en una malla que tanto puede ser la malla del mapa de recurso eólico o una malla definida por el usuario.

Optimización energética completa. Igual que en *layout* energético rápido, WindPRO encuentra la posición con más recurso eólico pero en este caso también toma en consideración la pérdida energética causada por las estelas de las turbinas situadas previamente. Una vez colocada la segunda turbina, se recoloca la primera

teniendo en cuenta la estela generada por la segunda. Este procedimiento se repite cada vez que se colocan nuevas turbinas. Las turbinas colocadas con anterioridad se reemplazan con el objetivo de obtener la mayor eficiencia del parque posible.

Modelo C. Optimización del ruido.

La optimización de ruido requiere un *layout* de AGs con una serie de parámetros de operación. Los parámetros de operación se definen en las propiedades de los AGs como nivel 0 (estándar), nivel 1, nivel 2, etc.; donde los distintos niveles indican valores de ruido cada vez más bajos, y por tanto, producción energética progresivamente menor. Asimismo deben definirse varias Zonas Sensibles al Ruido (NSA) para las viviendas y otras áreas sensibles al ruido de los alrededores del parque.

La optimización de ruido se configura seleccionando el modelo de propagación de ruido deseado (ver capítulo 4) y se ejecuta desde el Control de Optimizer. Sigue el algoritmo siguiente:

Todas las turbinas se reducen al nivel más bajo de ruido y se realiza un cálculo de ruido. Si el ruido calculado no cumple las exigencias de ruido en los receptores se elimina la turbina que genera más ruido en el receptor donde el nivel de ruido permitido es superado con más diferencia. Este proceso se repite hasta que la emisión de ruido del parque eólico en su configuración de menor emisión de ruido sea inferior a los niveles máximos permitidos en los receptores.

La configuración de ruido de las turbinas restantes se establece al nivel máximo y se procede a calcular el ruido en los receptores. Si el ruido calculado no cumple las exigencias de ruido en los receptores se reduce un nivel el nivel de emisión de ruido de la turbina que genera más ruido en el receptor donde el nivel permitido es superado con más diferencia. Este proceso se repite hasta que la emisión de ruido del parque eólico cumpla los límites de ruido en todos los receptores.

Si se selecciona la combinación de patrón aleatorio y optimización del ruido, se puede realizar un cálculo park del *layout* desde el control de Optimizer antes y después la optimización del ruido para evaluar la pérdida en producción del parque a causa de las restricciones de ruido.

8.1.2 Objetos utilizados en los cálculos de optimización

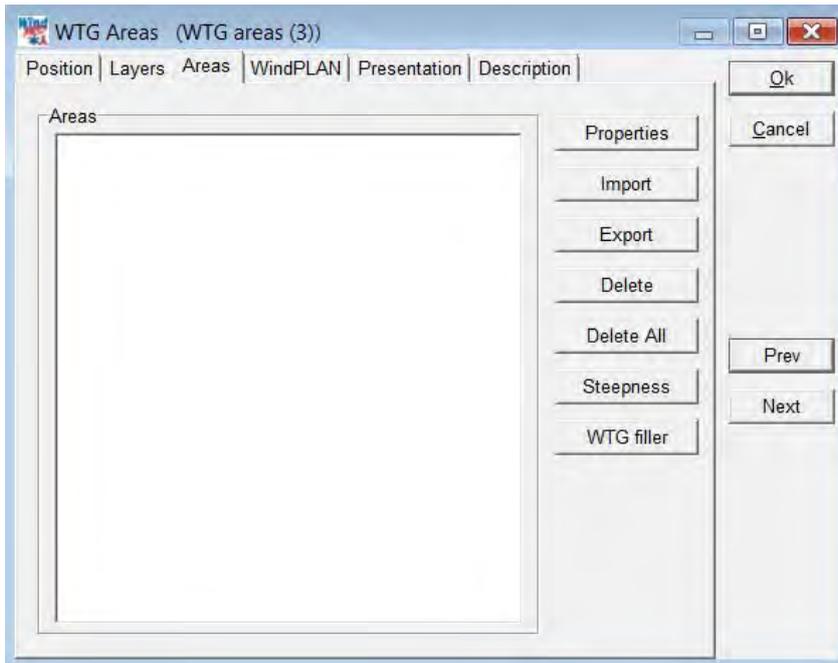
8.1.2.1 Objeto de Área AG



El Objeto de Área AG se usa para definir las áreas a usar para los emplazamientos de AGs. Esta es normalmente la primera tarea a realizar al generar un proyecto WindPRO, definir el terreno disponible para situar el parque y, muy a menudo igual de importante, el terreno no disponible. El objeto de Área AG define los dos tipos de terreno.

El terreno puede ser una gran franja de tierra o puede estar parcelado en elementos pequeños, pero para el área para un proyecto dado todas las áreas se incluyen en un solo objeto de Área de AG.

Un objeto de Área AG se coloca en el mapa seleccionándolo en la lista de tipos de objetos y haciendo click izquierdo con el ratón en el mapa. La ubicación del objeto no es importante. Cuando se coloca un objeto las propiedades de objeto de Área de AG se muestran inmediatamente.



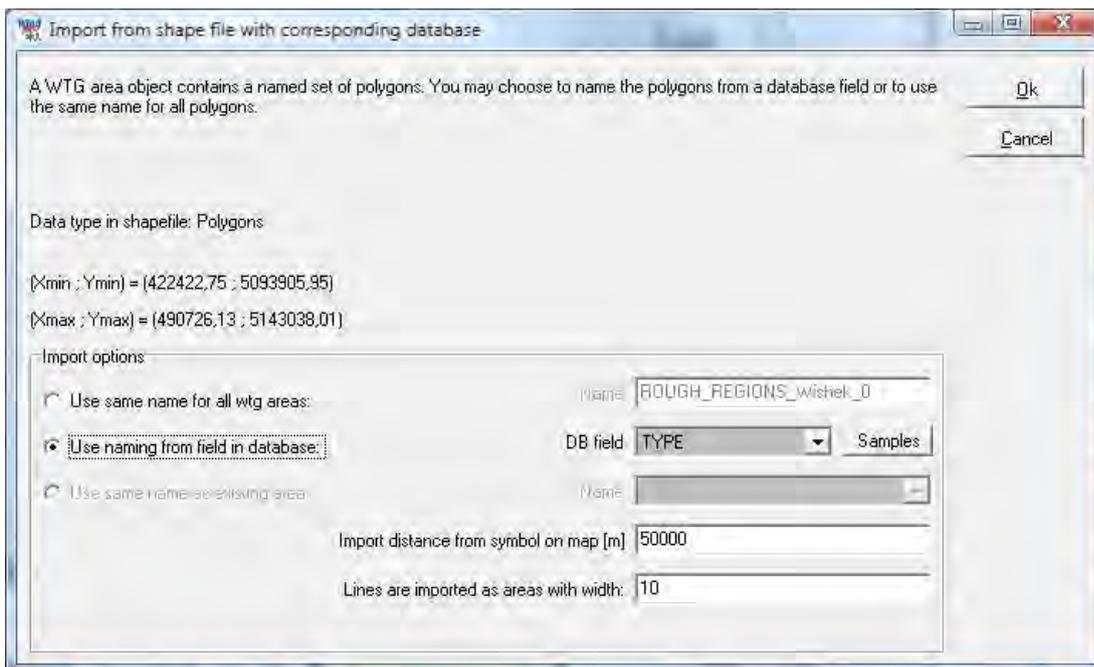
Los límites de estas áreas se digitalizan directamente usando un mapa mostrado en pantalla. También es posible importar archivos de coordenadas que definan los límites – actualmente en formatos: **.dxf** (AutoCad/Autodesk) o **.shp** (Archivos de forma desde Archivos GIS Arc View).

Importar áreas desde un fichero

Para importar un archivo de forma o **.dxf** presione el botón Importar de la ventana de propiedades del Área AG. Tenga en cuenta que el archivo **.dxf** debe estar en formato ASCII Autocad12.

En el explorador de archivos, seleccione el archivo apropiado. Tenga en cuenta que el sistema de coordenadas del archivo debe ser el correcto, de lo contrario las áreas no se importarán en sus posiciones correctas.

Si el archivo es un archivo **.dxf** simplemente se carga. Sin embargo, si se selecciona un archivo de forma aparece una ventana de importación.



Esta ventana permite algunas opciones al cargar un archivo de área:

Utilizar el mismo nombre para toda el Área de AG: etiqueta todas la areas definidas en el fichero con el mismo nombre. El nombre se escribe en el campo Nombre de la derecha.

Utilizar los nombres escritos en un campo de la base de datos: tiene acceso a los campos de la base de datos. De este modo, puede seleccionar el campo que define el tipo de área en el archivo de base de datos. Para poder reconocer el campo, es útil presionar el botón “Muestra” para mostrar los primeros nombres de la lista.

Utilizar el mismo nombre que las áreas existentes: en este caso, puede seleccionar en el campo Nombre a la derecha uno de los nombres que ya se está utilizando en el objeto de Área de AG. Por ejemplo, esto es útil cuando ya ha definido algunos caminos y ahora tiene un archivo con más carreteras para añadir a los ya existentes.

Importar distancia desde el símbolo en el mapa: limita la importación de las zonas dentro del radio dado.

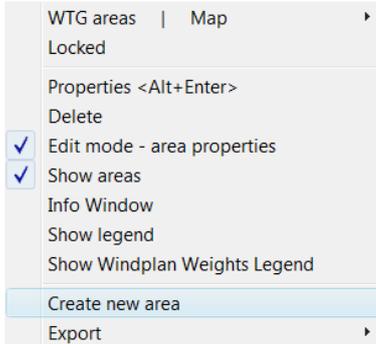
Las líneas se importan como zonas con un ancho: algunos archivos de forma contienen elementos que no se definen como un área, sino como líneas abiertas. El objeto Área de AG no puede operar con líneas, pero puede convertir las líneas a áreas con una anchura dada por el número de metros introducidos en este campo.

Finalmente el archivo se importa presionando OK, y las áreas se etiquetan de acuerdo con la elección realizada.

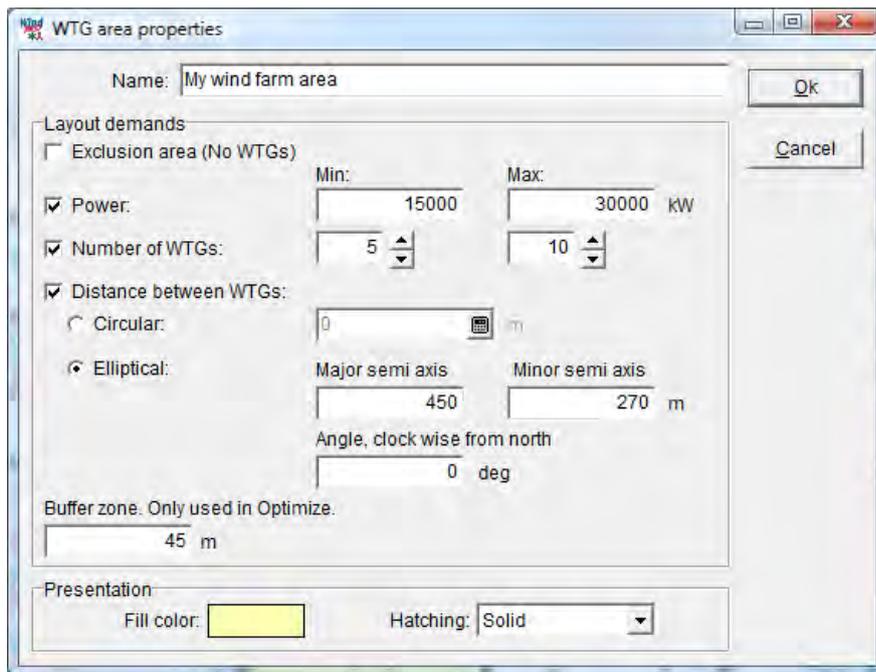
Digitalizando sus propias Áreas de AG.

Si usted acaba de colocar un objeto de área de aerogeneradores en el mapa y quiere digitalizar sus propias Áreas de AG debe cerrar la ventana de propiedades pulsando la tecla OK.

El objeto Área de AG está rodeado por un cuadrado rojo discontinuo. Esto significa que se encuentra en modo de edición; ahora puede empezar a digitalizar. Encuentre el contorno de su área y haga clic derecho en el ratón en posición inicial para empezar a digitalizar el área. Obtendrá las siguientes opciones:



Seleccione "Crear nueva área". Seguidamente aparecen las propiedades del área que ha empezado a digitalizar.



Asigne un nombre a la zona y establezca sus propiedades.

Potencia: La selección de esta casilla permite fijar la potencia mínima y máxima instalada para este área. El optimizador debe, si es posible, instalar la cantidad de potencia indicada, pero sin exceder la potencia máxima.

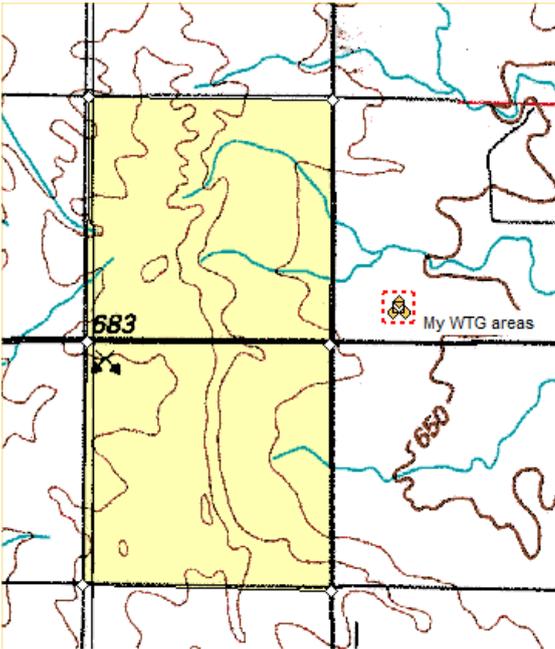
Número de AGs: Igual que para la potencia, pero para el número de turbinas.

Distancia entre AGs: Circular significa que el espacio mínimo requerido entre las turbinas en esta área es omnidireccional y se puede introducir a mano o mediante la utilización de una pequeña calculadora insertada en el programa. Si se elige Elíptica se debe introducir una dirección principal (normalmente la dirección del viento predominante), definida por un ángulo y un espacio determinado como el semieje mayor de la elipse. Perpendicularmente se encuentra la separación en el semieje menor. En el ejemplo está seleccionada un área elíptica con el eje mayor apuntando hacia el norte-sur, con 450 m de separación a lo largo de este eje y 270 m de ancho.

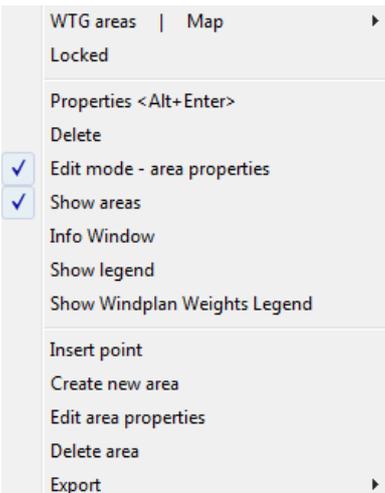
Zona de búfer: Crea un margen en el límite del área de AG para mantener las turbinas lejos de su contorno, lo que podría ser utilizado para evitar que las puntas de las palas crucen al terreno vecino.

Color de relleno y sombreado: El área se llena o sombrea con el color y el sombreado seleccionados. El color es transparente por lo que es posible ver los elementos inscritos en el área.

Haga clic en Aceptar y empiece a digitalizar (ver capítulo 2 para detalles sobre las áreas de digitalización). Asegúrese de cerrar el área (clic derecho, Finalizar) antes de continuar.



Si selecciona el área (haciendo clic sobre ella) puede ver los puntos que la forman. Los diamantes blancos se pueden mover manualmente desde el mapa. Si hace clic derecho en el contorno aparecen algunas opciones más:



Insertar y eliminar puntos insertará o eliminará puntos de unión a lo largo de los lados del área.

Borrar área simplemente eliminará el área. Tenga cuidado de no seleccionar “Suprimir” ya que se eliminará completamente el objeto de área.

Editar propiedades de área vuelve a mostrar la ventana de edición de las propiedades de esta área para poder modificarlas.

Crear nueva área le permite digitalizar otra área.

“Ventana de información” proporciona información de las áreas individuales definidas: tamaño (m²), una muestra del color y la configuración de las limitaciones, como muestra el ejemplo siguiente:

#	Name	Area [m2]	Color	Min power [kW]	Max power [kW]	Min number	Max number	Min distance [m]
1	My wind farm ...	5.181.642		15.000	30.000	5	10	0

En el ejemplo sólo se ha digitalizado un área. Su tamaño es de 5,2 millones de metros cuadrados, lo que equivale a 5.200 ha o 5,2km².

Mostrar leyenda presentará una leyenda en una ventana a parte.

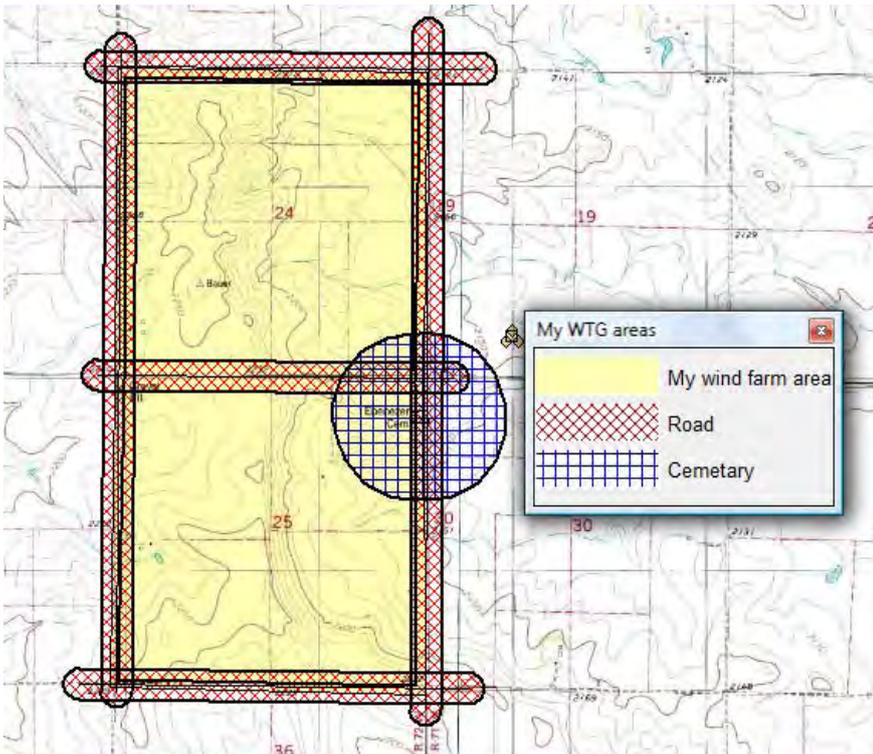
Creación de áreas de exclusión

Una zona de exclusión es un área que el optimizador evita al diseñar el parque eólico. Las zonas de exclusión se pueden utilizar para bosques, caminos, tendido eléctrico, áreas protegidas o terreno no disponible. Tenga en cuenta que la zona de exclusión alrededor de una vivienda vecina se suele introducir como un objeto NSA con restricción de distancia (ver capítulo 4.1.2.2).

La zona de búfer de un área de exclusión es una banda de exclusión adicional alrededor de la zona delimitada. Tiene el propósito de respetar una cierta "distancia de seguridad" desde la zona de exclusión. Por ejemplo, la zona de búfer de un camino suele ser igual a la altura de la turbina eólica.

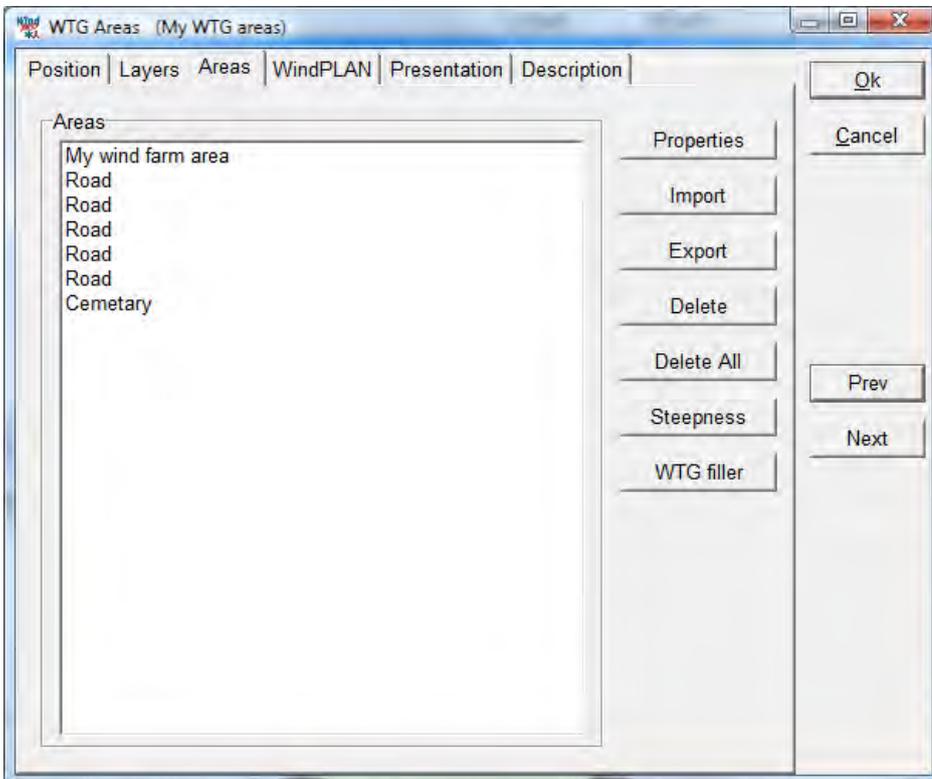
Un consejo en cuanto a la digitalización de los caminos es digitalizar primero a lo largo del camino, a continuación, dar marcha atrás a lo largo del mismo y establecer su ancho como zona de búfer.

Cuando salga del modo edición del objeto área de AG, todas las zonas de búfer se mostrarán en el mapa. El ejemplo anterior se mostrará de la siguiente forma:



Propiedades del objeto de área de AG.

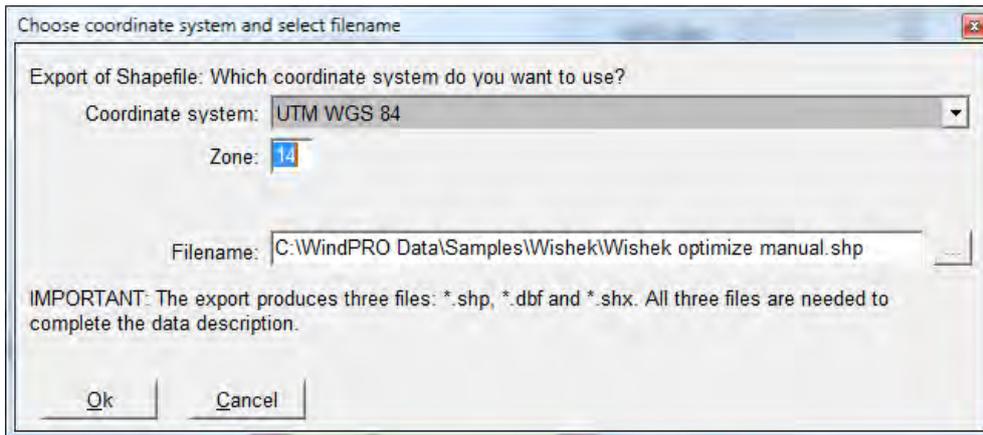
Haga clic derecho sobre el objeto área de aerogeneradores para evaluar las propiedades del objeto de área de Aerogeneradores. Aquí se listan las áreas digitalizadas o cargadas y se dan un número de opciones en la parte derecha de la lista. Hay una serie de pestañas, pero sólo la de "Áreas" es relevante para las funciones de Optimizar.



Propiedades: Seleccione un área y pulse en "Propiedades" para acceder a las propiedades del área en particular. Haciendo doble clic en un área también se puede acceder a sus propiedades.

Importar: véase más arriba.

Exportar: Presionar el botón Exportar le permite guardar el área como un archivo de forma. También le permite seleccionar el sistema de coordenadas y la ruta del archivo.

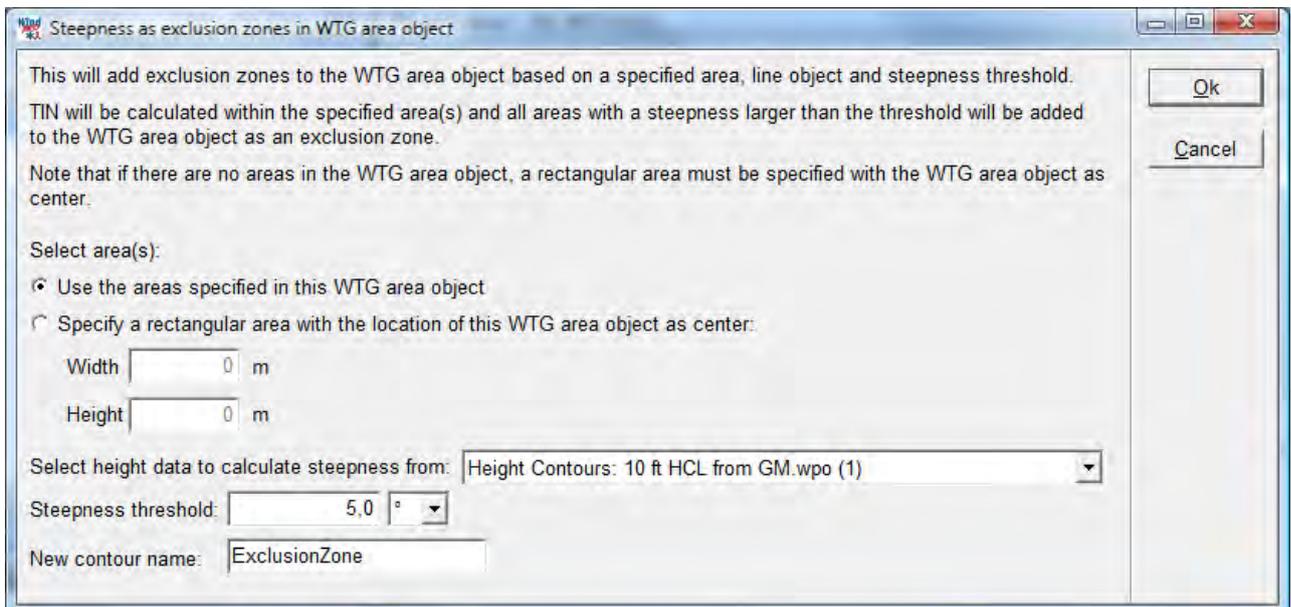


Borrar: Seleccione un área y pulse Borrar para eliminarla. WindPRO le preguntará si está seguro y si desea eliminar todas las áreas con ese nombre. De esta manera es posible deshacerse con facilidad de por ejemplo 50.000 zonas de humedales importadas.

Eliminar todos: Elimina todas las áreas

Pendiente

Pulse el botón Pendiente para abrir la herramienta pendiente. Esta herramienta se utiliza para encontrar todas las zonas dentro de un área definida donde la pendiente del terreno supera un límite determinado y declararlas zonas de exclusión.

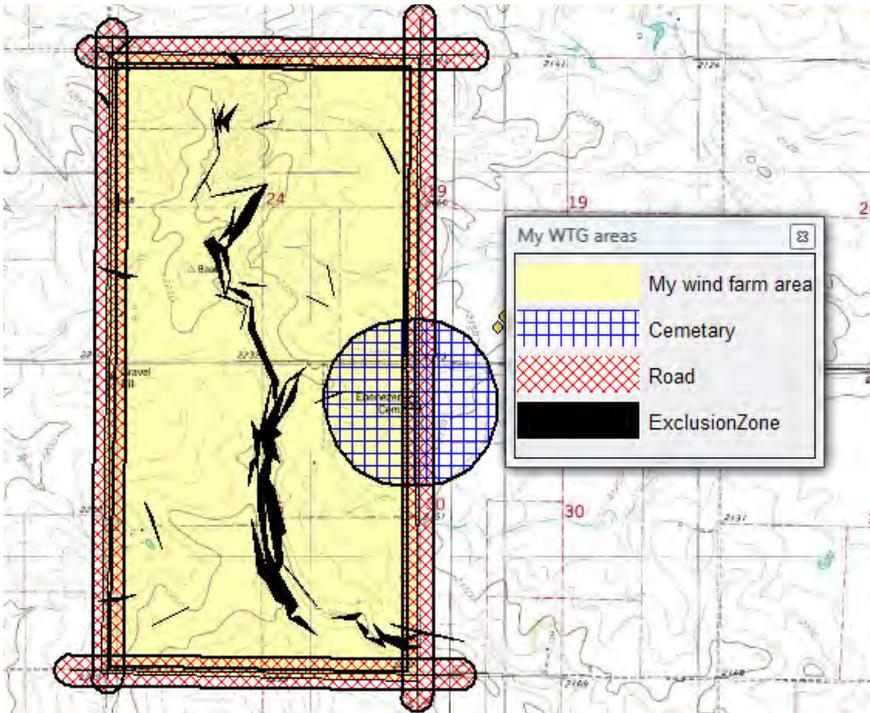


El alcance del análisis de la pendiente puede ser toda el área de AG (recomendado) o el ancho y la altura de un rectángulo centrado en el objeto de área de AG.

La pendiente se determina a partir de un objeto con datos de altura. Éste puede estar en forma de curvas de nivel o datos puntuales de elevación (datos XYZ). Por tanto se debe seleccionar el objeto de línea a utilizar

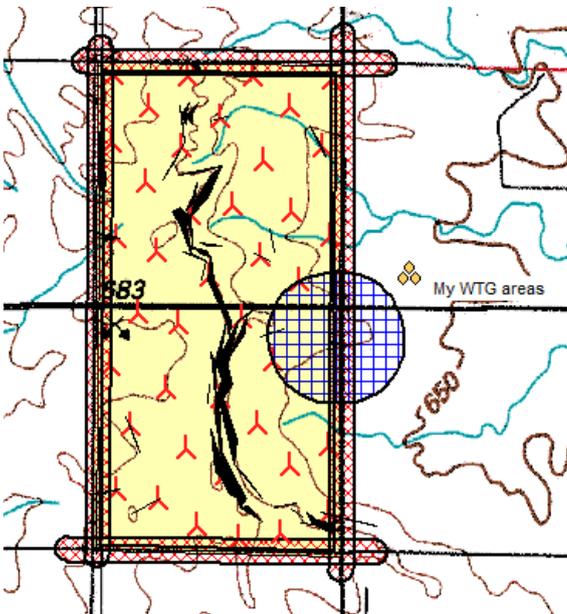
El umbral de pendiente es la pendiente a partir de la cual la zona debe ser clasificada como zona de exclusión. La pendiente se puede dar tanto en grados como en porcentaje.

Cuando se ejecuta el cálculo, WindPRO crea una zona de exclusión para cada triángulo TIN donde al menos una altitud supera el umbral de pendiente. Los triángulos adyacentes que superen el umbral se agregan en un área más grande para reducir el número total de áreas de pendiente.



Rellenador AG

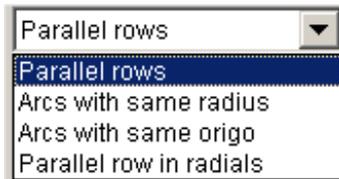
El botón Rellenador AG llena el área disponible con turbinas. El tipo de turbina y la altura de buje se seleccionan utilizando el navegador de aerogeneradores de costumbre. A continuación, WindPRO llena la zona disponible definida por el objeto área de aerogeneradores exceptuando las áreas de exclusión. El proceso pasa por alto el número mínimo y máximo de turbinas o MW de las áreas utilizando sólo los requisitos de distancia para obtener un *layout* de aerogeneradores tan tupido como sea posible. Esta función es idéntica a la de llenado automático del controlador del Optimizer descrita en la sección 8.1.1.



8.1.2.2 Objeto de Diseño de Parque



El objeto Diseño de Parque crea diseños de patrón regular. En lugar de colocar turbinas individuales o en grupos de turbinas, el objeto de Diseño de Parque puede generar un *layout* geométrico con filas y columnas en el mapa. Los patrones regulares disponibles en la versión actual son:

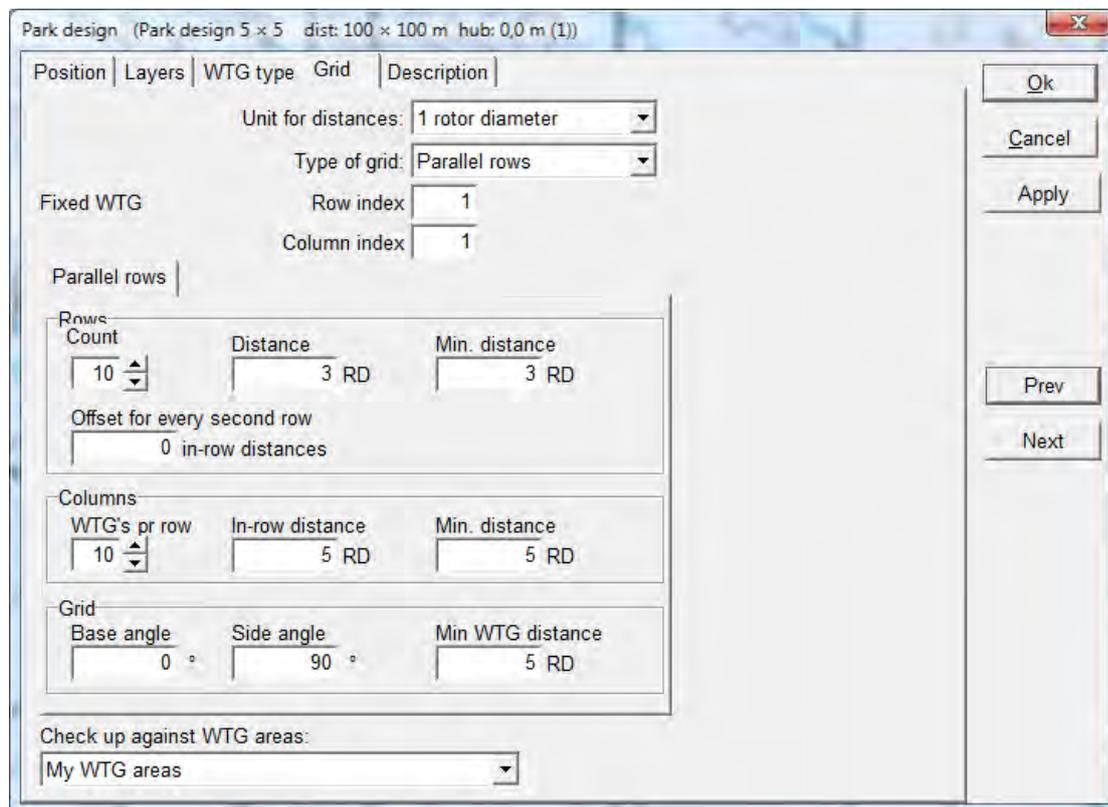


Con el objeto de Diseño de Parque es posible crear una plantilla del *layout* que se pueden implantar dentro de los límites del terreno disponible definido por el objeto área de AG.

El objeto de Diseño de Parque se crea al seleccionarlo de la lista de objetos y haciendo clic sobre el mapa con el botón izquierdo del ratón. Seguidamente se abrirá la ventana de propiedades del objeto de Diseño de Parque.

En la pestaña tipo de AG se selecciona el tipo de turbina y la altura de buje utilizando el navegador de aerogeneradores de costumbre.

La pestaña cuadrícula define la cuadrícula de AG:



Unidad para distancias: Las distancias en la cuadrícula pueden darse tanto en metros como en múltiplos de diámetros de rotor.

Tipo de cuadrícula: Los patrones disponibles son los descritos anteriormente.

AG Fijo: es como un ancla en torno a la cual la cuadrícula puede girar o inclinarse. Está marcado en el mapa con un círculo. Para una descripción más detallada véase más adelante.

Las opciones de los parámetros de la cuadrícula dependerán del tipo de cuadrícula seleccionada. Seguidamente se describen los parámetros para la cuadrícula paralela.

Filas

Recuento: número de turbinas en una fila.

Distancia: Distancia inicial entre las turbinas en las filas.

Distancia mín: Distancia mínima entre las turbinas de una fila. El espaciado entre las filas no puede ser menor que este valor por mucho que se modifique la cuadrícula. El valor debe ser similar o menor que la distancia inicial.

Offset por cada segunda fila: Permite la configuración del parque en tresbolillo. Es un valor comprendido entre 0 y 1 que se multiplica a la distancia entre AGs de una misma fila e indica el desplazamiento de los AGs de las filas pares para rellenar los huecos de las filas precedentes.

Columnas

AG por hilera, dist. dentro hilera, distancia mín: Equivalentes para las columnas de los parámetros de las filas.

Cuadrícula

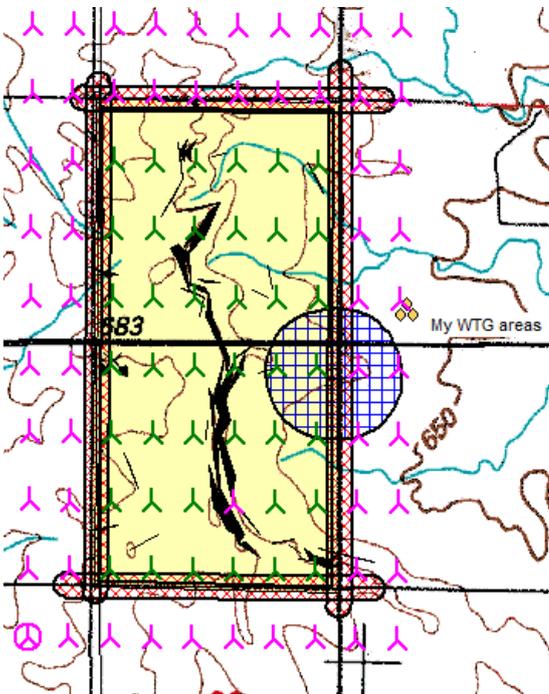
Ángulo base: ángulo (dirección) de la línea base de la cuadrícula.

Ángulo lateral: ángulo entre la línea base y el lateral del *layout*. 90 grados da un ángulo recto respecto a la línea base.

Distancia AG mín: Requisito de separación total de toda la cuadrícula.

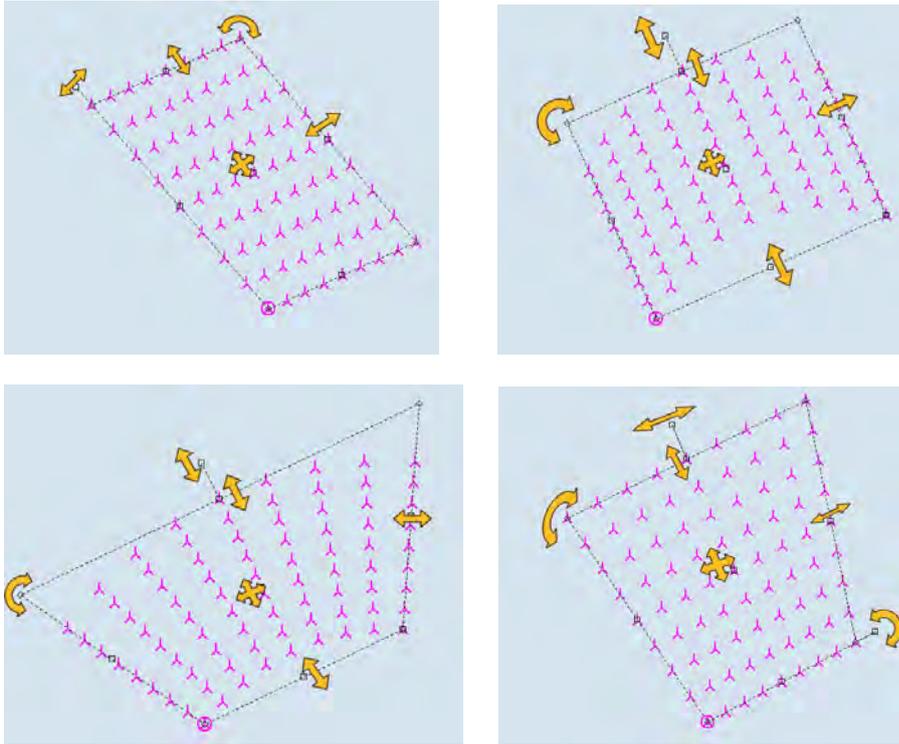
Verificar contra áreas AG: Aquí debe seleccionarse un objeto de área de AG. El objeto área de AG definirá los límites del parque y, por tanto, definirá los aerogeneradores de la cuadrícula que podrán implantarse.

Pulse Aceptar para cerrar la ventana de propiedades. El objeto diseño de Parque aparece ahora en el mapa como una cuadrícula de turbinas.



Manipulación del *layout* con el objeto diseño de Parque.

A continuación se ilustran los 4 patrones regulares distintos (Hileras paralelas, arcos con mismo radio, arcos con mismo centro, Hilera paralela radial)

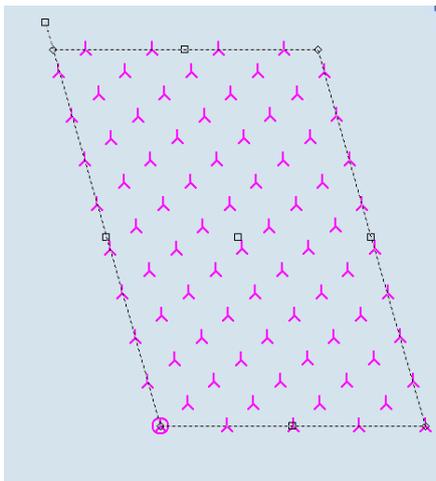


Existen elementos de control, que permiten cambiar las figuras mediante su arrastre con el ratón. Es posible rotar, definir distancias, posición y ángulos/radios específicos dependiendo del tipo de patrón.



El AG fijo marcado con un círculo alrededor. Este es el AG del patrón que siempre está en la misma posición, excepto si el punto del medio es movido, lo que hace mover el patrón entero paralelamente. El AG fijo puede ser cambiado a otro AG del patrón, para ello debe hacer un clic derecho sobre el símbolo del nuevo AG y escoger “Marcar como AG fijo”

El único parámetro que no puede ser modificado gráficamente es el offset de la hilera, que se ilustra a continuación.



El offset de fila en el *layout* de filas paralelas permite desplazar las segundas filas desde 0 hasta 1 veces la distancia de filas. Aquí ha sido ilustrada con el valor 0,5.

Park design (3)

Position | Layers | WTG type | Grid

Unit for distances: rotor diameter

Type of grid: Parallel rows

Fixed WTG

Row index: 1

Column index: 1

Parallel rows

Rows

Count	Distance	Min. distance
9	11.36 RD	0 RD

Offset for every second row: 0 in-row distances

Columns

WTG's pr row	In-row distance	Min. distance
9	14.56 RD	0 RD

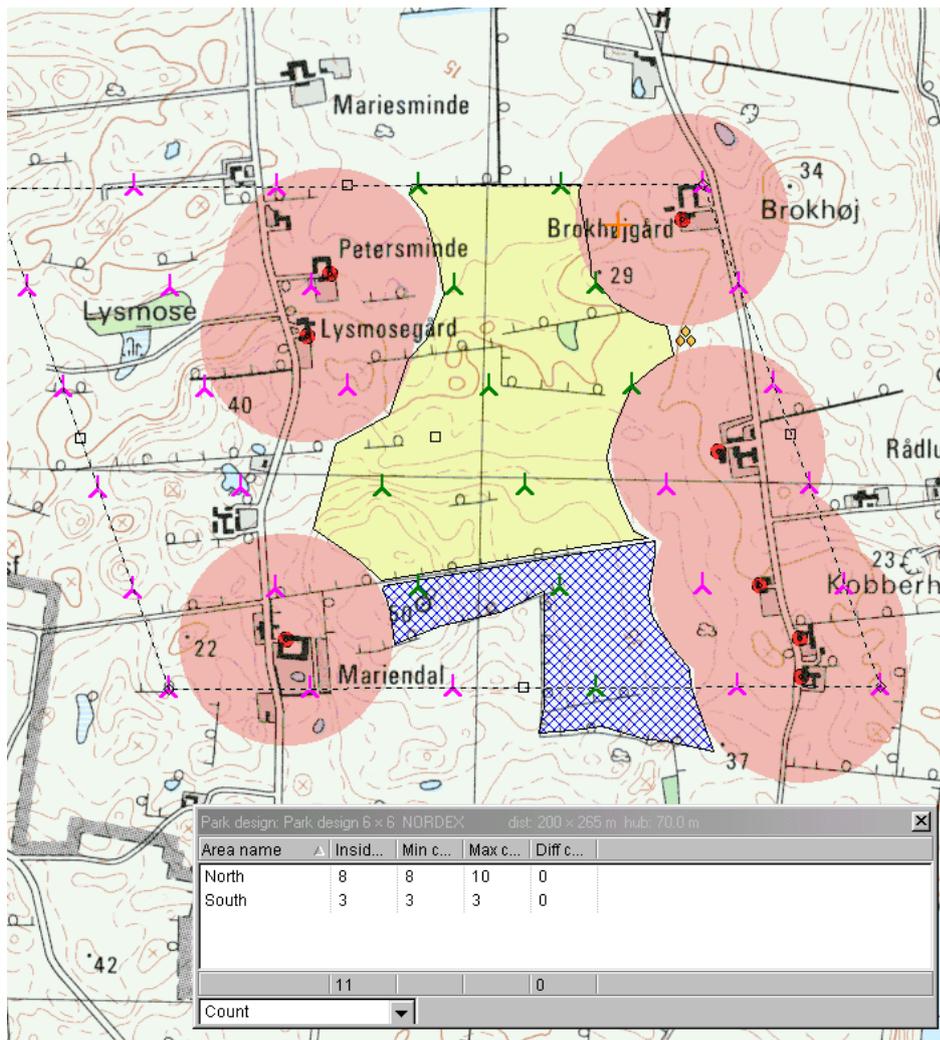
Grid

Base angle	Side angle	Min WTG distance
24.33 °	106.44 °	0 RD

Check up against WTG areas: WTG areas

Ok
Cancel
Apply

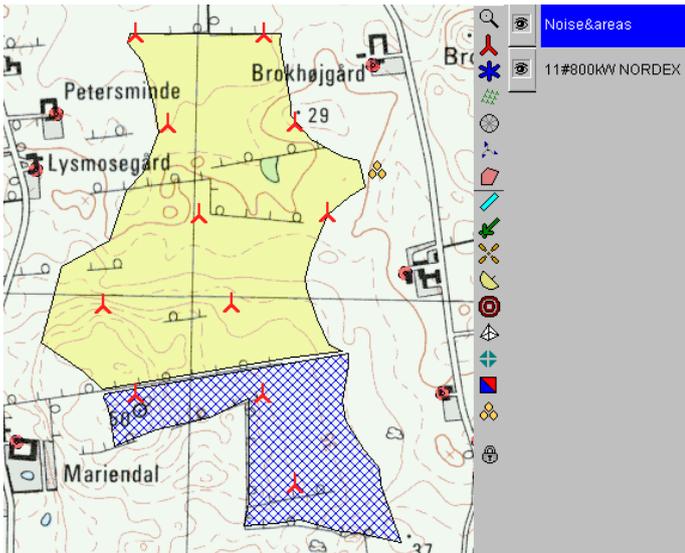
Es posible mantener un control continuo sobre el número de AGs o la capacidad total instalada en el interior del área especificada por el objeto de área AG (vea el siguiente gráfico pulsando el botón derecho sobre el objeto y seleccionando “Ventana de información”) cuando el objeto de área AG se selecciona desde el menú desplegable inferior.



Los símbolos AG al interior de las áreas AG se muestra en verde, mientras que los que se encuentran al exterior son mostrados en rosa. Fíjese en que la ventana de Información informa de que dispone de 8 AGs en el área norte y 7 en la sur. La desviación entre los valores reales y los configurados se muestra en la columna de más a la derecha – en éste caso “0” en ambas áreas indica que los valores reales satisfacen los límites indicados en la configuración.

8.1.2.3 Realizando los AGs situados dentro de las áreas (modelo A, manual)

Cuando haya realizado un *layout* apropiado con el objeto de diseño del Parque, haga un clic derecho sobre éste y seleccione “realizar”. Los AGs verdes se volverán rojos, lo que indica que se han convertido en objetos AG. Éstos pueden ser tratados como filas de AGs normales. Los AGs se crean automáticamente en una nueva capa. A continuación, puede modificar el objeto de diseño de parque (mover, rotar, cambiar el tipo de aerogeneradores o la altura de buje) y realizar un nuevo diseño. Cuando todas las propuestas que usted quiera probar hayan sido realizadas, vaya al menú de cálculo y lleve a cabo los cálculos requeridos ejecutando el cálculo OPTIMIZE.

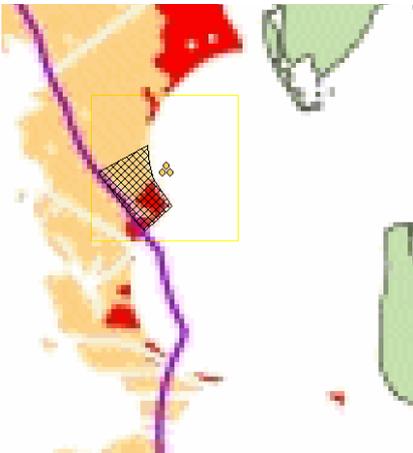


8.1.3 OPTIMIZE – Energía, Patrón Regular, modelo A automático

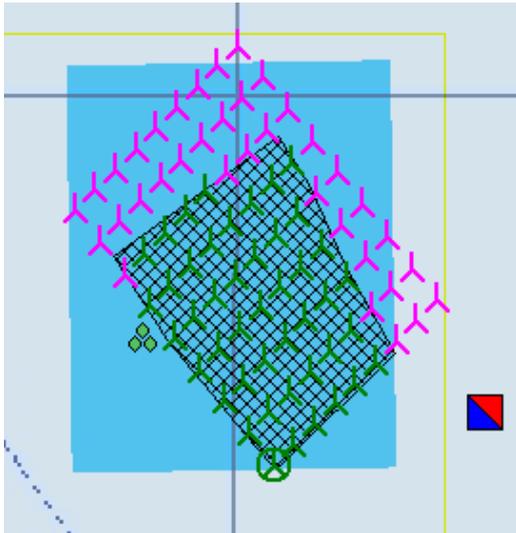
La optimización de un *layout* con patrón regular es simplemente el cálculo de todas las combinaciones de *layout* posibles con los parámetros seleccionados para el proyecto.

Aquí se encuentra ilustrado un proyecto off-shore.

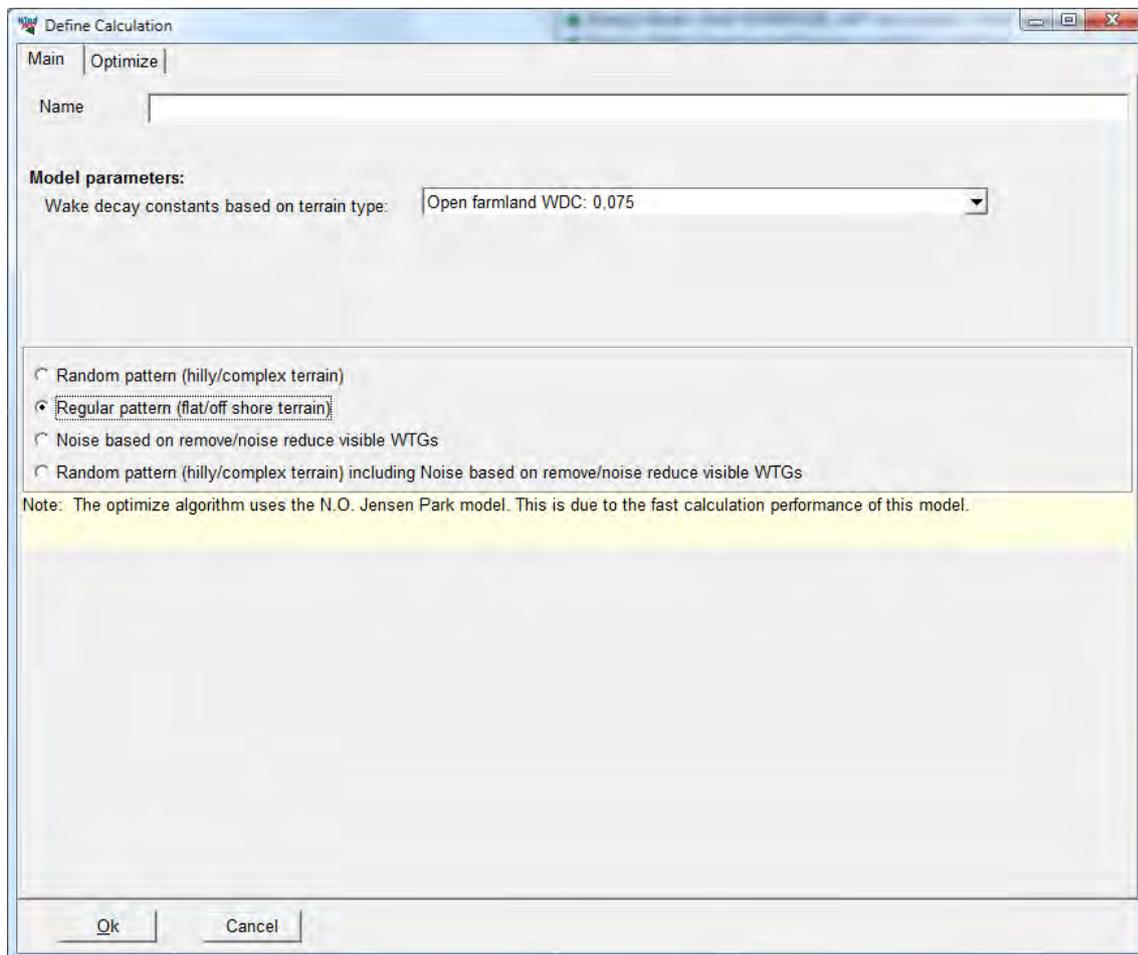
Primero se ha definido el área de interés. Abajo un mapa del Reino Unido, informe DTI que muestra “áreas potenciales” es un ejemplo de una región que se podría escoger.



Un área de AG se define con el Objeto de Área AG alrededor del área de interés, digitalizando sobre el mapa de fondo. A continuación se muestra un mapa del recurso eólico que ha sido calculado e insertado como fondo de un mapa (con una capa de Resultado). Como se puede ver en el ejemplo, el recurso eólico a menudo se distribuye uniformemente y, por lo tanto, se puede usar un objeto METEO como alternativa al mapa del recurso eólico. Un objeto de diseño de Parque, que da una primera idea del *layout* ha sido situado sobre el área AG.



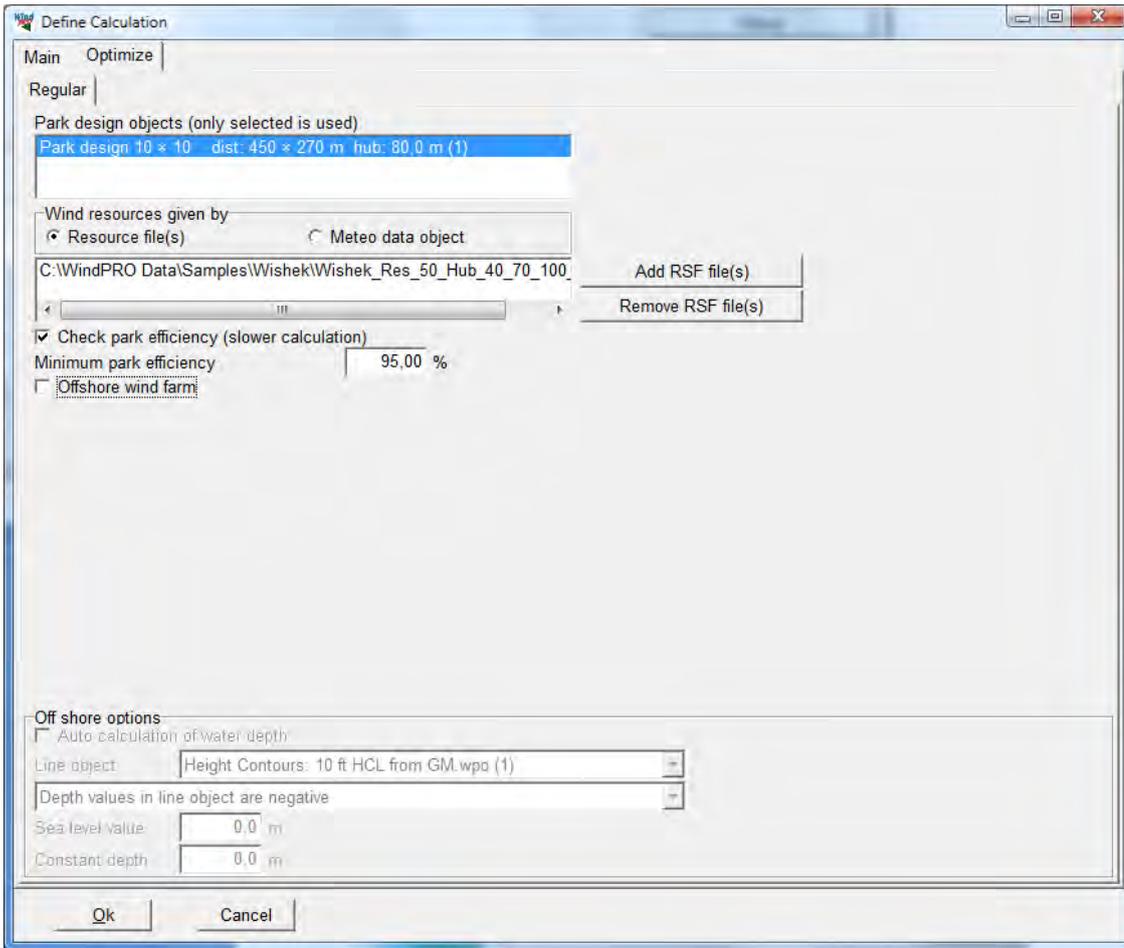
Los AGs del interior del área son verdes, los que están en el exterior son púrpura. Ahora hay que decidir qué criterios se deberían satisfacer y qué parámetros variar. Se inicia el módulo de cálculo OPTIMIZE.



A pesar de que la recomendación general es de mantener la constante de Decaimiento de Estela a 0.075, el consenso es que 0.04 es una mejor elección para parques eólicos *Off-shore*.

Para la optimización de un patron Regular seleccione la opción de patrón regular.

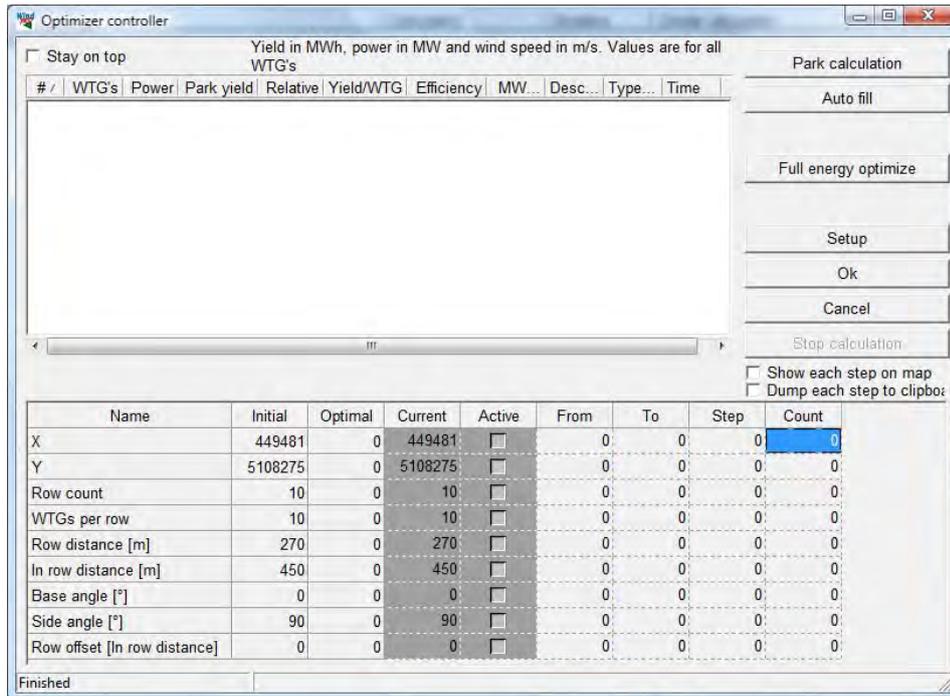
En la pestaña optimización el objeto de diseño del Parque y el archivo .RSF ya determinados aparecen por defecto. Si se crea más de uno de éstos en el proyecto, aquí se puede elegir el adecuado. Se puede configurar un mínimo de eficiencia para el parque (aquí un 95%). Los *layouts* con menor rendimiento serán ignorados en la optimización.



Es posible marcar la casilla “Parque eólico Offshore”. Esto activa la parte inferior del formulario. Entonces WindPRO puede utilizar un objeto de línea con curvas de nivel de la profundidad del agua (cálculo automático de la profundidad del agua) o asumir una profundidad fija (Profundidad constante). Estos valores se utilizan más tarde, al guardar los resultados en un fichero (ver abajo).

Valor a nivel del mar: Este es el nivel de agua que se puede cambiar en el caso de un proyecto offshore en un lago.

Pulse Aceptar para iniciar la optimización. Esto abre el controlador del Optimizer para la optimización del patrón regular



El controlador del Optimizer es una de las pocas ventanas en WindPRO que puede permanecer abierta mientras se trabaja en el mapa. La casilla “Permanecer encima” fuerza el controlador a permanecer encima del mapa. Desafortunadamente esto puede bloquear el acceso a los mensajes de error por lo que se debe utilizar con cuidado.

Se puede realizar un cálculo PARK para tener una producción de referencia basada en el primer *layout* manual.

El resultado se muestra en la ventana de resultado blanca.

Auto rellenar llena el área de acuerdo a los algoritmos descritos en la sección 8.1.1.

Ahora la tarea consiste en encontrar el *layout* del parque que maximice la producción energética dentro del área AG sin ir por debajo del mínimo de eficiencia del parque.

El patrón de los AGs se fija en la esquina inferior izquierda. Los parámetros que pueden ser modificados son:

- Posición X inicial del AG fijo
- Posición Y inicial del AG fijo
- Número de filas
- Número de turbinas en una fila
- Distancia entre filas
- Distancia entre hileras
- Ángulo base
- Ángulo lateral
- Offset de fila

En esta ventana se pueden verificar y modificar los parámetros, de manera que se puedan asignar valores razonables de intervalos y número de iteraciones de cálculo.

Empiece el cálculo con “Optimización energética completa”.

Abajo se muestra el resultado del cálculo y la optimización. Se realizan 1944 cálculos (unos 10 minutos en un ordenador de 1GHz). El resultado da 64 AGs y una producción total de 965GWh – lo que representa un 36.9% más que el *layout* de referencia, y la eficiencia del parque es del 95%, que era la mínima requerida para un resultado aceptable.

Optimizer controller Yield in MWh, power in MW and wind speed in m/s. Values are for all WTG's

Stay on top

#	WTG's	Power	Park yield	Relative	Yield/WTG	Efficiency	Desc...	Type...	Time
1	46	161,000	705,369	100.0	15,334	96.5	Regu...	10-04-2003 ...	
2	64	224,000	965,727	136.9	15,089	95.0	Regu...	10-04-2003 ...	

Park calculation
Full optimize
Setup
Close with save and report
Close without save or report
Abort calculation
 Show each step on map
 Dump each step to clipboard

Name	Initial	Optimal	Current	Active	From	To	Step	1,944
X	302666	302666	302666	<input type="checkbox"/>	0	0	0	0
Y	447315	447315	447315	<input type="checkbox"/>	0	0	0	0
Row count	9	9	9	<input type="checkbox"/>	0	0	0	0
WTGs per row	9	9	9	<input type="checkbox"/>	0	0	0	0
Row distance	761.7	730	700	<input checked="" type="checkbox"/>	700	750	10	6
In row distance	1065.9	800	800	<input checked="" type="checkbox"/>	800	1000	25	9
Base angle	45.38	46	47	<input checked="" type="checkbox"/>	45	50	1	6
Side angle	82.69	83	83	<input checked="" type="checkbox"/>	80	85	1	0
Row offset	0	0.5	0.5	<input type="checkbox"/>	0	1	0.1	0

Finished

El layout optimizado basado en el primer resultado.

Ahora el primer layout esta listo y es posible seguir optimizando realizando pequeñas modificaciones en los parámetros alrededor del primer valor óptimo e incluir otros parámetros. También podríamos probar otros tipos de AGs o patrones. Si más tarde queremos volver a un resultado previo, el resultado se resalta y mediante un clic derecho se puede “Restaurar layout”. Esto resetea el objeto de diseño del parque a la configuración resaltada. Se puede decir que la optimización es un proceso interactivo en el que el usuario da las especificaciones y el software ayuda a optimizar los valores de los parámetros.

- Copy initial to current
- Copy optimal to current
- Copy to clipboard
- Paste from clipboard

- Calculate with current
- Start parameter variation

- Update park design object with current values
- Realize park design object
- Abort parameter variation

Un clic derecho en el área de variación de parámetros permite acceder a la lista de posibilidades mostrada arriba. Éstas tienen las siguientes funciones:

Copiar inicial a actual. Copia el contenido de la columna “inicial” a la columna “actual”. La columna “actual” contiene el conjunto de parámetros utilizados en el cálculo.

Copiar óptimo a actual. Copia los ajustes de parámetros desde mejor *layout* obtenido hasta el momento y lo engancha en la columna “actual”.

Copiar en portapapeles. Permite la transferencia de ajustes a una hoja de cálculo y otras aplicaciones.

Enganchar desde portapapeles. Permite la transferencia de ajustes desde una hoja de cálculo y otras aplicaciones.

Calcular con actual. Realiza un cálculo PARK con los ajustes de la columna “actual”. El resultado se muestra en la ventana Optimize como *layout* separado.

Empezar variación de parámetros. Empieza la optimización en los intervalos de parámetros buscando el *layout* óptimo.

Actualizar el objeto de diseño de parque con los valores actuales. Modifica el objeto de diseño de Parque actual para reflejar los ajustes de parámetros de la columna “actual”.

Realizar objeto de diseño de parque. Convierte el borrador del *layout* de AGs (símbolos verdes y púrpuras) a los AGs actuales (símbolos rojos) que pueden ser usados por otros cálculos.

Abortar la variación de parámetros. Aborta la ejecución de la optimización antes de que se lleve a cabo.

8.1.4 OPTIMIZE – Energía, Patrón aleatorio, modelo B

Un cálculo automático de posiciones de AGs requiere los siguientes datos:

Al menos un área de AG definiendo el terreno disponible. Aquí también es posible especificar limitaciones como el número de AGs o la capacidad instalada, así como las distancias mínimas (ver descripción del objeto de área AG).

Un mapa de recurso (un archivo .rsf de WASP) con suficiente resolución – típicamente un paso de malla de 25m. Con el módulo Resource de WindPRO éste se puede calcular para diferentes alturas en un solo proceso (y guardar los resultados en un único archivo .rsf). Esto puede ser útil en casos en que quiera optimizar para diferentes alturas o usar AGs con distintas alturas de buje en el mismo proyecto.

EXEPCIÓN: En los casos en que las condiciones de viento son constantes en toda la zona, por ejemplo para proyectos off-shore o en grandes llanuras, puede introducir la distribución del viento en un objeto Meteo en lugar de utilizar un archivo de mapa de recurso. Sin embargo, este tipo de proyectos suele requerir un patrón geométrico en cuyo caso puede ser preferible utilizar el patrón regular de optimización, el modelo A, descrito en la sección 8.1.1.3 - 8.1.1.4.

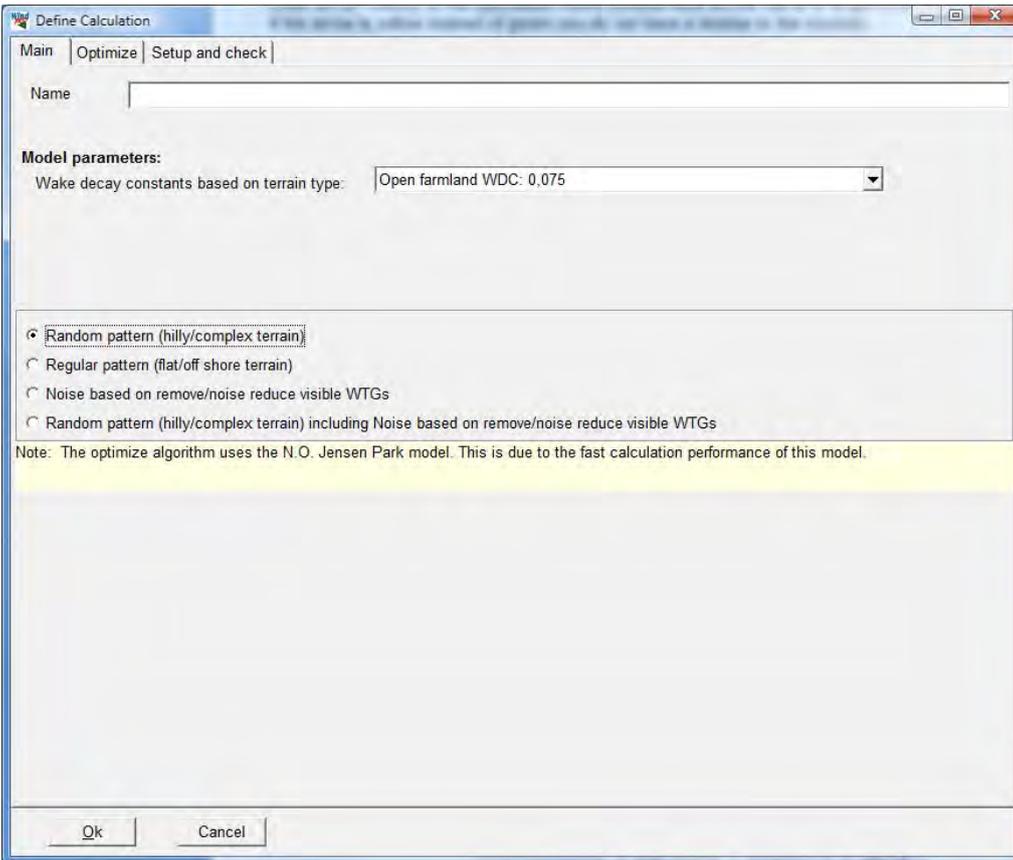


Es posible presentar el archivo .rsf calculado vía el objeto capa de Resultado antes de empezar OPTIMIZER. El archivo .rsf se transferirá automáticamente a este objeto, desde donde se podrá comprobar si el archivo .rsf parece plausible.

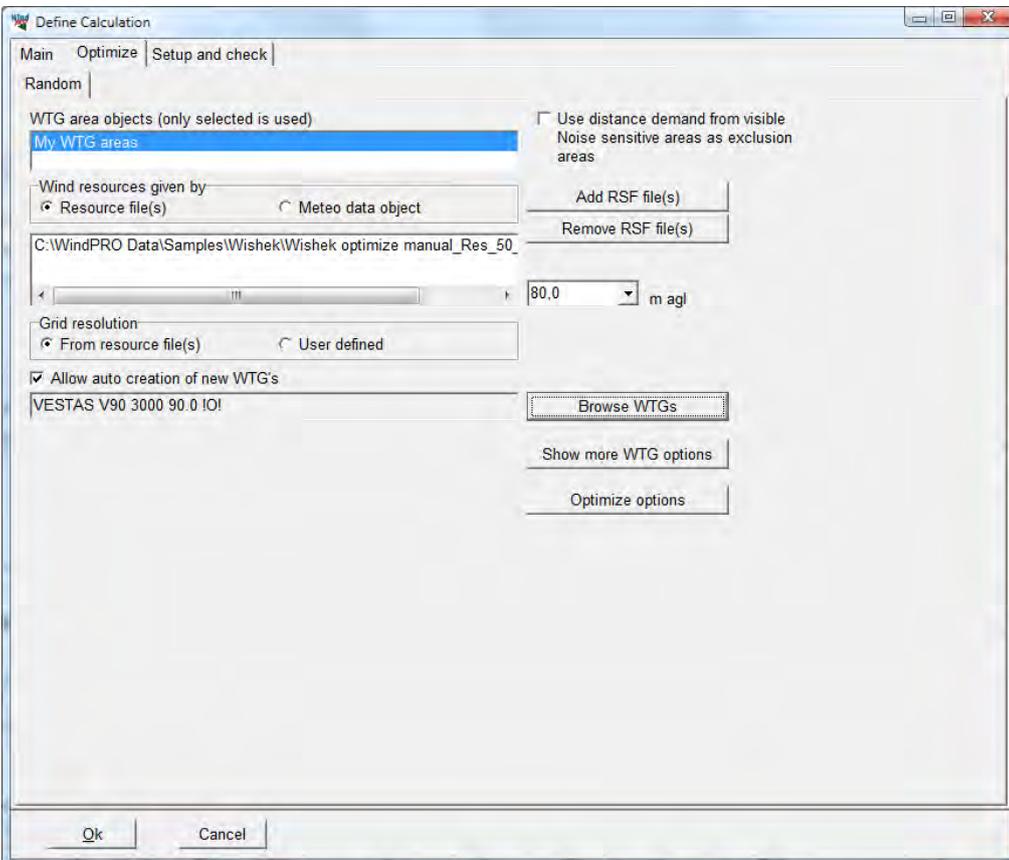
Haga clic en OPTIMIZER desde el menú de cálculo (doble clic sobre el nombre o clic sobre la flecha verde del lado – si la flecha es amarilla en lugar de verde significa que usted no dispone de licencia para el módulo).

8.1.4.1 Propiedades de optimización

Seleccione patrón irregular y la constante de decaimiento por estela apropiada en la pestaña principal. Tenga en cuenta que en la optimización se usa una versión simplificada del método de N.O. Jensen.



Seleccione la pestaña “Optimizar”.



La ventana mostrada arriba se usa para definir los datos que quiere usar y para realizar distintas elecciones en caso de que se haya escogido el patrón aleatorio.

Los ajustes disponibles son los siguientes:

- Los objetos de área AG a usar durante el cálculo. Esto indica a WindPRO dónde (y donde no) debe situar las turbinas, cuántas y con qué espaciado.
- Utilizar la demanda de distancia de las zonas sensibles al ruido visibles como zona de exclusión. Permite tener en cuenta los requerimientos de distancia de las NSA visibles y asegura una separación mínima a los vecinos del parque eólico.
- El(los) archivo(s) .rsf a usar durante el cálculo. Como alternativa se puede utilizar un objeto Meteo. En este caso se utilizará el clima de viento medido y escalado a la altura de buje utilizando el coeficiente de cizalla del objeto Meteo.
- La altura de buje a usar desde el archivo .rsf.
- Resolución de malla requerida. OPTIMIZE sólo situará AGs en los nodos de la malla. De este modo, si la resolución de la malla es de 100m entonces sólo se probarán posiciones con 100m de distancia entre ellas, lo que probablemente no le llevará a ningún resultado óptimo. No se recomienda usar una resolución menor a 10m y 25m será normalmente la solución de compromiso entre tiempo de cálculo y precisión. Puede escoger utilizar la resolución del archivo .rsf o especificar una resolución. En este caso se crea un archivo .rsf interpolado y se usa en los cálculos.
- Permitir crear automáticamente nuevos AGs – debe estar activa a menos que los AGs ya se encuentren presentes en el proyecto y usted “sólo” quiera moverlos a las posiciones optimizadas.
- En caso de estar activa la opción de auto creación debe seleccionar el tipo de AG mediante el botón “Explorar catálogo de AGs”.

Más opciones AG – Se pueden crear nuevos AGs

Si usted ya ha creado AGs (y éstos se encuentran en las capas activas) puede decidir cómo deben tratarse los NUEVOS AGs sobre el mapa:

- Permitir al programa eliminarlos y crear nuevos AGs desde cero
- Mantenerlos y bloquearlos en sus posiciones actuales (opción usada en casos en que se requieren algunos AGs en posiciones fijadas mientras que se insertan otros en posiciones optimizadas).
- Mantenerlos, pero moverlos a las posiciones óptimas (de esta manera se puede optimizar un proyecto con distintos tipos y tamaños de AGs).

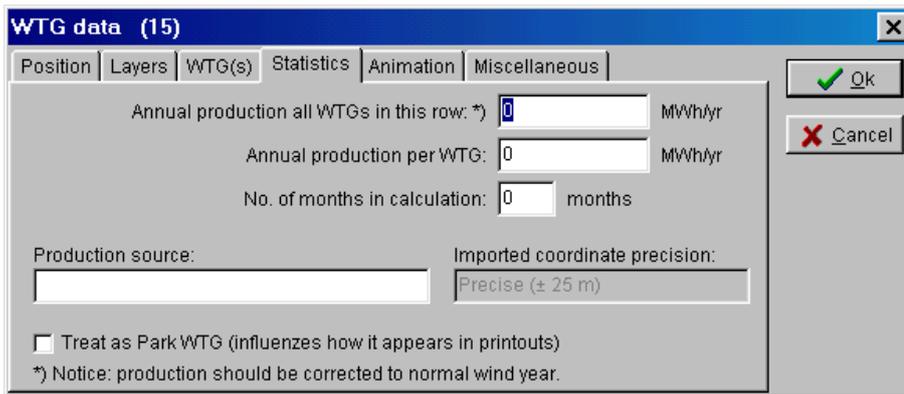
Más opciones de AG – No se pueden crear nuevos AGs

En este caso usted debe crear cada AG a ser usado en el proyecto y la optimización manualmente. Las opciones para estos NUEVOS AGs que ha creado o va a crear son:

- Permitir que los AGs sean movidos entre áreas AG durante la optimización. Típicamente usado cuando se da el número de turbinas de distinto tipo pero pueden ser optimizadas libremente por las distintas áreas.
- Mantiene los AGs en el interior de sus áreas originales. Resulta útil cuando usted requiera diferentes tipos de AGs (o alturas de buje) en distintas áreas.

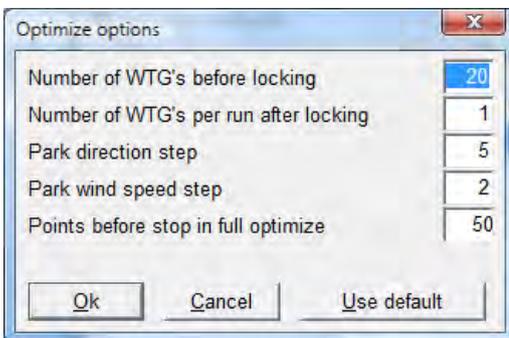
Finalmente, usted puede decidir cómo manejar los AGs previamente definidos que caen fuera del área de cálculo (el mallado del archivo .rsf). Puede escoger incluirlos en la optimización moviéndolos al interior del área definida por el .rsf o bien borrarlos. El problema es que el programa no puede incluir los AGs que se encuentran al exterior del área definida por el archivo .rsf debido a que no se dispondría de datos de viento para trabajar. Por tanto debe escoger entre las dos opciones mencionadas arriba.

Los AGs existentes (símbolos azules) siempre estarán en sus posiciones pero sólo se incluirán en el cálculo si se encuentran en el interior del área definida por el .rsf Si se encuentran en el exterior, el programa simplemente no los tendrá en cuenta en los cálculos de optimización/PARK. Al generar informes puede escoger si incluir o no estos AGs en la impresión. Esta elección se realiza desde las propiedades de los AGs existentes (ver imagen de abajo).



Si la casilla inferior está seleccionada, el AG será incluido en el cálculo de la producción energética y, en el informe, como perteneciente al parque eólico. De otro modo sólo contribuirá al cálculo de pérdidas por estela pero no en la producción energética.

Opciones de optimización



Número de AGs antes de bloquear. Para los parques eólicos de gran tamaño el tiempo de cálculo sería casi interminable si se probaran todos los *layout* posibles. Por lo tanto, el *layout* se bloquea en un cierto período de la optimización para un número de AGs. Así, cuando “número de aerogeneradores antes de bloquear” (en este caso 20) ha sido seleccionado, se detiene la optimización libre y los primeros 20 AGs se bloquean en su posición.

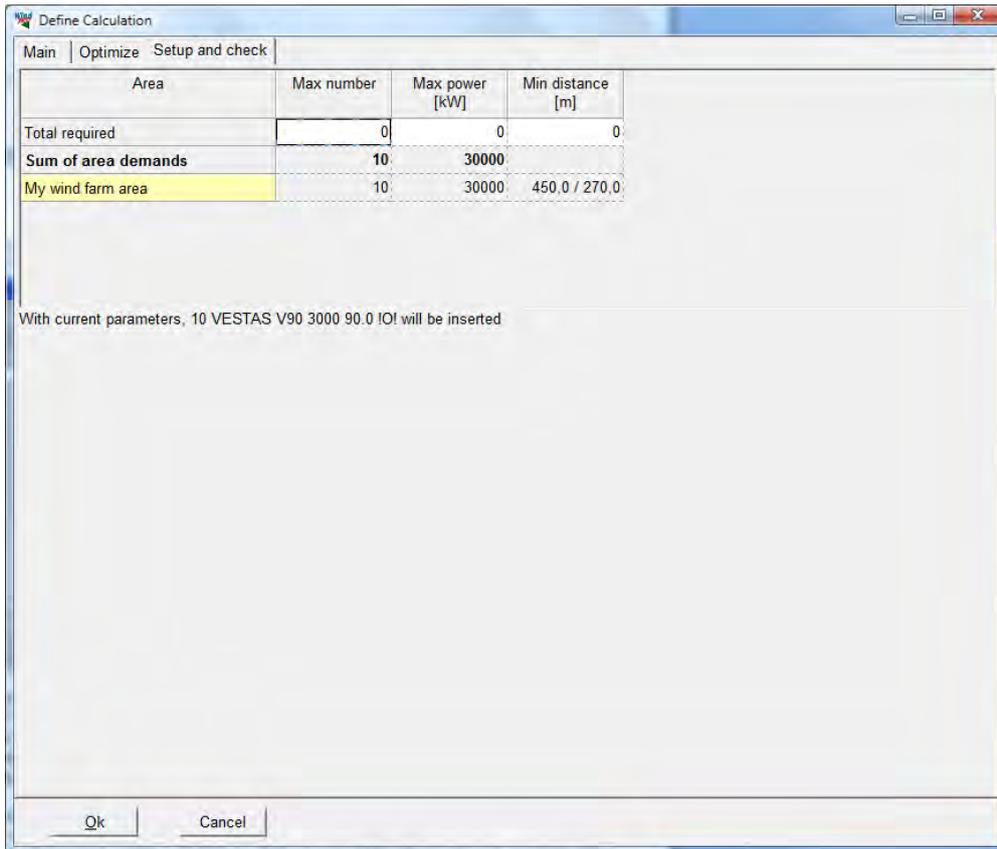
Número de AGs por ejecución tras el bloqueo. Después de bloquear, el AG número 21 se insertará en la posición que maximice la producción total del parque eólico. Se puede incrementar el número de AGs que se posicionan en cada simulación por ejemplo, a 5 AGs - esto acelera el cálculo, pero con el posible coste de obtener un diseño menos optimizado.

Park, incremento en dirección y velocidad del viento. Cada optimización requiere un gran número de cálculos - por lo tanto, el nivel de precisión tiene un impacto crucial en el tiempo de cálculo. El último cálculo Park, sin embargo, siempre se lleva a cabo con la precisión más alta, por ejemplo, con pasos de 1 grado y 1 m / s.

Layouts probados antes de finalizar la plena optimización. Aquí se introduce el número de variaciones del *layout* probadas antes de establecer la posición para cada AG nuevo introducido. Antes de la ejecución de cada optimización el programa determina el número especificado de *layouts* en el fichero .rsf que proporcionan la producción total más elevada teniendo en cuenta un modelo simple de pérdida por estelas (fuera de las zonas ya ocupadas por los aerogeneradores bloqueados). Cada uno de estos *layouts* se utiliza en un cálculo Park completo y se selecciona el mejor resultado. Al reducir el número de *layouts*, los cálculos se ejecutarán más rápido, mientras que al aumentarlos el proceso será más preciso pero más lento.

8.1.3.2 Pestaña de Configuración y Comprobación

Aquí puede ver los distintos parámetros de optimización introducidos en el programa. El programa comprueba los requerimientos para el objeto área de AG y la pestaña Optimize. Le informa sobre la optimización que va a llevarse a cabo de modo que se puedan realizar cambios antes de que empiece el cálculo, que tarda cierto tiempo.

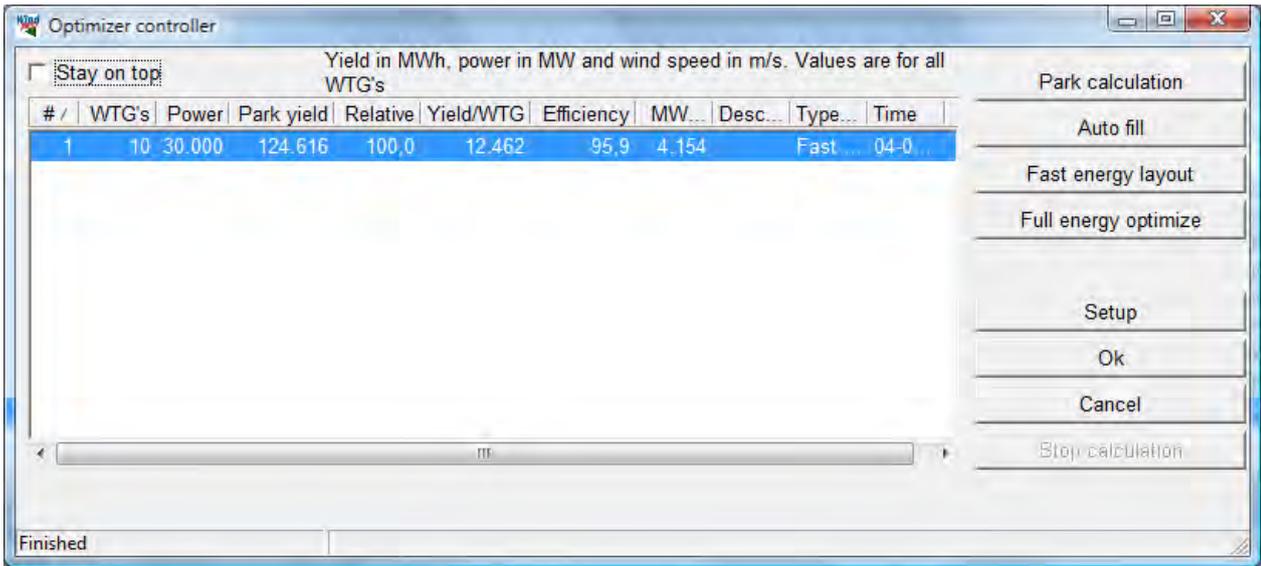


En el ejemplo superior hay dos áreas en el objeto de área de AG con un máximo de 10 AGs y 30000kW. Como se ha escogido un AG de 3 MW, los requerimientos nos llevarán a un máximo de 10 AGs. NOTA: Sólo se comprobarán los requerimientos totales – no los requerimientos para áreas individuales. Por lo tanto, la comprobación no necesariamente dará el pronóstico preciso. Por otra parte, puede no ser posible incluir todos los AGs debido a que no se cumplan requerimientos de distancias mínimas y limitaciones del área del proyecto.

Junto al chequeo también es posible imprimir los requerimientos introducidos para los objetos de área AG. En la línea “demandas totales” puede introducir los requerimientos para el total. Por ejemplo, si usted tiene 3 áreas con un máximo de 10 AGs en cada una pero necesita limitar el número total de generadores a 25 debido a la red eléctrica, puede introducir un máximo de 10 AGs por área y limitar el total a 25. Usted sólo puede reducir las limitaciones generales – no aumentarlas. Finalmente, puede introducir una distancia mínima general para todas las áreas, que se aplicarán para cada una de las áreas y prevalecerán sobre los requerimientos locales.

8.1.4.3 Inicio y utilización de la ventana OPTIMIZE

Mediante un clic sobre el botón OK o “Definir cálculo”, aparecerá la ventana de optimización.



Ahora puede hacer clic sobre el mapa y tener abiertos simultáneamente el mapa + la lista de objetos + la ventana Optimize. El controlador del Optimizer es una de las pocas ventanas en WindPRO que puede permanecer abierta mientras se trabaja en el mapa. La casilla “Permanecer encima” fuerza el controlador a permanecer encima del mapa.

En los cálculos siempre se incluyen los AG's visibles (controlados por la estructura de capas) y los AGs creados automáticamente por el optimizador.

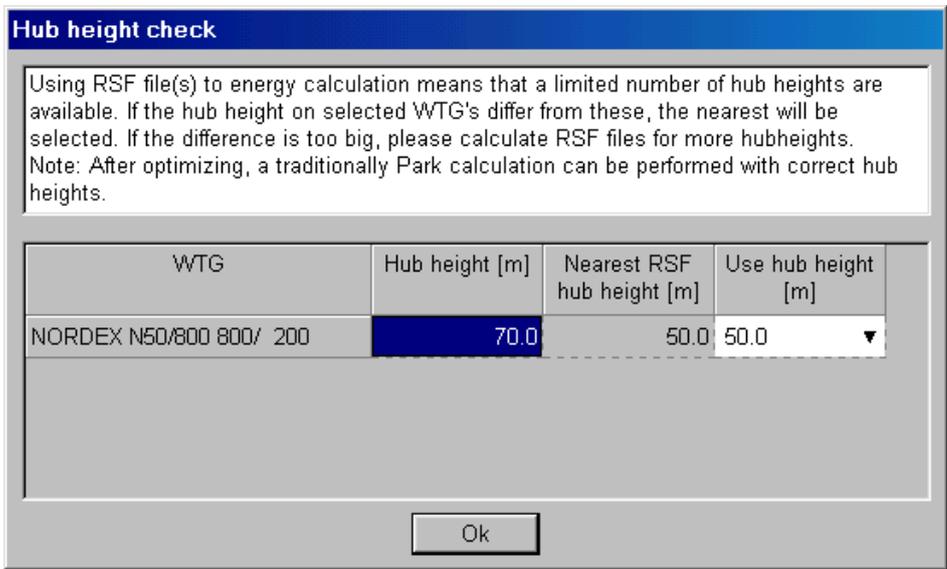
Aquí dispone de cuatro opciones:

Cálculo Park

Este cálculo Park difiere del cálculo Park tradicional por leer los datos eólicos directamente desde el archivo .rsf, lo que permite hacer el cálculo mucho más rápido. Usted puede comprobar el rendimiento para un cierto número de *layouts* haciendo visibles una a una las capas en los que residen (posiblemente creados vía objeto de diseño AG). O puede mover los AGs sobre el mapa y por lo tanto comprobar distintos *layouts*.

Para cada cálculo se crea una nueva línea en la ventana Optimize. Usted siempre puede restablecer un *layout* dado mediante un clic derecho en la correspondiente línea del controlador de Optimizer y seleccionando “Restaurar *layout*”.

Si se empieza un cálculo basado en AGs con otras alturas de buje que los incluidos en el fichero .rsf, en la ventana aparecerá:



Aquí puede seleccionar qué altura de buje usar desde el archivo .rsf. Por supuesto utilizar la velocidad del viento calculada a una altura equivocada resulta en una velocidad equivocada y por lo tanto en una producción equivocada. Sin embargo las diferencias relativas suelen ser pequeñas si la diferencia de altura es pequeña.

Auto rellenar

Esta opción rellenará el área AG con tantos AGs como sea posible en base a los requerimientos de distancia mínima. Esto no es realmente una optimización, sólo una manera de encontrar el número máximo de AGs en el interior del área. El algoritmo utilizado es el descrito en la sección 8.1.1

Layout energético rápido

Esta opción invoca una optimización basada en el fichero .rsf y unos requisitos de distancia. Esto puede ser usado para obtener una estimación rápida sobre cómo el Optimizer colocará los AGs sin necesidad de dar el resultado óptimo. Sin embargo, le da un panorama general de la situación que puede utilizarse para evaluar y modificar los datos de entrada si es necesario antes de comenzar un cálculo que dura cierto tiempo. El algoritmo utilizado es el descrito en la sección 8.1.1

Optimización energética completa

Aquí, las pérdidas por estela son calculadas continuamente para cada intento de encontrar el *layout* óptimo. Por lo tanto, para grandes parques eólicos este cálculo puede llevar mucho tiempo.

En primer lugar, un AG se inserta en el mejor nodo del archivo .rsf. A continuación, se encuentra la segunda mejor posición teniendo en cuenta la eficiencia del parque. Seguidamente, se desplaza el primer AG con el fin de obtener dos posiciones igualmente buenas en lugar de una posición muy superior a la otra y así obtener un mejor resultado global. Este proceso continúa hasta que todos los AGs se han colocado. El algoritmo utilizado es el descrito en la sección 8.1.1

El programa se ha estructurado de una manera que permite un compromiso entre el nivel de optimización y el tiempo de cálculo. Usted puede elegir una ponderación entre el tiempo de cálculo y la precisión. Actualmente, esta opción sólo da cambios significativos para los parques eólicos con más de 10 AGs. La opción se encuentra en la configuración del cálculo pulsando el botón “Opciones de optimización”.

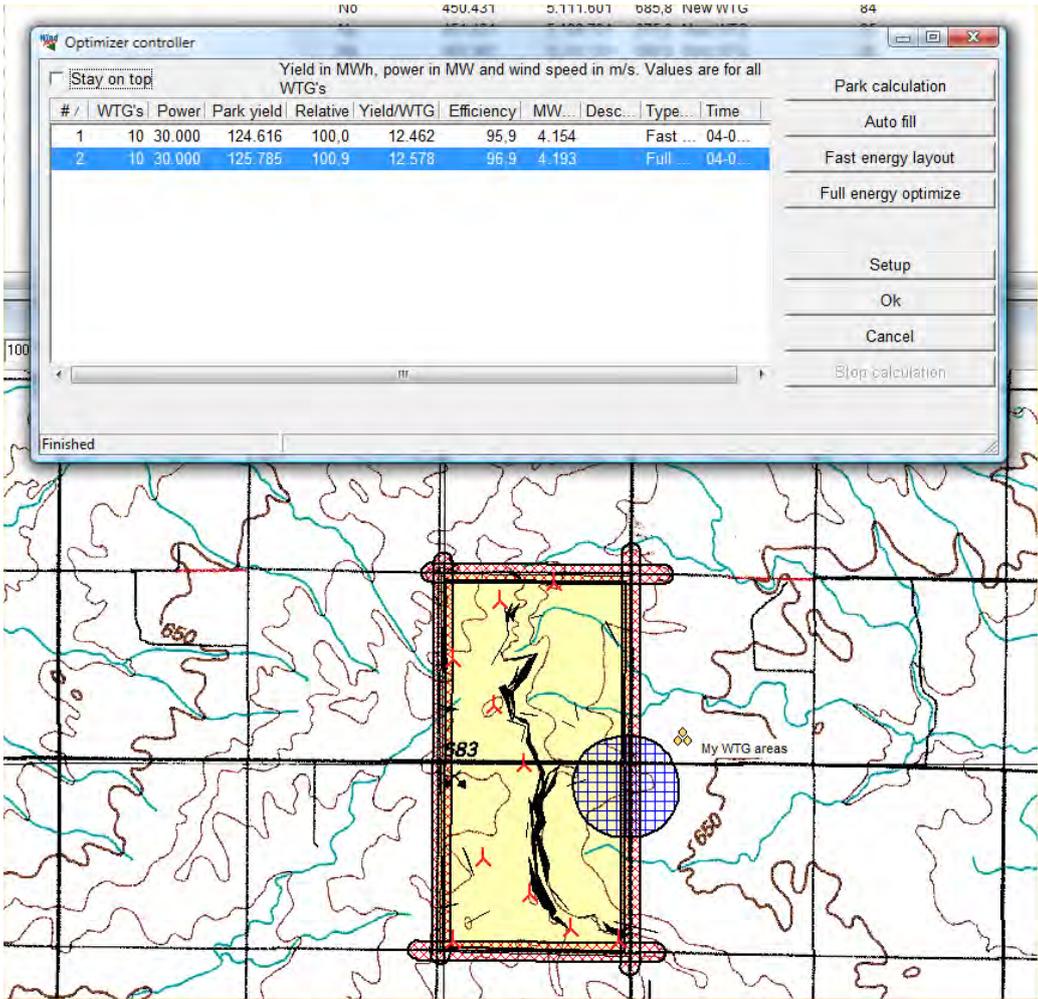
8.1.4.4 Un ejemplo de proceso de optimización

Abajo se muestra un ejemplo de cómo podría ser un proceso de optimización – pero por supuesto hay más de una solución. La idea es más bien la de mostrar cómo pueden utilizarse algunas aplicaciones del programa.

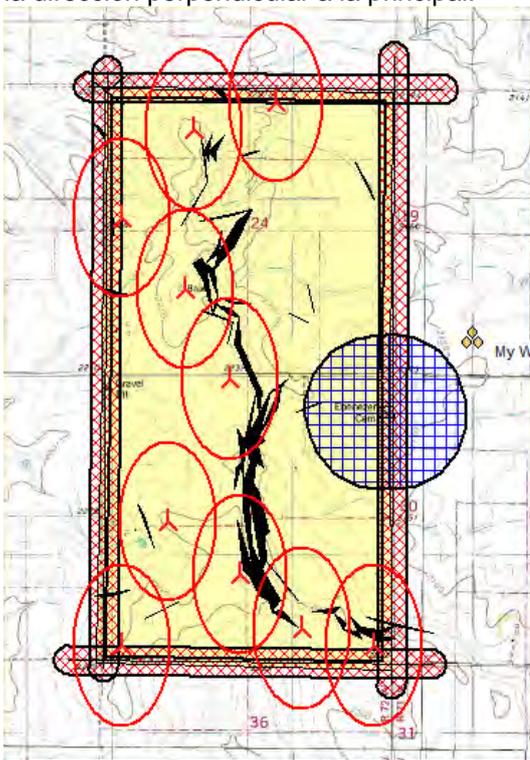
- Primero, se ejecuta una optimización rápida
- Luego una optimización completa
- Un par de AGs se mueven para mejorar el *layout* y se ejecuta un cálculo Park
- Se repite este paso

Abajo se muestran los resultados de la producción alcanzada para los distintos cálculos.

Las ganancias de la optimización completa respecto a la de la optimización rápida es de un 0.9% o 1.2MWh/año

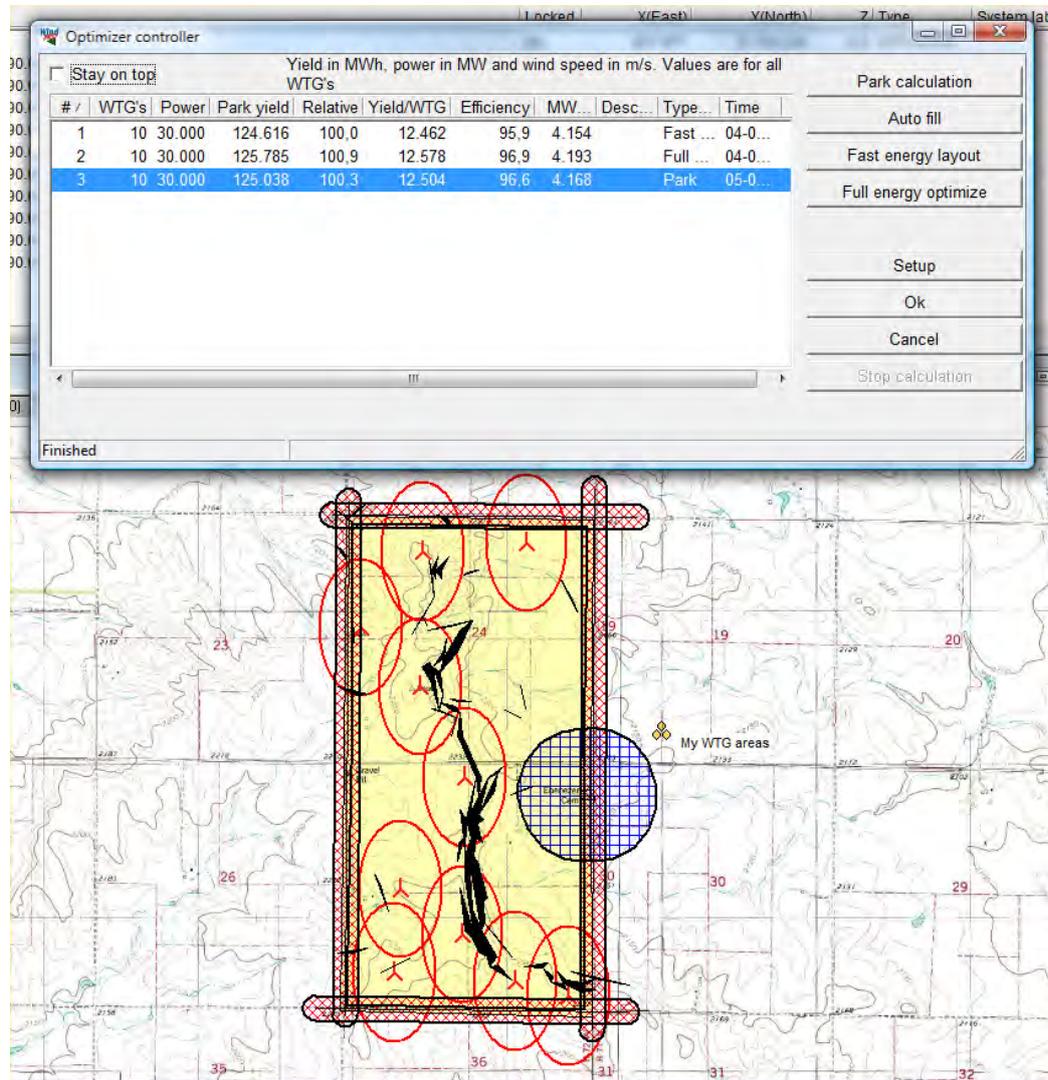


Haga clic derecho en una turbina y seleccione "Mostrar círculo de distancia". Los círculos o elipses de distancia se hacen visibles. El espaciado se define en el objeto área de AGs y en este caso se define como una elipse con 5 veces el diámetro del rotor en la dirección principal (norte) y 3 veces el diámetro del rotor en la dirección perpendicular a la principal.



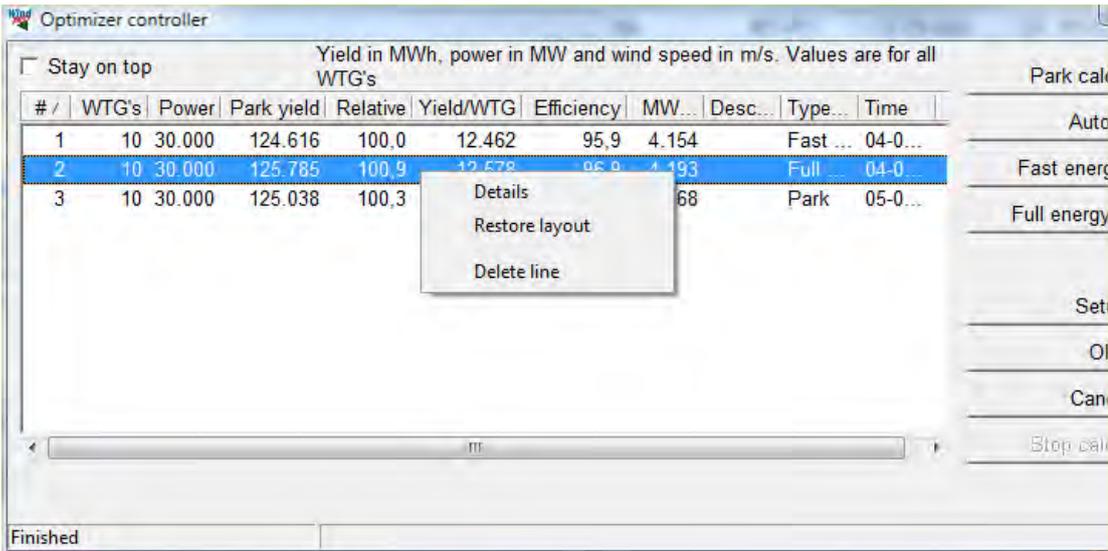
Tratamos de mover algunas de las turbinas que pueden estar situadas inconvenientemente a posiciones más adecuadas. De esta manera es posible ser más astuto que el optimizador y obtener una producción un poco mejor. Recuerde que el optimizador únicamente analiza los puntos que forman la cuadrícula del archivo .rsf.

Pulse “Cálculo Park” para actualizar el resultado del cálculo.



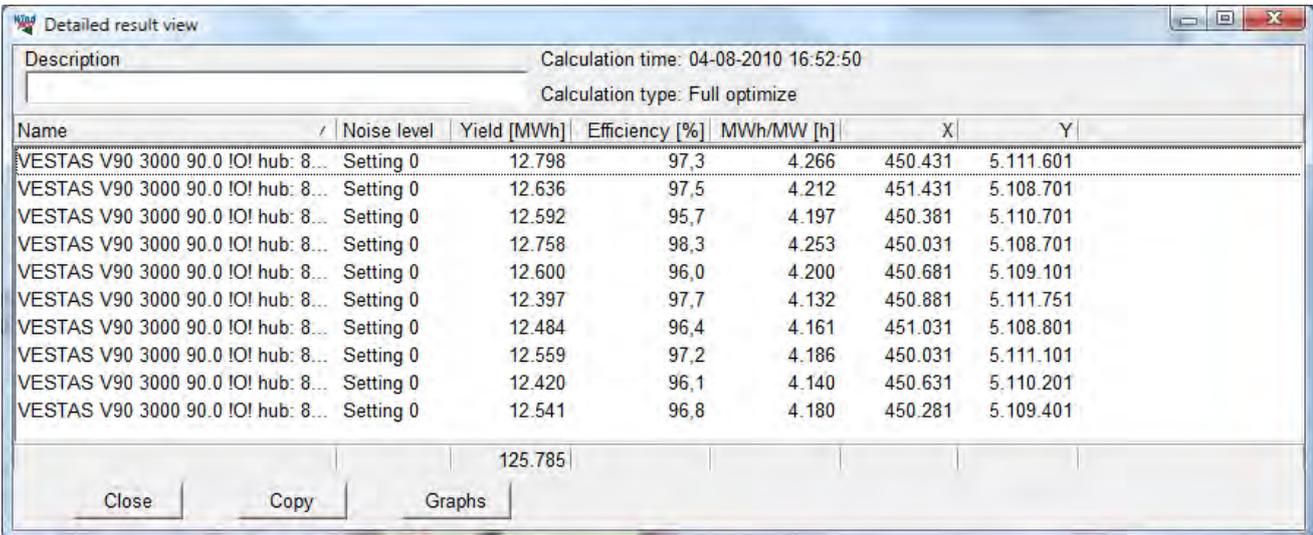
En este caso podemos ver que en realidad perdimos un 0,6% de la producción al mover las turbinas.

Si lamentamos el cambio realizado en el *layout* podemos hacer clic derecho en una de las líneas con el resultado de un cálculo anterior y seleccionar “Restaurar layout”. De esta manera se restaura el *layout* utilizado para este cálculo. Así, el controlador del Optimizer crea una lista de la colección de *layouts* que haya probado. Si restaura un *layout* de esta manera deberá volver a ejecutar un nuevo cálculo Park para poder realizar un informe.



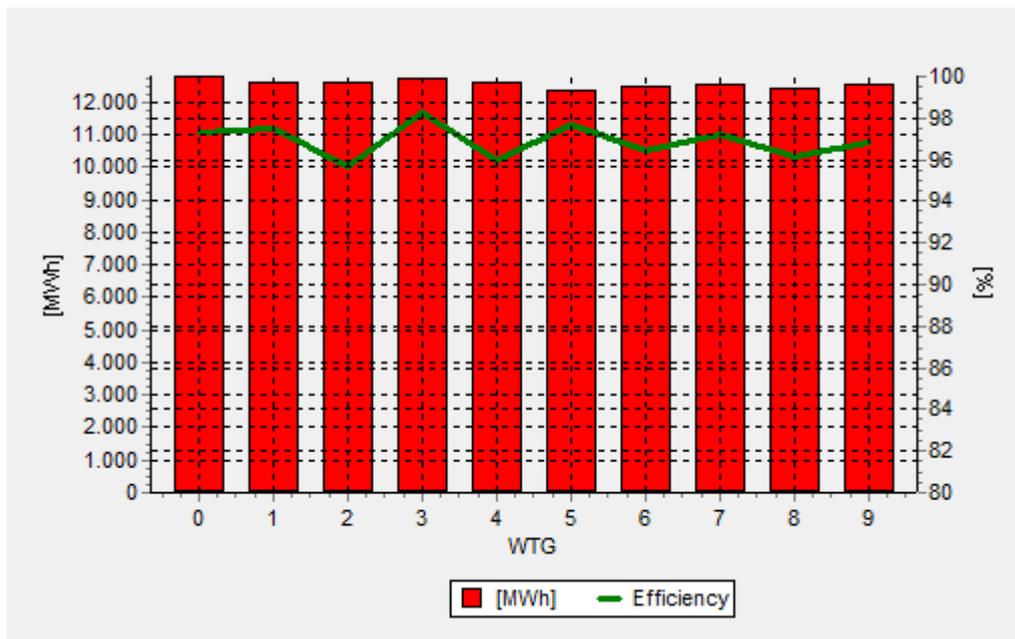
Borrar línea elimina una línea no deseada de la lista.

Si presiona "Detalles" le aparecerá la siguiente ventana:



Aquí se muestra la posición y producción calculada para cada AG. Todos los datos pueden ser copiados al portapapeles y transferidos a una hoja de cálculo. Usted puede ordenar cualquier columna con un simple clic en la primera línea.

Los resultados pueden verse gráficamente:



Aquí, se muestra tanto la producción energética como la eficiencia del parque para cada AG. Este gráfico también puede ser copiado al portapapeles y importado a un documento de texto u otros documentos de Windows. El botón “Editar” le permite modificar la vista de este diagrama.

8.1.4.5 Informe del cálculo

Una vez completada la optimización y si el *layout* es de su satisfacción, es posible generar un informe seleccionando “Aceptar” en el control del Optimizer.

Ahora el informe puede ser impreso.

Tenga en cuenta que el cálculo se basa en un archivo .rsf que puede no llevar al mismo resultado exacto que un cálculo PARK basado en un cálculo en el mismo sitio para cada AG. La altura de buje en el archivo .rsf también puede diferir ligeramente de la “real”, lo que dará un “falso” cálculo desde el módulo Optimize. Por lo tanto, se recomienda encarecidamente realizar un cálculo PARK “normal” en el *layout* optimizado para garantizar un vínculo más directo entre las hipótesis y los resultados.

Una ventaja de la impresión directa desde el cálculo de optimización es que es posible obtener un mapa mostrando las áreas de AG utilizadas así como el mapa del recurso eólico sobreimpreso, lo que puede ser bastante informativo.

En caso de que quiera continuar trabajando en una optimización guardada (por ejemplo con nuevos tipos de AGs), puede hacer un clic derecho sobre la cabecera del informe y escoger propiedades – la ventana de optimización se abrirá con los últimos datos guardados.

8.1.5 OPTIMIZE – Ruido, modelo C

Los métodos de optimización anterior sólo optimizan la producción teniendo en cuenta el espaciado entre las turbinas y los offsets como simples requisitos de distancia.

Una limitación común a un *layout* es el impacto máximo de ruido que las zonas sensibles al ruido del emplazamiento pueden sufrir. De hecho, en muchos casos, la optimización de la producción es totalmente irrelevante en comparación con el trato óptimo del ruido. La descripción general del impacto del ruido se encuentra en la sección 4 del manual.

Desafortunadamente, no es posible calcular el impacto sonoro cada vez que se prueba una posición para una turbina en el *layout* energético rápido o completo. Incluso un cálculo de ruido rápido transformaría una rutina de optimización ya lenta a una inaceptablemente lenta.

En su lugar WindPRO utiliza una serie de soluciones parciales.

Un método muy útil es utilizar el modo interactivo de iso-líneas de ruido directamente sobre el mapa tal y como se describe en la sección 4.1.3.4. Junto con el controlador del Optimizer de las turbinas se pueden mover a la vez que se genera su impacto sonoro y se sigue su producción utilizando los cálculos Park del controlador del Optimizer. Este procedimiento podría seguir a una optimización completa o a un auto rellenar para proporcionarle un *layout* inicial.

Una segunda opción, que se explica a continuación, es encontrar la estrategia óptima de operación dado un diseño fijo. Dado que en muchos tipos de turbina se puede reducir el ruido generado a costa de disminuir la producción puede ser posible permitir un *layout* que de otra forma no cumpliría con las restricciones de ruido. La optimización de ruido en WindPRO encuentra la manera óptima de reducir el ruido generado por la turbina con la mínima pérdida en la producción.

8.1.5.1 AGs con reducción de ruido

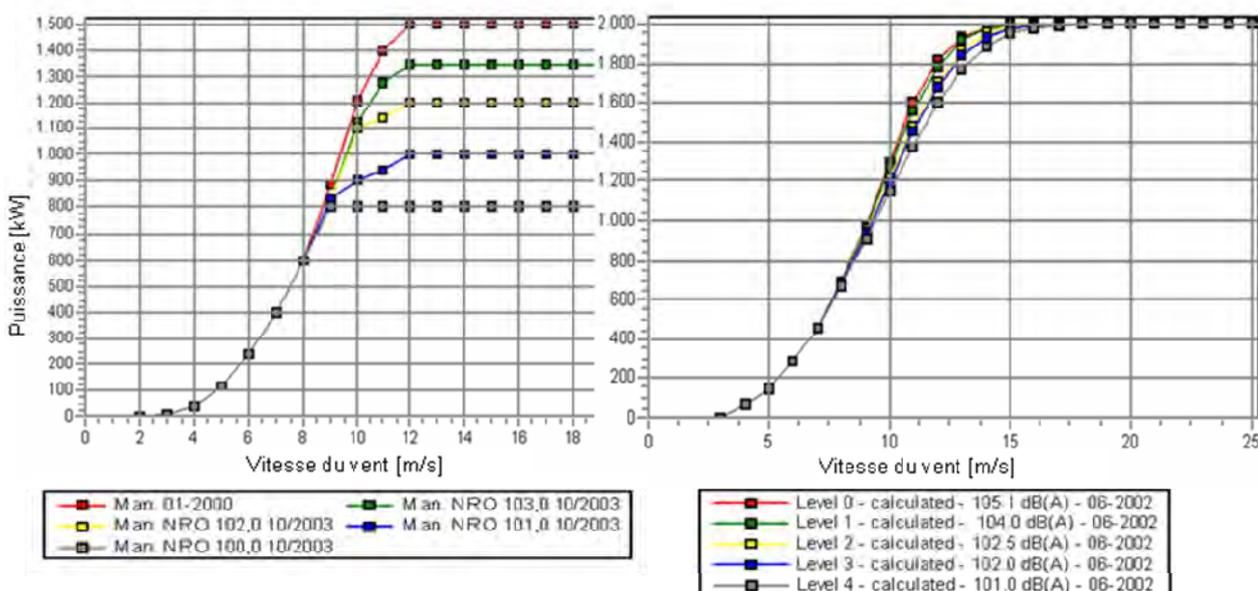
A menudo se puede reducir el ruido de los AGs a costa de su producción. Las configuraciones en las que se reduce el ruido se denominan modos de operación. El modo de operación estándar se etiqueta como nivel 0 y por lo general será el predeterminado para el tipo de turbina en WindPRO.

Existen dos estrategias típicas para reducir el ruido.

Un método consiste en reducir la emisión de ruido para velocidades de viento específicas y, posteriormente, restablecer la potencia máxima una vez superadas las velocidades de viento críticas. Este método se denomina modelo danés y es la opción adecuada cuando el impacto del ruido se restringe a determinadas velocidades de viento.

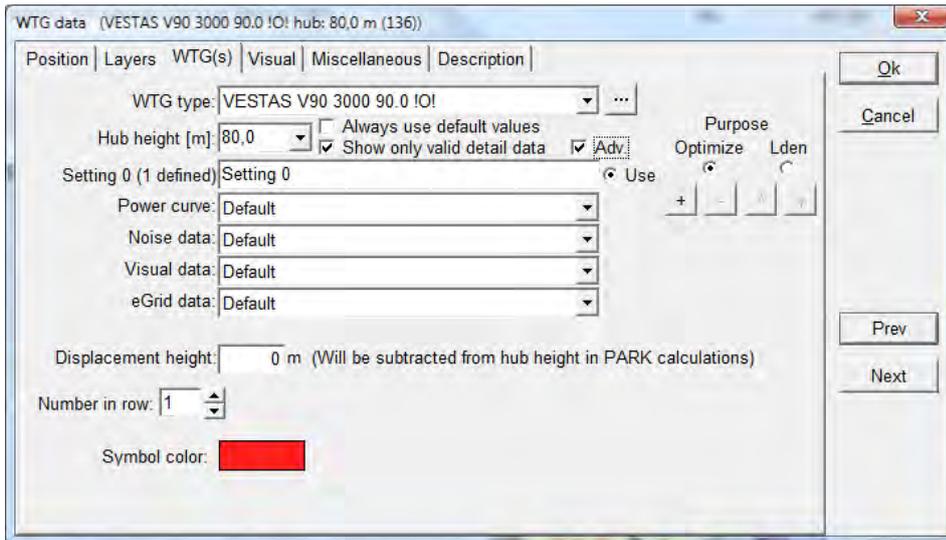
Otro método consiste en fijar un límite máximo de producción del AG y, por tanto, reducir el ruido generado. Esta estrategia se suele denominar modelo alemán, y sería la opción adecuada cuando la normativa de ruido requiera que los cálculos se realicen para el nivel máximo de ruido.

A continuación se ilustran las dos estrategias.



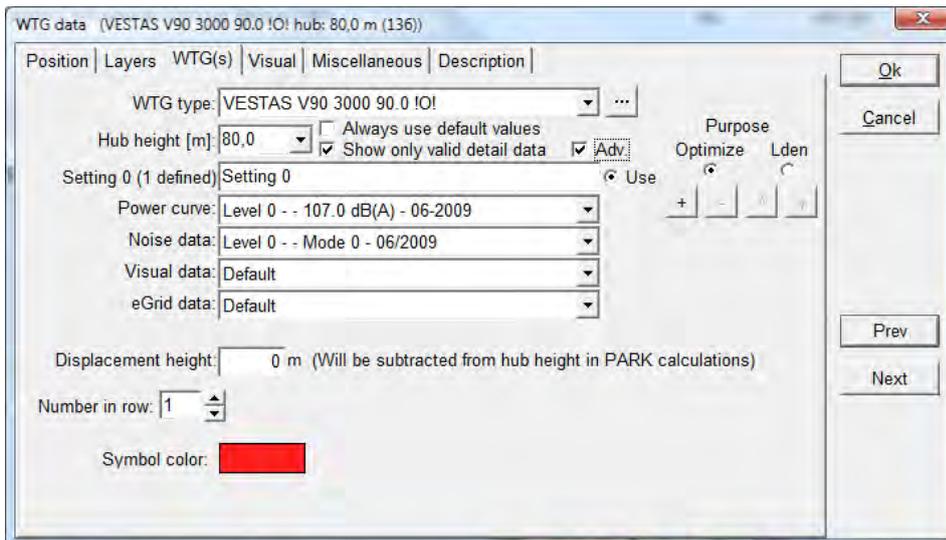
En la sección Basis del manual se describe cómo seleccionar datos específicos de ruido y curvas de potencia para un objeto AG. Estas funciones han sido expandidas para el Optimizer.

Si se deselecciona la casilla “Usar siempre valores predeterminados” en la pestaña AG(s) de la ventana de propiedades de AG, la configuración individual estará disponible. Seleccione la casilla “Avzd” para entrar en el modo avanzado.



Hay dos opciones para el modo avanzado. Optimizar y Lden. El propósito de Lden se trata en la sección Decibel del manual. Desafortunadamente no es posible utilizar las funciones de optimizar si la turbina está configurada con las definiciones Lden.

Seleccione la casilla Optimizar. El *setting* 0 se define automáticamente e incluye la curva de potencia y datos de ruido por defecto. Seleccione una curva de potencia y unos datos de ruido de nivel 0 para la turbina. Asegúrese de que elige el mismo nivel para la curva de potencia y los datos de ruido.



Pulse el botón "+" para crear el siguiente *setting* e introduzca la curva de potencia y los datos de ruido para el nivel 1. En este momento se activan los otros tres botones. El botón "-" elimina un *setting*, mientras que los botones flecha hacia arriba y hacia abajo le desplazan entre los distintos ajustes.

El botón "Usa" indica cual es el *setting* activo para esta turbina.

Presione Aceptar para salir.

Si hay muchas turbinas en el proyecto es útil resaltar los objetos en la lista de objetos, elegir "Editar objetos seleccionados" y allí establecer la configuración avanzada.

8.1.5.2 Áreas sensibles al ruido.

Las áreas sensibles al ruido que se utilizarán en la optimización deben estar definidas en el mapa. En la sección 4.1.2.2 se explica la función de las áreas sensibles al ruido y cómo insertarlas.

El optimizador utiliza los objetos NSA de las capas visible, por lo que puede ser una buena idea distribuir los objetos NSA en las capas apropiadas. Si, por ejemplo, una estrategia de operación es necesaria para la operación de día y otra para el funcionamiento nocturno, dos conjuntos idénticos de NSA se pueden agrupar uno en la capa Día y otro en la capa Noche, cada uno con la configuración de ruido adecuada para el día y la noche respectivamente. Haga visible la capa Día para la optimización de día y la capa Noche para la optimización nocturna.

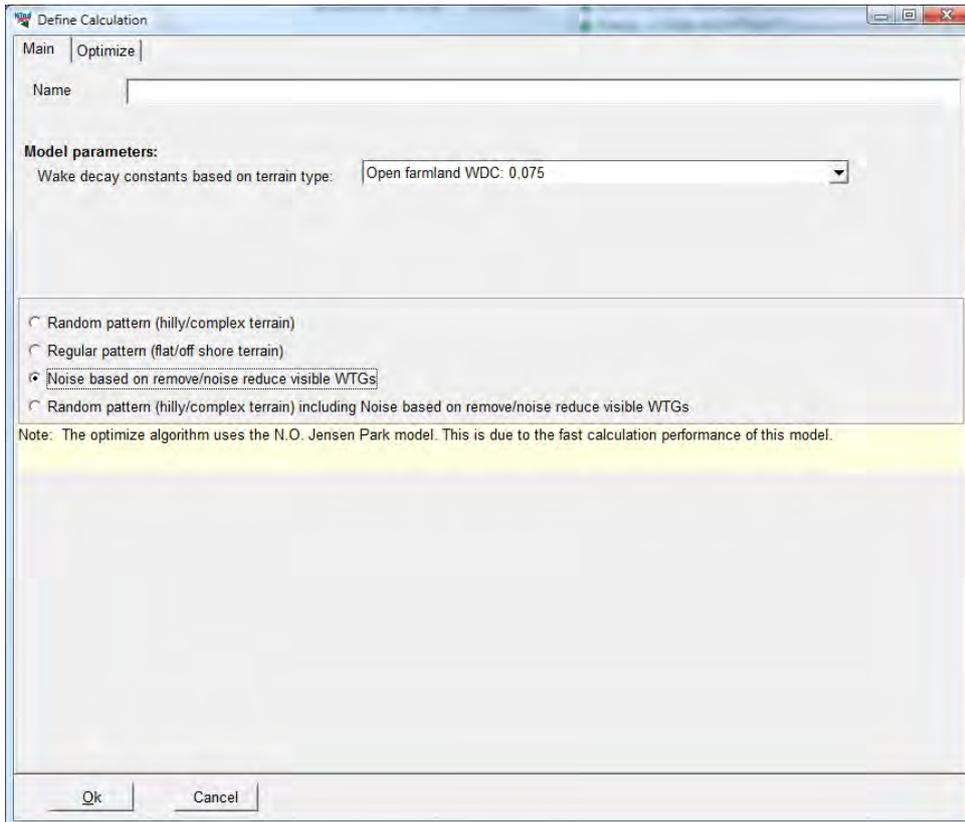
En el siguiente ejemplo, se muestran tres NSA en dos viviendas y un cementerio. El *layout* mostrado es el obtenido mediante una optimización energética completa. Tenga en cuenta que este diseño fue creado sin tener en cuenta distancias mínimas a las viviendas, por lo que el diseño se encuentra en desventaja desde el principio.



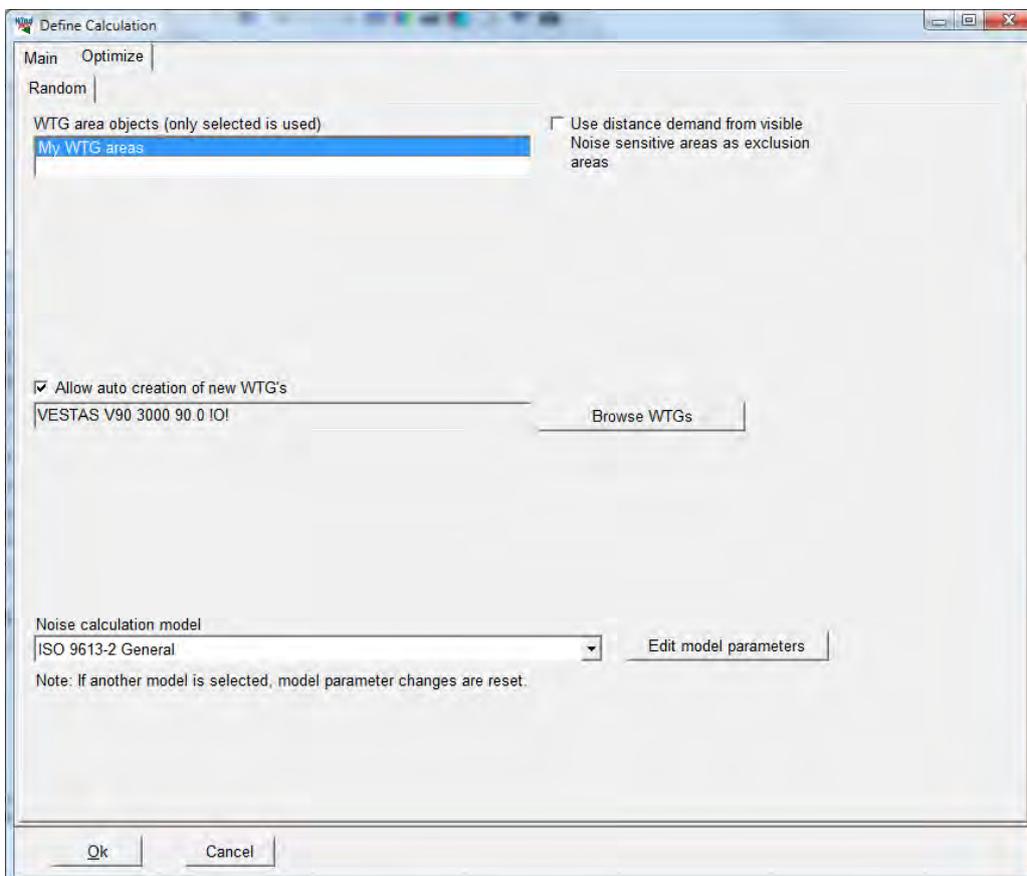
8.1.5.3 Configuración de la optimización del ruido

Inicie el cálculo OPTIMIZE desde el menú principal haciendo doble clic sobre la etiqueta OPTIMIZE o un clic en la flecha verde junto a la etiqueta OPTIMIZE.

Seleccione como tipo de optimización “Ruido basado en eliminar/ reducir ruido AGs visibles”.



Vaya a la pestaña Optimizar.

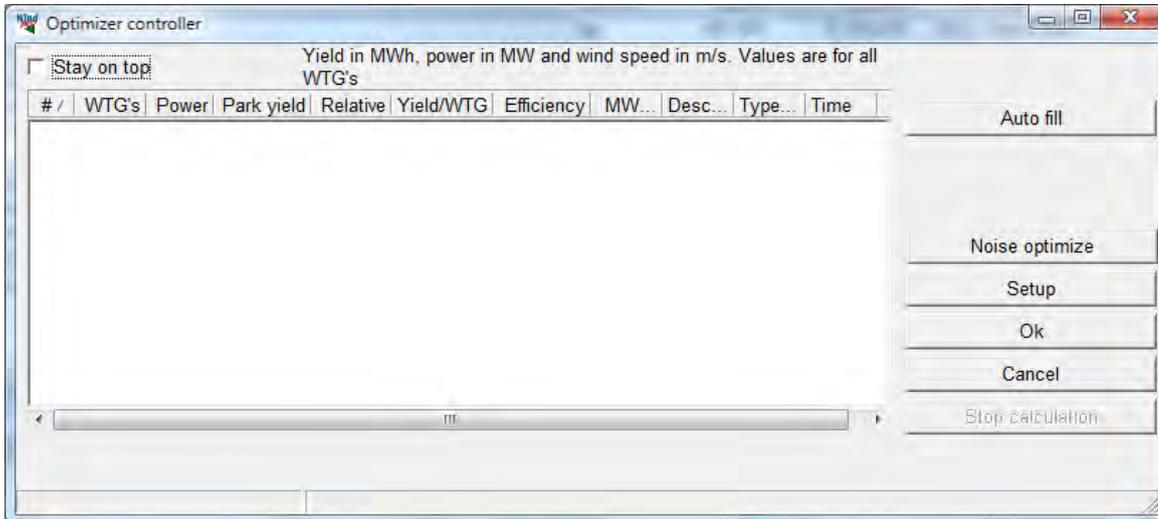


Seleccione el objeto de área de AGs que defina la zona.

Para la optimización del ruido no es posible añadir turbinas. Sin embargo WindPRO requiere la selección de una turbina. La elección no es importante, ya que esta información no se utiliza.

Seleccione el modelo de ruido adecuado. Consulte la sección 4 para información sobre los modelos.

Presione Aceptar para iniciar el control de Optimizer.



Si ha seleccionado “optimizar el ruido” se muestran dos opciones en el controlador de Optimizer: Auto rellenar y Optimizar ruido.

Auto rellenar rellena el Área de AGs con turbinas de acuerdo con el algoritmo descrito en la sección 8.1.1.

Optimizar ruido inicia la optimización del ruido. El algoritmo utilizado se describe en la sección 8.1.1

La optimización del ruido reduce el tamaño del parque eólico hasta que sea posible cumplir con los límites de ruido y reducir las turbinas restantes a modos de operación que permitan la salida máxima (mediante la modificación de tan pocas turbinas como sea posible modificadas lo menos posible).

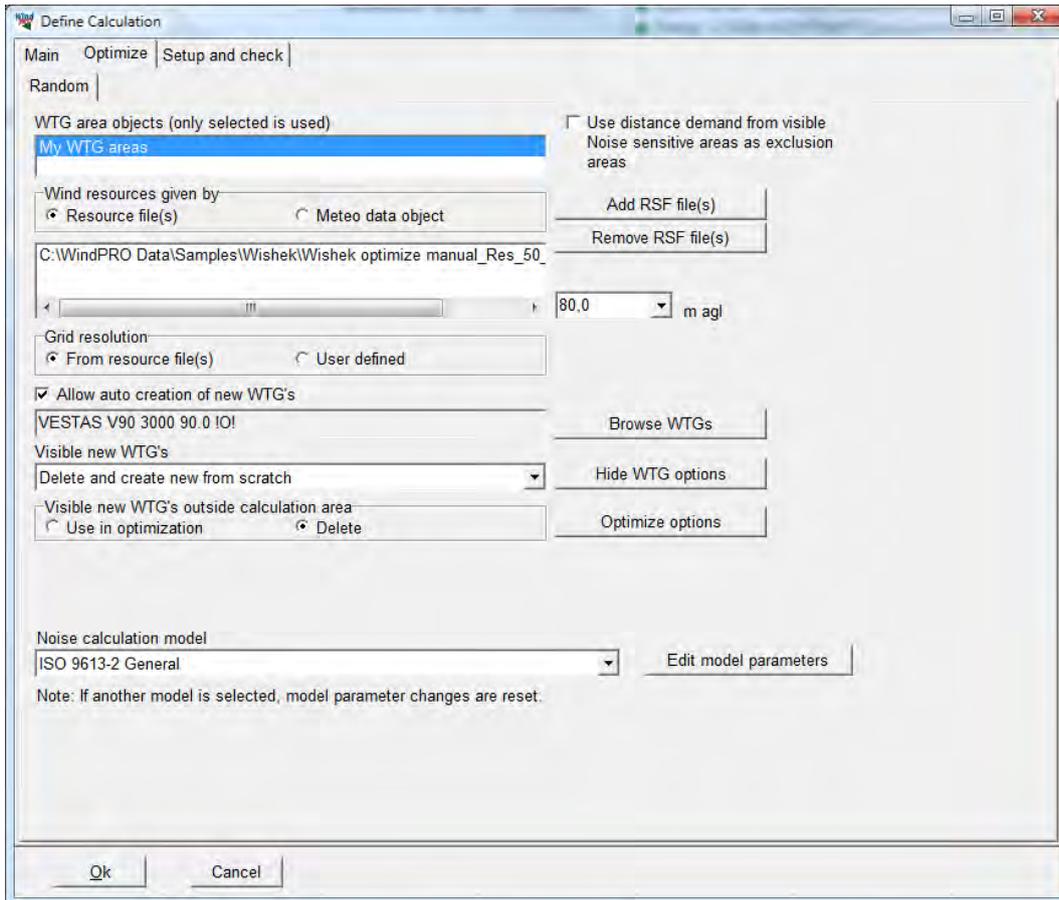
Una línea con un resultado aparece en el control de Optimizer, pero ésta sólo indica el número de turbinas restantes.

Las turbinas que requieran reducir su ruido están ahora configuradas en un modo de operación de ruido reducido.

8.1.6 OPTIMIZE, Ruido y energía

La optimización del ruido y la energía es una combinación de las opciones de cálculo B y C. Esto no significa que pueda optimizar ruido y energía a la vez, sino que desde el control de Optimizer puede ejecutar los dos tipos de cálculo.

La configuración es una combinación de las dos.



Todos los parámetros se han descrito en secciones anteriores.

La ventaja de ejecutar esta opción es que usted puede ver inmediatamente las consecuencias de ejecutar la optimización de ruido.

En el siguiente ejemplo se ha generado un *layout* mediante una optimización completa (primera línea). La optimización de ruido ha reducido el número de turbinas del *layout* a 9, reduciendo también el modo de operación de alguna de ellas. La consecuencia es una pérdida del 10,7% en la producción.

