# NoizCalc
# Documento técnico (1.1 es)

d&b audiotechnik

**Contenido**

**1. Introducción.....3**
1.1 Transmisión, de emisión a inmisión
1.2 El problema
1.3 La solución
1.4 Los productos
1.5 Por qué dos productos

**2. NoizCalc.....4**
2.1 Qué hace NoizCalc
2.2 Qué no hace NoizCalc
2.3 El flujo de trabajo

**3. ¿Cómo funciona? .....5**
3.1 Siguiendo los estándares
3.2 La elección del modo de propagación

**4. Perspectiva de los modelos de propagación y comparación.....5**

**5. Límites de la simulación.....8**

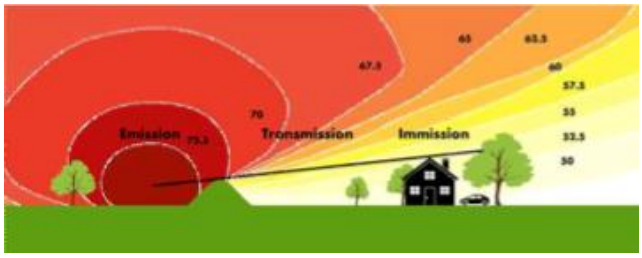
**6. Referencias.....9**

**7. Apéndice.....9**

## 1. Introducción

Este documento técnico describe NoizCalc, un nuevo software para calcular el rendimiento en campo lejano de un sistema de sonido d&b en el aire libre incluyendo las influencias meteorológicas y el modelo en 3D del terreno.

## 1.1 Transmisión, emisiones e inmisiones




La predicción y el control de inmisión de ruido de campo lejano de eventos en directo se ha convertido en un tema cada vez más serio, en particular porque los eventos aumentan de tamaño y los promotores desean colocar un número de éstos dentro de las áreas urbanas densamente pobladas. Obtener los permisos y licencias para organizar un evento al aire libre a menudo requiere de una declaración oficial con una predicción de cómo el ruido podría afectar a la zona circundante. Una predicción del efecto de las variaciones de temperatura diurnas trazada sobre un histograma de tiempo correspondiente a la hora del día cuando tiene lugar el evento podría ser uno de los datos solicitados. Este tipo de requisito ya existe en muchas partes del mundo. No es un tema nuevo para los profesionales de ambos lados: los que realizan mediciones y su cumplimento (expertos de la inmisión), y los artistas, promotores, técnicos, proveedores de altavoces (expertos de emisión) y el público.

Dado que tanto la colocación de una escenario y el diseño del sistema de altavoces puede influir en donde el sonido se emite fuera de la zona del público, su impacto en el potencial de inmisión de ruido es una consideración importante, tanto durante las etapas de planificación, como en la realización de un evento. El objetivo de d&b es poner las herramientas en su lugar para dar una mayor comprensión de la forma en que los sistemas complejos de sonido de alta directividad interactúan con el área más amplia que rodea un evento.

Por experiencia, está claro que una cuidadosa planificación de la combinación de la directividad lograda por un sistema de sonido y la dirección en que estos puntos pueden influir en el resultado.

### 1.2 El problema

El software de diseño de sistema de sonido se dirige específicamente a la audiencia con el objetivo de lograr una respuesta de frecuencia y distribución de nivel igual en toda el área de escucha. Se tiene en cuenta todas las sumas y restas complejas de las ondas sonoras para una configuración completa del sistema. El software ArrayCalc de d&b audiotechnik crea una predicción del sonido directo desde el sistema, no modela las reflexiones de las superficies que pueden estar presentes. Los efectos de reflexiones, la mitigación y el tiempo son necesarios para calcular el rendimiento de un sistema de altavoces de alta directividad en distancias más grandes en las zonas exteriores de la audiencia.

Por el contrario, las herramientas de predicción disponibles para el estudio de la propagación del sonido en la distancia usan fuentes de ruido con características completamente diferentes a un sistema de arreglo lineal típico con sus subgraves, frontfill, downfill...

Estas herramientas están diseñadas para analizar el impacto del ruido de carreteras, ferrocarriles, plantas industriales o varios tipos de eventos públicos, que es bastante diferente al impacto de un sistema de altavoces de múltiples elementos que radian coherentemente y están ajustados con precisión.

Para lograr una predicción exacta de la propagación del sonido a través de distancias más largas es muy importante que todos los aspectos de un sistema de altavoces sean introducidos correctamente en el modelo. Esto debe incluir todos los datos complejos que incluyen información de fase, que describen los efectos de la combinación e interacción dentro de un sistema de altavoces que consiste en múltiples arreglos lineales, arreglos de subgraves y sistemas de retardo.

### 1.3 La solución

El software de simulación de d&b ArrayCalc es ampliamente reconocida como una herramienta muy precisa para su propósito. El software permite modelar sistemas de altavoces complejos, que constan de muchos tipos de altavoces de d&b, incluidos los arreglos lineales, fuentes puntuales, arreglos de subgraves y sistemas de retardo. Permite a un diseñador de sistemas hacer ajustes a la forma en que los elementos de los sistemas se colocan y se alimentan para lograr el resultado deseado.

El reconocido especialista alemán SoundPLAN es uno de los desarrolladores de software líderes en el campo de la predicción de ruido ambiental. La integración completa del ruido interior de una fábrica, la transmisión a través de paredes y la propagación del ruido en el medio ambiente hacen de este software la herramienta ideal para los ingenieros que trabajan en los campos de la planificación de ruido, el ruido en el lugar de trabajo, mapas de ruido en 3D del terreno y como parte de los estudios generales de evaluación ambiental. Las presentaciones numéricas y los gráficos hacen que sea fácil de explicar los resultados al público y a los organismos que solicitan los estudios. El software de ruido SoundPLAN implementa todas las normas comunes a nivel mundial de predicción de ruido (alrededor de 40 normas diferentes), e incluyen ISO 9613-2 y Nord2000.

### 1.4 Los productos

Están disponibles dos productos, uno para cada una de las empresas que cooperan: d&b NoizCalc, un nuevo programa de software para modelar el rendimiento de campo lejano de los sistemas de sonido de d&b al aire libre, mientras que el software SoundPLANoise es capaz de importar toda la información de configuración de un sistema completo de altavoces de d&b.

Para conseguir esto, los software NoizCalc y SoundPLANnoise permiten importar archivos de proyecto de d&b ArrayCalc, que incluyen todos los complejos datos que describen la relación entre las fuentes y el rendimiento de configuraciones completas del sistema d&b. Ambos programas permiten configuraciones de altavoces implantados y orientados dentro de los modelos del

terreno 3D para permitir la predicción del rendimiento de campo lejano de los alrededores de la instalación propuesta.

En las etapas de planificación de eventos, el impacto potencial del sistema puede apreciarse, lo que permite una consideración cuidadosa de los componentes, su objetivo y los posibles problemas de inmisión de la propuesta. En la búsqueda de un mejor resultado, los experimentos con los cambios en la configuración del sistema se pueden hacer en ArrayCalc y luego directamente ser importados en NoizCalc o SoundPLANnoise.

### 1.5 Por qué dos productos

Ambos paquetes de software utilizan modelos digitales del terreno en 3D y se basan en el motor de cálculo SoundPLAN. NoizCalc está destinado para su uso por los diseñadores de sistemas de sonido para investigar cómo sus sistemas de altavoces tendrán un impacto en una zona más amplia, por lo general la zona exterior de la audiencia en un evento al aire libre. SoundPLANnoise también ofrece esta funcionalidad, mientras que, además, ofrece herramientas de generación de informes para satisfacer la necesidad de una declaración oficial de inmisión de ruido cuando una autoridad de concesión de licencias hace de esto un requisito.

## 2. NoizCalc

NoizCalc está destinado a predecir la propagación del sonido de un evento al aire libre en el campo lejano. Se calcula la distribución SPL momentánea en dB (A) con un espectro de señal elegido y un nivel de presión sonora elegida en el punto de referencia (normalmente en el FOH). Dos modelos de propagación están disponibles para los cálculos: ISO 9613-2 y Nord2000.

### 2.1 Qué hace NoizCalc

**Nota:** NoizCalc calcula la propagación del sonido desde la fuente (una escenario o múltiples escenarios) a los puntos de la cuadrícula sobre el área de cálculo. El cálculo se realiza de acuerdo con el modelo de propagación elegido y tiene en consideración la directividad y la interacción de configuraciones de altavoces complejos junto con varios efectos de propagación. El mapa de ruido resultante del cálculo debe ser visto como el valor momentáneo con la instalación del sistema de sonido dado, espectro de la señal, el terreno y la meteorología.

### 2.2 Qué no hace NoizCalc

NoizCalc no ofrece ninguna evaluación de los resultados del cálculo en términos de un histograma de tiempo o cualquier indicación de si se exceden los niveles de ruido permitidos en la zona. Con el fin de obtener este tipo de predicción, se debe incluir un consultor acústico.

### 2.3 El flujo de trabajo

El proceso de planificación se inicia como de costumbre: un sistema de altavoces se diseña mediante un proyecto de ArrayCalc. Cuando el primer diseño está listo, se configura el proyecto en NoizeCalc.

En NoizCalc, el primer paso es seleccionar el modelo de propagación.

**Nota:** Es importante seleccionar el estándar de propagación desde el principio, debido a que las propiedades de los objetos dependen de él. Con el fin de comparar los cálculos según la norma ISO 9613-2 y Nord2000, se deben configurar dos proyectos. La creación de un proyecto y luego simplemente cambiando el modelo de propagación no funcionaría, ya que todos los parámetros de los objetos serían los predeterminados.

A continuación, el proyecto se inicializa a través del proyecto ArrayCalc.

El siguiente paso es crear el Modelo Digital del Terreno (DGM). La forma más sencilla es utilizar Google Earth, que se puede iniciar desde dentro NoizCalc. Mediante el zoom en la ubicación del escenario se elige el área de cálculo. Volviendo a la ventana NoizCalc se importa automáticamente el terreno, incluyendo puntos de elevación.

Una vez importado el terreno, se puede colocar el escenario o los escenarios. Se puede asignar un proyecto ArrayCalc separado por cada escenario.

Todos los datos relevantes se leen desde el proyecto ArrayCalc: el diseño y la directividad de los altavoces, la configuración de los filtros y el snapshot del sistema. Todos los altavoces pertinentes deben ser desmuteados y el preset activo de AP debe ser seleccionada cuando ArrayProcessing está en uso.

Ahora el espectro y el nivel de referencia de cada escenario tiene que ser definido.

Una vez que el escenario está preparado, todos los objetos pertinentes para la propagación del ruido se especifican en la DGM. Por defecto, todo el "terreno" se asume poroso y absorbente, por lo que se debe introducir toda la tierra dura.

"Mitigation areas" incluyen bosques. En la norma ISO 9630-2 solamente la altura de los árboles es un parámetro, mientras que Nord2000 ofrece la opción de otros parámetros como la densidad media de los árboles y el radio de los troncos.

"Buildings" reflejan el ruido y crean efectos de sombra que influirán en los resultados, especialmente en las zonas urbanas, por lo que deben ser tomadas en cuenta.

"Walls" pueden ser usados para modelar paredes reales o tribunas independientes junto a, por ejemplo, una pista de carreras.

Al modelar edificios, es importante definir correctamente los espacios entre los edificios, especialmente cerca de la fuente y de los principales puntos de interés en el área de cálculo. El blindaje de edificios tiene un efecto significativo, por lo que cuando más preciso sea el modelo, mejor será la predicción.

Cuando el modelo está listo, se calcula el mapa de ruido, y el resultado aparece en la ficha de la pestaña "Graphic Plot". Si el resultado no es satisfactorio, se puede ajustar la ubicación y dirección del escenario, o se pueden modificar los parámetros del sistema de sonido. Para este último, ArrayCalc se puede abrir directamente desde NoizCalc. El proceso se puede repetir hasta que se consiga el resultado deseado.

## 3. ¿Como funciona?

NoizCalc modela la suma compleja de la emisión desde todas las fuentes a cada uno de los puntos incluyendo los efectos de la propagación.

Básicamente, NoizCalc repite la suma compleja del ArrayCalc, pero incluyendo las "aventuras" del sonido de cada fuente en su dirección de propagación.

La predicción de sonido al aire libre es una tarea muy difícil. Hay terrenos porosos y no porosos que se desconocen, efectos atmosféricos, capas de aire a diferentes temperaturas, diferentes velocidades de viento, turbulencia, los bosques y el follaje, edificios y reflexiones múltiples entre ellos. Cada uno de estos efectos podría modelarse con precisión, siempre y cuando se conocen los parámetros pertinentes, tales como la porosidad exacta de la tierra o el perfil de velocidad de temperatura o el viento. En realidad, estos datos rara vez están disponibles, y por otra parte, todos los efectos combinados son casi imposibles de modelar con precisión.

### 3.1 Siguiendo los estándares

Sin embargo, el pronóstico se debe hacer y comparar. La única manera de tratar con esto es introducir modelos de propagación o normas - las directrices para el cálculo del ruido ambiental que todo el mundo tiene que seguir.

Se ha desarrollado una variedad de modelos de propagación. Algunos de ellos fueron desarrollados principalmente para fuentes industriales, algunos para ruido del carreteras y railes, algunos son independientes de la fuente.

### 3.2 La elección del modo de propagación

La elección del modelo de propagación depende ya sea de las autoridades locales que pueden especificar la norma de cálculo requerida, o en de la finalidad del cálculo.

Si sólo se necesita calcular el peor de los casos, y casi ninguna información meteorológica está disponible o el cálculo debe ser completado rápidamente, entonces la norma ISO 9613-2 es la apropiada.

Nord2000 es un modelo de propagación más sofisticado que requiere más información meteorológica y tiempos de cálculo más largos, pero ofrece cálculos de diferentes escenarios dependiendo de las condiciones meteorológicas, con un manejo más preciso de varios efectos.

El reto de la predicción de ruido ambiental es representar la realidad de la manera más precisa, manteniéndose dentro de las directrices.

## 4. Perspectiva de los modelos de propagación y comparación

Algunas cosas pueden suceder en el sonido durante el viaje desde la fuente hasta el receptor. Es radiado, dirigido, divergido, absorbido en la atmósfera, reflejado y absorbido por tierra, y tiene que viajar a través de a lo largo de barreras con un número de otros efectos.

Todos estos efectos se tratan por separado y de forma independiente, y también de manera diferente en la norma ISO 9613-2 y Nord2000.

**Nota:** ISO 9613-2 requiere un cálculo en bandas de octava, que se suman en el receptor para obtener el nivel de presión sonora en dB(A). Nord2000 solamente prescribe el cálculo de bandas de frecuencia. En NoizCalc el cálculo de acuerdo con los estándares resulta en el nivel de dB(A), ya que generalmente se requiere por las autoridades.

Ambos modelos utilizan el mismo método para el cálculo: el nivel de presión de sonido en el receptor se calcula como la suma de la potencia del sonido de la fuente en dB más el factor de directividad y menos la suma de todos los factores de atenuación en dB.

$$L = L_W + D_c - A$$

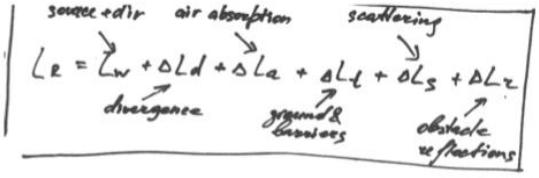
Los factores de atenuación son:

- Divergencia geométrica (el "campo lejano" -6 dB al doblar la distancia)
- Absorción atmosférica
- Efecto del suelo
- Atenuación debida a las barreras
- Tipos adicionales de atenuación (follaje etc.)

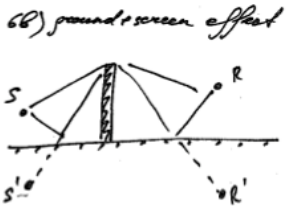
$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

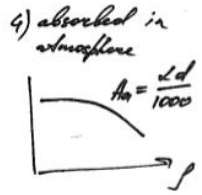
En Nord2000 los efectos se combinan de manera diferente, pero el cálculo sigue el mismo principio: el nivel de presión de sonido en el receptor es una suma del nivel de la fuente, incluyendo directividad, además de los efectos de la absorción del aire, suelo y barreras, la dispersión , los obstáculos y las reflexiones.

Las descripciones de ambas normas se dan en el Apéndice en la página 9.



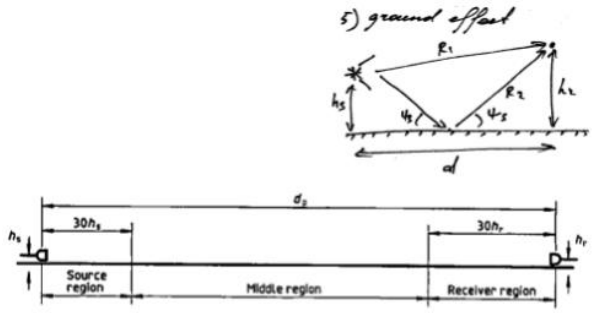
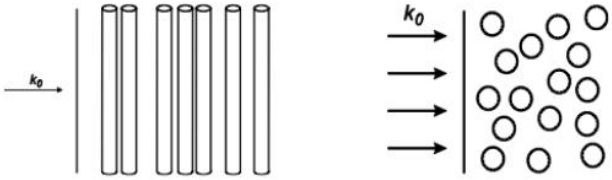
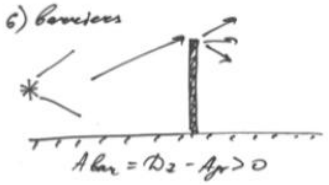
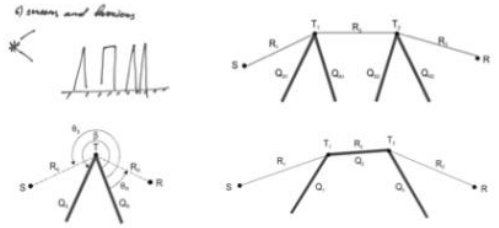
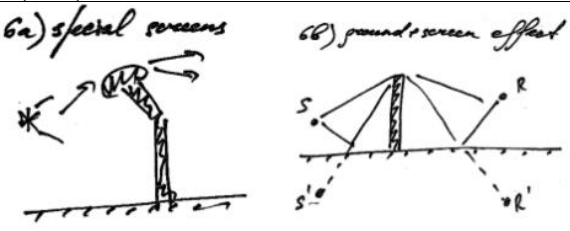

La siguiente tabla describe brevemente cómo los efectos se tratan en ambos estándares. Se puede encontrar información precisa en [1] y [2].

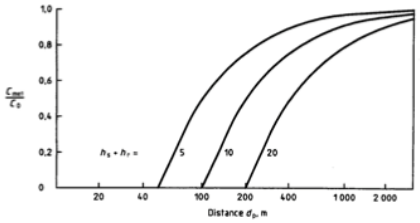
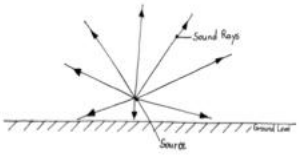
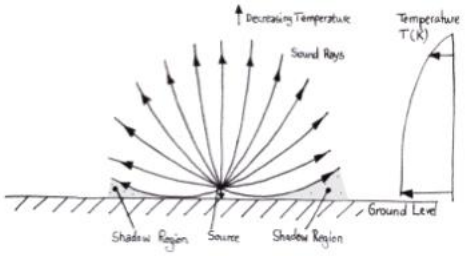
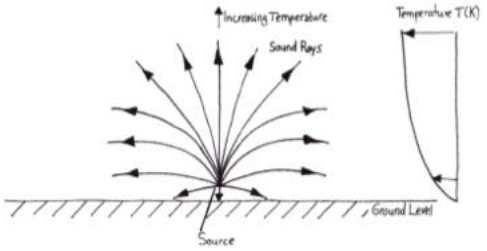
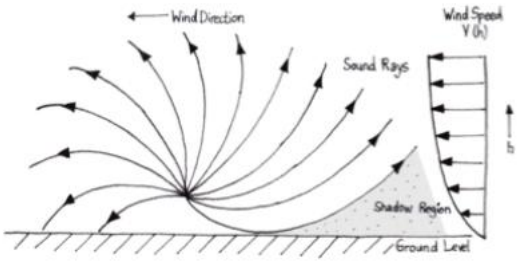


| ISO 9613-2 | Nord2000 |
|---|---|
| **Propagación** | |
|   | |
| **Absorción atmosférica** | |
|   | |

| Temperature °C | Relative humidity % | Atmospheric attenuation coefficient α, dB/km — Nominal midband frequency, Hz | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 63 | 125 | 250 | 500 | 1 000 | 2 000 | 4 000 | 8 000 |
| 10 | 70 | 0,1 | 0,4 | 1,0 | 1,9 | 3,7 | 9,7 | 32,8 | 117 |
| 20 | 70 | 0,1 | 0,3 | 1,1 | 2,8 | 5,0 | 9,0 | 22,9 | 76,6 |
| 30 | 70 | 0,1 | 0,3 | 1,0 | 3,1 | 7,4 | 12,7 | 23,1 | 59,3 |
| 15 | 20 | 0,3 | 0,6 | 1,2 | 2,7 | 8,2 | 28,2 | 88,8 | 202 |
| 15 | 50 | 0,1 | 0,5 | 1,2 | 2,2 | 4,2 | 10,8 | 36,2 | 129 |
| 15 | 80 | 0,1 | 0,3 | 1,1 | 2,4 | 4,1 | 8,3 | 23,7 | 82,8 |

La absorción atmosférica se maneja de acuerdo a la norma ISO 9613-1 en ambos estándares. En la norma ISO 9613-2 únicamente las frecuencias de banda media se calculan, en Nord2000 los valores se extrapolan en las bandas de frecuencia.

| **Efecto del suelo** | |
|---|---|
| Basado en constantes empíricas<br>  | Basado en la resistividad del flujo<br>  |
| **Pantallas y barreras** | |
|  <br>Un tipo de barreras, cálculo basado en valores empíricos | <br>Múltiples tipos de barreras |
| |  <br>Posibilidad de introducir datos medidos para tipos especiales de efectos de barreras de tierra y pantallas . |

| ISO 9613-2 | Nord2000 |
|---|---|
| Una constante meteorológica, como promedio durante un largo tiempo<br><br><br>$C_{met} = C_0 \left[1 - 10(h_s + h_r)/d_p\right]$<br>$d_p > 10(h_s + h_r)$<br>$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$ | Permite cálculos de acuerdo a diferentes condiciones climáticas, incluyendo los gradientes de temperatura, velocidad del viento y dirección.<br><br><br><br><br><br> |
| | <br> |
| Peor de los casos: a sotavento de la fuente de sonido | Es posible escenarios con los peores casos y con el tiempo actual |

## 5. Limites de la simulación

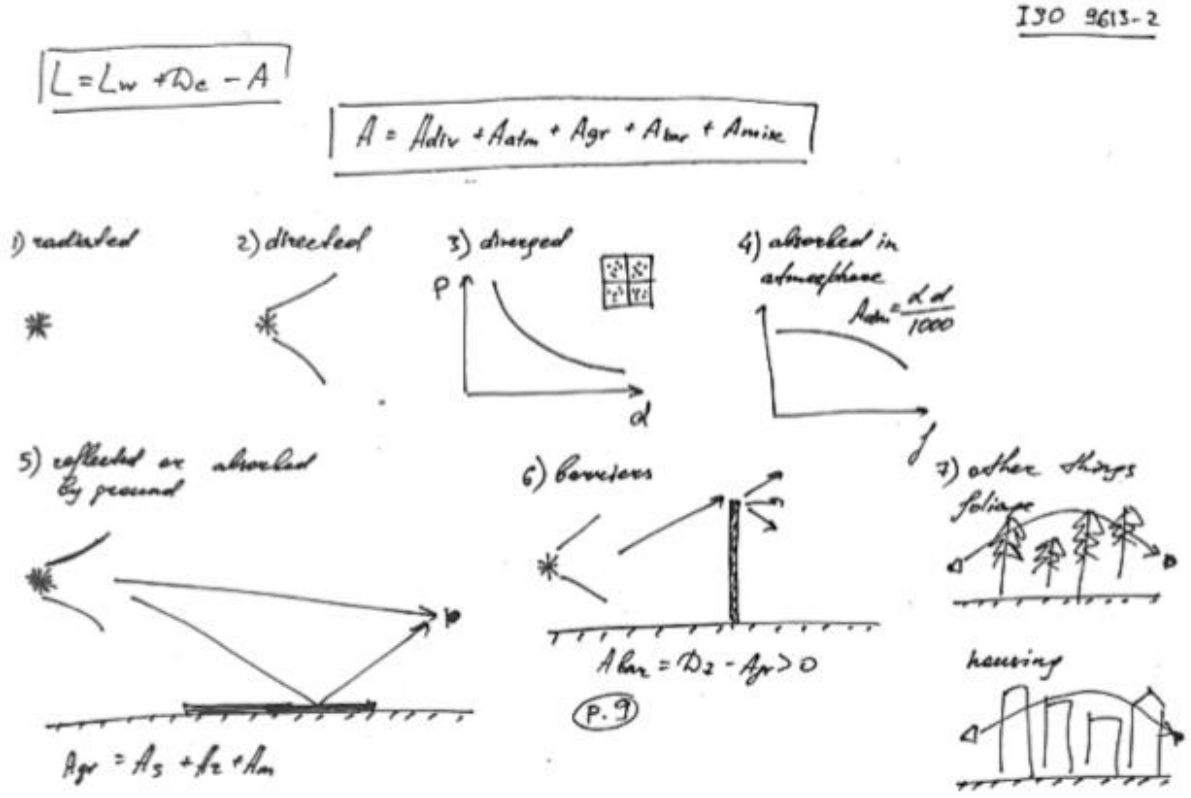
Los cálculos sólo son tan buenos como los estándares.
ISO 9613-2 se considera que es preciso en la distancia hasta rangos de 1 km. Nord2000 proporciona alta precisión de hasta 1 km y una buena precisión de hasta 3 km, sin embargo, el modelo fue validado a una distancia de 200 m.
Datos de entrada precisos aumentan la calidad de la simulación, por lo que el usuario tiene una gran influencia en la calidad de los resultados. Sin embargo, el modelo se basa en los parámetros que se usan en el cálculo, por lo que si se producen cambios en las condiciones meteorológicas tales como la velocidad o dirección del viento, los resultados pueden no ser fiables.

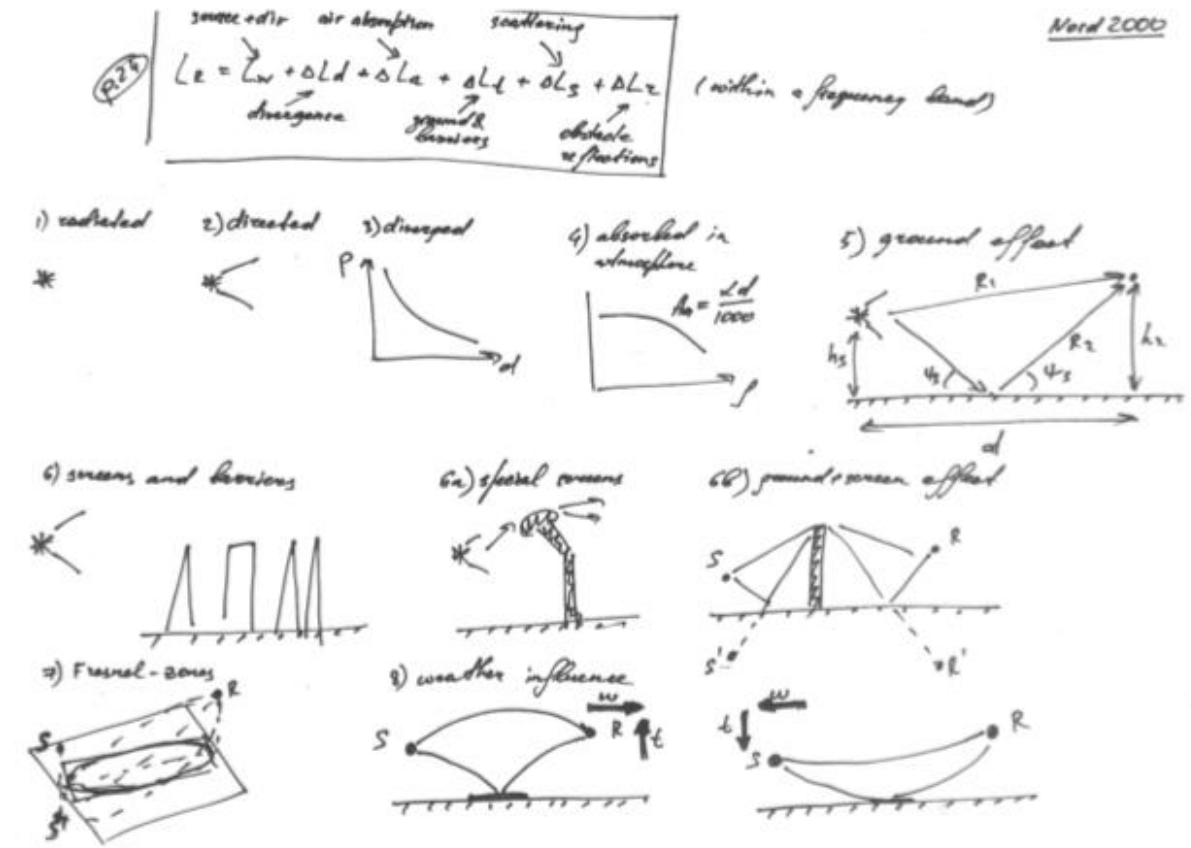
## 6. Referencias


1. ISO 9613-2
2. Delta, Nordic environmental noise prediction method, Nord2000, Summary Report
3. Delta, Nord2000. Comprehensive outdoor sound propagation model. Part 1: Propagation in an atmosphere without significant refraction
4. K. Attenborough, K.M. Li, K. Khoroshenkov, Predicting outdoor sound


**6.**

## 7. Apéndice


ISO 9613-2
L = Lw + Dc − A
A = Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc
1) radiated
2) directed
3) diverged
4) absorbed in atmosphere
5) reflected or absorbed by ground
6) barriers
7) other things
foliage
housing
Agr = As + fz + fm
Abar = Dz − Agr > 0
P. 9


Nord 2000
P. 25
Lz = Lw + ΔLd + ΔLa + ΔLg + ΔLs + ΔLz
source + dir
air absorption
scattering
divergence
ground & barriers
obstacle reflections
(within a frequency band)
1) radiated
2) directed
3) diverged
4) absorbed in atmosphere
5) ground effect
6) screens and barriers
6a) special screens
6b) ground + screen effect
7) Fresnel-zones
8) weather influence

D1631.ES.01 (04/2016) © d&b audiotechnik GmbH

d&b audiotechnik GmbH, Eugen-Adolff-Strasse 134, D-71522 Backnang, Germany, Phone +49-7191-9669-0, Fax +49-7191-95 00 00