

## CONFORMIDAD AL RD 1367/2007 DE ACTIVIDADES MUSICALES. PROBLEMAS ASOCIADOS CON LAS MEDICIONES “IN SITU”

PACS: 43.50.Rq

Dr. Robert Barti  
Miembro fundador de ACUSTILAB  
Laboratorio LEM  
Pol. Ind. Cova Solera  
Av. Can Sucarrats, 110, nave 11  
08191 Rubí (Barcelona)  
España  
Tel: 93 586 26 80  
Fax: 93 586 26 81  
E-mail: robert@lem-sl.com

### ABSTRACT

The musical activities in their initial control, must demonstrate, generally with measurements “in situ”, that do not contaminate, fulfilling which establishes the effective Legislation. Nevertheless the maximum values of acoustic inmisión, and the measurement procedures leave aspects without treating that they can originate confusion in his interpretation at the time of giving conformity. To this problem the margin of uncertainty of the measurement is united. In this communication an analysis becomes of the most frequent problems in this type of situations, and proposals are made to improve the quality of the results.

### RESUMEN

Las actividades musicales en su control inicial, deben demostrar, generalmente con mediciones “in situ”, que no contaminan acústicamente, cumpliendo con lo que establece la Legislación vigente. Sin embargo tanto los valores máximos de inmisión acústica, como los procedimientos de medida dejan aspectos sin tratar que puedan originar confusión en su interpretación a la hora de dar conformidad. A este problema se une el margen de incertidumbre de la medición. En esta comunicación se hace un análisis de los problemas más frecuentes en este tipo de situaciones, y se hacen unas propuestas para mejorar la calidad de los resultados.

### INTRODUCCIÓN

Las actividades musicales desarrollan su actividad básicamente en horario nocturno. Se pueden encontrar diferentes tipologías de locales, donde el punto común es que se ofrece música, en general en diferido, a los clientes. Diferentes estudios han demostrado que con un volumen de sonido elevado, la venta de copas aumenta notablemente. Esta circunstancia unida a la demanda de los mismos clientes, hace que en general el volumen de la música reproducida en el interior de los locales sea elevado. Esto conlleva un problema bien conocido: la tendencia a superar los niveles máximos permitidos en el interior del local. En el control inicial de una actividad musical, entre otras pruebas, la actividad debe demostrar que el local cumple con la Legislación vigente.

### CONTROL INICIAL. MEDICIONES “IN SITU”

Estas mediciones tratan de valorar el grado de contaminación acústica que el local produce sobre su entorno más inmediato. Para ello se establece un procedimiento bastante común independientemente de la Legislación vigente. Se trata de que en el interior de la sala haya un nivel sonoro, teóricamente con los controles de volumen al máximo, y se mide en el punto o puntos más sensibles y más afectados el nivel de inmisión sonora. Estas mediciones deben

efectuarse en período nocturno, por dos motivos: la actividad trabaja en este período horario, y además el ruido de fondo o residual es en principio menor de noche, pudiéndose detectar mejor pues el grado de afectación real. Independientemente de las repeticiones que se estimen oportunas para minimizar la incertidumbre, se realizan tres tipos de mediciones: Emisión en el interior de la actividad, inmisión acústica en el receptor más afectado, y ruido de fondo o ruido residual en el mismo punto. Nótese que realmente las dos últimas son las que van a permitir dar conformidad con la Legislación, quedando la primera como un valor de referencia, que en ocasiones también está limitado por la tipología del local. Las mediciones de inmisión sonora pueden realizarse en ambiente interior o exterior, dependiendo de la ubicación relativa del foco sonoro respecto del receptor.

### CALIDAD DE LAS MEDICIONES “IN SITU”

El objetivo principal de las mediciones de ruido es dar conformidad según la Legislación vigente, de los niveles de inmisión generados por una actividad sobre las zonas sensibles más cercanas. Cuando los niveles medidos destacan claramente por encima del ruido de fondo, la valoración y los resultados obtenidos no presentan dificultades añadidas. Pero en general eso no ocurre, puesto que la actividad aporta un nivel de contaminación ajustado a su entorno ya que en principio no debe contaminar. En estos casos determinar con precisión el ruido de fondo será muy importante para que se cumpla o no con los máximos niveles de ruido permitidos. Cuanto menor sea el nivel de ruido de fondo, más difícil va a ser el dictamen final por dos motivos: los equipos de medida aunque sean de tipo I o clase I, no pueden medir con suficiente precisión por debajo de un determinado valor. En segundo lugar hay que saber “discriminar” el ruido generado por la actividad analizada respecto de otros ruidos, lo cual no siempre es fácil, especialmente cuando se sigue “al pie de la letra” la Legislación vigente.

La figura siguiente muestra el resultado de las mediciones de inmisión acústica en ambiente exterior producido por una discoteca con diferentes salas sobre un edificio residencial situado al otro lado de la calle en una zona industrial. En las inmediaciones de la actividad, hay bares que abren sus puertas en el mismo horario que la discoteca. Las mediciones son efectuadas por dos laboratorios acreditados en distintos días y con diferentes protocolos, y donde supuestamente se deberían cumplir los mismos criterios de calidad en las mediciones. Es evidente que cualquier medición acústica efectuada en distinto periodo va a dar resultados similares pero no coincidentes. Las tablas izquierda y derecha muestran los resultados obtenidos por ambos laboratorios.

LABORATORIO 1	Leq dB(A)
Inmisión actividad + ruido fondo	64,1
Ruido de fondo	62,8
K1	5
K2	0
K3	3
Nivel de ruido evaluado	72,1

LABORATORIO 2	Leq dB(A)
Inmisión actividad + ruido fondo	53,4
Ruido de fondo	46,5
Inmisión real actividad	52,4
K1	5
K2	3
K3	0
Nivel evaluado	60,4

El laboratorio 1 hace las mediciones en un fin de semana, con la actividad en funcionamiento, y concluye que ésta contamina, ya que supera los 65 dB(A) de nivel de inmisión exterior máximo que permite la Ordenanza municipal. Sin embargo debe destacarse que el nivel de inmisión sólo supera en 1,3 dB(A) al ruido de fondo. Se observa como se han aplicado las penalizaciones por componentes tonales e impulsivas, siendo estas últimas por apreciación subjetiva del inspector “*se detectan ruidos de latas en la calle*”.

El laboratorio 2 mide entre semana sin público en la sala y con todas las actividades cercanas cerradas. Los equipos de sonido se ponen al máximo volumen. A pesar de ser evidente que contamina, y detectarse componentes tonales, no se supera el límite de los 65 dB(A) establecidos por la Ordenanza, por lo que el laboratorio 2 concluye que la actividad no contamina.

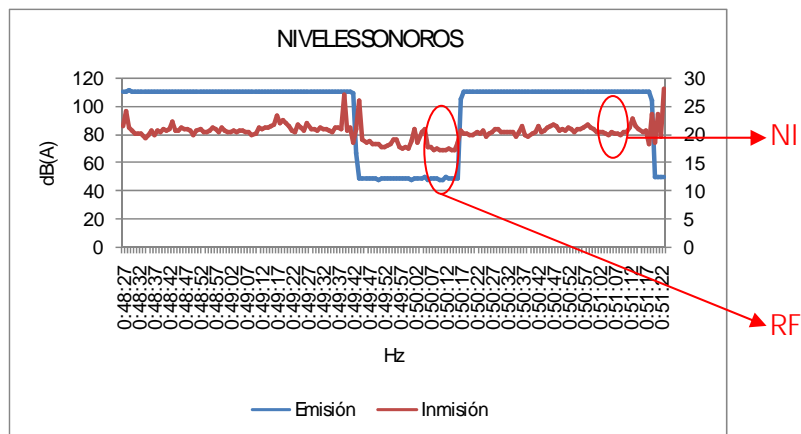
Se han mostrado dos resultados de dos laboratorios independientes que tratan de valorar el grado de contaminación acústica originado por una actividad musical. El laboratorio 1 no ha valorado adecuadamente el grado de contaminación acústica porque sus mediciones adolecen de los siguientes problemas: 1. Hay que estar muy seguro de que el nivel de inmisión acústica recibido procede de la actividad, cuando sólo se supera en 1,3 dB(A) el ruido de fondo, aspecto que no cubre por hacer mediciones de 5 minutos, tal como indica la Ordenanza. 2. Siempre

debe restarse el ruido de fondo al nivel de inmisión, ya que este esta siempre presente. Este es un aspecto técnico indiscutible y que denota la falta de conocimiento y competencia técnica del laboratorio (a pesar de estar acreditado) 3. Añadir 3 dB por observar ruido de latas, hace dudar razonablemente de la imparcialidad de éste laboratorio. Nótese que el laboratorio 1 se ha limitado a seguir las indicaciones de la Ordenanza: medir con la actividad en marcha y parada, niveles promediados durante 5 minutos.

Que dos laboratorios den resultados tan dispares y en este caso contradictorios, no beneficia a las entidades que defienden la necesidad de garantizar la calidad en las mediciones. El artículo 31 del RD 1367/2007 y en referencia a las entidades que realizan la evaluación de ruido, especifica que “...las administraciones competentes velarán por que las entidades encargadas de tales evaluaciones tengan la capacidad técnica adecuada”. Es evidente que la entidad que acreditó dicho laboratorio no hizo bien su trabajo. Para complicar aún mas la situación, en Catalunya se está preparando un proyecto para la creación de entidades de acreditación autonómicas. Dicho proyecto no cuenta con el reconocimiento de la UE ni de ningún organismo de acreditación. Esto crea un grave problema a las entidades que sí están acreditadas actualmente, ya que en el mercado van a coexistir supuestamente entidades con distinto grado de reconocimiento, y por tanto de calidad, suponiendo para las primeras soportar una doble acreditación.

El anexo IV del RD 1367/2007 en el punto 3.4.2.b. indica “...hacer al menos 3 series de mediciones con una duración mínima de 5 segundos y un espaciado mínimo de 3 minutos”. Con 5 seg. no se puede valorar correctamente la energía por debajo de los 125 Hz, aumentado el grado de incertidumbre de la medida. El apartado añade además que las medidas se considerarán válidas cuando su desviación sea inferior a 6 dB(A). Además dice “se tomará como resultado de la medición el valor más alto de los obtenidos”. Tal procedimiento va en contra de la calidad de una medición, puesto que confunde precisión con muestreo temporal. Obviamente el valor más alto obtenido no tiene porque ser debido a la actividad. En este punto el RD presume que el ruido procede exclusivamente de la actividad, aspecto que de ser cierto, pocas veces se produce.

Por otro lado una medición correcta nunca es el resultado de promediar valores obtenidos en intervalos de 5 minutos. En ese margen de tiempo el ruido de fondo puede haber cambiado, alterando los resultados, y en todo caso enmascarando el verdadero valor al realizar promedios. Lo correcto es disponer de una muestra suficientemente representativa y analizarla posteriormente con detalle y si se trata del ruido de fondo, escoger los valores estables más bajos. Para discriminar el nivel de inmisión del ruido de fondo se deben hacer mediciones multicanal de forma simultánea, interrumpiendo la emisión sonora en intervalos de tiempo preestablecidos. Sólo de esta manera se puede establecer una relación causa-efecto entre emisión e inmisión acústica, fundamental para determinar con exactitud el grado de contaminación que genera una actividad. El gráfico siguiente ilustra esta técnica aplicado al caso de una actividad en Barcelona, con niveles de ruido de fondo en la vivienda excepcionalmente bajos. Se muestra un fragmento del total de la prueba que usualmente suele durar unos 5 minutos y donde se realizan diversas interrupciones asimétricas de la fuente sonora.



La curva de color rojo corresponde al nivel de inmisión y ruido de fondo, sincronizado con la emisión acústica en el interior del local (color azul) con un nivel de 110 dB(A). En el gráfico se

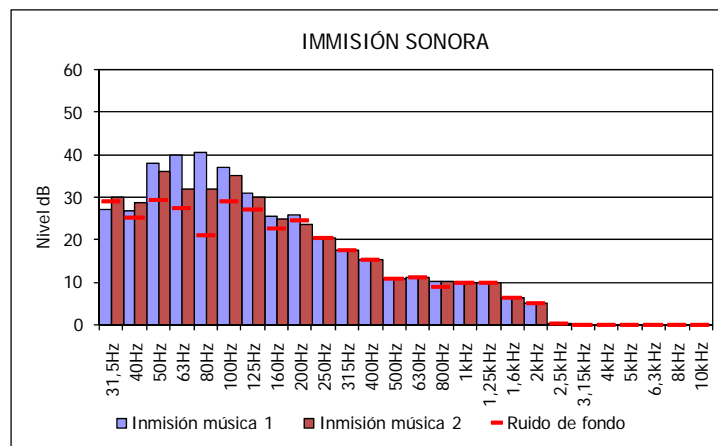
indica como hay dos fragmentos claves para determinar los niveles de ruido de fondo (RF) y el nivel de inmisión (NI) de forma limpia. Destacamos que en éste ejemplo el nivel de ruido de fondo evaluado con éste método es de 18,9 dB(A), valor que está al límite de la capacidad de medida del equipo, siendo el ruido de fondo real probablemente inferior. El nivel de inmisión acústica + ruido de fondo, es de 21,4 dB(A). Estos niveles sonoros en ciudad, son más habituales de lo que puede parecer en un primer momento, lo cual evidencia que el problema de la determinación precisa y correcta del ruido de fondo no es trivial en muchos casos. En el mercado hay diversos equipos de medida tipo I que no pueden medir por debajo de los 24 dB(A). En consecuencia el laboratorio que desee trabajar en evaluaciones de ruido en ambiente interior, deberá ser más exigente con su instrumentación y no conformarse con tener un equipo tipo I. Para estos casos lo ideal sería utilizar micrófonos de 1", que se diseñaron justamente para medir bajos niveles de sonido.

### INFLUENCIA DEL RUIDO DE FONDO

El grado de afectación de una actividad sobre una vivienda depende del nivel de inmisión generado respecto del ruido de fondo, y no de un valor máximo absoluto. Se puede dar la circunstancia de que las mediciones "in situ" reglamentarias, no reflejen el problema de contaminación acústica real, como muestra el gráfico siguiente. Se trata de una actividad de bar musical situada en los bajos de un edificio. El punto más sensible y más afectado se encuentra en el primer piso, justo encima de la actividad.

INMISIÓN SONORA	dB(A)
Música 1 + ruido de fondo	26,0
Música 2 + ruido de fondo	24,8
Ruido de fondo	23,2

En base a los resultados obtenidos se concluye que la actividad no contamina por no superar en 3 dB el ruido de fondo. Pero esta afirmación topa frontalmente con lo que manifiesta el inquilino en el sentido de que "escucha la música". Si se analizan los espectros de ruido se obtienen los siguientes resultados.



El espectro recoge lo que la medición con ponderación A no muestra: el contenido de baja frecuencia en las bandas de 63 Hz a 80 Hz. que es donde se sitúa el ritmo musical. Estas mediciones se han hecho cogiendo un fragmento de longitud suficiente, para ver donde se produce el problema, pero no se integra temporalmente todo el fragmento seleccionado. Una integración temporal excesiva nos conduciría de nuevo a un resultado apartado de la realidad. Nótese que no hay componentes tonales. Así mismo el ruido de fondo se establece en base a una medición entre 5 y 15 minutos, donde no se promedia el resultado en su totalidad, sino que se analiza la señal recibida buscando el valor que realmente se puede considerar ruido de fondo, que no residual. Este valor se corresponde con los valores más bajos obtenidos, que en ocasiones presentan duraciones de pocos segundos. En el caso mostrado se observa que a pesar de cumplir con los valores límite que establece la Ordenanza, la actividad contamina. Cabe destacar que las pruebas realizadas con ruido rosa, aunque en principio equivalentes a las hechas con música, no permiten "captar" el ritmo musical. La señal de ruido rosa va a ser más inmune al ruido ya que su espectro y nivel se mantienen con el tiempo. En cambio la

cadencia musical no es constante, por lo que la influencia del ruido de fondo es mayor en las mediciones de inmisión sonora. Nótese que el RD 1367/2007 fija en el anexo III, unos niveles máximos límite para los índices de ruido  $L_i$ . Nada se indica del ruido de fondo, es decir se fija un valor máximo absoluto en función de la zonificación acústica en el territorio que se expresa con un valor concreto. El caso mas destacable se produce para ambiente exterior sobre aquellas zonas, básicamente residenciales, donde el ruido de fondo es bastante inferior al máximo permitido. Los niveles máximos de ruido deberían fijarse en relación al ruido de fondo de la zona. En éste sentido disponer de mapas de ruido de fondo sería muy útil para hacer las evaluaciones ambientales, y ahorraría mucho tiempo y discusiones, a veces, estériles. Los indicadores  $L_{K,d}$ ,  $L_{K,e}$  y  $L_{K,n}$  son “compensatorios”. Por ejemplo para período nocturno (RD 1513/2005) de 23h a 7h, el ruido generado por una actividad entre las 23h y las 2h, queda “compensado” por el silencio entre las 2h y las 7h. Se da la circunstancia de que a menor ruido de fondo, más diluido el resultado final, cuando realmente se produce más contaminación. Eso crea un problema más ético que técnico al laboratorio que debe dictaminar si se superan o no los límites máximos, cuando observa estos problemas.

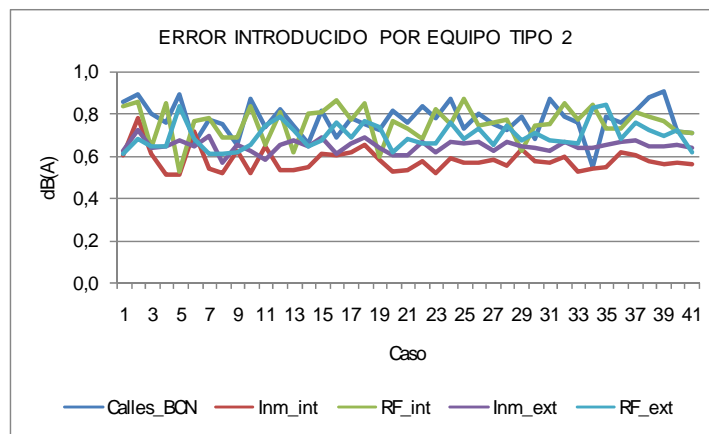
### **LIMITE INFERIOR DE MEDIDA**

El caso anterior muestra valores de ruido que se acercan y en algún caso superan a los límites inferiores de medida de los equipos. El límite inferior de medida debería ser conocido por todos aquellos laboratorios que se precien de hacer mediciones con calidad. No obstante es un aspecto que en ocasiones se pasa por alto. La finura de una medición con bajos niveles sonoros vendrá determinada por la calidad del conjunto micrófono-preamplificador. Los equipos de medida trabajan actualmente con la señal digitalizada y por tanto no introduce ninguna desviación “extra” excepto la propia del conversor A/D utilizado. Nótese que para medir bajos niveles de ruido se deberían utilizar los micrófonos de 1”, en lugar del estándar de ½”. Esta práctica antaño muy utilizada en el sector de automoción, hoy ha quedado en desuso, quizás por una relajación producida por un lado por el concepto “digital” que parece reflejar perfección donde realmente no la hay, y por otro en un deseo de “simplificación”. Muy frecuentemente el usuario cree que el equipo de medida le va a ayudar, supliendo sus conocimientos y experiencia, ya que dispone de un “software muy potente”. Disponer de equipos digitales, nos permite asegurar la repetibilidad y reproducibilidad de una medida pero no una mayor calidad de las mediciones. Nótese que el micrófono, con algunas mejoras, no ha evolucionado en la misma manera que el equipo de medida. En el mercado se pueden encontrar equipos de medida que aunque sean de tipo I o clase 1 ofrecen distintos límites inferiores de medida, en función del tipo de micrófono y preamplificador utilizados. Con algunos modelos de micrófonos de ½” actuales se puede llegar a medir, en condiciones particulares, niveles sonoros entorno a los 20 dB(A). Cabe destacar que en las mediciones de radiofrecuencia se utilizan distintas antenas, y distintos procedimientos de medida en función de la longitud de onda de la señal. Haciendo un símil con la acústica, se abarca desde las ondas decamétricas hasta las microondas. En acústica en cambio se pretende medir cualquier sonido con el mismo micrófono y aplicando los mismos procedimientos, lógicamente eso no es posible.

### **PRECISION DE LAS MEDICIONES DE RUIDO “IN SITU”**

En el proceso de evaluación del ruido y una vez determinado su nivel sonoro, se aplican los factores de corrección  $K_i$  consistentes en establecer mediante el análisis correspondiente la presencia de componentes de baja frecuencia, tonales e impulsivas. En caso de superar unos valores preestablecidos por la Legislación, se aplican unas correcciones de 3 o 6 dB que se suman directamente al ruido medido. Este procedimiento, pone en evidencia ciertos problemas. Estrictamente debería establecerse el margen de incertidumbre para cada banda de frecuencia, antes de aplicar “a la ligera” los factores de corrección. Nótese que por 0,1 dB se puede llegar a penalizar el nivel sonoro directamente con 3 dB. Las mediciones pues deben ofrecer un margen de incertidumbre por bandas de frecuencia inferiores a los 0,1 dB. No se trata aquí de medir en distintos puntos para establecer ese margen de incertidumbre. Cambiar el punto de medida va a dar distinto resultado, y no debe confundirse el error de la medida con el error del método de medida. Algunas Ordenanzas indican que debe medirse en el punto donde se produce mayor nivel, pero eso entra en contradicción con la tendencia general de medir por la parte central del volumen de una sala, alejándose de las paredes, porque así lo recomienda por ejemplo la norma ISO 1996. Hay una situación bastante conocida que se produce cuando se mide en un dormitorio. La cama generalmente ocupa buena parte de la

superficie, dejando libre sólo una parte de ésta donde en ocasiones encontramos muebles y otros enseres. Las reducidas dimensiones y la presencia de objetos condicionan a que las mediciones se realicen en el centro del dormitorio para evitar la proximidad de los objetos, coincidiendo con las indicaciones de muchas Ordenanzas. Sin embargo nadie duerme con la cabeza en el centro del dormitorio y a 1,5 m. de altura del suelo. El anexo IV apartado 3.4.2.b. del RD 1367/2007 dice “El valor del nivel sonoro resultante, se redondeará incrementándolo en 0,5 dB(A), tomando la parte entera como valor resultante”. Esta desafortunada frase, viene a decir que se puede medir de cualquier manera, y hace muy incómoda la postura de defender el uso exclusivo de equipos de tipo 1 o clase 1, cuando un tipo 2 o clase 2 está dentro de los márgenes de error (con mediciones en ponderación A y ruido ambiental o de actividades, música, climatización), que fija el RD. El gráfico siguiente muestra el máximo error introducido por un equipo tipo 2 respecto de un equipo tipo 1.



El gráfico se ha obtenido en base a analizar 41 casos de ruido en situaciones frecuentes. Los niveles globales obtenidos por ambos equipos, teniendo en cuenta el máximo error en el tipo 2 respecto del tipo 1 se resume en las tablas siguientes.

	Calles_BCN_tipo 1	Inm_int_tipo 1	RF_int_tipo_1	Inm_ext_tipo_1	RF_ext_tipo_1
Nivel dB(A)	69,9	27,7	19,6	54,3	48,9

	Calles_BCN_tipo 2	Inm_int_tipo 2	RF_int_tipo_2	Inm_ext_tipo_2	RF_ext_tipo_2
Nivel dB(A)	70,6	28,3	20,4	55,0	49,6

Aplicando el redondeo según el RD 1367/2007 se obtienen los siguientes resultados:

Redondeo	Calles_BCN_tipo 1	Inm_int_tipo 1	RF_int_tipo_1	Inm_ext_tipo_1	RF_ext_tipo_1
Nivel dB(A)	70	28	20	54	49

Redondeo	Calles_BCN_tipo 2	Inm_int_tipo 2	RF_int_tipo_2	Inm_ext_tipo_2	RF_ext_tipo_2
Nivel dB(A)	71	28	20	55	50

## CONCLUSIONES

Las mediciones de ruido ya sean de control inicial o de supervisión, se realizan para evaluar la capacidad contaminante de una actividad. Se trata pues de dictaminar si se cumple o no con la Legislación. Eso requiere discernir con precisión el nivel de inmisión del ruido de fondo. Los bajos niveles de ruido, especialmente en ambiente interior, dificulta ese proceso cuando no se dispone de un equipo con un límite inferior de medida adecuado. La Legislación fija unos niveles de ruido máximos independientemente del ruido de fondo de la zona, utilizando indicadores “compensatorios”. Disponer de mapas de ruido de fondo para cada zona, sería muy útil para hacer las evaluaciones ambientales con mayor precisión. No parece razonable que por un lado se exija precisión de los equipos de medida, de los procesos de cálculo, la evaluación de la incertidumbre, incluso para colmo se llega a pedir la verificación de los filtros digitales del equipo de medida, cuando por otro lado el RD 1367/2007 hace finalmente un redondeo.