

## REVESTIMIENTOS DE SUELO: RUIDO DE PASOS Y CONFORT ACÚSTICO

PACS ref: 43.55 Rg

De Rozas, Mari Jose; Etxebeste, Mikel; López, Javier  
Área de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco  
C/ Agirrelanda 10, 01013 Vitoria  
Tlf: (0034) 945 26 89 33  
Fax: (0034) 945 28 99 21  
E-mail: [acustica.vitoria@sarenet.es](mailto:acustica.vitoria@sarenet.es)

### ABSTRACT

The type of floor covering affects the impact noise transmission to other rooms as well as the noise level in the same room when someone is walking on. The Acoustics Area of the Basque Government took part in the round robin test of the proposed standard Fpr EN 16205 'Laboratory measurement of walking noise on floors'. Four covering floors were tested. This paper presents the methodology proposed by Fpr EN 16205 and the results of the test performed at the Acoustics Area of the Basque Government.

### RESUMEN

La colocación de revestimientos sobre suelos influye en las prestaciones de aislamiento frente al ruido de impactos en los recintos colindante y también afecta al confort acústico del propio recinto, debido al ruido de pasos que se genera al pisarlo. El Área de acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco, ha participado en el round robin test organizado en el desarrollo del proyecto de norma europea, FprEN 16205 'Laboratory measurement of walking noise on floors'. En este documento se expone la metodología propuesta por el proyecto de norma citado y se presentan los resultados de los ensayos realizados en el Área de Acústica del LCCE del Gobierno Vasco.

### INTRODUCCIÓN

El confort acústico de las viviendas y los edificios está condicionado por el diseño y los diversos materiales que lo conforman. Para valorar el comportamiento acústico de los edificios se tienen en cuenta parámetros tales como el aislamiento a ruido aéreo el aislamiento a ruido de impactos, la absorción sonora, de los materiales y sistemas que conforman el edificio y del

edificio en su conjunto. Estos parámetros permiten valorar las características acústicas de los materiales y sistemas y el confort acústico de los edificios.

Dentro de las viviendas un parámetro a controlar es el nivel de ruido de impactos que se transmite a recintos colindantes generado por el impacto directo en el suelo, cuando se camina, cae un objeto, etc.

El nivel de ruido de impactos es algo crítico en el aislamiento entre recintos y depende de varios factores, recurriéndose en muchas ocasiones a la colocación de revestimientos de suelos que aportan en mayor o menor medida mejora frente al ruido de impactos. Existen normas de ensayo internacionales que permiten tanto a los fabricantes de revestimientos, determinar comparativamente el comportamiento frente al ruido de impactos de dichos revestimientos [1] como a los agentes del sector determinar el aislamiento a ruido de impactos de los edificios [2].

El revestimiento de suelo, además de poder tener influencia en el aislamiento frente al ruido de impactos transmitido desde el recinto en el que se coloca a otros, puede tener repercusión en el confort acústico dentro del propio recinto, debido al mayor o menor ruido que se genera cuando se pisa o golpea el suelo (drum noise o walking noise), lo que a partir de ahora se denominará ruido de pasos.

En este sentido es interesante tener parámetros específicos y comparativos que permitan evaluar el comportamiento del revestimiento de suelo, respecto al nivel de ruido de pasos, sobre todo en edificios con recintos amplios y sensibles, como pueden ser oficinas, colegios, hospitales, etc.

El nivel de ruido emitido, para un mismo revestimiento dependerá del tipo de calzado, forma de pisada, peso de las personas, forma de caminar, etc, Para comparar revestimientos se tratará de establecer un método normalizado.

A lo largo de los años se han ido desarrollando diversos estudios y establecido métodos de ensayo para la evaluación del ruido de pasos de los revestimiento de suelos [3] [4], pero ninguno de ellos ha sido normalizado a nivel internacional.

El proyecto de norma europea Fr prEN 16205 [5] propone un método de ensayo en laboratorio para caracterizar el ruido de pasos, mediante la determinación del ruido producido por el revestimiento de suelos, cuando es colocado sobre losa normalizada de hormigón y excitado por la máquina de impactos normalizados.

Durante el desarrollo de este proyecto de norma, en 2011 se organizó un Round Robin Test (RRT) en el que participó el Área de Acústica del Laboratorio de Control de la Calidad del Gobierno Vasco, junto con otros 15 laboratorios europeos.[6]

La presente ponencia presenta la metodología propuesta por el proyecto de norma, así como los resultados de los ensayos realizados en el área de Acústica sobre las muestras utilizadas en el Round Robin Test.

## **METODO DE ENSAYO**

### Fundamento

El método de ensayo recogido en el proyecto de norma FprEN16205 [5] considera que la potencia sonora radiada en la sala donde se encuentra el revestimiento, cuando éste es excitado mediante una máquina de impactos normalizada ( $P_{with}$ ), es la suma de la potencia

sonora radiada: directamente por el revestimiento ( $P_c$ ), por la máquina de impactos ( $P_{mi}$ ), por el aire existente entre los martillos y el revestimiento del suelo ( $P_{air}$ ) y por el suelo base cuando tiene el revestimiento ( $P_{fl,c}$ ).

Define el ruido de pasos del revestimiento de suelo ( $P_{walk}$ ) como la potencia sonora emitida directamente por el revestimiento de suelo ( $P_c$ ) más la potencia sonora emitida por el suelo base a través del revestimiento de suelo ( $P_{fl,c}$ ), ajustado a un suelo de referencia [1], para tener en cuenta las diferencia de los suelos base de los laboratorios.

$$P_{walk,i} = P_{i,c} + P_{i,fl,c} \frac{P_{i,ref,b}}{P_{i,fl,b}}$$

Considera que cuando sobre el suelo normalizado, sustituyendo al revestimiento del suelo, se colocan unas piezas del revestimiento (pads) que sólo cubren la superficie correspondiente a la superficie de impacto de los martillos de la máquina de impactos, y se excitan con la máquina de impactos, todas las contribuciones a la potencia sonora se mantienen constantes excepto la directa del revestimiento ( $P_c$ ) que desaparece. De esta manera la potencia sonora directa del revestimiento se puede obtener como resta de  $P_{with}$  y  $P_{pads}$ .

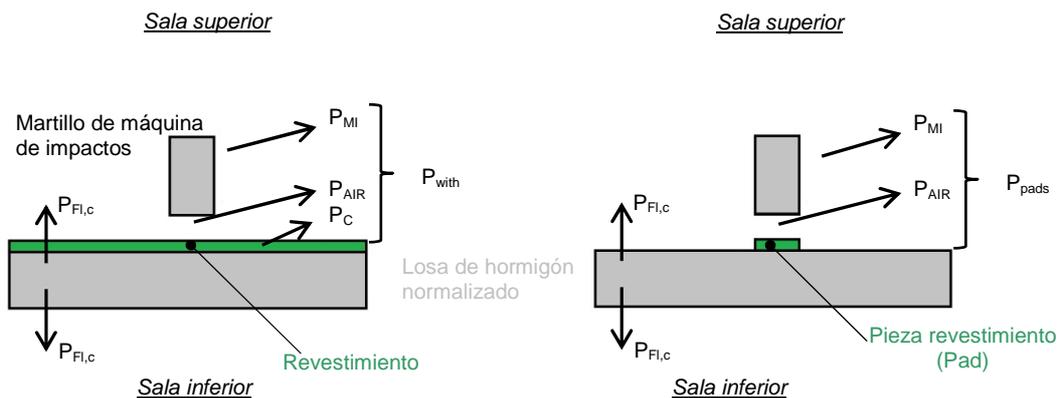


Figura 1: Fundamento del método

### Resultados

Como resultado de aplicar el método de ensayo recogido en el proyecto de norma, se obtiene el nivel de ruido de pasos del revestimiento,  $L_{n,walk,i}$ , entre 50 y 5000 Hz, obtenido al pasar estos conceptos de potencia sonora a fórmulas que se basen en la medida de niveles de presión sonora y tiempos de reverberación. Dicho nivel obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$L_{n,walk,i} = 0.16 \cdot V_{upper} \left( \frac{0.16 \cdot V_{upper}}{A_0} \left( \frac{L_{i,with}}{10^{10}} - \frac{L_{i,pads}}{10^{10}} \right) + 10 \frac{L_{i,ref,b} + L_{i,fl,c} - L_{i,fl,b}}{10} \right)$$

Donde:

- $L_{n,walk,i}$ : Nivel de presión de ruido de pasos.
- $L_{i,with}$ : Nivel de presión sonora en la sala superior, sobre muestra suficientemente grande colocada sobre forjado normalizado y la máquina de impacto funcionando
- $L_{i,pads}$ : Nivel de presión de ruido de impactos en la sala superior, con pads formados con los materiales de recubrimiento del suelo colocados sobre forjado normalizado y la máquina de impacto funcionando
- $L_{i,fl,b}$ : Nivel de presión de ruido de impactos del forjado normalizado en la sala inferior.

$L_{i,FI,c}$ :	Nivel de presión de ruido de impactos en la sala inferior, con una muestra lo suficientemente grande colocada sobre forjado normalizado.
$L_{i,ref,b}$ :	Valores de referencia del forjado normalizado indicados en el Anexo B de la norma de ensayo [5].
$V_{upper}$ :	Volumen de la sala superior de ensayo.
$T_{i,upper,with}$ :	Tiempo de reverberación en la sala superior, con una muestra lo suficientemente grande colocada sobre forjado normalizado.
$T_{i,upper,pads}$ :	Tiempo de reverberación en la sala superior, con pads formados con los materiales de recubrimiento del suelo colocados sobre forjado normalizado.
$A_0$ :	Área de absorción equivalente de referencia (10 m <sup>2</sup> ).

Además se determina el nivel de presión sonora de ruido de pasos ponderado A,  $L_{n,walk,A}$ , como número entero y con una cifra decimal, utilizando el espectro de ponderación recogido en la norma UNE-EN ISO 61672:2.005.

### Proceso de medida

Para obtener el nivel de ruido de pasos de un revestimiento en laboratorio según el proyecto de norma Fpr EN 16205[5], se realizan las medidas usando instalaciones, equipos y pautas de medida que cumplan con lo establecido en las normas de ensayo EN ISO 10140[1].

Se coloca la máquina de impactos en funcionamiento sobre el forjado normalizado de hormigón sin revestimiento y se mide en la sala inferior el nivel de presión sonora ( $L_{i,FI,b}$ ).

Se coloca bajo los martillos de la máquina de impactos las piezas (pads) del revestimiento bajo ensayo, sobre el forjado normalizado y se obtiene el nivel de ruido de presión sonora en la sala superior, donde se encuentra la máquina de impactos funcionando y se mide el tiempo de reverberación en dicha sala. ( $L_{i,pads}$ ;  $T_{i,upper,pads}$ )

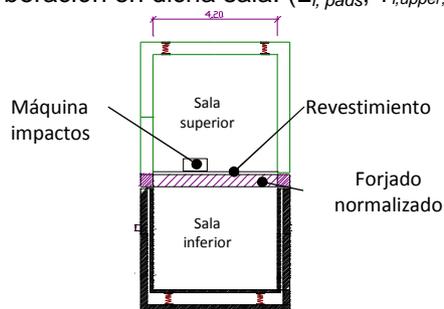


Figura 2: cámaras de ensayo

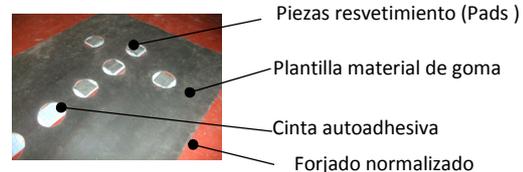


Foto 1: Detalle del montaje de los 'pads'

A continuación, se coloca el revestimiento de suelo sobre el forjado normalizado, cubriendo una superficie lo suficientemente grande, dependiendo del tipo de revestimiento y se realizan las mismas medidas que en el caso anterior ( $L_{i,with}$ ;  $T_{i,upper,with}$ ) y el nivel de ruido de impactos en la sala inferior ( $L_{i,FI,c}$ )

Por último durante el proceso se realizan medidas del nivel de ruido de fondo en la sala inferior y, para comprobar influencia en medidas y se verifica que el tiempo de reverberación de la sala inferior no ha cambiado durante todo el proceso.

### MUESTRAS ENSAYADAS Y RESULTADOS

Los revestimientos ensayados han sido las indicadas en la tabla 1. Además de realizar el ensayo de nivel de ruido de pasos se ha caracterizado el nivel de ruido de impactos de los mismos [1], dado que muchas de medidas realizadas para la determinación del nivel de ruido de pasos, pueden ser también utilizadas para determinar el nivel de ruido de impactos.

	Muestra	Colocación	Tamaño (m <sup>2</sup> )
1	Suelo laminado sobre lámina 1	Apoyo directo	13,86 (3,3 x 4,2)
2	Suelo laminado sobre lámina 2	Apoyo directo	13,86 (3,3 x 4,2)
3	Moqueta	Apoyo directo	0,97 (1,207 x 0,8)
4	Suelo de PVC de 3 mm	Apoyo directo	0,97 (1,207 x 0,8)

Tabla 1: Muestras ensayadas

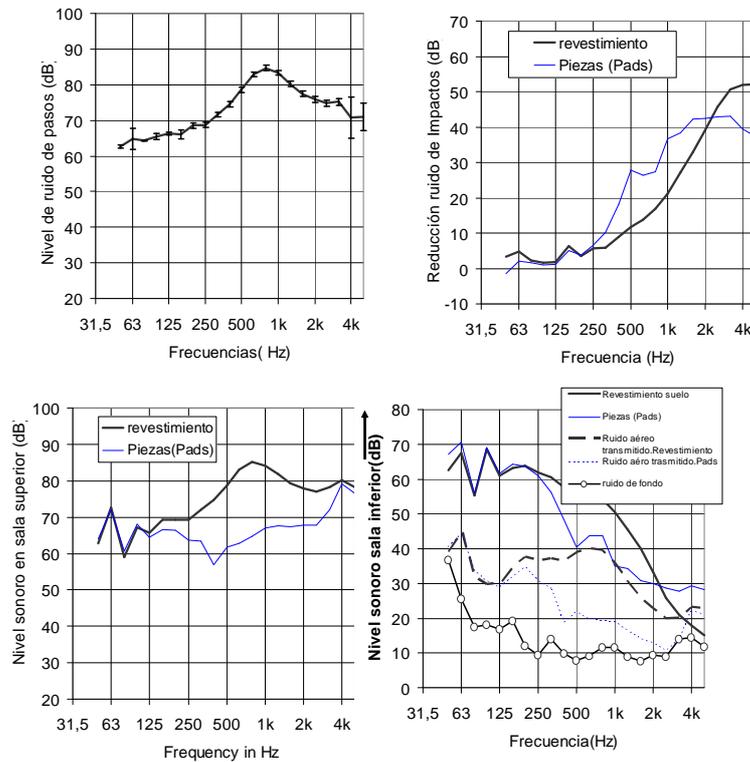


Fotos 2: Muestras ensayadas (1, 2, 3 y 4)

Los resultados obtenidos de nivel de ruido de pasos ponderado A, se muestran en la tabla 2.

Muestra	Resultado	Incertidumbre
	$L_{n,walk,A}$	$u_{n,walk,A}$
1	90,0	0,27
2	91,8	0,28
3	59,0	1,05
4	74,6	0,35

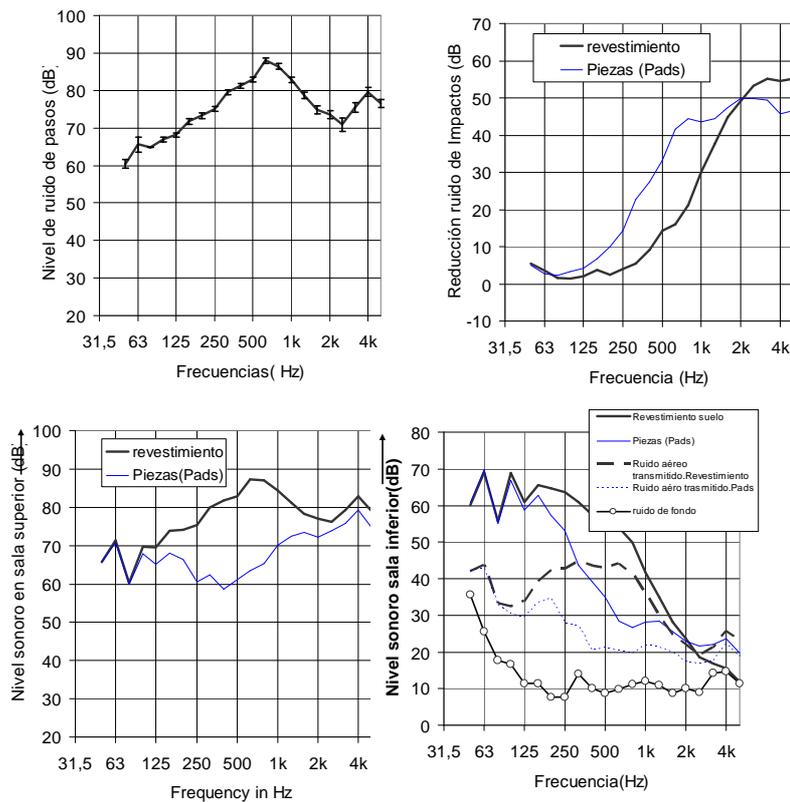
Tabla 2: Resultados de las muestras ensayadas para el RRT.



Gráficas 1: Muestra 1: Resultados en frecuencias- Datos intermedios medida.

En el caso del suelo laminado, colocado sobre diferentes láminas (1 y 2), para realizar el ensayo se cubre todo el forjado normalizado. Los resultados obtenidos del nivel global de ruido de pasos ha sido del mismo orden en ambos casos, siendo ligeramente superior el nivel de ruido de pasos del suelo laminado obtenido cuando se coloca sobre la lámina 2 (90 frente a 91,8 dBA).

En cuanto a los niveles de ruido de pasos en frecuencias, los valores obtenidos para las dos soluciones de suelo laminado, presentan unas valores con baja incertidumbre asociada en todo el rango de frecuencia analizado, tal y como se puede ver en las gráficas

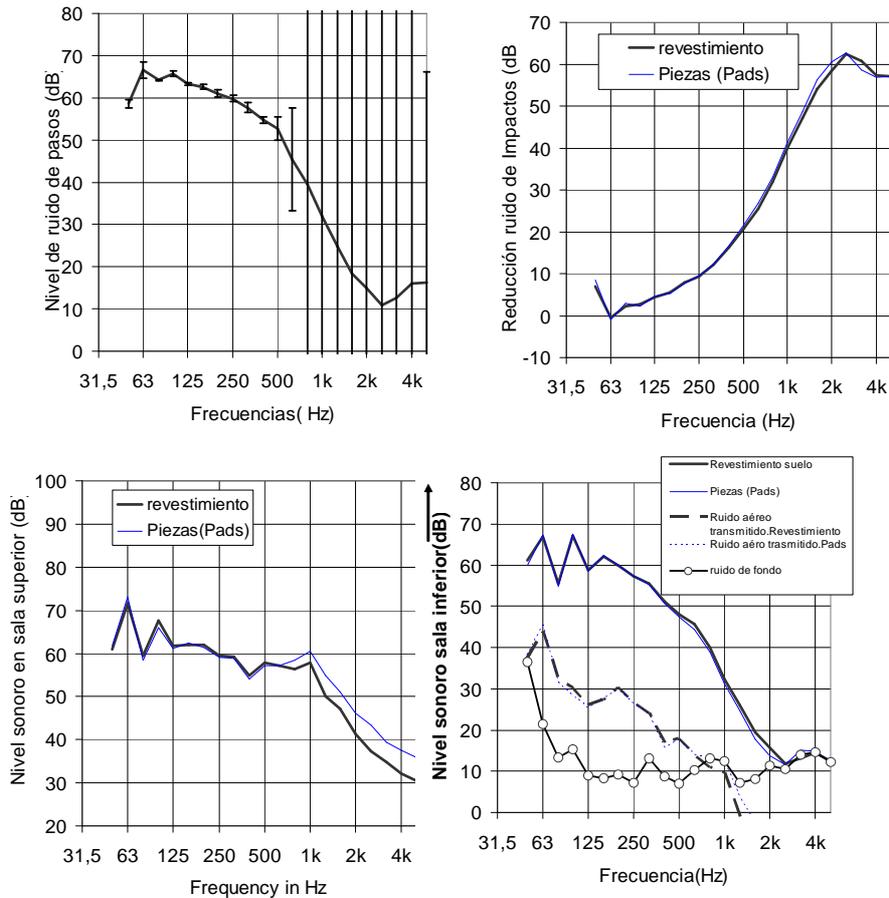


**Gráficas 2:** Muestra 2. Resultados en frecuencias- Datos intermedios medida.

Respecto a la muestra de moqueta (Muestra 3), el procedimiento y resultado obtenido no se considera óptimo, dado que para frecuencias superiores a 500 Hz, los niveles medidos presentan una alta incertidumbre. En este rango de frecuencias el nivel sonoro medido en la cámara superior cuando la máquina de impactos está activa, es mayor cuando se colocan los pads de la moqueta que cuando se coloca la moqueta. En este caso para la realización del ensayo la moqueta no ha cubierto todo el forjado, dado que es material flexible.

Sobre esta muestra se han realizado pruebas adicionales, aislando la máquina de impactos, cambiando el tipo de máquina de impactos, reduciendo el tamaño de muestra y no se ha conseguido reducir la incertidumbre asociada.

Respecto a la cuarta muestra, el revestimiento de PVC, se han obtenido resultados óptimos hasta la frecuencia de 2000 Hz, considerándose el valor ponderado obtenido, como aceptable.



Gráfica 3: Muestra 3. Resultados en frecuencias- Datos intermedios medida.

Se han realizado sobre la muestra 2 y 4, ensayos adicionales, cuyos resultados se muestran en la tabla 3. A la vista de los mismos se puede afirmar que el procedimiento seguido en el laboratorio tiene una buena repetibilidad para las citadas muestras.

Por otro lado respecto a la reducción del ruido de impactos, en las gráficas adjuntas se ratifica la influencia del tamaño de muestra utilizado en el ensayo, cubriendo toda la superficie o no, en función del tipo de muestra. Para las muestra flexibles (3 y 4) se obtienen valores similares de reducción de ruido de impactos y en cambio en el caso del suelo laminado las diferencias son significativas.

Muestra	$E_{RRT}$	$E_3$	$E_2$	$E_4$	$E_5$
2 Suelo laminado sobre lámina 2	91,8	91,7	91,7	91,6	91,2
4 Suelo de PVC de 3 mm	74,6	74,2	74,6	-	-

Tabla 3: Resultados ensayos ruido de pasos,  $L_{n,walk,A}$  sobre las mismas muestra.

## COMENTARIOS FINALES

Respecto a la aplicación del método propuesto [5] para la obtención del ruido de pasos emitido por recubrimientos de suelos y en base a los resultados anteriormente presentados se puede afirmar que se trata de un método complementario al de medida del nivel de ruido de impactos de los revestimientos [1], lo que permite evaluar este nuevo parámetro sin un gran coste adicional.

En principio, el método es aplicable a cualquier tipo de revestimiento. Sin embargo, para el revestimiento de la moqueta, no se ha conseguido obtener un resultado óptimo utilizando este método. Es necesario realizar pruebas adicionales en este sentido.

Dependiendo del tipo de revestimiento, existen también limitaciones en cuanto a la obtención de la piezas del revestimiento (pads), necesarias para la realización de los ensayos.

Para los revestimientos ensayados, a excepción de la moqueta, se han obtenido una buena repetibilidad del procedimiento utilizado en el laboratorio.

Se considera interesante disponer de un método armonizado y un parámetro común, que permita caracterizar y comparar revestimientos de suelos frente al ruido de pisadas. Esto puede ayudar en la elección de un revestimiento en recintos sensibles a este tipo de ruido. Sin embargo la propuesta de norma tiene algunas limitaciones.

## REFERENCIAS

[1] UNE-EN ISO 10140. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 1-Anexo H-Recubrimientos de suelos. Mejora del aislamiento al ruido de impactos.

[2] UNE-EN ISO 140-7. Medición in situ del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos.

[3] Measurement of drum sound. NT Tech Report 573. Nordic Innovation Centre. 2005.

[4] NF S31-074:2002. Laboratory measurement of in room impact noise by floor covering put in this room.

[5] Fpr EN 16205: Laboratory measurement of walking noise on floors: 2011.

[6] Stange-Kölling, S.: Interlaboratory test on walking noise. AIDA-DAGA 2013.