

Medición de Iluminación a través de Aplicaciones Móviles

Zappani, Karen Georgina Elizabeth ^a, Prez, Daniel Hugo ^b, Mattivi, María de los Rosarios ^c

^a Alumna Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo FI – UNaM Oberá, Misiones, Argentina.

^b Ing. Mecánico FI – UNaM, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina

^c Ing. Electromecánica FI-UNaM, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina

E-mails: karenzappani@gmail.com, danielhperez@gmail.com, maria.mattivi@fio.unam.edu.ar

Resumen

El artículo presenta un estudio aplicado sobre el uso de teléfonos inteligentes para la medición de iluminancia en ambientes laborales, tomando como base el protocolo establecido por la normativa vigente. Se describen las etapas del trabajo, desde la selección y análisis de aplicaciones móviles hasta la comparación de sus mediciones con las obtenidas mediante un luxómetro digital como instrumento de referencia. Además, se detallan los criterios técnicos considerados para evaluar la precisión y uniformidad de los datos, brindando al lector una guía sobre los aspectos clave a tener en cuenta al emplear estos dispositivos como herramientas orientativas para la medición de parámetros físicos.

Palabras Clave – Iluminancia, Smartphones, Medición, Aplicaciones móviles, Luxómetro, Seguridad laboral.

1. Introducción

La iluminación adecuada en los espacios de trabajo es un factor fundamental para garantizar la seguridad, el bienestar y el rendimiento de las personas. Por esta razón, la medición precisa de los niveles de iluminancia resulta clave en evaluaciones vinculadas a la Higiene y Seguridad en el Trabajo. Tradicionalmente, esta tarea se ha llevado a cabo mediante el uso de instrumentos calibrados, como los luxómetros, que proporcionan mediciones confiables y estandarizadas. [1]

Este trabajo se enmarca en las actividades desarrolladas en las Becas de Iniciación a la Investigación en Ciencia y Tecnología otorgada por la Secretaria General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Misiones y surge como resultado del proyecto titulado “*Medición de iluminacion en ambientes laborales con smartphones*”

No obstante, el avance tecnológico y la masificación de los teléfonos inteligentes han dado lugar a nuevas alternativas. Muchos de estos dispositivos incorporan sensores de luz ambiental que, junto a aplicaciones móviles específicas, permiten realizar mediciones de iluminancia de forma accesible y rápida. Estas herramientas de bajo costo han despertado el interés de la comunidad técnica y académica por su potencial uso como complemento (incluso como reemplazo) de los equipos profesionales, especialmente en contextos donde no se cuenta con recursos suficientes. Sin embargo, aún persisten dudas en torno a su precisión, confiabilidad y cumplimiento de los requisitos normativos. [2]

En este contexto, el presente trabajo se propone analizar la viabilidad del uso de smartphones para la medición de iluminancia en ambientes laborales. Para ello, se compararon los valores obtenidos con tres aplicaciones móviles (Phyphox, Lux Light Meter y Medidor de Luz) instaladas en tres modelos de teléfonos Samsung, frente a las mediciones de un luxómetro digital calibrado (Sper Scientific 840020). El ensayo se desarrolló en un aula de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional

* karenzappani@gmail.com

de Misiones, aplicando el Protocolo de Medición de Iluminación según Resolución N.º 84/2012 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo. [3]

A partir del análisis de los errores porcentuales y de la uniformidad de la iluminación, se evaluó el grado de precisión alcanzado por cada combinación dispositivo-aplicación. Los resultados permitieron identificar limitaciones y fortalezas de estas herramientas, concluyendo que, si bien algunas ofrecen valores cercanos al instrumento patrón, ninguna cumple con los criterios de uniformidad exigidos por la normativa. En consecuencia, los teléfonos inteligentes podrían utilizarse como herramientas de apoyo para estimaciones orientativas, pero no reemplazan a los instrumentos profesionales en evaluaciones técnicas formales.

2. Objetivos

Objetivo General

- Analizar los resultados de las mediciones de la iluminación realizados con las aplicaciones de smartphones y un instrumento calibrado, siguiendo el Protocolo para la Medición de Iluminación en Ambientes Laborales de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo

Objetivos Específicos

- Analizar y seleccionar las aplicaciones que se pueden utilizar en los smartphones para medir iluminancia.
- Seleccionar los ambientes laborales con iluminación artificial donde realizar los relevamientos de nivel de iluminancia.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos entre las aplicaciones y el luxómetro.

3. Desarrollo

El desarrollo se resume en las siguientes actividades:

Actividad N° 1: Revisión bibliográfica sobre la temática de investigación propuesta.

En esta primera etapa se revisaron antecedentes técnicos y académicos vinculados a la utilización de aplicaciones móviles para la medición de iluminancia. Los trabajos consultados incluyeron tanto estudios comparativos entre distintos tipos de aplicaciones, como investigaciones centradas en la influencia del número de puntos de medición en la precisión de los resultados obtenidos. [4]
[5]

Entre los principales hallazgos se destaca que, en dispositivos con sistema operativo Android, las aplicaciones utilizadas no generan diferencias significativas en los valores medidos, ya que todas acceden al mismo sensor de luz del teléfono. Por el contrario, en dispositivos iOS, los resultados sí varían entre aplicaciones, dado que el sistema varía según la aplicación empleada.

Además, diversos autores concluyen que, si bien las aplicaciones móviles pueden utilizarse con fines estimativos u orientativos, no reemplazan a los luxómetros profesionales ya que presentan una variabilidad considerable según el modelo del teléfono y las condiciones de calibración.

Algunos estudios recomiendan aplicar factores de calibración o funciones de ajustes matemáticos para mejorar la precisión de los datos obtenidos mediante smartphones.

Estas conclusiones permitieron sustentar la selección de aplicaciones a evaluar en la etapa experimental y proporcionaron un marco teórico para interpretar los posibles errores o discrepancias que podrían surgir al comparar las mediciones con las de un instrumento profesional.

Actividad N° 2: Identificar las apps que se utilizan para medir nivel de iluminancia y cuales son su requisito para el funcionamiento

Esta etapa permitió reconocer las aplicaciones más relevantes, así como analizar los requisitos técnicos necesarios para su correcto funcionamiento en distintos equipos. El análisis contempló variables como la compatibilidad con el sistema operativo, número de descargas, valoración de los usuarios, opiniones destacadas, actualizaciones y otros criterios que aportan indicios sobre la fiabilidad y precisión de cada aplicación. A partir de este proceso de selección, se definieron las aplicaciones que serían evaluadas experimentalmente.

Las aplicaciones seleccionadas fueron:

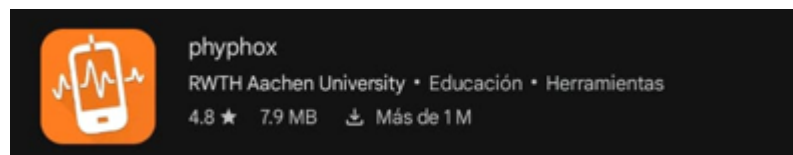


Ilustración 1 - Primera aplicación seleccionada

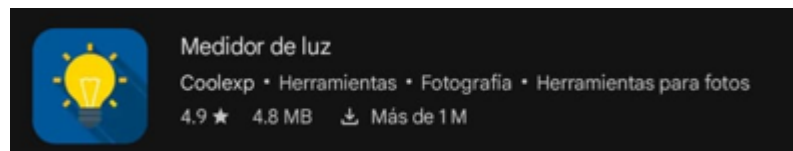


Ilustración 2 - Segunda aplicación seleccionada

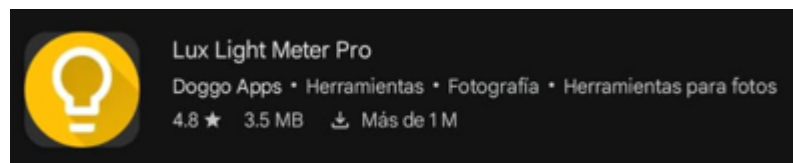


Ilustración 3 - Tercera aplicación seleccionada

Actividad N° 3: Selección de ambientes laborales de la Facultad de Ingeniería donde se realizarán los ensayos

Para el desarrollo de los ensayos de medición de iluminancia, se seleccionó el aula D4 de la Facultad de Ingeniería, considerada un espacio representativo por su uso habitual en actividades académicas y por sus características constructivas. Esta elección se vio respaldada por los resultados obtenidos en el trabajo “*Determinación de indicadores de eficiencia energética con*

relación a la iluminación en espacios educativos de la FI UNaM (2023)”, donde dicha aula fue valorada positivamente por los usuarios en cuanto a la percepción subjetiva de la iluminación, lo que la posiciona como un entorno adecuado para estudios de esta naturaleza. [6]

El aula cuenta con un sistema artificial general compuesto por luminarias con tubos led, distribuidas de manera uniforme en el cielorraso. Estas condiciones permiten establecer un entorno controlado, acordes a los requisitos del Protocolo de Medición de Iluminación en Ambientes Laborales – Resolución N° 84/2012. [7]

Actividad N°4: Realización de los relevamientos de nivel de iluminancia en los ambientes laborales seleccionados.

Para esta etapa se realizó el relevamiento lumínico siguiendo los lineamientos del Protocolo para la Medición de Iluminación en Ambientes Laborales, emitido por la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT). Este protocolo establece los criterios técnicos necesarios para evaluar si un ambiente laboral cumple con los niveles mínimos de iluminancia requeridos, de acuerdo al tipo de actividad desarrollada.

Como parte del procedimiento, se calculó el Índice de Local (IL), que permite determinar la cantidad mínima de puntos a medir en función de las dimensiones del recinto. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Indice de Local} = \frac{\text{largo} \times \text{ancho}}{\text{altura de montajex} (\text{largo} + \text{ancho})}$$

Donde la altura de montaje es la distancia vertical entre el centro de la fuente de luz y el plano de trabajo.

$$\text{Indice de Local} = \frac{(8,2 \text{ m} \times 7,82 \text{ m})}{2,36 \text{ m} \times (8,2 \text{ m} + 7,82 \text{ m})} = 1,70$$

Luego se calcula la cantidad mínima de puntos de medición de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad minima de puntos de medición} = (x + 2)^2$$

Donde “x” es el valor del índice de local redondeado al entero superior, excepto para valores iguales o mayores a 3, el valor de x es 4.

Entonces

$$\text{Cantidad minima de puntos de medición} = (2 + 2)^2 = 16$$

El ambiente seleccionado, esta equipado con un sistema de iluminación general compuesto por luminarias de tipo lineal instaladas en el cielorraso. Cada luminaria contiene dos tubos LED de 16 W, los cuales proveen una distribución uniforme de luz artificial, adecuada para las actividades académicas que se desarrollan allí.

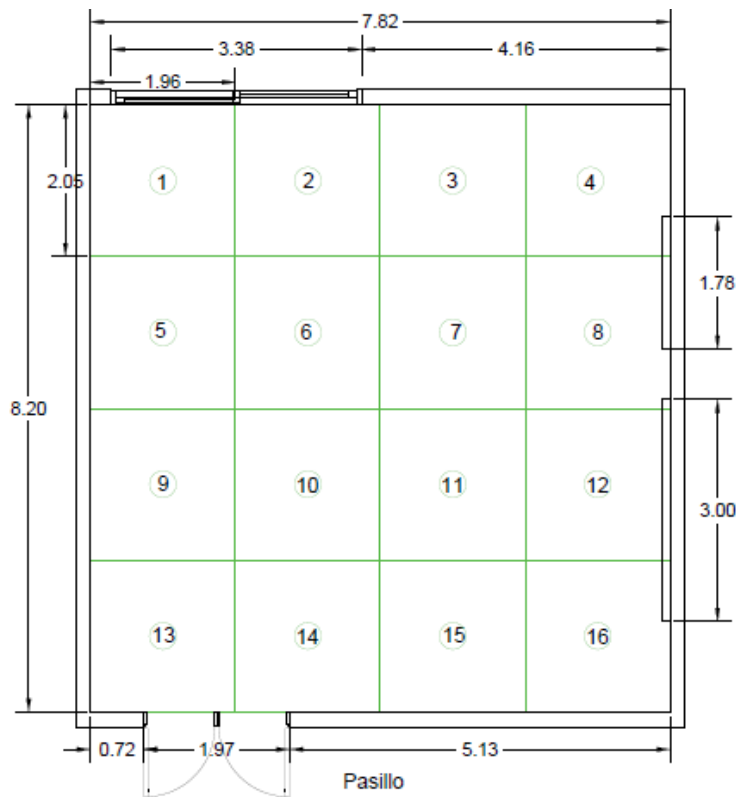


Ilustración 4 - Grilla con puntos de medición

Luego se debe obtener la iluminancia media (E_{media}), que es el promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{media} = \frac{\sum \text{valores medidos (lux)}}{\text{Cantidad de puntos medidos}}$$

Una vez obtenida la iluminancia media, se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia, según lo requiere el Decreto 351/1979 en su Anexo IV.

$$E_{minima} \geq \frac{E_{media}}{2}$$

Donde la iluminancia mínima ($E_{mínima}$), es el menor valor detectado en la medición y la iluminancia media (E_{media}) es el promedio de los valores obtenidos en la medición. Si cumple con la relación, indica que la uniformidad de la iluminación está dentro de lo exigido en la legislación vigente.

Actividad N° 5: Analizar los resultados obtenidos.

Los valores medidos en campo fueron exportados a una planilla de Microsoft Excel, donde se calcularon los errores porcentuales respecto al valor patrón medido con el luxómetro, la iluminancia media y la uniformidad conforme a lo establecido en el Anexo IV del Decreto 351/1979.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con cada una de las aplicaciones evaluadas en los tres dispositivos móviles, comparando los valores registrados de referencia.

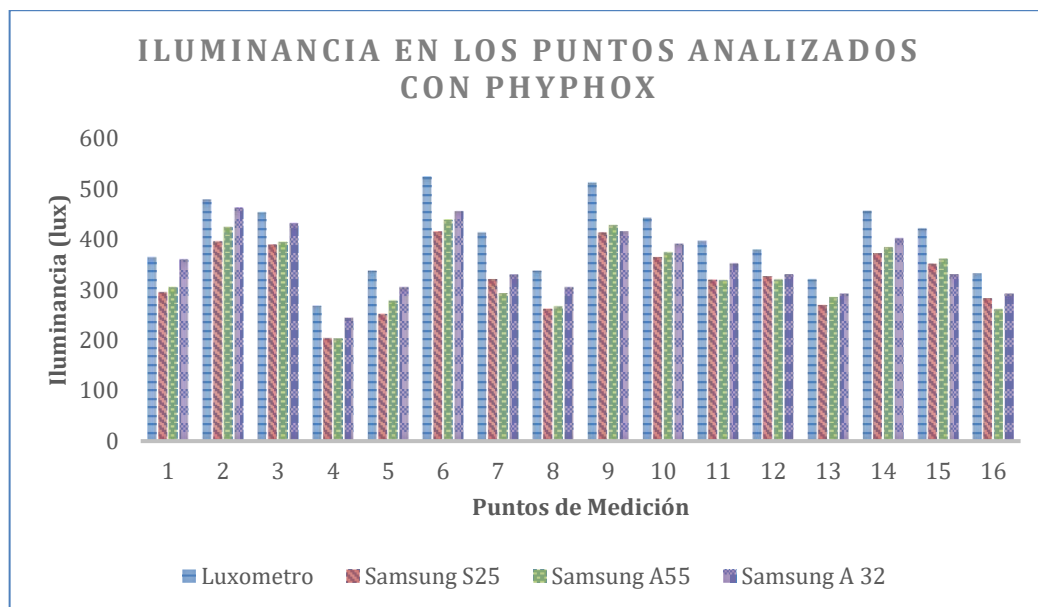


Ilustración 5 - Valores de iluminancia registrados con la aplicación Phyphox

En la ilustración 5 se representan los valores de iluminancia en lux correspondientes a los 16 puntos de medición, utilizando la aplicación Phyphox en los tres dispositivos. Se observa una dispersión moderada en los resultados, siendo la más notoria en los teléfonos Galaxy S25 ultra y Galaxy A55, cuyos errores oscilaron entre el 13% y el 24%. En cambio, el Galaxy A32 presento menor variación con errores entre el 1% y el 16%, con valores más cercanos al patrón.

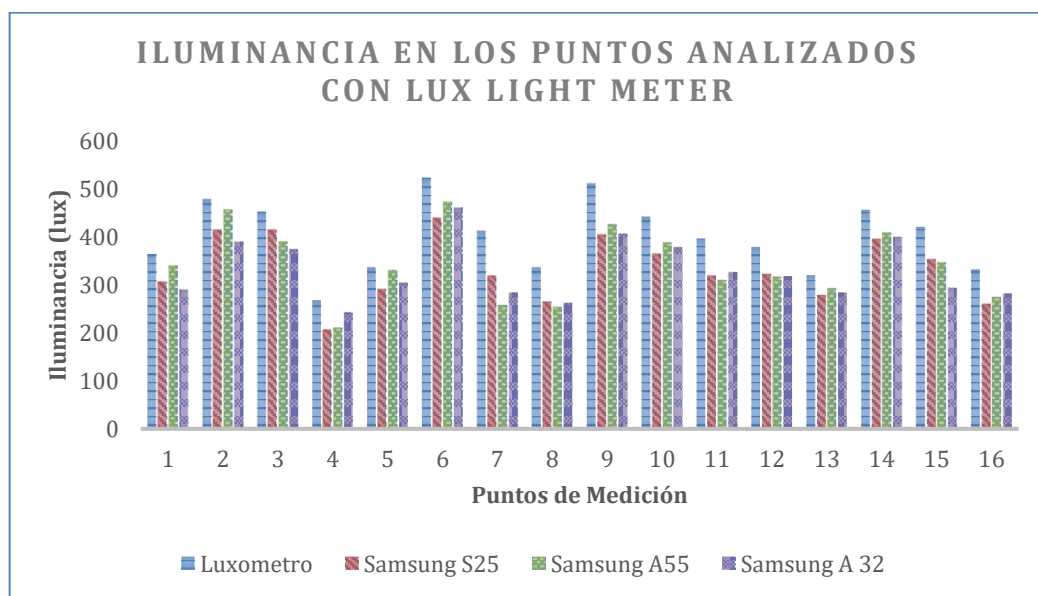


Ilustración 6- Valores de iluminancia registrados con la aplicación Lux Light Meter

La ilustración 6 muestra los resultados obtenidos con la aplicación Lux Light Meter. En este caso, se evidencia una mayor variabilidad en los tres dispositivos, especialmente en el Galaxy S25 ultra y en el Galaxy A55, con errores entre el 14% y el 26%. Mientras que el Galaxy A32 volvió a demostrar un mejor comportamiento, aunque con errores algo mayores, entre el 5% y el 22%.

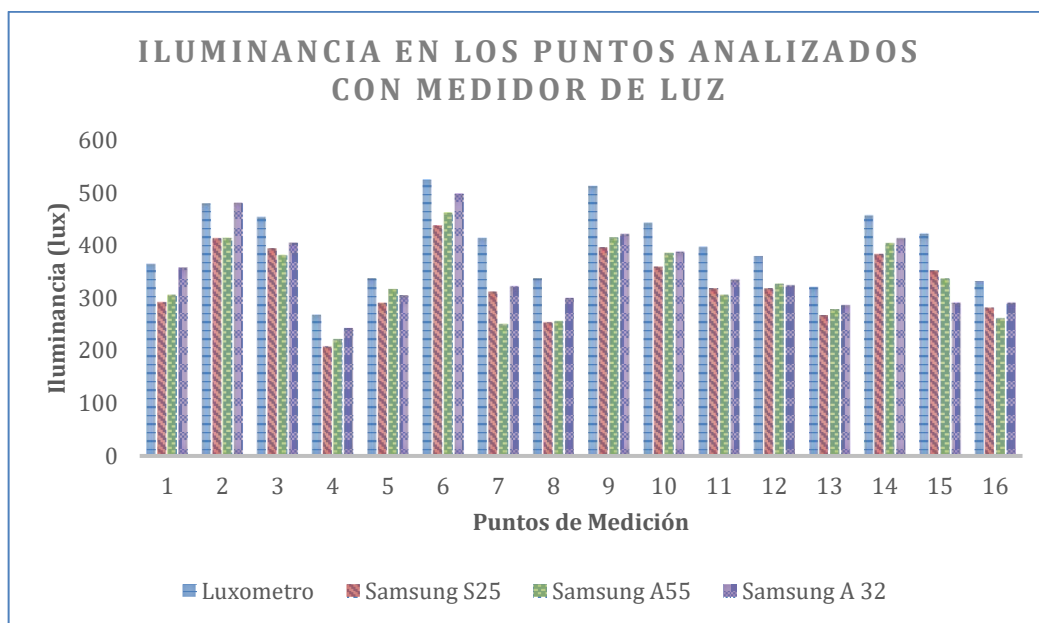


Ilustración 7 Ilustración 6- Valores de iluminancia registrados con la aplicación Medidor de Luz

En la ilustración 7 se visualizan los valores registrados con Medidor de Luz, aplicación en la que se obtuvieron los resultados más consistentes. Particularmente, el dispositivo Galaxy A32, arrojo un error mínimo del 0,8% y un error máximo del 26%. En general, se evidencio una tendencia más uniforme y valores más cercanos al patrón en comparación con las otras aplicaciones.

En los tres casos, el Samsung Galaxy A32 fue el dispositivo que mostro un rendimiento más estable, con menores niveles de error independientemente de la aplicación utilizada. La aplicación Medidor de Luz, combinada con el Galaxy A32 fue la que presentó el mejor desempeño global, con errores más bajos y mayor coherencia respecto al luxómetro.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos permitieron comprobar que, si bien los teléfonos inteligentes equipados con aplicaciones específicas pueden ofrecer estimaciones relativamente cercanas a los valores medidos por un instrumento patrón, su precisión varía significativamente según el modelo de dispositivo y aplicación empleada.

Sin embargo, al evaluar la uniformidad de la iluminación según lo establece el Anexo IV del Decreto 351/1979, se observó que ninguna de las mediciones realizadas tanto con el luxómetro como con las aplicaciones, cumplieron con los criterios normativos exigidos, lo que limita su uso en contextos donde se requiere una evaluación técnica con validez legal o reglamentaria.

En consecuencia, se concluye que los teléfonos inteligentes pueden ser herramientas útiles para realizar diagnósticos preliminares o mediciones orientativas en campo, especialmente en situaciones donde no se dispone de instrumentos especializados. No obstante, no sustituyen el uso de equipos profesionales calibrados como el luxómetro, cuando se trata de mediciones que deben cumplir con las exigencias legales en materia de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

5. Referencias

- [1] «Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Ley 19587/72,» [En línea]. Available: <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/17612/norma.htm>.
- [2] C. M. M. M. A. D. y. M. H. Gutiérrez Martínez, «Los teléfonos inteligentes como herramienta de medición de luz: caso de estudio,» Alcalá de Henares, España, 2017.
- [3] S. d. R. d. Trabajo, «LA ILUMINACION EN EL AMBIENTE LABORAL,» 22 Octubre 2012. [En línea]. Available: https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2016/08/Guia_practica_1_Iluminacion_2016.pdf.
- [4] Rodriguez, Paviglianiti, Dumit y Pattini, «CALIBRACIÓN DE TELÉFONOS INTELIGENTES PARA LA MEDICIÓN,» PALMAS - TOCANTINS, 2021.
- [5] V. HERZOG, DOBAJ, BUCHMEISTER y SPINDLER, «COMPARACIÓN ENTRE APLICACIONES DE LUXÓMETRO Y DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN,» Maribor, Eslovenia,, 2022.
- [6] M. E. NESTOR, «Determinación de indicadores de eficiencia energética con relación a la iluminación espacios educativos de la FI UNaM,» 2023.
- [7] S. d. R. d. Trabajo, «Protocolo para la Medicion de Iluminación en el Ambiente Laboral - InfoLEG,» 01 Enero 2012. [En línea]. Available: <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/190000-194999/193616/norma.htm>.