



**FACULTAD DE DISEÑO
MAESTRIA EN DISEÑO SOSTENIBLE**

**PROYECTO FINAL PARA OPTAR EL TITULO DE
MAGISTER EN DISEÑO SOSTENIBLE**

**“La Calidad del Aire en Espacios Interiores para la Vivienda
De Interés Social en la Ciudad de Bogotá, D.C.”.**

**ESTUDIANTE
DIEGO MEDINA RAMÍREZ
Arquitecto**

BOGOTÁ, SEPTIEMBRE DE 2018

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE DISEÑO
MAESTRÍA EN DISEÑO SOSTENIBLE**

**PROYECTO FINAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE
MAGISTER EN DISEÑO SOSTENIBLE**

**“La Calidad del Aire en Espacios Interiores para la Vivienda
De Interés Social en la Ciudad de Bogotá, D.C.”.**

**ESTUDIANTE
DIEGO MEDINA RAMÍREZ
Arquitecto**

**DIRECTOR
Ing. Mg. ANDRÉS MAURICIO GARCÍA TRUJILLO**

BOGOTÁ, SEPTIEMBRE DE 2018

NOTA DE ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Ing. Andrés García
Director del proyecto

NOTA DE ACEPTACIÓN DEL JURADO

Jurado

Jurado

Arq. Susana Mariño
Coordinadora MDS



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin Obras Derivadas — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

Palabras Claves

Calidad del aire, Recurso participativo, Variables, Agentes contaminantes, Salud, VIS (vivienda de interés social).

Resumen

El proceso de investigación realizado sobre la calidad del aire en espacios interiores para la VIS lleva a la necesidad de crear un recurso participativo que facilita de una forma práctica y recursiva a los gestores, constructores, promotores y usuarios finales el conocimiento, identificación, prevención y control de los diversos agentes contaminantes que afecta la calidad del aire interior en los espacios habitacionales para que lleve a una integralidad de confort y bienestar sostenible.

De acuerdo a los resultados entregados por la encuesta realizada de forma viral se estableció el interés en apostarle a la calidad del aire al interior de la vivienda, sin embargo, también muestra que no se ha generado en la sociedad colombiana conciencia e importancia del mismo. Al interior de la vivienda se encuentran diversas clases de contaminantes del aire que para detectarlos y medirlos se requiere de algunos procedimientos dispendiosos, técnicos y no muy exactos, la mayoría desconocidos por el usuario final (quien no está exento de su gran participación de los proyectos de la VIS por ser él quien habitará su espacio residencial); sin embargo, los gestores, constructores y promotores tienen un llamado a una gran responsabilidad social y búsqueda de equilibrio entre el ser humano, su vivienda y la salud de quienes lo habitan.

Por eso se establecieron 6 variables con sus recomendaciones acorde a los roles mencionados anteriormente, necesidades y objetivos con un lenguaje técnico y sencillo que brinda una información exacta y específica según sus intereses; cumpliéndose el principal objetivo del

recurso participativo propuesto en esta investigación, facilitarle de una manera más didáctica y efectiva el conocimiento, apropiación y cuidado de cada detalle (agentes contaminantes, diseño arquitectónico, materiales, acabados, normatividad entre otros) de los proyectos de la VIS en la búsqueda de una adecuada calidad del aire interior en los espacios habitacionales, específicamente en el ámbito colombiano.

Este recurso participativo será una guía que lleva a estos actores que participan en los proyectos de la VIS asumir su rol y compromiso social con unos lineamientos responsables y éticos que aporten en el crecimiento de la economía nacional.

Keywords

Air quality, Participatory Resources, Variables, Polluting Agents, Health, SIH (Social Interest Housing).

Abstract

The research process on indoor air quality for the SIH created the need to develop a pragmatic participatory resource that enables managers, constructors, promoters and end users to identify, prevent and control various polluting agents that affect indoor air quality in the living spaces, to accomplish an integrality of comfort and sustainable well-being.

An interest on investing in air quality inside the house resulted from the online survey, however, it also reflected that its awareness and importance has not yet been positioned in the Colombian society. Inside the house there are different kinds of air pollutants that require complex, technical and not always exact procedures to detect and measure them. Most of those procedures

are unknown by the end user (who is not exempt from a relevant participation on SIH as the one who inhabits the residential space). However, managers, constructors and promoters have a call for a vast social responsibility and a pursuit of balance between the human being, their home and health.

That is why six variables with their recommendations were established according to the roles mentioned above, needs and objectives with technical and simple language that provide accurate and specific information according to their interests; fulfilling the primary purpose of the participatory resource proposed herein, to provide a more didactic and effective knowledge, ownership and care of every detail (pollutants, architectural design, materials, finishes, standards, etc.) of SIH projects in finding an adequate indoor air quality in residential areas, specifically in Colombia.

This participatory resource is a guide that leads the actors involved in the SIH projects to assume its role and social commitment to responsible and ethical guidelines that contribute to the growth of the national economy.

Tabla de Contenido

NOTA DE ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	2
NOTA DE ACEPTACIÓN DEL JURADO	2
Palabras Claves	4
Resumen.....	4
Keywords	5
Abstract	5
Lista de Tablas	9
Lista de Figuras.....	11
1 Introducción	13
2 Pregunta:	15
3 Objetivo General:.....	15
4 Objetivos Específicos:	16
5 Metodología:	17
6 Justificación de la Investigación	17
7 Marco Teórico.....	19
7.1. Contaminantes del aire:.....	22
7.1.1 Contaminantes Físicos.....	23
7.1.2 Contaminantes Biológicos:	24
7.1.3 Contaminantes Químicos:	26
7.1.4 Contaminantes del Aire Exterior:.....	28
7.1.5 Contaminantes en Bogotá	30
7.2 La calidad del aire y la salud.....	31

8	Marco normativo.....	35
8.1	Prácticas Internacionales:.....	37
8.2	Requisitos para garantizar la calidad del aire al interior de la vivienda	40
8.3	Normas Nacionales	42
8.4	Guía de construcción sostenible.....	47
9	Desarrollo.....	50
9.1	Diseño Arquitectónico:	52
9.2	Materiales de Construcción para las VIS.....	60
9.2.1	Materiales para Acabados:	63
9.2.2	Pintura.....	69
9.2.3	Pisos Laminados	80
9.2.4	Baldosa Cerámica y Gres Porcelánico.....	87
9.3	Productos de Aseo e higiene personal	89
9.4	La conciencia, las rutinas o hábitos.	91
9.4.1	Interpretación de las variables	96
10	Resultados	101
10.1	Modelo del Recurso Participativo.....	104
11	Conclusiones	111
12	Referencias.....	118
13	Anexos	123

Lista de Tablas

Tabla 1. Contaminantes y sus fuentes más comunes; http://www.archbronconeumol.org/es/contaminacion-del-aire-interior-su/articulo/S0300289612001196/	23
Tabla 2. Microorganismos presentes en el aire interior descritos como causas de alveolitis alérgica extrínseca relacionada con los edificios, Xavier Guardino S. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/44.pdf , p.25	25
Tabla 3. Contaminantes químicos característicos en el ambiente interior; tomado de calidad del aire interiores, Xavier Guardino Sola, 2017. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/44.pdf	26
Tabla 4. Componentes y emisiones de productos de consumo y otras fuentes de compuestos orgánicos volátiles (COV); calidad del aire interior, Xavier Guardino Sola,	27
Tabla 5. Síntomas y enfermedades relacionadas con la calidad del aire;Desarrollo sustentable y calidad del aire; María Elena Tavera Cortés y Raul Junior Sandoval Gómez;2014	31
Tabla 6. Contaminantes químicos del aire interior; http://articulos.mercola.com ;2016	34
Tabla 7. . Relación de guías relativas a la normativa de calidad de ambientes interiores auditorías IEQ (Indoor Environmental Quality.) http://intersindical.es/boletin/laintersindical_saludlaboral_02/archivos/edificios_saludables_2parte.pdf ,p,22	36
Tabla 8. Lineamientos para la promoción de viviendas saludables con adaptación al cambio climático, Sonia Yucahuamán, 2010	38
Tabla 9. Estudio de la contaminación ambiental al interior de las viviendas en tres barrios de la capital dominicana, Georgina Espinal, Sócrates Nivar, 2004	39
Tabla 10. Requisitos mínimos de caudal de aire para extracción localizada intermitente; http://www.spaingbc.org/files/LEED%20v4%20HOMES%20ESP.pdf ;;2013	42
Tabla 11. Requisitos mínimos simplificados de caudal de aire (litros/segundo) para sistemas de ventilación continua; http://www.spaingbc.org/files/LEED%20v4%20HOMES%20ESP.pdf ;2013	42
Tabla 12. . Definición de contaminante peligroso del aire; ntc-6018; Icontec, 2013	44
Tabla 13. Límites de VOC; norma técnica colombiana 6018,2013	44
Tabla 14. Límites de VOC según reglamentación scaqmd rule 1113; 2017	46
Tabla 15. Normas técnicas colombianas -NTC- referente a la calidad del aire, producción propia.	48
Tabla 16. Cálculo de tasa mínima de renovación de aire para ejemplo arquitectónico analizado, producción propia, 2017	54
Tabla 17. Tabla E-2a según ASHRAE 6.2, requerimiento de renovación de aire, 2017	55
Tabla 18. Datos climáticos para Bogotá según Meteonorm versión 5,1, 2017	58
Tabla 19. Emisiones procedentes de materiales de construcción y decoración utilizados en el edificio. https://es.slideshare.net/pianorichard/edificios-saludables-2parte	64
Tabla 20. Tomado de la tabla No. 1 del informe contaminación del aire interior y su impacto en la patología respiratoria; www.archbronconeumol.org ,2013	68
Tabla 21. Lista de países valorados en el reporte de la UNEP,2016	71
Tabla 22. Contaminantes del aire por materiales (pintura); basado en información Dr. Mercola, producción propia, 2017	72

Tabla 23. Límites de VOC; norma técnica colombiana 6018,2013	73
Tabla 24. Límites de voc según reglamentación scaqmd rule 1113; 2017	75
Tabla 25. Ficha técnica vinilo tipo 1 tomado de la página de 1a acabados; 2017	76
Tabla 26. Ficha técnica intervinilo de pintuco tomado de la página de pintuco; 2017	77
Tabla 27 Ficha técnica de pintura vinilo acrílica pro 1000 plus; tomada de la página de comex mexico;2017	79
Tabla 28. Emisiones provenientes de materiales de construcción, https://es-slideshare.net ,2017	88
Tabla 29. . Componentes y emisiones de productos de consumo y otras fuentes de compuestos orgánicos volátiles (COV), Xavier Guardino S	90
Tabla 30. . Tomada de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentación/fichasTécnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_521.pdf , 2017	91
Tabla 31. . Resultado género encuesta aplicada; producción propia 2017	123
Tabla 32. Resultado estado civil encuesta aplicada; producción propia 2017	124
Tabla 33. Resultado rango de edad encuesta aplicada; producción propia; 2017	124
Tabla 34. Resultado escolaridad encuesta aplicada; producción propia; 2017	124
Tabla 35. . Resultado ubicación encuesta aplicada; producción PROPIA; 2017	124
Tabla 36. Resultado ciudad de vivienda encuesta aplicada; producción propia; 2017	125
Tabla 37. Resultado localidad encuesta aplicada; producción propia; 2017	125
Tabla 38. Resultado encuesta aplicada preguntas sección II, producción propia, 2017	126
Tabla 39. Resultado pregunta 1 sección III encuesta aplicada, producción propia, 2017	127
Tabla 40. Resultado pregunta 2 Sección III Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	127
Tabla 41. Resultado pregunta 2, Complemento, Sección III encuesta aplicada, Producción propia, 2017	128
Tabla 42. . Resultado pregunta 2, complemento, Sección III Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	128
Tabla 43. Resultado pregunta 2, complemento, Sección III Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	129
Tabla 44. Resultado pregunta 2, complemento, Sección III Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	129
Tabla 45. . Resultado pregunta 2, complemento, Sección III Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	129
Tabla 46. Resultado pregunta 3 sección III, encuesta aplicada, producción propia, 2017	130
Tabla 47. Resultado pregunta 1 sección IV, encuesta aplicada, producción propia, 2017	131
Tabla 48. Resultado pregunta 2 Sección IV, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	132
Tabla 49. Resultado pregunta 3 Sección IV, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	132
Tabla 50. Resultado pregunta 4 Sección IV, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	132
Tabla 51. Resultado pregunta 5 Sección IV, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	133
Tabla 52. Resultado pregunta 6 Sección IV, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	133
Tabla 53. Resultado preguntas 1,2, 3 Y 4 Sección V, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	134
Tabla 54. . Resultado preguntas 5,6 Y 7 Sección V, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	135
Tabla 55. Resultado preguntas 8,9 Y 10 Sección V, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017	135

Lista de Figuras

Figura 1. Ficha técnica de vinilo tipo 1 de Tito Pabón; fotografía propia tomada de un envase de vinilo; 2017 _____	45
Figura 2. Plano apartamento tipo vivienda de interés social en Bogotá, ejemplo arquitectónico; Grupo Construmax 2014 _____	53
Figura 3. Resultado de simulación renovación de aire anual para ejemplo arquitectónico, Design Builder para ejemplo, Medina Ramírez Diego, 2017 _____	56
Figura 4 Resultado de simulación renovación de aire para la semana más fría del año, Design Builder para ejemplo, Medina Ramírez Diego, 2017 _____	57
Figura 5 Resultado de simulación para confort térmico semana más fría, Design Builder para ejemplo arquitectónico, Medina Ramírez Diego, 2017 _____	58
Figura 6 . Definición de contaminante peligroso del aire; ntc-6018; Icontec, 2013 _____	73
Figura 7 . Ficha técnica de vinilo tipo 1 de tito Pabón; fotografía propia tomada de un envase de vinilo; 2017 _____	74
Figura 8. Etiqueta de envase de pintura tipo 1 de lacabados; producción propia, 2017 _____	76
Figura 9. Etiqueta tomada de envase de vinilo tipo 1 de pintuco; producción propia, 2017 _____	78
Figura 10. Etiqueta tomada del envase de vinilo 1000 pro plus, producción propia, 2017 _____	80
Figura 11. . Tomada del empaque de piso laminado holztek en Home Center Bogotá, producción propia, 2017 _____	82
Figura 12. Tomada del empaque de piso laminado holztek en Home Center Bogotá, producción propia, 2017 _____	83
Figura 13. Tomada del empaque de piso laminado holztek en Home Center Bogotá, producción propia, 2017 _____	83
Figura 14. Tomada del empaque de piso laminado karson en Home Center Bogotá, producción propia, 2017 _____	84
Figura 15. Tomada del empaque de piso laminado karson en home center Bogotá, producción propia, 2017 _____	84
Figura 16. Tomada del empaque de piso laminado HOLZtek en home center Bogotá, producción propia, 2017 _____	85
Figura 17. Tomada de empaque piso laminado HOLZtek en home center Bogotá, producción propia, 2017 _____	85

Figura 18. Tomada del empaque de piso laminado xylon, producción propia, 2017 _____	86
Figura 19. Tomada de empaque piso laminado xylon, producción propia, 2017 _____	87
Figura 20. Resultados encuesta aplicada, producción propia, 2017 _____	97
Figura 21. Resultado encuesta aplicada, producción propia, 2017 _____	97
Figura 22. Resultados encuesta aplicada, producción propia, 2017 _____	98
Figura 23. Resultados de encuesta aplicada, producción propia, 2017 _____	99

1 Introducción

Hoy en día las nuevas tecnologías y las herramientas de ofimática agilizan el uso de contenido e información más específica y exacta en un lenguaje sencillo y claro para los diferentes usuarios. Se propone la elaboración de un recurso participativo que ayude y facilite la apropiación de conceptos, identificación, prevención y control de los agentes que afectan la calidad del aire interior de la vivienda de interés social (VIS), en la ciudad de Bogotá; La herramienta facilita y agiliza las tareas del ritmo empresarial de esta época en el área de la construcción.

Existen diferentes guías y manuales para construcción con indicaciones, normativas, seguimientos, estándares, entre otros, ¿se logrará retener y abarcar tanta información y requerimientos técnicos? No es una crítica a los instrumentos y herramientas que hay específicamente en esta área, se busca más bien facilitarle a cada uno de los profesionales de la construcción y al usuario final un contenido y unas recomendaciones sencillas y exactas.

Se elaborará una matriz donde aparecerán los diversos actores que participan en los proyectos de la VIS como son los gestores, constructores, promotores y el usuario final en la cual se disponen las recomendaciones puntuales a tener en cuenta según sea su participación. Este recurso participativo es un complemento didáctico para los actuales manuales, guías, referentes, etc., de construcción y diseño.

El objetivo es orientar a sus gestores, equipo de profesionales y usuarios finales a enfocarse en las variables específicas y seleccionarlas acorde a los roles, necesidades, intereses y su

participación en los proyectos de las VIS, brindándoles información exacta de las recomendaciones según sus intereses.

La investigación realizada sobre la calidad del aire en espacios interiores para la vivienda de interés social (VIS), en la ciudad de Bogotá, lleva a la necesidad de un instrumento aplicativo, debido a la falta de un recurso participativo, que permita tener el conocimiento, identificación, prevención y control de los agentes que afectan la calidad del aire interior en las unidades habitacionales.

Al tener un recurso participativo que permita apropiarse el conocimiento, identificación, prevención y control de los agentes que afectan la calidad del aire interior en la vivienda de interés social, en la ciudad de Bogotá, se podrá garantizar que los usuarios de espacios interiores tendrán calidad en el aire que respiran, confort térmico y por supuesto un riesgo mínimo de desarrollar enfermedades respiratorias u otras situaciones complejas de salud.

Para comprender el por qué se escogieron las variables que más impacto pueden tener en la calidad del aire interior de las unidades habitacionales, de las VIS, se profundizará en los conceptos, especificaciones y recomendaciones actuales dadas por las guías y manuales técnicos ya existentes en el área de la construcción.

Las variables se enfocarán principalmente en los contaminantes (físicos, químicos y biológicos), el entorno-ubicación, diseño arquitectónico, materiales para acabados, productos de aseo e higiene, entre otros. Las mismas se especificarán en el recurso participativo para que se cumpla el objetivo propuesto.

Diseñadores, constructores, proveedores, promotores y usuarios finales, cada uno de esos actores que intervienen en la búsqueda de una mejor calidad del aire interior, en los espacios habitacionales, tienen un llamado a una gran responsabilidad social y es la búsqueda de equilibrio entre el ser humano, su vivienda, la sostenibilidad y la salud.

En definitiva el recurso participativo será una gran herramienta para el rol de cada uno de ellos en los proyectos de las VIS. Un gran facilitador con un lenguaje práctico, técnico, sencillo, de uso rápido y exacto acorde al interés de quién lo use.

2 Pregunta:

¿Cómo apropiar conceptos, identificar, prevenir y controlar los diversos agentes contaminantes que afectan la calidad del aire interior en los espacios residenciales?

3 Objetivo General:

Desarrollar un recurso participativo que permita a los gestores, constructores, promotores y usuarios finales de los proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS), en la ciudad de Bogotá, apropiar el conocimiento, identificación, prevención y control de los diversos agentes contaminantes que afectan la calidad del aire interior en los espacios residenciales para que lleve a una integralidad de confort y bienestar sostenible en sus unidades habitacionales.

4 Objetivos Específicos:

- 1- Demostrar que desarrollando un recurso participativo que permita el conocimiento, identificación, prevención y control de los agentes que afectan la calidad del aire en espacios interiores en la vivienda de interés social (VIS) en la ciudad de Bogotá es el camino que garantiza propiciar mejor calidad de vida referida al confort y la salud de sus ocupantes.
- 2- Elaborar una matriz, de fácil acceso, donde aparecen los diferentes actores que participan en los proyectos de la Vivienda de Interés Social (VIS) y las variables que afectan la calidad del aire interior, donde el usuario seleccionará la opción de su interés acorde a su participación o rol.
- 3- Identificar los agentes contaminantes del aire interior en la vivienda de interés social, en la ciudad de Bogotá, para que los usuarios sean conscientes de los mismos, en su día a día, y sean ellos los que logren la calidad de vida que beneficie su salud.
- 4- Explicar la influencia que ejerce la calidad del aire interior en espacios interiores de la vivienda de interés social, en la ciudad de Bogotá, en el confort y la salud de las personas que lo habitan.

5 Metodología:

La metodología escogida para esta investigación es de tipo cualitativa; se desarrolló de la siguiente manera: se hizo un análisis de la información existente con respecto a la calidad del aire interior en el ámbito nacional e internacional, se recogió la información correspondiente para saber cómo se podría utilizar y que sirviera de soporte para el resultado de la misma. Se tomó un proyecto arquitectónico de ejemplo para poder analizar la composición espacial, características y materiales utilizados para determinar algunas de las variables utilizadas en el recurso participativo.

Se hizo necesario indagar en la población como usuaria final de los ambientes residenciales en la ciudad de Bogotá para conocer los conceptos, necesidades y rutinas con respecto al tema desarrollado, buscando resolver la pregunta inicial se llevó a la necesidad de establecer las personas que deberían ser partícipes y establecer unas variables de importancia para conseguir el objetivo general planteado; al definir las personas partícipes del resultado, se definió el tipo de producto que se generaría con unas características particulares que corresponden a la didáctica, sencillez, claridad y lenguaje simple para que ninguno de los partícipes se pueda sentir excluido.

Al establecer las variables fue importante indagar en cada una de ellas para poder generar las recomendaciones finales del resultado de esta investigación.

6 Justificación de la Investigación

La elaboración de un recurso participativo y complemento didáctico que ayude y facilite la apropiación de conceptos, identificación, prevención y control de los agentes que afectan la calidad del aire interior de la Vivienda de Interés Social (VIS) en la ciudad de Bogotá; orientará a sus gestores, equipo de profesionales y usuarios finales a enfocarse en las variables específicas y

seleccionarlas acorde a los roles, necesidades, intereses y participación de los mismos en estos proyectos.

La vivienda de interés social como bandera política, en el ámbito colombiano, debería garantizar una calidad del aire interior en las unidades de vivienda y las personas que intervienen en todo proyecto tanto como diseñador, ejecutor y usuario, comprometerse a conocer las variables que pueden llegar a garantizar la calidad del aire al interior de las viviendas.

La importancia real que tiene la calidad del aire en el bienestar de las personas que habitan la vivienda de interés social, (VIS), en la ciudad de Bogotá, se evidencia desde la Constitución Política de la República de Colombia que en los principios fundamentales en el artículo 5 dice “El estado reconoce, sin discriminación alguna, la primacía de los derechos inalienables de la persona y ampara a la familia como institución básica de la sociedad”, en el capítulo 2, artículo 51 dice:” Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna” y en el capítulo 3, dice en los artículo 79 “todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano”, y 80 “El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales”; esto hace importante prestar atención al Aire como un Recurso Natural que afecta la salud de los colombianos.

Desafortunadamente la normativa colombiana solamente se preocupa por las emisiones de CO2 producidas por los artefactos que emplean gases combustibles para el uso doméstico y el gobierno central no ha generado figuras obligatorias para poder garantizar este fin, como se verá en el marco normativo.

La mayoría de la población mundial vive en ciudades de tamaño considerable lo cual hace que las personas permanezcan la mayor cantidad de tiempo en espacios interiores; lo anterior lleva a pensar que si una persona gasta más del 70% del día en diferentes escenarios al interior siendo su vivienda el refugio contra un medio ambiente exterior contaminado; deberían todas las personas gozar de una calidad del aire al interior que les garantice bienestar y sobre todo proteja su organismo contra enfermedades principalmente del tracto respiratorio.

El recurso participativo como herramienta didáctica hará que cada actor que participa en este tipo de proyecto de la VIS asuma un compromiso, una responsabilidad social, ética y más humana al alcanzar cada uno su rol y objetivo. El usuario final es al fin de cuentas quien disfrutará su espacio con una adecuada calidad del aire interior, más consciente de su bienestar habitacional, confort y salud.

7 Marco Teórico

La existencia de certificaciones internacionales enfocadas a esta directriz de garantizar la calidad del aire son base y guía para ser aplicadas en el contexto colombiano como se verá más adelante. Sin embargo, las mismas no logran abarcar todas las necesidades para una normatividad completa e integral. Por eso la elaboración de este recurso participativo presentado en una matriz de una manera didáctica ayudará a mejorar la normativa colombiana.

Se ha buscado garantizar la calidad del aire interior en todos los aspectos arquitectónicos de los edificios (diseño, construcción y operación) para ayudar a reducir problemas que afecten la salud de los usuarios de esos espacios habitacionales, sin embargo, surge nuevamente la exigencia

de esa concienciación y bienestar que a veces se desvirtúa hacia una estrategia comercial y de rentabilidad. La elaboración de un recurso participativo facilitará la accesibilidad de los requerimientos según los roles, intereses o necesidades de los diferentes actores que participan en los proyectos de las VIS aportarán esos beneficios y ventajas de los mismos.

Pero para darle un uso adecuado al recurso participativo donde se da una integralidad y sistematización de cada uno de los actores que participan en este tipo de proyectos de las VIS hay que hacer una claridad de cada una de las variables que son esenciales para que se dé su aplicabilidad adecuada y cumpla el objetivo propuesto.

Sin embargo, es bueno contextualizar que la calidad del aire interior no es un “concepto” que surge en una generación que ha buscado mejorar el medio ambiente o crear diseños sostenibles en este siglo XXI, para ser amables con la naturaleza misma y con el ser humano. Por eso se mencionará cómo otras culturas y/o países desde hace mucho tiempo buscaban ese equilibrio de calidad del aire y espacios habitacionales.

En esta investigación estará muy presente el concepto del “edificio enfermo” que ayudará a comprender la importancia de la calidad del aire interior que va mucho más allá del aire exterior.

En la página <http://www.intersindical.es> se puede leer “La calidad ambiental en edificios es perturbada de forma constante por la interacción de agentes físicos (como la temperatura, el viento, la radiación solar, ruidos, etc.), químicos (como sustancias y/o compuestos orgánicos e inorgánicos) y biológicos, produciendo diversos efectos y consecuencias sobre las personas, el medio físico-natural y los edificios. Asimismo, los elevados índices de contaminación ambiental

son una amenaza constante que deteriora el medio ambiente hasta convertirlo en no apto para el desarrollo de ciertas actividades y peligroso para la vida de las personas y otros seres vivos.”, esto lleva a pensar que en países como España ya hay una preocupación por la calidad del aire interior y que debe ser de toda la atención porque la OMS (organización mundial de la salud) ha definido este problema como “EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO”.

Estudios hechos en España muestran que “La calidad ambiental en edificios es perturbada de forma constante por la interacción de agentes físicos (como la temperatura, el viento, la radiación solar, ruidos, etc.), químicos (como sustancias y/o compuestos orgánicos e inorgánicos) y biológicos, produciendo diversos efectos y consecuencias sobre las personas, el medio físico-natural y los edificios.

Asimismo, los elevados índices de contaminación ambiental son una amenaza constante que deteriora el medio ambiente hasta convertirlo en no apto para el desarrollo de ciertas actividades y peligroso para la vida de las personas y otros seres vivos.”
http://www.intersindical.es/boletin/laintersindical_saludlaboral_02/archivos/edificios_saludables_2parte.pdf página 4

Desde la antigüedad el ser humano ha tenido en cuenta la necesidad que existe dentro de los espacios para poder respirar, como acción básica del ser humano, y algunas civilizaciones pensaron en resolver de alguna manera, la calidad del aire interior.

En Ghiza, Egipto, se genera la premisa que la calidad del aire en los espacios que no tienen la oportunidad de ser ventilados naturalmente de una manera directa se pueden definir por sistemas

naturales de ventilación sin tener la necesidad de utilizar equipos mecánicos para la renovación del aire que contribuye a la sostenibilidad de dichos espacios y cuidado del medio ambiente.

Se puede leer en <http://www.eea.europa.eu/es> “En el pasado se prestaba bastante menos atención a la contaminación del aire interior que la contaminación atmosférica exterior, centrándose sobre todo en la contaminación exterior causada por las emisiones industriales y del transporte. Sin embargo, en los últimos años se ha puesto de manifiesto las amenazas que comporta la contaminación del aire interior.”

Los diferentes contaminantes hacen que no se logre una medida porcentual por el origen de las diferentes fuentes que pueden ser generados por el aire exterior/interior, físicos, químicos y biológicos que pueden hacer cambios rápidos e imperceptibles en el ambiente, en el espacio donde el mismo usuario no lo nota, ni hace conciencia; se podría decir que son “enemigos silenciosos”, como se leerá a continuación basados en diversos estudios y expertos en el tema.

7.1. Contaminantes del aire:

Se puede decir que la contaminación del aire interior tiene diferentes orígenes, en primer lugar los usuarios del espacio, los materiales utilizados en la construcción y acabados del mismo, la utilización de productos para el aseo y el cuidado personal, la combustión tanto de gas como de tabaco, la humedad, la temperatura, la ventilación y por supuesto la calidad del aire exterior.

Tabla 1. Contaminantes y sus fuentes más comunes; <http://www.archbronconeumol.org/es/contaminacion-del-aire-interior-su/articulo/S0300289612001196/>

Situación	Fuentes de Emisión	Contaminante
Exterior	Producción industrial	SO ₂ ,NO ₂ ,NO, Ozono
	Vehículos de motor	Partículas, CO y COV
	Suelo	CO, NO ₂ ,NO,Plomo, Radón
Interior	Materiales de Construcción	
	Piedra, hormigón	Radón
	Compuestos de madera	Formaldehído, COV
	Aislamientos	Formaldehído, fibra de vidrio
	Ignífugos	Asbesto
	Pintura	COV, Plomo
	Instalaciones y mobiliario	CO,CO ₂ ,NO ₂ ,N,COV
	Calefacción, cocinas	partículas
	Fotocopiadoras	Ozono
	Sistemas de ventilación	Microorganismos
	Ocupantes	
	Actividad Metabólica	CO ₂ , vapor de agua
	Actividad Biológica	Microorganismos
	Actividad Humana	
	Tabaquismo	CO, partículas
	Ambientadores	Fluorocarburos, olores
	Limpieza	COV, olores
Ocio, actividades artísticas	COV, olores	
CO: monóxido de carbono; CO ₂ : Dióxido de carbono; COV: compuestos orgánicos volátiles; NO: Monóxido de nitrógeno;NO ₂ : Dióxido de nitrógeno.		

Los contaminantes del aire interior están clasificados de la siguiente manera:

Contaminantes Físicos

Contaminantes Biológicos

Contaminantes Químicos

Contaminantes del aire exterior.

7.1.1 Contaminantes Físicos

Los contaminantes físicos que pueden afectar la calidad del aire interior tienen que ver con las variables propias del clima; es decir, la temperatura, el viento, la humedad relativa y la radiación

solar, son propiedades que en determinadas circunstancias afectan la calidad del aire interior y desde el aspecto del espacio se podría incluir la mala ventilación.

La mala ventilación es un factor que fortalece los contaminantes químicos y biológicos y al interior de la vivienda puede ser la causa de muchas enfermedades relacionadas con la calidad del aire interior; en Arch bronconeumal, 2013, se lee “la Ventilación aporta aire y debe ser suficiente para diluir los contaminantes hasta niveles inferiores a la percepción humana y a los considerados perjudiciales para la salud”.

En la mayoría de literatura encontrada que se refiere a la ventilación y la calidad del aire interior, está dada para países con climas muy diferentes con estaciones y que por costumbre están acondicionados con sistemas mecánicos, entonces se hace énfasis en el mantenimiento de equipos y las características que deben tener, pero poco se hace énfasis en la ventilación natural y de alguna manera la medición y estado real de la misma en una zona tropical como es Colombia.

7.1.2 Contaminantes Biológicos:

Este tipo de contaminantes del aire generan mucho malestar y problemas de salud frecuentes entre las personas que habitan los espacios, dentro de esta categoría se encuentran los mohos, el exoesqueleto y heces de ácaros del polvo, cucarachas y otros insectos, la caspa de la piel y el pelo de los animales como los perros y gatos, bacterias, virus y otros agentes que puedan producir enfermedades infecciosas.

En la página http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol53_1_15/hig08115.htm, el Dr. Enrique Molina Esquivel dice:” El polvo casero contiene partículas microscópicas de polen, moho, fibras de la ropa y telas, detergentes e insectos microscópicos (ácaros). Los ácaros del polvo, incluyendo

pequeños fragmentos de ácaros muertos, son la causa principal de la alergia al polvo y se encuentran en mayor número en la ropa de cama, en los colchones comunes y en los colchones de resortes.” Es por esta razón que los contaminantes al interior de una vivienda pueden ser cientos y de difícil medición.

Los contaminantes Biológicos son de difícil control, se debe tener presente que los organismos vivos dentro de la vivienda también pueden ser portadores de estos contaminantes. Xavier Guardino en la calidad del aire interior, muestra una tabla que contiene los microorganismos presentes en el aire interior que pueden generar problemas de salud. (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Microorganismos presentes en el aire interior descritos como causas de alveolitis alérgica extrínseca relacionada con los edificios, Xavier Guardino S. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/44.pdf>, p.25

tipo	Microorganismo	Fuente
Bacterias	Bacillus subtilis	Madera podrida
	Faenia rectivirgula	Humidificador
	Pseudomonas aeruginosa	Humidificador
	Thermoactinomyces Vulgaris	Aire acondicionado
Hongos	Aureobasidium pullulans	Sauna; pared de habitación
	Cephalosporium sp.	sótano; humidificador
	Cladosporium sp.	Baños no ventilados
	Mucor sp.	Sistema de calefacción de aire pulsante
	penicillium sp.	Sistema de calefacción de aire pulsante ; humidificador
	P. Casei	Pared de Habitación
	P. Chrysogenum/P. cyclopium	Suelo
	Serpula lacrimans	Madera podrida en seco
	Sporobolomyces	Pared de Habitación; techo
Trichosporon cutaneum	maderas; esteras	

7.1.3 Contaminantes Químicos:

Los contaminantes químicos del ambiente interior tienen diferentes orígenes, algunos producidos en el exterior, otros al interior del espacio que pueden ser gases o vapores y se clasifican como orgánicos e inorgánicos.

La liberación de contaminantes químicos varía con los cambios de temperatura y de humedad de los ambientes interiores, pero son emisiones de carácter continuo; En cuanto a los materiales de acabados en los proyectos de vivienda los que más se han analizado como grandes contaminantes del ambiente interior son los tableros o láminas a base de madera que contienen resina de formaldehído ureico.

Tabla 3. Contaminantes químicos característicos en el ambiente interior; tomado de calidad del aire interiores, Xavier Guardino Sola, 2017.

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/44.pdf>

Contaminantes Químicos característicos	
Dióxido de Carbono	CO ₂
Monóxido de Carbono	CO
Óxidos de Nitrógeno	NO _x
Dióxido de Azufre	SO ₂
Gases de combustión inorgánicos formados por combustibles y ozono	O ₃
Compuestos orgánicos generados en el interior y en el exterior (en función de su punto de ebullición)	
Compuestos orgánicos muy volátiles (gaseosos)	COMV
Compuestos orgánicos volátiles	COV
Compuestos orgánicos semivolátiles	COSV
Compuestos orgánicos asociados a partículas o materia orgánica particulada	MOP
Nicotina	
Nitrosaminas	
Acroleína	
Formaldehído	
Cianuro de Hidrógeno	

Sin embargo, existen tantas clases de contaminantes químicos provenientes de diferentes fuentes que marcan la vida diaria y los hábitos de mantenimiento de las viviendas, de aseo personal y de control de plagas entre muchos, es un poco desalentador saber que el simple hecho de existir y respirar se puede estar contaminando el aire interior, como se puede observar en la tabla No. 4.

Tabla 4. Componentes y emisiones de productos de consumo y otras fuentes de compuestos orgánicos volátiles (COV); calidad del aire interior, Xavier Guardino Sola,

Fuente	Compuesto	Tasa de emisión
Agentes de limpieza y plaguicidas	Cloroformo	15 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	1,2-Dicloroetano	1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	1,1,1-Tricloroetano	37 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	Tetracloruro de carbono	71 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	<i>m</i> -Diclorobenceno	0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	<i>p</i> -Diclorobenceno	0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	<i>n</i> -Decano	0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	<i>n</i> -Undecano	1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Antipolilla	<i>p</i> -Diclorobenceno	14.000 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Ropas limpiadas en seco	Tetracloroetileno	0,5-1 $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Cera de suelo líquida	COVT (trimetilpenteno e isómeros de dodecano)	96 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Cera en pasta para piel	COVT (pineno y 2-metil-1-propanol)	3,3 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Detergente	COVT (limoneno, pineno y mircenol)	240 $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Emisiones humanas	Acetona	50,7 $\text{mg}/\text{día}$
	Acetaldehído	6,2 $\text{mg}/\text{día}$
	Acido acético	19,9 $\text{mg}/\text{día}$
	Alcohol metílico	74,4 $\text{mg}/\text{día}$
Papel de copia	Formaldehído	0,4 $\mu\text{g}/\text{hoja}$
Humidificador de vapor	Dietilaminoetanol, ciclohexilamina	—
Fotocopiadora húmeda	2,2,4-Trimetilheptano	—
Disolventes domésticos	Tolueno, etil benceno	—
Quitapinturas	Diclorometano, metanol	—
Quitapinturas	Diclorometano, tolueno, propano	—
Protector de tela	1,1,1-Tricloroetano, propano, destilados del petróleo	—
Pintura de látex	2-Propanol, butanona, etilbenceno, tolueno	—
Refrescador de habitación	Nonano, decano, etilheptano, limoneno	—
Agua de ducha	Cloroformo, tricloroetileno	—

7.1.4 Contaminantes del Aire Exterior:

El efecto de la contaminación ambiental no solo afecta al ser humano sino también a todos los seres vivos, animales y plantas, que a su vez sí están afectados, pueden generar contaminantes biológicos o químicos dentro de los espacios interiores.

“Es importante resaltar que el aire que se respira tiene una composición de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, 0.093% de argón y una porción de vapor de agua; cuando estos valores se alteran es cuando se establece que el aire está contaminado”.

<https://www.naturopatamasdeu.com/la-contaminacion>.

Organismos Internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) desde 1995 llevo a cabo un instrumento jurídico para salvar el planeta afectado por el cambio climático se creó el Protocolo de Kyoto del cual hacen parte 197 países desarrollados comprometidos en la reducción de gases efecto invernadero, generado por la intervención del ser humano en su búsqueda constante por la industrialización y la tecnología. Muestra la gran preocupación por hacer del planeta tierra un lugar ideal y seguro para las presentes y futuras generaciones.

Esto hace que se dé otra mirada no solo a la calidad del aire exterior debido a las emisiones constantes de CO₂ si se lleva a un contexto de países no desarrollados como se menciona en la Convención marco de la ONU sobre el cambio climático http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf , (p.5) es fundamental “ la aplicación de nuevas tecnologías en condiciones que hagan que esa aplicación sea económica y socialmente beneficiosa.”

El estado colombiano no podría ser la excepción en ser uno de los países líderes preocupado por los efectos del cambio climático como lo destaca el ABC de los compromisos de Colombia para la COP 21, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible p.3 http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/ABC_de_los_Compromisos_de_Colombia_para_la_COP21_VF_definitiva.pdf, “Históricamente Colombia se destaca por su liderazgo en las negociaciones de cambio climático, pues tiende puentes entre posiciones extremas y propone soluciones alternativas.”

Sin embargo, es bueno aclarar que por ser un país en vía de desarrollo no aporta niveles altos de acumulación de gases de efecto invernadero comparado con otros países, más no ha sido impedimento para asumir su compromiso ambiental y sostenible como lo ha demostrado hasta ahora.

Surge entonces una reflexión, que es el objetivo de esta investigación, así como no se ahorran esfuerzos para disminuir el calentamiento global debido a los contaminantes del aire exterior producidos por el mismo ser humano, y como estos mismos, son transformados por la misma naturaleza que afecta supervivencia de todo ser vivo, lleva a pensar ¿y el aire interior dónde queda? Sí es donde también se da la dinámica de vida cotidiana la mayor parte del tiempo.

Lo anterior lleva al cuidado que se debe tener con la calidad del aire al interior de las viviendas, se puede pensar que si se cuida la calidad del aire es un gasto que económicamente afecta negativamente los presupuesto del plan de gobierno y a su vez el de las familias que habitan las Viviendas de Interés Social (VIS), en Bogotá, pero debe ser el compromiso de toda la industria para aportar un poco en la consecución de aire de calidad al interior de las viviendas.

Las Viviendas de interés social (VIS) están expuestas a muchos contaminantes del aire exterior por la zona circundante de industrias y combustión generadora de la niebla contaminante.

7.1.5 Contaminantes en Bogotá

Un dato muy preocupante que tiene que ver con la contaminación ambiental en Bogotá, tiene que ver con los lugares que presentan mayor contaminación en la ciudad y desafortunadamente las zonas de la ciudad que alberga un número importante de proyectos de vivienda de interés social (VIS) están dentro de estos lugares; El IDEAM en el estado de la calidad del aire en Colombia dice “ las concentraciones para material particulado menor a diez micras presentaron valores que superaron los límites establecidos, situación que se extendió durante todo el período de análisis (2007 – 2010), registrando una tendencia al aumento para el último año de análisis; estaciones como el Tunal, Ferias y Usaquéen, entre otras, presentaron un aumento de la concentración con respecto al año 2009”.

El principal contaminante del aire exterior se puede decir que provienen de los vehículos y la industria principalmente que funcionan con combustibles fósiles y en su combustión contaminan el ambiente. En la política Distrital de salud para Bogotá, 2011, se enuncia otro componente de la contaminación exterior que es extremadamente dañina para la salud y se trata de “El ozono a nivel del suelo es uno de los principales componentes de la niebla tóxica. Éste se forma por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO₂) procedentes de las emisiones de vehículos o la industria. Los niveles de ozono más elevados se registran durante los períodos de tiempo soleado.”

7.2 La calidad del aire y la salud.

La calidad del aire que respira una persona al interior de la vivienda debe ser un tema prioritario y de cuidado, así como se maneja el tema del agua potable; el hecho de respirar no garantiza que la salud está en condiciones favorables y peor aún, los problemas de salud derivados de la calidad del aire solamente se pueden evidenciar con el paso de los años o cuando los problemas son irreversibles y en muchos casos puede costar la vida de las personas.

En el mundo la preocupación por la calidad del aire en espacios interiores ha llevado a generar diferente clase de estudios basados en las estadísticas y preocupación de la OMS (Organización Mundial de la Salud) acerca de la prevención de enfermedades a través de entornos saludables para las personas que los habitan.

Algo que ha llevado a la OMS a preocuparse por la salud de las personas en el mundo entero son la calidad del aire al interior y al exterior, la calidad en el agua potable y el cambio climático. En la tabla siguiente se relacionan algunas enfermedades producidas por la ausencia en la calidad del aire interior.

Tabla 5. Síntomas y enfermedades relacionadas con la calidad del aire; Desarrollo sustentable y calidad del aire; María Elena Tavera Cortés y Raul Junior Sandoval Gómez; 2014

Síntomas	Ojos	Sequedad, picor/escozar, lagrimeo, enrojecimiento
	Vías Respiratorias Altas	(nariz y garganta) Sequedad, picor/escozar, congestión nasal, goteo nasal, estornudos, epistaxis, dolor de garganta
	Pulmones	Opresión torácica, sensación de ahogo, sibilancias, tos seca, bronquitis
	Piel	Enrojecimiento, sequedad, picor generalizado y localizado
	General	Cefalea, debilidad, somnolencia/letargo, dificultad para concentrarse, irritabilidad, ansiedad, náuseas, mareo.
Enfermedades más comunes	Hipersensibilidad	
	Neumonitis por hipersensibilidad, fiebre por humidificadores, asma, rinitis, dermatitis.	
	Infecciones	
	Legionelosis (enfermedad del legionario), Fiebre de Pontiac, tuberculosis, resfriado común, gripe. De origen químico o físico desconocido, incluido el cáncer.	

Fuente: (Guardino Solá, 1998)

En el editorial del diario El Tiempo, del día 30 de septiembre de 2016, titulado “Aire Mortal”: “la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su informe reitera que la contaminación ambiental produce cada año la muerte de 6,5 millones de personas, con el agravante de que 3 millones de ellas están relacionadas con la exposición al aire en espacios abiertos.”

En la revista de salud pública. Volumen 15 de Enero-Febrero de 2013 se puede leer “Colombia estimó en el año 2004, a partir de información secundaria, que el material particulado causó alrededor de 6 000 muertes prematuras, 7 400 nuevos casos de bronquitis crónica, 13 000 hospitalizaciones, 255 000 visitas de emergencia anuales en los grandes núcleos urbanos del país y en términos económicos, este escenario corresponde a 1,5 billones de pesos promedio anual, donde el 65 % está asociado con mortalidad y 35 % con morbilidad; entre tanto para ambientes interiores se estimó que 1 100 muertes están relacionadas con exposición a contaminantes del aire, asociados al uso de leña, carbón y otros combustibles sólidos como fuentes primarias para cocinar”

Además, La Organización Mundial de la salud OMS define como el síndrome del edificio enfermo como el conjunto de molestias o enfermedades que afectan a los usuarios durante su permanencia en el edificio y cuando se retiran de él, los síntomas desaparecen; para que se pueda pensar en el síndrome por lo menos el 20% de la población de ese lugar debe manifestar la sintomatología.

Sin embargo, las últimas investigaciones realizadas en los Estados Unidos de América afirman que la problemática del aire en el interior de las viviendas está creciendo a pasos insuperables como lo demuestra el Doctor Mercola donde afirma: “ que la concentración de contaminantes en el aire varía con la distancia al suelo; es decir, muchos contaminantes son más

pesados que el aire, por lo que se concentran más cerca del suelo, tales como los metales pesados y pesticidas; estos residuos tóxicos pesados pueden estar en los zapatos y en las patas de las mascotas, quedando el piso con unos contaminantes extremadamente agresivos; teniendo en cuenta que los bebés y los niños tienen un contacto directo con este durante períodos largos de tiempo.” <http://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2016/09/22/el-aire-del-hogar-es-peor-que-el-de-afuera.aspx>,

Un estudio realizado en 52 hogares ordinarios en la frontera entre Arizona y México y publicado en ciencias de la salud ambiental, se encontraron más de 500 sustancias químicas incluyendo pesticidas, diazinón, clorpirifos y DDT; dentro de estos contaminantes se encontraron 120 sustancias que no se pudieron identificar.

En este estudio se clasifican los contaminantes y las posibles fuentes que los producen. Se pueden ver en el siguiente cuadro algunos de ellos.

Tabla 6. Contaminantes químicos del aire interior; <http://articulos.mercola.com;2016>

Contaminantes	Fuentes
Mohos	daños causados por la lluvia, zonas de alta humedad y zonas húmedas (como baños)
Bioaerosoles (biocontaminantes tales como bacterias, virus transmitidos por el aire)	Seres humanos, mascotas, superficies húmedas.
Subproductos de la combustión (HAP, CO, CO2, Nox)	Calentadores de gas, gasodomésticos, chimeneas, calefactores y estufas, humo de tabaco.
Humo de tabaco	Cigarrillos y pipas (pueden liberar más de 4000 compuestos)
Formaldehído	Los productos de madera prensada, colchones, ropa, esmalte de uñas, textiles tratados, pegamentos, adhesivos, estufas, chimeneas.
Arsénico	los elementos de madera tratadas (inmunizadas con pesticidas, algunos contienen arsénico)
Otros compuestos orgánicos volátiles (COV)	Pinturas, disolventes, conservadores de madera, aerosoles, productos de limpieza y desinfectantes, impresoras, alfombras, repelentes de polillas, ambientadores, ropa lavada en seco, artículos de papelería.
Ftalatos (plastificantes)	Pisos de vinilo, envase de alimentos, cortinas de baño, revestimientos de paredes, adhesivos, detergentes, productos para el cuidado personal, juguetes, tubo de PVC.
Pesticidas	Control de plagas, sustancias químicas para el césped.
Asbestos	Materiales acústicos
Metales pesados (Plomo, mercurio, cadmio, cromo, etc.)	Las pinturas, humo de tabaco, suelo y polvo.
Radón (un gas radiactivo que proviene de Uranio)	Materiales de construcción como el granito, agua de pozo, suelo, aire exterior, detectores de humo.

Cerca del suelo hay menos mezcla de aire, incluso cuando se abren las ventanas para ventilar y por esta razón se puede afirmar que los niños y bebés respiran un aire más tóxico al interior de la vivienda que los adultos que con ellos conviven.

8 Marco normativo

En el mundo y en Colombia se han establecido estándares y guías de calidad del aire que llevan a cada nación a mirar su situación actual basada en estos estándares; en la mayoría de estas guías por ser desarrolladas en Países del hemisferio norte, hacen énfasis en la calidad del aire interior proveniente de los sistemas mecánicos de ventilación.

Los estándares de la calidad del aire exterior son cada vez más exigentes en la normativa internacional como se puede establecer en países como Estados Unidos, Perú, República Dominicana, Ecuador, España, entre otros; son el soporte y guía para la normatividad colombiana, sin embargo, existe una gran diferencia para que sean aplicables en el país y es su ubicación tropical, humedad y temperatura que varían acorde a la línea ecuatorial (el trópico de cáncer y capricornio) su latitud, longitud, ubicación de hemisferio y demás características que pueden afectar el clima.

La normatividad colombiana requiere de nuevos planteamientos de los estándares de calidad del aire que se adapten a su contexto con sistemas que sean más integrales no solo el aire exterior sino también interior.

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible- CCCS, en el sistema de certificación “CASA Colombia, viviendas sostenibles” determina diferentes categorías y una de ellas, la de Bienestar dice: “esta categoría busca garantizar la calidad del aire en los espacios interiores y el confort de los usuarios, para la cual se establecen elementos mínimos de ventilación e iluminación.”

En el numeral 11.1 que se refiere al control de las emisiones de gases de combustión y se relaciona a la normativa colombiana NTC 3631, que se centra en las emisiones de artefactos que emplean gases combustibles para el uso doméstico; y en el numeral 11.2 que se refiere a la Ventilación, menciona los sistemas de ventilación, pero hace referencia como línea base el estándar contemplado en ASHRAE 62.1 que en teoría contribuye al confort y la salud de sus ocupantes. Si bien es cierto se trata de una certificación que jurídicamente no obliga el cumplimiento a ningún proyecto, el desarrollo de un recurso participativo puede complementar y unificar la aplicación.

En la siguiente tabla se muestra una relación de guías relativas a la normativa de calidad de ambientes interiores auditorías IEQ (Indoor Environmental Quality) así:

Tabla 7. . Relación de guías relativas a la normativa de calidad de ambientes interiores auditorías IEQ (Indoor Environmental Quality.)

http://intersindical.es/boletin/laintersindical_saludlaboral_02/archivos/edificios_saludables_2parte.pdf,p,22

-	“Canada Environmental Health Directorate: Exposure Guidelines for residential.
-	American Industrial Hygiene Association (AIHA): Workplace Environmental Exposure Levels (WEELs).
-	Occupational Safety and Health Agency (OSHA): Permissible Exposure Limits (PELs).
-	American Conference of Governmental Industria Hygienists (ACGIH): Threshold

Limit Values (TLVs).
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): Recommended Exposure Levels (RELs).
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA): National Ambient Air Quality Standards (NAAQS).
- World Health Organization (WHO): Air quality Guidelines for Europe.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air – conditioning Engineers (ASHRAE): Standard 62 -1989.”

Se establecen las diferentes posiciones que se han tenido con respecto a la calidad del aire en espacios interiores y se hace un recorrido por países que debido a la posición geográfica pueden manejar el mismo clima o la ubicación geográfica (zona tropical) o algunos lineamientos de otras latitudes que se deben analizar como complemento y aproximación a la práctica de garantizar calidad del aire al interior de la vivienda.

8.1 Prácticas Internacionales:

Por ejemplo, en Perú se genera un reglamento de estándares nacionales de la calidad ambiental del aire. (2001) Es una política de estado que define estándares para la calidad del aire exterior y solamente enuncia el ambiente interior; En el Artículo 5, se determinan los Estándares

Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, de esta manera el Gobierno de Perú establece su compromiso con el mundo para cuidar el medio ambiente.

Estos estándares se refieren a la calidad del aire exterior, pero como ya se estableció es uno de los contaminantes del aire interior y es por esto que bien vale la pena tenerlo en cuenta; En el mismo país se desarrolla en Marzo de 2010 los lineamientos para la promoción de viviendas saludables con adaptación al cambio climático elaborado por Sonia Yuca Huamán y en la tabla 7 se puede ver la introducción de mejoras a la vivienda y su relación con la posible reducción de algunos daños en salud que tienen que ver con la calidad del aire interior.

Tabla 8. Lineamientos para la promoción de viviendas saludables con adaptación al cambio climático, Sonia Yucahuamán, 2010

Mejoras en la Vivienda	Enfermedades evitables	Reducción
Uso de productos de limpieza	intoxicaciones, alergias, daños a los ojos, piel.	80 - 100 %
Lucha contra la contaminación del aire	Infecciones respiratorias agudas	80 - 100 %
Ventilación de viviendas con cocinas a leña (cocinas mejoradas)	Enfermedades agudas y crónicas de vías respiratorias	60 - 70 %
Eliminación y reducción de polvo	Asma, irritación en la piel y ojos	60 - 70 %

Como se puede ver es una mirada únicamente a la calidad del aire exterior lo que reúne este reglamento, pero si bien es cierto se comienza a generar conciencia en la importancia de cuidar el aire exterior y hace pensar que la calidad del aire interior debe ser una prioridad para evitar afectación en la salud de sus ocupantes.

República Dominicana elabora en el año 2004 por Georgina Espinal y Sócrates Nivar, el Estudio de la contaminación Ambiental al interior de las viviendas en tres barrios de la capital dominicana. Si bien es cierto que el clima no se asemeja en temperatura y humedad con la de Bogotá en Colombia, se hizo interesante dar una mirada del alcance logrado en relación a la calidad del aire en la vivienda. El estudio establece que en las áreas residenciales las actividades domésticas son la causa principal de la emisión de contaminantes y destaca las siguientes como las principales:

Tabla 9. Estudio de la contaminación ambiental al interior de las viviendas en tres barrios de la capital dominicana, Georgina Espinal, Sócrates Nivar, 2004

Actividad	Contaminantes emitidos
Calentamiento de espacios	CO, CO2, NO2, SO2, hollín, humo.
Cocina	Grasas (sólidas, líquidas y vapores), partículas y olores
Limpieza	Vapores de disolventes, polvos, pelusa, propelentes de lata (aerosoles)
Jardinería	Plaguicidas y fertilizantes
Pintura	Vapores de disolventes, Plomo
Lavado de Ropa	Partículas, detergentes, jabón, pelusa

Ecuador en el año 2010 este gobierno en cabeza del ministerio del Ambiente genera el PLAN NACIONAL DE LA CALIDAD DEL AIRE, elaborado por Katty Coral, Fabio Villalba y Hugo Echeverría, este plan solamente contempla la calidad del aire exterior pero de ninguna manera se hace relación o enfoque alguno a la calidad del aire interior. Como en casos anteriores se muestran los requisitos para garantizar la calidad del aire exterior que de alguna manera afecta la calidad del aire al interior de la vivienda y se concluye que los valores son muy generales.

Países como México , Bolivia y Colombia, entre otros, se han centrado como el Ecuador, en establecer los parámetros para definir la calidad del aire Exterior, se utilizan en todos los países

los estándares internacionales que finalmente se convierte en una práctica rutinaria y en un manejo estadístico que cada administración muestra para evidenciar el compromiso con los tratados internacionales en el cuidado del medio ambiente y el comportamiento del Cambio climático que cada día es más evidente y preocupante como se pudo ver en el transcurso del segundo semestre del año 2017 en la época de los huracanes que azotaron fuertemente la zona tropical de la latitud Occidental.

8.2 Requisitos para garantizar la calidad del aire al interior de la vivienda

Existen certificaciones internacionales que buscan garantizar la calidad en todos los aspectos de los edificios tanto en el diseño, construcción y operación, pensados para reducir problemas que afecten la salud a los usuarios de los espacios.

En diferentes partes del mundo hay métodos que han buscado garantizar de alguna manera la calidad del aire al interior de los espacios, sin embargo, son decisiones que debe tomar el diseñador, constructor y promotor de los proyectos de vivienda sin ninguna obligación, sino como una estrategia comercial buscando una mejor rentabilidad en los mismos, pero NO se hace conciencia de la importancia y el bienestar de sus habitantes.

Los diferentes mecanismos que se van a mirar para este trabajo son el EPA EPA (environmental protection agency) USA (agencia de protección del medio ambiente de los Estados Unidos), Ashrae 62.1 de los estados unidos que determina estándares mínimos para poder garantizar la calidad del aire y La certificación LEED

La EPA ha estudiado por décadas la contaminación al interior de las casas, pero su accionar se ha basado en estudios limitados.

Los estándares manejados por ASHRAE 62.1 (con respecto a la ventilación de los espacios), son los parámetros que se tienen en cuenta para definir muchas de las normas internacionales y Colombia no ha sido la excepción. Sin embargo los estándares suministrados por Ashrae 62.1 en la tabla 6-1 muestra los estándares para unidades residenciales completas sin discriminar espacios, y puede ser la base para cálculo de aperturas y renovación de aire al interior de los espacios de la vivienda; hay que tener en cuenta que en el contexto de Bogotá, la VIS no está concebida para la utilización de soluciones activas (aire acondicionado – calefacción) aunque es posible tener de base las cifras que muestra el estándar, de hecho muchos software basan sus cálculos en estos valores.

LEED El crédito EYA: infiltración del aire en LEED homes v4 para diseño y construcción de edificios-2013; la puntuación hace referencia al control en la fuga del aire pero teniendo en cuenta los sistemas de ventilación mecánica, que para el caso de Bogotá No Aplica debido a que la vivienda de interés social no requiere ni se instala sistemas mecánicos de ventilación; para el caso de Calidad Ambiental Interior (CAI), la base de puntos para calificar la sección CAI se refiere específicamente a cumplir con los requisitos del estándar 62-2 de ASHRAE en las secciones 5 y 7; sin embargo los requisitos mínimos de caudal de aire para extracción localizada hace referencia a los espacios de cocina, baños y Aseo; se muestran también unos requisitos mínimos de caudal de aire que se deberían aplicar también en soluciones de ventilación pasiva.

Es importante destacar que se puede analizar la situación actual de la vivienda de interés social en Bogotá con respecto a la calidad del aire interior, teniendo en cuenta estos parámetros,

que aunque no están establecidos como Norma, puede de alguna manera garantizar que si se exige el cumplimiento de estos requisitos se contribuye a la generación de calidad del aire en espacios interiores, como se puede observar en las tablas 10 y 11.

Tabla 10. Requisitos mínimos de caudal de aire para extracción localizada intermitente; <http://www.spaingbc.org/files/LEED%20v4%20HOMES%20ESP.pdf>;2013

	<i>Caudal mínimo</i>
Cocina	47 litros por segundo (100 cfm); campana de extracción ventilada requerida si la tasa de caudal del ventilador de extracción es menor de 5 cambios de aire por hora en la cocina
Baño, aseo	23 litros por segundo (50 cfm)

Tabla 11. Requisitos mínimos simplificados de caudal de aire (litros/segundo) para sistemas de ventilación continua; <http://www.spaingbc.org/files/LEED%20v4%20HOMES%20ESP.pdf>;2013

Superficie construida acondicionada (m ²)	Dormitorios				
	0 - 1	2 - 3	4 - 5	6 - 7	> 7
≤ 139	14	21	28	35	42
140 - 279	21	28	35	42	49
280 - 418	28	35	42	49	56
419 - 557	35	42	49	56	63
558 - 697	42	49	56	63	70
> 698	49	56	63	70	77

8.3 Normas Nacionales

La administración de Bogotá, en Colombia, genera en el 2011 una política distrital de salud ambiental para Bogotá D.C. en la cual se establece todo el esfuerzo que hace la ciudad para garantizar su compromiso en el cuidado de la calidad del aire exterior; El capítulo 3 se concentra

en la contaminación Intramuros, pero se centra en los contaminantes que tienen que ver con el humo de cigarrillo y las partículas generadas por combustión.

Los fabricantes colombianos se acogen a las normas locales, pero desafortunadamente en ninguna de ellas obliga al productor a utilizar algún sello que garantice que el producto está libre de todos o de alguno de los contaminantes mencionados anteriormente.

Sin embargo, hay normas colombianas que están buscando garantizar la calidad de los productos como es el caso de la NTC – 6018 que rige a los fabricantes para no contaminar el medio ambiente desde el mismo proceso de fabricación y en la que se identifican sustancias que definitivamente ESTÁN PROHIBIDAS en la fabricación de las mismas.

Aunque en la Norma se pueden leer los diferentes productos que No se pueden utilizar, no se obliga de ninguna manera al fabricante a incluir en la etiqueta los compuestos del producto.

En la tabla siguiente se puede apreciar la definición que contiene la norma correspondiente a un contaminante peligroso del aire y se puede apreciar que está regido por los estándares internacionales según la EPA de estados Unidos.

Tabla 12. . Definición de contaminante peligroso del aire; ntc-6018; Icontec, 2013

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 6018	
<p>3.9 Compuesto agotador de la capa de ozono. Compuesto con un potencial de destrucción de la capa de ozono superior a 0.01 (CFC 11=1) de acuerdo con lo establecido por la <i>Environmental Protection Agency – EPA –</i> de Estados Unidos en la lista de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono de Clase I y Clase II.</p>	
<p>3.10 Contaminante peligroso del aire. Cualquier compuesto listado por la <i>Environmental Protection Agency – EPA –</i> de Estados Unidos en la sección <i>Clean Air Act 112 (b)</i> como contaminante peligroso del aire.</p>	
<p>3.11 Criterios ambientales de producto. Requisitos ambientales que debe cumplir el producto para que se le otorgue el Sello Ambiental Colombiano.</p>	

Tabla 13. Límites de VOC; norma técnica colombiana 6018,2013

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 6018	
Tabla 1. Límites de VOC	
Tipo de producto	Nivel de VOC (g/L) a 250 °C
Pintura o material de recubrimiento mate	100
Pintura o material de recubrimiento no-mate	150
Imprimante o pintura base	200
Pintura para piso	250
Recubrimiento anticorrosivo	400
Recubrimiento reflectivo para pared	100
Recubrimiento reflectivo para techo	150
Barnices	350
Estucos y masillas	100

Como se puede apreciar en la siguiente imagen, tomada desde el envase del producto, debido a que no fue posible conseguir las fichas técnicas de los productos, se lee en la etiqueta que es un producto bajo VOC, y que la concentración de VOC es < o igual a 80 g/L y que se fabrica de acuerdo a la norma SCAQMD rule 113

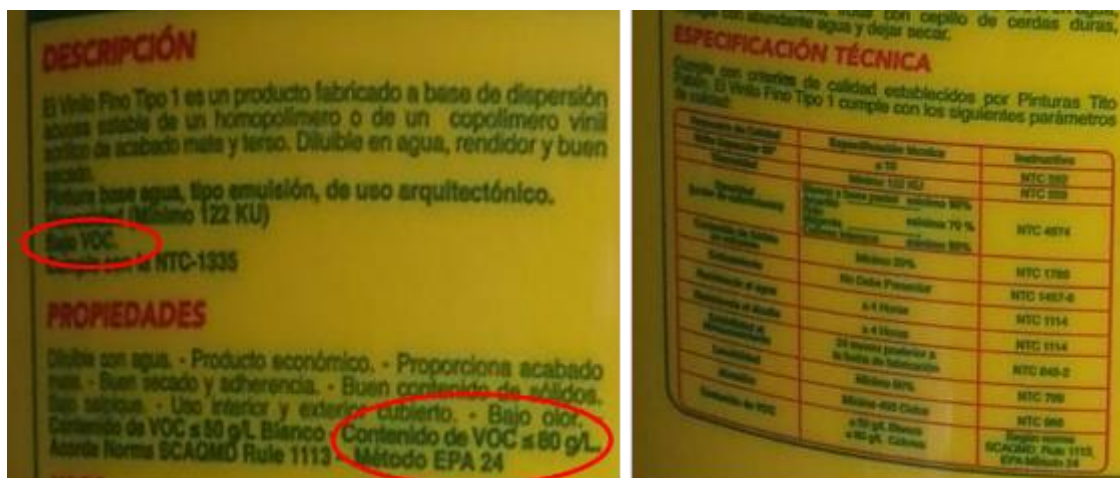


Figura 1. Ficha técnica de vinilo tipo 1 de Tito Pabón; fotografía propia tomada de un envase de vinilo; 2017

Se observa que el fabricante efectivamente imprime en los envases la información exigida y de acuerdo a estos parámetros generales, el producto cumple con las concentraciones permitidas, como también es mandatorio regirse por la NTC -6018 que regula la fabricación de este tipo de productos dice que se permiten máximo 100 g/L para la pintura mate; cabe anotar que es importante tener en cuenta que cuando la pintura tiene adición de colorantes generan mayor concentración de VOC dependiendo del color.

Este fabricante se acoge a las normas técnicas colombianas a que haya lugar tanto en fabricación como etiqueta y métodos de medida de VOC; también se acoge a un estándar internacional para la fabricación de la pintura, como es la norma SCAQMD Rule 113 y el método EPA 24 que se aplica para determinar la cantidad de VOC en pinturas a base de Agua.

Tabla 14. Límites de VOC según reglamentación scaqmd rule 1113; 2017

VOC CONTENT LIMITS FOR ARCHITECTURAL COATINGS

Limits are expressed in grams of VOC per liter⁸ of Coating thinned to the manufacturer's maximum recommendation, excluding the volume of any water, Exempt Compounds, or Colorant added to tint bases. "Manufacturer's maximum recommendation" means the maximum recommendation for thinning that is indicated on the label or lid of the Coating container.

Coating Category	Effective 03/18/2003	Effective 06/18/2003	Effective, 01/01/2004	Effective 6/18/2014
Primary Coatings				
Flat Coatings	250	100		50
Nonflat Coatings	250	150		100
Nonflat-High Gloss Coatings	250			150

Al analizar el cruce de normas y métodos se encuentra que la norma SCAQMD Rule 1113 determina que la cantidad límite de VOC es 50 g/L, en la etiqueta del producto se lee en un aparte que la pintura color blanco contiene ≤ 50 g/L que estaría cumpliendo con la normativa.

Para el caso de otro fabricante Colombiano se puede observar en la ficha técnica obtenida por internet de la página www.lacabados.com que el vinilo tipo 1 lavable contiene 34,5 g/L de VOC lo que lleva a pensar que al tener menor concentración de contaminantes volátiles es menos perjudicial en el tiempo para las personas que se exponen a este producto.

La ficha técnica no muestra información específica de los componentes para poder precisar si puede contener otro tipo de contaminantes que también generen problemas de salud y bienestar a las personas que habitan el espacio ni ningún tipo de método aplicado durante la fabricación del producto; esta situación se puede decir que es la resultante de la ausencia de normas más estrictas y métodos de control para que la aplicación de las normas sean mucho más precisas.

La normativa colombiana vigente que tiene que ver con la calidad del aire, se establece en la NTC 3631, cuyo objeto es “define los requisitos y establece los métodos para la ventilación de los recintos interiores donde se instalan artefactos a gas para uso doméstico, comercial e industrial.

“Las especificaciones de esta norma son aplicables a los recintos en donde se instalan los artefactos a gas para uso doméstico, comercial e industrial al interior de cualquier tipo de edificación, que requiera disponer de aire circulante internamente para satisfacer las demandas de aire de combustión, renovación y dilución”; como se puede apreciar, la norma solamente está abordando una pequeña parte del problema y la aplicación de la misma solamente se ajusta a cumplir un estándar mínimo sin tener en cuenta que una sobredimensión en las aperturas para renovación de aire afectan el confort térmico de los espacios y realmente NO se preocupa por la calidad del aire interior.

8.4 Guía de construcción sostenible

La guía de construcción sostenible vigente desde el año 2015 en Colombia en el capítulo 5 de Buenas prácticas, sugiere medidas que pueden contribuir a la calidad del aire al interior de las viviendas en la ciudad de Bogotá y tiene que ver con la ventilación natural y comprometen directamente el diseño arquitectónico de los proyectos; teniendo en cuenta que la ventilación natural cruzada puede ser un aspecto muy importante en la búsqueda de buena calidad del aire al interior de las viviendas.

Es de mucha ayuda poner en práctica las recomendaciones de la Guía de construcción sostenible puesto que en algunos casos se propone ventilación natural cruzada para cumplir con la

normativa de ventilar espacios en los cuales se genere combustión de gasodomésticos y no hay preocupación por el confort térmico. Sin embargo, el documento está enfocado principalmente a la calidad del aire externo y no hace ningún otro tipo de recomendación para los espacios interiores.

Las Normas Técnicas Colombianas NTC, elaboradas por el ICONTEC son un soporte importante para avanzar en los temas de concienciación ambiental, se ha encontrado que las NTC correspondientes al tema se han apoyado en los estándares internacionales tanto para contaminantes como para procesos se muestra un consolidado en la siguiente tabla.

Tabla 15. Normas técnicas colombianas -NTC- referente a la calidad del aire, producción propia.

NTC - 698	madera contrachapada
NTC - 795	Chapas de madera
NTC - 919	baldosas cerámicas, definición, clasificación, características y rotulado
NTC-1114	Método de ensayo para el efecto de las sustancias químicas domésticas en acabados orgánicos incoloros y pigmentados.
NTC-1335	PINTURAS AL AGUA TIPO EMULSIÓN
NTC - 2673-1	Laminados decorativos de alta presión. Láminas fabricadas a partir de resinas termoestables. Parte 1.
NTC - 2673-2	Laminados decorativos de alta presión. Láminas fabricadas a partir de resinas termoestables. Parte 2. Determinación de las propiedades.
NTC - 2809-2	Madera. Tableros con recubrimientos decorativos. Métodos de ensayo.
NTC - 3631	ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos que emplean gases combustibles para uso doméstico, comercial e industrial.
NTC - 4231	Procedimientos de evaluación y características de los equipos de flujo parcial necesarios para medir las emisiones de humo generadas por las fuentes móviles accionadas con ciclo diesel
NTC - 4249	Gestión Ambiental Calidad del aire. Aspectos generales. Vocabulario.
NTC - 4321 - 15	Ingeniería civil y Arquitectura. Baldosas cerámicas. Parte 15.Método de ensayo para determinar el plomo y el cadmio liberados
NTC - 4609	Calidad de aire. Medición de la presión atmosférica superficial.
NTC - 4983	Evaluación de gases de escape de vehículos
NTC - 5131	Etiquetas ambientales tipo I. sello ambiental colombiano. Criterios para productos limpiadores institucionales, industriales y para uso doméstico.
NTC - 5183	Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores
NTC - 5365	Calidad del aire. Evaluación de gases de escape de motocicletas, motociclos, mototriciclos, motocarros y cuatrimotos, accionados tanto con gas o gasolina.
NTC - 5375	Revisión técnico-mecánica y de emisiones. Contaminantes en vehículos automotores
NTC - 5385	Centros de diagnóstico automotor. Especificaciones del servicio
NTC - 5515	Pisos laminados. Especificaciones y métodos de ensayo
NTC-5616	Rotulado o etiquetado general de pinturas, tintas y sus materias primas
NTC - 5880	Calidad del aire. Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica.
NTC-6018	Etiquetas ambientales tipo 1. Sello ambiental colombiano. Criterios ambientales para pinturas y materiales de recubrimiento.
NTC - 6050	baldosas cerámicas, material para juntas y adhesivos.

9 Desarrollo

Al ver la problemática que se está presentando con la construcción y la entrega en las viviendas de interés social (VIS), los representantes del sector (constructores, gobierno, e instituciones no gubernamentales, entre otros.) se ven en la necesidad de asumir acciones concretas para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, que habitan dichas casas dignamente.

Se llegó a la conclusión que elaborar un recurso participativo que pueda contribuir a resolver problemas en la VIS relacionados con la calidad del aire al interior de las mismas, es un aporte necesario; Se establecieron unas variables de las cuales pueden tener mayor responsabilidad en la calidad del aire interior, sin embargo hay otras como el entorno, contaminantes físicos, químicos y Biológicos que no se miden directamente en este ejercicio pero que el impacto que pueden tener sobre la calidad del aire es muy importante, se hacen recomendaciones generales en estos aspectos.

Se profundiza en otras variables como son: Diseño Arquitectónico, materiales de acabados, dentro de los cuales se dio una mirada a las pinturas, pisos laminados y baldosa cerámica y gres porcelánico, también a los productos de aseo e higiene personal y para terminar se hace un análisis de la conciencia, percepción y hábitos que tiene la gente con respecto a la calidad del aire interior.

- Diseño Arquitectónico:

Esta variable se basa en estudios previos que determinan la tipología de la vivienda de interés social en Bogotá; desde ese parámetro se van a analizar los aspectos de Aberturas, relación

ventana pared, materiales de acabados en la entrega del inmueble y la intervención posterior que normalmente hacen a la vivienda sus propietarios, y la cantidad de personas que habitan estas unidades de vivienda y los horarios de ocupación. Esta variable se va a combinar con datos climáticos expedidos por el IDEAM para la ciudad de Bogotá teniendo especial interés en la humedad relativa y la temperatura del aire para establecer el confort térmico y la renovación del aire como objetivo principal de análisis; esta variable se va a simular en el software Design Builder analizando los valores promedios anuales, la semana más caliente y la semana más fría del año.

- Materiales de acabados:

Esta variable tiene como objetivo establecer el grado de contaminación que pueden aportar en la calidad del aire al interior de la vivienda; con los materiales establecidos para las simulaciones se van a analizar las fichas técnicas de los productos para determinar su compromiso. Se enuncian los materiales más representativos para poder establecer si hay responsabilidad en la calidad del aire interior; se van a clasificar en dos grupos, el primero es el grupo correspondiente a los materiales básicos de la vivienda y el segundo tiene que ver con los materiales utilizados para la terminación del espacio, casi siempre los usuarios se encargan del segundo grupo, pero se ha vuelto una constante en la elección de los materiales.

- Productos de Aseo e Higiene Personal:

Esta variable se hace muy interesante porque se mezclan muchas circunstancias y actividades que se desarrollan al interior de la vivienda y tienen una responsabilidad importante con respecto a la calidad del aire al interior de la vivienda de interés social en la ciudad de Bogotá.

- La Conciencia:

Mide la concienciación que existe de la calidad del aire al interior de la vivienda en el común de las personas servirán para trabajar en el tema de manera colectiva con la sociedad; Esta variable se va a medir mediante encuesta viral aplicada.

- Las Rutinas:

Esta variable establece los hábitos desarrollados por las personas en busca de tener o mantener la calidad del aire al interior de la vivienda. Esta variable se va a medir mediante encuesta viral aplicada.

9.1 Diseño Arquitectónico:

Para poder establecer una base de análisis teniendo en cuenta el diseño arquitectónico de la oferta de generación de proyectos de vivienda de interés social (VIS), en la ciudad de Bogotá, se toma como ejemplo arquitectónico un apartamento; proyecto diseñado por la empresa CONSTRUMAX.

Se toma la planta de un apartamento tipo que se ajusta a una tipología utilizada con un área de 48 M2 que consta de zona social (sala – comedor) cocina integrada a la zona social, espacio para ropas, un área de uso múltiple (puede ser estudio o alcoba) que se integra a la zona social y dos alcobas y dos baños; el sistema constructivo es en mampostería estructural con bloque estructural en arcilla y placas de entepiso en losa maciza en concreto; la ventanería en aluminio y vidrio. Cabe destacar que en la zona de ropas se instalan dos rejillas de 30 cms x 30 cms, una en la parte superior de la ventana y la otra en la parte inferior del muro de la ventana con las cuales cumple con la exigencia de gas natural para ventilar y renovar el aire de la zona.



Figura 2. Plano apartamento tipo vivienda de interés social en Bogotá, ejemplo arquitectónico; Grupo Construmax 2014

Se hace un cálculo de las renovaciones de aire requeridas utilizando como base una tabla de cálculo elaborada por Víctor Armando Fuentes Freixanet del laboratorio de investigaciones en Arquitectura Bioclimática del departamento de medio ambiente para el diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco de México.

Tabla 16. Cálculo de tasa mínima de renovación de aire para ejemplo arquitectónico analizado, producción propia, 2017

Cálculo de la tasa mínima de ventilación requerida de acuerdo a la producción de CO₂

Datos de la habitación		
largo	6,00	m
ancho	8,00	m
alto	2,38	m
área	48,00	m ²
volumen	114,24	m ³

Ocupantes		
Número de ocupantes	5	personas

Calidad del Aire		
Calidad del aire que se introducirá	0,0004	tasa de CO ₂

Tasa de producción de CO ₂		
Emisión de CO ₂ por persona	0,022	m ³ /h

Tasa mínima de ventilación requerida		
Por persona	36,67	m ³ /h
Total	183,33	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local		
Cambios de Aire	1,60	cambios/h

Calidad del aire		
Aire totalmente puro	0,03%	% de CO ₂
Aire casi puro	0,04%	
Aire medianamente puro	0,05%	
Aire poco puro	0,06%	
Aire tipo urbano	0,07%	
Aire contaminado	0,08%	
Aire muy contaminado	0,09%	
Límite permitido	0,10%	

Tasa mínima de producción de CO ₂ por tipo de actividad		
En descanso	0,015	m ³ /h
Trabajo ligero	0,022	
Trabajo moderado	0,047	
Trabajo pesado	0,072	
Trabajo muy pesado	0,094	

La renovación del aire según la tabla nos muestra que se deben hacer 1,6 cambios por hora para el volumen de aire correspondiente a todo el apartamento; se tiene en cuenta que la ocupación de la vivienda será de 5 personas y el volumen total es de 114,24 M3.

Se hace la simulación en Design Builder de un modelo tipo de vivienda de interés social en la ciudad de Bogotá y se hace inicialmente un cálculo de la renovación de aire promedio para todo el año y el resultado nos muestra una renovación de aire promedio de 0,33 renovaciones por hora; después se hace la simulación para la semana más fría del año que corresponde entre el 6 y el 12 de Octubre y muestra un renovación de 0,23 renovaciones por hora para esa semana.

De acuerdo al cálculo realizado inicialmente se requeriría de 1,6 renovaciones por hora lo que deja concluir que con las aberturas propuestas para el apartamento tipo de vivienda de interés social NO se cumple la renovación exigida por el cálculo que está basado en los estándares de Ashrae 62.1.; esta situación no genera ni en los proyectistas, ni los constructores ni mucho menos en los promotores, preocupación alguna, se presume que desde el desconocimiento de la importancia que una renovación de aire adecuada puede evitar muchos problemas futuros de salud en todos los habitantes de la vivienda, es lo que genera esta situación.

Tabla 17. Tabla E-2a según ASHRAE 6.2, requerimiento de renovación de aire, 2017

TABLE E-2^a
Outdoor Air Requirements for Ventilation of Residential Facilities (Private Dwellings, Single, Multiple)

Applications	Outdoor Requirements	Comments
Living areas	0.35 air changes per hour but not less than 15 cfm (7.5 L/s) per person	For calculating the air changes per hour, the volume of the living spaces shall include all areas within the conditioned space. The ventilation is normally satisfied by infiltration and natural ventilation. Dwellings with tight enclosures may require supplemental ventilation supply for fuel-burning appliances, including fireplaces and mechanically exhausted appliances. Occupant loading shall be based on the number of bedrooms as follows: first bedroom, two persons; each additional bedroom, one person. Where higher occupant loadings are known, they shall be used.
Kitchens ^b	100 cfm (50 L/s) intermittent or 25 cfm (12 L/s) continuous or operable windows	Installed mechanical exhaust capacity. ^c Climatic conditions may affect choice of the ventilation system.
Baths, Toilets ^b	50 cfm (25 L/s) intermittent or 20 cfm (10 L/s) continuous or operable windows	Installed mechanical exhaust capacity ^c
Garages: Separate for each dwelling unit	100 cfm (50 L/s) per car	Normally satisfied by infiltration or natural ventilation
Common for several units	1.5 cfm/ft ² (7.5 L/s m ²)	See "Parking garages" in Table 6.4.

^a In using this table, the outdoor air is assumed to be acceptable.

^b Climatic conditions may affect choice of ventilation option chosen.

^c The air exhausted from kitchens, baths, and toilet rooms may utilize air supplied through adjacent living areas to compensate for the air exhausted. The air supplied shall meet the requirements of exhaust systems as described in Section 5.8 and be of sufficient quantities to meet the requirements of this table.

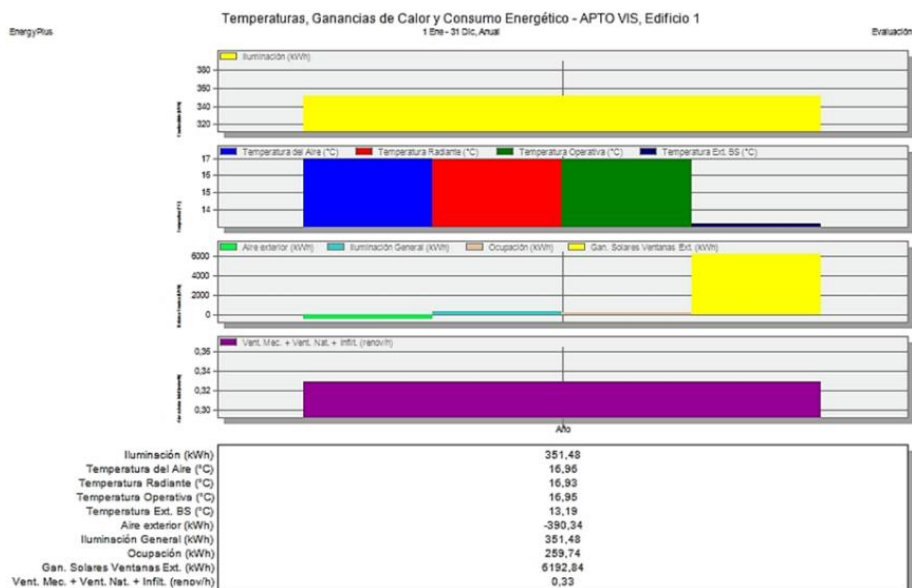


Figura 3. Resultado de simulación renovación de aire anual para ejemplo arquitectónico, Design Builder para ejemplo, Medina Ramírez Diego, 2017

En otros proyectos que no se tomaron como ejemplo, pero que se les dio una mirada de comprobación, se pudo observar que esta situación se repite y lo único a lo que se le da importancia es a la exigencia de la norma que vigila de alguna manera la empresa de gas natural, solamente se exige que se instalen dos rejillas de ventilación de 30 cms x 30 cms; una en la parte superior y la otra en la parte inferior, pero no se hace ningún tipo de medición certificada ni se tiene en cuenta el total de la vivienda.

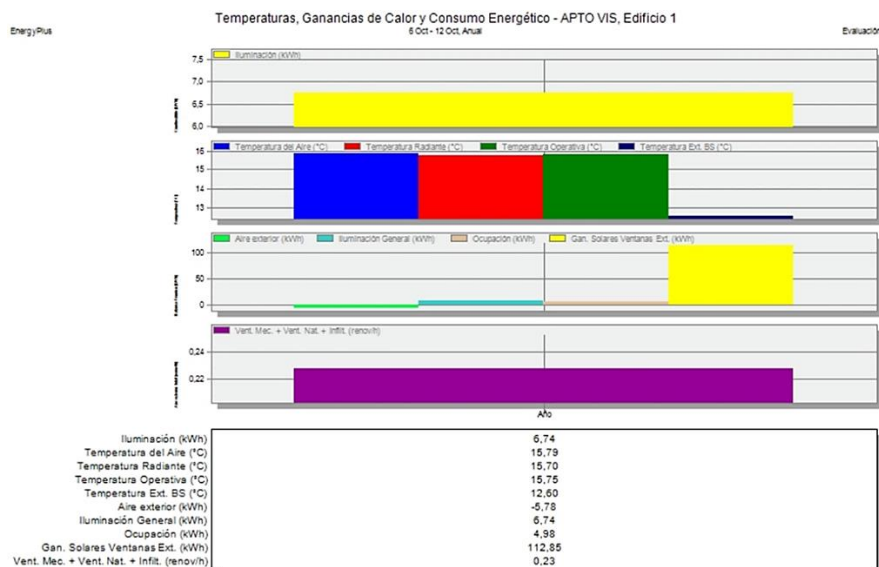


Figura 4 Resultado de simulación renovación de aire para la semana más fría del año, Design Builder para ejemplo, Medina Ramírez Diego, 2017

Para la semana más fría se analizaron en la simulación de confort las variables de temperatura operativa que se calculó con el método de Auluciens basados en los datos climáticos suministrados por Meteonorm para Bogotá y el rango de confort está dado entre los 19 °C y los 24 °C. Como se puede observar la temperatura operativa que es la que se tiene en cuenta con el método aplicado, la temperatura promedio no está dentro del rango de confort térmico; seguramente al aumentar las aperturas para lograr la renovación de aire sugerida para este espacio, se puede afectar la temperatura ambiente; aunque en este caso no se va a hacer énfasis en este aspecto, es importante analizar que todas las decisiones que se tomen en el proyecto, por pequeñas que parezcan es importante tenerlas en cuenta para poder tener un proyecto totalmente equilibrado.

Tabla 18. Datos climáticos para Bogotá según Meteonorm versión 5,1, 2017

Cálculo

METEONORM Version 5.1

Lugar: SANTA FE DE BOGOTA CO
 Situación: libre
 Horizonte: astronómico
 Tipo: Ciudades Formato

Mes	Ta	Tamin	Tadmn	Tadmax	Tamax	FH
Ene.	13,2	0,5	5,7	20,3	23,9	74
Feb.	13,5	1,4	6,9	19,6	24,5	76
Mar.	13,9	2,2	7,9	19,5	24,8	78
Abr.	14,1	4,4	8,5	18,9	24,4	80
Mayo	14,1	4,1	8,7	19,0	23,3	79
Jun.	13,8	4,2	8,3	18,6	21,8	77
Jul.	13,4	3,6	8,0	18,4	24,0	75
Ago.	13,4	2,2	7,9	18,5	23,6	75
Sept.	13,4	2,1	7,0	18,9	24,2	77
Oct.	13,5	2,6	7,8	18,8	22,6	79
Nov.	13,7	2,6	7,6	19,0	23,5	78
Dic.	13,2	0,5	6,6	19,4	23,5	76
Año	13,6					77

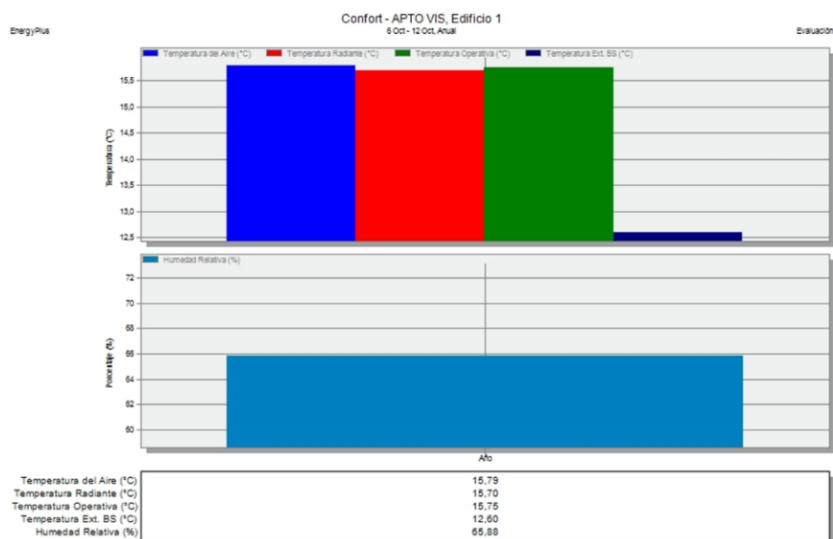


Figura 5 Resultado de simulación para confort térmico semana más fría, Design Builder para ejemplo arquitectónico, Medina Ramírez Diego, 2017

El diseño Arquitectónico debe establecer parámetros que garanticen la calidad del aire al interior de las viviendas, no centrarse solamente en las áreas de cocina, si no, tener en cuenta que las habitaciones y baños deben también cumplir con renovaciones permanentes y no depender de la voluntad y el tiempo de los usuarios para abrir ventanas; es importante tener en cuenta que los habitantes de la vivienda de interés social (VIS), en la ciudad de Bogotá, debe Salir la mayor parte del día a trabajar y tener que renovar el aire una vez lleguen a la vivienda, en estos procesos de encierro de los espacios se concentran los contaminantes que día a día van afectando la salud de los ocupantes.

Teniendo en cuenta el referencial CASA Colombia, del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), que ha trabajado en impulsar la sostenibilidad de la construcción de viviendas en el país, en el capítulo 11, Bienestar, llamada así para garantizar la calidad del aire en los espacios interiores y el confort de los usuarios en la vivienda evalúa cinco (5) lineamientos que los clasifica de la siguiente manera:

- Control de emisiones de gases de Combustión
- Ventilación
- Confort Térmico en interiores
- Protección al ruido
- Control del humo de cigarrillos

En el lineamiento correspondiente a la ventilación dice “promover el uso de sistemas de ventilación y/o extracción que permitan eliminar la humedad y la exposición de los ocupantes a

moho y contaminantes en cocinas y baños, garantizando así la calidad del aire en la residencia” este lineamiento está enmarcado en el estándar ASHRAE 62.1 2010 y muestra que NO hay normativa colombiana que aplique a este lineamiento; hace claridad en que se debe tener la ventilación natural como primera opción y se debería apoyar esta justificación en el documento CIBSE AM10, no es muy claro que obligue a justificar con el documentos anteriormente descrito, puesto que este habla de sistemas de ventilación para edificios NO residenciales.

9.2 Materiales de Construcción para las VIS

“La adecuada selección de los materiales para la construcción de la vivienda de interés social que se ven reflejados en la sostenibilidad de la vivienda de acuerdo a los factores climáticos, las cualidades de dichos materiales (inercia térmica) y una respuesta arquitectónica óptima” es una de las afirmaciones que hace una de las guías de asistencia técnica para Vivienda de Interés Social. http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia_asis_tec_vis_2.pdf, p.5. Refuerza el cuidado de la selección de cada uno de ellos para la construcción, fabricación y decoración de las viviendas de interés social (VIS) y el cuidado de la calidad del aire interior y no solo el exterior. Los diversos contaminantes se hacen presentes en los espacios cerrados.

Existen materiales que dependiendo de la temperatura y humedad pueden ser alterados y volverse contaminantes en los espacios interiores por eso es relevante la selección y costo de los mismos. Es fundamental que cada uno de los que participan en la construcción arquitectónica no se centre en la “economía “para ahorrar, pues desvirtúa el concepto de sostenibilidad de una vivienda.

“Los costos de mantenimiento de la edificación, que se derivan directamente de la escogencia de los materiales y el sistema constructivo, deben tender a una arquitectura sostenible y que guarda concordancia con las condiciones económicas de los habitantes.” http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia_asis_tec_vis_2.pdf , p.7.

La claridad, el uso de los materiales y acabados deben llevar a la concienciación de los usuarios y futuros propietarios de la vivienda de interés social, (VIS), porque son ellos que al final terminan comprando sus materiales e instalándolos y no el constructor.

La guía de asistencia técnica muestra esa postura “Debido al crecimiento paulatino de la vivienda, el cual se genera a partir de la entrega de la unidad básica o primera etapa, que consta de un espacio múltiple, alcoba, cocina y baño, surgen algunos aspectos que demandan una mayor atención por parte del propietario, tomando en consideración que, durante las etapas de ampliación siguientes para lograr la terminación de su vivienda, se minimiza la posibilidad de acceder a la asistencia técnica”. http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia_asis_tec_vis_2.pdf, p.9

Esta premisa quizás sea uno de los grandes retos donde cada uno de los actores asume una responsabilidad y compromiso en el mejoramiento de la calidad del aire interior para la búsqueda del bienestar en un espacio saludable y sostenible.

Por lo tanto, las exigencias de los estándares internacionales y las normativas de los recursos y materiales se deben ajustar al contexto, identidad cultural y posición geográfica pues no todas son aplicables a las necesidades de los espacios interiores como se mencionó en el marco normativo.

Para eso, se hizo unas comparaciones de diferentes productos, materiales, acabados y su etiquetación donde no siempre es clara la información de las normas técnicas y es justamente uno de los puntos de partida donde poco atención e interés se pone por cumplir con la entrega de los proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS) a los propietarios, sin percatarse de las consecuencias que con el tiempo repercuten en la vida y salud de los mismos.

“De ahí la importancia de suministrar a los beneficiarios de los proyectos de vivienda de interés social (Vis) y a los maestros de obra -quienes posteriormente ejecutarán la ampliación de la misma, información clara y precisa sobre aspectos técnicos y de diseño, así como de las normas que regulan la construcción, buscando una apropiada continuidad de la vivienda.”

http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia_asis_tec_vis_2.pdf, p.9

El desglose que se verá a continuación invita a una profunda reflexión del uso de los mismos en las VIS y como esos pequeños detalles que casi nadie se percata se vuelven esenciales a la hora de construir. Se da más conciencia no solo para este tipo de proyectos, sino en todos los escenarios del ser humano en búsqueda de viviendas sostenibles que realmente logren la armonía y equilibrio entre la naturaleza y el hombre.

9.2.1 Materiales para Acabados:

Tanto los materiales de construcción utilizados en la ejecución de un edificio, los materiales de acabados, los muebles, accesorios y otros elementos que van a componer finalmente la vivienda, pueden emitir contaminantes químicos que pueden afectar la salud y el bienestar de los usuarios de estos espacios. En la guía de asistencia técnica para vivienda de interés social 2, (VIS) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia, en el capítulo 6 cuando se refiere a la selección de los materiales dice “ Por las propiedades y características que tienen los materiales y su incidencia dentro del diseño bioclimático, el origen constituye el criterio predominante para la selección de los mismos; no obstante, la función y el uso del material en las obras de construcción son factores que se deben tener en cuenta.” Esto hace pensar que las miradas que se hace de los materiales solamente tienen un foco y se debería abarcar diferentes factores para su selección, entre otros la posible contaminación del aire interior.

Diferentes estudios realizados como por ejemplo la National Aeronautics and space Administration (NASA) y la Consumer Products Safety Comission (CPSC) muestran que los compuestos orgánicos volátiles (VOCs) liberados por los materiales y los equipos en el proceso de construcción e instalación de los edificios constituyen una gran parte de los contaminantes del aire interior.

Dependiendo de las características físicas y modo de aplicación de los materiales se pueden establecer cinco categorías como son: Productos húmedos como las pinturas, disolventes, adhesivos, barnices, masillas, selladores, etc.; en esta categoría se puede decir que mientras el

material tiene su proceso de secado las emisiones son mayores y después puede existir la probabilidad de seguir generando contaminación por años.

Productos Secos como la madera, telas, enchapes en general, depende de cada material y de sus componentes, el grado de contaminación; Materiales Captadores como elementos fabricados con madera o papel sin impermeabilizar y los textiles, retienen compuestos volátiles y partículas que dependiendo de las condiciones del ambiente como la temperatura o la humedad, una vez se alteran las condiciones se comienza la emisión de los contaminantes; Productos para el mantenimiento, los productos utilizados para el aseo de los espacios e incluso los de cuidado personal pueden emitir compuestos que afecten la calidad del aire interior, productos derivados del cloro como la lejía, o que contengan amoníaco que se utilizan para desinfectar.

Se muestra la siguiente tabla resumen las emisiones más significativas de los materiales más utilizados en la construcción y decoración, en la fabricación de distintos componentes y elementos típicos, tomados de los aspectos técnicos de la calidad de ambientes interiores, según la NTO 521 del ministerio de trabajo y asuntos sociales de España redactada por Ma José Berenguer Súblis:

Tabla 19. Emisiones procedentes de materiales de construcción y decoración utilizados en el edificio. <https://es.slideshare.net/pianorichard/edificios-saludables-2parte>

Tipo de Material		Compuestos químicos emitidos
Madera prensada	tableros de aglomerado Tableros de contrachapado Cartón duro de densidad media Bastidores de construcción	Formaldehído, -pineno, xilenos, butanol, acetato de butilo, hexanal, acetona

Acabados de Madera	Pinturas y tratamientos catalizados por ácidos	Formaldehído, acetona, tolueno, butanol
	Tintes para madera	Nonano, decano, undecano, dimetiloctano, dimetilnonano, trimetilnonano, trimetilbenceno
	Pintura de poliuretano	Nonano, decano, undecano, butanona, etilbenceno, dimetilbenceno
	Pintura de Látex	2-propanona, butanona, etilbenceno, propilbenceno, 1,1-oxibisbutano, propionato de butilo, tolueno
	Barnices para muebles	trimetipentano, dimetilhexano, trimetilhexano, trimetilheptano, etilbenceno, limoneno
Espumas para relleno	De poliuretano	toluendiisocianato (TDI)
Material Textil	Tapicerías y Cortinajes	Formaldehído, cloroformo, metilcloroformo, tetracloroetileno, tricloroetileno
Materiales de construcción de paredes y techos	Placas de yeso	xilenos, acetato de butilo, isodecano, decano, formaldehído, n-hexano, 2-metilpentano, α -undecano, fibras
	Másticos para juntas	Formaldehído, n-butanol, isobutanol, tolueno, etilbenceno, estireno, xilenos, nonano, 1,2,4-trimetilbenceno, undecano
	Paneles de techo	Formaldehído
	Impermeabilizaciones: - de latex - otros tipos	Metiletilcetona, propionato de butilo, 2-butoxietanol, butanol, benceno, tolueno Formaldehído, ácido acético, 2-butanona, tolueno, etilbenceno, xilenos, nonano, 1,2,4-trimetilbenceno, 1,3,5-trimetilbenceno, n-propilbenceno
	Adhesivos a base de agua	Benceno, tolueno, cloruro de metileno, acetona, hexano, xilenos, acetato de etilo, 2-butanona, acetato de butilo
Recubrimientos de paredes	Panelado de madera	Formaldehído, 1,1,1-tricloroetano, acetona, hexanal, propanol, 2-butanona, benzaldehído

	paneles de plástico / melanina	Formaldehído, fenol, hidrocarburos aromáticos, cetonas, heptaclor, éteres y ésteres de glicol
	Recubrimientos vinílicos	Cloruro de vinilo, diisobutil ftalato, butilbencil ftalato, cloruro de bencilo
	Panelado de cloruro de polivinílico	Fenol, hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos, éteres y ésteres de glicol
Papeles Pintados	Colas para empapelar	4-cloro-m-cresol, polímero de acrilamida, poliacrilamida aniónica, carboximetilcelulosa, hidroxietilcelulosa, destilados de petróleo, p-cloro-m-cresol, poliacrilamida, urea
	Pigmentos y Pinturas	Glicoles, 2-butanona, metacrilato de metilo, tolueno
	Papel pintado	Metanol, etanol, isopropanol, 2-butanona, dietilcetona, metilisobutilcetona, acetona, hidrocarburos alifáticos (C9-C15), acetatos de butilo, etilacetato, tolueno, xilenos
Pintado de Paredes	Pinturas (Látex y base acuosa)	Benceno, tolueno, xileno, etanol, metanol, octano, decano, undecano, éteres de glicol, policlorobifelino, dibutil ftalato
Recubrimientos de suelos	Moquetas	4-Fenilciclohexeno, formaldehído, 4-vinilciclohexeno, aminas, furanos, piridinas, disulfuro de dimetilo, tolueno, benceno, estireno, n-decano
	adhesivos para baldosas	Tolueno, benceno, acetato de etilo, etilbenceno, estireno
	Adhesivos para moquetas	m-xileno, etilbenceno, o-xileno, tolueno, acetato de metilo, 2-cloro-1,3-butadieno, 1,2,4-trimetilbenceno, 1-metil-4,1-metiletilbenceno, metacrilato de metilo, 4-metil-2-pentanona
	Baldosas vinílicas	Formaldehído, tolueno, metilciclohexano, heptano, isodecano, fenol, cetonas, 2,2,4-trimetil-1, 3-pentanodiodiisobutirato, fibras de amianto

	Suelos de linóleo	Tolueno, hexanal, propanal, formiato de metilo
	Suelos barnizados de madera	Acetato de butilo, acetato de etilo, etilbenceno, xilenos, formaldehído

Debido al estado en que se entregan las viviendas de interés social, (VIS) ,es importante dar una mirada a los materiales que se utilizan en la entrega y en el tratamiento que cada usuario le da al espacio; los materiales con los que se entregan son básicos y en muchos casos no se disponen ningún tipo de acabados, es decir, pisos en concreto a la vista, muros en bloque estructural de arcilla a la vista, enchape en cerámica para las cabinas de ducha y puerta metálica del acceso principal. Muchas personas deben comenzar a utilizar estos espacios en las condiciones que les entregan y en ese momento la calidad del aire al interior de la vivienda no garantiza calidad en el aire que se respira.

Otras personas comienzan el proceso de acabados de la vivienda antes de utilizarla y establecen algunos materiales estándar que serán sujetos a revisión en esta investigación; los pisos se terminan en piso laminado, los muros se pañetan y se terminan en pintura de vinilo tipo 1 o 2, las puertas de comunicación, los muebles de cocina y los closets se fabrican en tableros enchapados en melamínicos o triplex.

De acuerdo a lo planteado se van a analizar algunos materiales básicos pero que en trabajo de campo a proyectos de vivienda de interés social (VIS), en la ciudad de Bogotá, se observó una línea de acabados sencillos pero muy apetecidos por los habitantes de estas viviendas; en todos los casos se confirmó que los materiales de acabados son elegidos, comprados e instalados por el propietario de la vivienda y no por el constructor.

Como se puede observar en la siguiente tabla, de los materiales básicos utilizados para la construcción de los proyectos de vivienda de interés social en la ciudad de Bogotá, está presente el Concreto y el bloque estructural de arcilla (cuya materia prima se extrae del suelo) que pueden contaminar de manera constante con emisiones de gas radón; esto siempre y cuando los agregados del concreto y la arcilla hayan sido extraídos de zonas con altas concentraciones del gas.

Tabla 20. Tomado de la tabla No. 1 del informe contaminación del aire interior y su impacto en la patología respiratoria; www.archbronconeumol.org,2013

Situación	Fuentes de Emisión	Contaminante
Exterior	Producción industrial	SO ₂ ,NO ₂ ,NO, Ozono
	Vehículos de motor	Partículas, CO y COV
	Suelo	CO, NO ₂ ,NO,Plomo, Radón
Interior	Materiales de Construcción	
	Piedra, hormigón	Radón
	Compuestos de madera	Formaldehído, COV
	Aislamientos	Formaldehído, fibra de vidrio
	Ignífugos	Asbesto
	Pintura	COV, Plomo
	Instalaciones y mobiliario	CO,CO ₂ ,NO ₂ ,N,COV
	Calefacción, cocinas	partículas
	Fotocopiadoras	Ozono
	Sistemas de ventilación	Microorganismos
	Ocupantes	
	Actividad Metabólica	CO ₂ , vapor de agua
	Actividad Biológica	Microorganismos
	Actividad Humana	
	Tabaquismo	CO, partículas
	Ambientadores	Fluorocarburos, olores
	Limpieza	COV, olores
Ocio, actividades artísticas	COV, olores	
CO: monóxido de carbono; CO ₂ : Dióxido de carbono; COV: compuestos orgánicos volátiles; NO: Monóxido de nitrógeno;NO ₂ : Dióxido de nitrógeno.		

Es importante tener en cuenta que según los estudios realizados se dice que el gas radón está presente en todas partes de la tierra y cuando hay presencia de Uranio, la concentración aumenta, las zonas volcánicas también pueden tener concentraciones altas de este contaminante

que según la OMS puede generar cáncer pulmonar y sería la segunda causa después del tabaquismo, con unos índices de muerte por año bastante preocupante.

En la página <http://toxicosdecadadia.blogspot.com.co/2013>, se habla del Gas radón como una radiación muy fuerte y sobre todo dañina para la salud, y dice: “El radón procede de los materiales de la construcción usados en las viviendas (hormigón, yeso, etc.) y de la geología del terreno”; sin embargo, para el suelo de Bogotá no se ha encontrado un estudio que indique la concentración del gas, y también dice: “ como el radón se acumula y tiene un período de semidesintegración de 3.8 días, ventilar diariamente las habitaciones reduce considerablemente el nivel de radón.”; Aunque se han elaborado mediciones de Radón en Colombia, se han concentrado mucho más en las zonas volcánicas y por esto no se encontraron resultados de mediciones realizadas en el perímetro de Bogotá, D.C.

9.2.2 Pintura

Se va a dar una mirada comparativa al tipo de pinturas utilizadas en otras partes del mundo para establecer el cuidado que se tiene con los habitantes de dichos espacios; La comunidad Europea se ha venido preocupando por los estándares de calidad en el aire interior y han dispuesto diferentes mecanismos para poderlo garantizar; Los productores de pinturas deben por obligación salir al mercado con sellos que especifiquen el tipo de pintura y el consumidor final será quien tome la decisión del tipo de producto a utilizar.

Las pinturas tienen una responsabilidad enorme en la calidad del aire, debido a que durante su vida útil va desprendiendo partículas contaminantes y es una labor que requiere de

mantenimiento de dos a cuatro años; esto hace que los usuarios de los espacios interiores estén expuestos continuamente.

En Junio de 2012 OAKDENE HOLLINS , Research and consulting, hace una revisión de los criterios establecidos en el año 2007 para el mercado de las pinturas y barnices y un análisis técnico para entender donde surgen los impactos al medio ambiente en el ciclo de vida de las pinturas. La decisión de utilizar un sello Ecológico en las pinturas y barnices se determina en el año 2008 y se comienza a revisar en septiembre de 2011.

La UNEP (united nations environment programme) en mayo de 2016 genera el reporte global del estado de los límites de contaminantes para la pintura y hace una revisión del reporte generado en el año inmediatamente anterior; evalúan 128 países de todos los continentes para poder establecer el estado real de la industria y le dan una mirada a las leyes en estos países que tienen que ver con el tema; desafortunadamente a Colombia no lo evalúan para este reporte porque no encontraron regulación nacional con estándares propios.

Tabla 21. Lista de países valorados en el reporte de la UNEP,2016

Africa	Asia and the Pacific	Western Asia	Latin America and Caribbean	Europe	North America
Algeria	Australia	Jordan	Argentina	Austria	Canada
Angola	Bangladesh	Iraq	Antigua and Barbuda	Armenia	United States
Benin	Brunei	Kuwait	Bahamas	Azerbaijan	
Botswana	Cambodia	Oman	Barbados	Belarus	
Cape Verde	Cook Islands	Saudi Arabia	Belize	Belgium	
Chad	China	Qatar	Bolivia	Bulgaria	
Equatorial Guinea	Democratic People's Republic of Korea		Brazil	Croatia	
Eritrea			Chile	Cyprus	
Guinea Bissau	Fiji		Cuba	Czech Republic	
Libya	India		Costa Rica	Denmark	
Mauritania	Indonesia		Dominican Republic	Estonia	
Mozambique	Iran		Dominica	Finland	
Namibia	Kiribati		Guyana	France	
Niger	Marshall Islands		Grenada	Georgia	
Nigeria	Micronesia		Jamaica	Germany	
Sao Tome and Principe	Mongolia		Mexico	Greece	
Seychelles	Nauru		Nicaragua	Hungary	
Sierra Leone	Nepal		Panama	Iceland	
Somalia	New Zealand		St. Kitts and Nevis	Ireland	
South Africa	Palau		St. Vincent and Grenadines	Israel	
South Sudan	Pakistan		Trinidad and Tobago	Kyrgyz Republic	
Togo	Papua New Guinea		Uruguay	Latvia	
Zambia	Philippines		Venezuela	Liechtenstein	
Zimbabwe	Republic of Korea			Lithuania	
	Sri Lanka			Luxembourg	
	Thailand			Malta	
	Tonga			The former Yugoslav Republic of Macedonia	
	Tuvalu			Montenegro	
				Monaco	
				Netherlands	
				Norway	
				Poland	
				Portugal	
				Romania	
				Russia	
				San Marino	
				Serbia	
				Slovakia	
				Slovenia	
				Spain	
				Sweden	
				Switzerland	
				Turkey	
				Turkmenistan	
				United Kingdom	
				Uzbekistan	

Basados en el cuadro siguiente en el que se muestra con claridad la clase de contaminantes a los que se expone el usuario de la vivienda al tener presencia de Pintura vinílica aplicada en sus muros y cielo rasos, se van a comparar tres marcas comerciales de pinturas que se utilizan en Bogotá para la vivienda de interés social y después se va a comparar con las pinturas del mismo tipo que se comercializan en México.

Tabla 22. Contaminantes del aire por materiales (pintura); basado en información Dr. Mercola, producción propia, 2017

Contaminantes	Materiales
Otros compuestos orgánicos volátiles (COV)	Pinturas, disolventes, conservadores de madera, aerosoles, productos de limpieza y desinfectantes, impresoras, alfombras, repelentes de polillas, ambientadores, ropa lavada en seco, artículos de papelería.
Metales pesados (Plomo, mercurio, cadmio, cromo, etc.)	Las pinturas, humo de tabaco, suelo y polvo.
Pintado de Paredes Pinturas (Látex y base acuosa)	Benceno, tolueno, xileno, etanol, metanol, octano, decano, undecano, éteres de glicol, policlorobifelino, dibutil ftalato

Los fabricantes colombianos se acogen a las normas locales, pero desafortunadamente en ninguna de ellas obliga al productor a utilizar algún sello que garantice que el producto está libre de todos o de alguno de los contaminantes mencionados anteriormente. Sin embargo hay normas Colombianas que están buscando garantizar la calidad de los productos como es el caso de la NTC – 6018 que rige a los fabricantes para no contaminar el medio ambiente desde el mismo proceso de fabricación y en la que se identifican sustancias que definitivamente ESTÁN PROHIBIDAS en la fabricación de las mismas.

Aunque en la Norma se pueden leer los diferentes productos que No se pueden utilizar, no se obliga de ninguna manera al fabricante a incluir en la etiqueta los compuestos del producto. En la tabla siguiente se puede apreciar la definición que contiene la norma correspondiente a un contaminante peligroso del aire y se puede apreciar que está regido por los estándares internacionales según la EPA de estados Unidos.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 6018

3.9 Compuesto agotador de la capa de ozono. Compuesto con un potencial de destrucción de la capa de ozono superior a 0.01 (CFC 11=1) de acuerdo con lo establecido por la *Environmental Protection Agency – EPA –* de Estados Unidos en la lista de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono de Clase I y Clase II.

3.10 Contaminante peligroso del aire. Cualquier compuesto listado por la *Environmental Protection Agency – EPA –* de Estados Unidos en la sección *Clean Air Act 112 (b)* como contaminante peligroso del aire.

3.11 Criterios ambientales de producto. Requisitos ambientales que debe cumplir el producto para que se le otorgue el Sello Ambiental Colombiano.

Figura 6 . Definición de contaminante peligroso del aire; ntc-6018; Icontec, 2013

Finalmente se puede apreciar la cantidad permitida de contaminantes volátiles para las pinturas base de agua como es el caso de los vinilos; Los estándares tomados para la norma 6018 están basados en ASHRAE 62.1.

Tabla 23. Límites de VOC; norma técnica colombiana 6018,2013

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 6018

Tabla 1. Límites de VOC

Tipo de producto	Nivel de VOC (g/L) a 250 °C
Pintura o material de recubrimiento mate	100
Pintura o material de recubrimiento no-mate	150
Imprimante o pintura base	200
Pintura para piso	250
Recubrimiento anticorrosivo	400
Recubrimiento reflectivo para pared	100
Recubrimiento reflectivo para techo	150
Barnices	350
Estucos y masillas	100

Como se puede apreciar en la siguiente imagen, tomada desde el envase del producto, debido a que no fue posible conseguir las fichas técnicas de los productos, se lee en la etiqueta que

Tabla 24. Límites de voc según reglamentación scaqmd rule 1113; 2017

VOC CONTENT LIMITS FOR ARCHITECTURAL COATINGS

Limits are expressed in grams of VOC per liter^a of Coating thinned to the manufacturer's maximum recommendation, excluding the volume of any water, Exempt Compounds, or Colorant added to tint bases. "Manufacturer's maximum recommendation" means the maximum recommendation for thinning that is indicated on the label or lid of the Coating container.

Coating Category	Effective 03/18/2003	Effective 06/18/2003	Effective, 01/01/2004	Effective 6/18/2014
Primary Coatings				
Flat Coatings	250	100		50
Nonflat Coatings	250	150		100
Nonflat-High Gloss Coatings	250			150

Al analizar el cruce de normas y métodos se encuentra que la norma SCAQMD Rule 1113 determina que la cantidad límite de VOC es 50 g/L, en la etiqueta del producto se lee en un aparte que la pintura color blanco contiene ≤ 50 g/L que estaría cumpliendo con la normativa.

Para el caso de otro fabricante Colombiano se puede observar en la ficha técnica obtenida por internet de la página www.lacabados.com que el vinilo tipo 1 lavable contiene 34,5 g/L de VOC lo que lleva a pensar que al tener menor concentración de contaminantes volátiles es menos perjudicial en el tiempo para las personas que se exponen a este producto.

La ficha técnica no muestra información específica de los componentes para poder precisar si puede contener otro tipo de contaminantes que también generen problemas de salud y bienestar a las personas que habitan el espacio ni ningún tipo de método aplicado durante la fabricación del producto; esta situación se puede decir que es la resultante de la ausencia de normas más estrictas y métodos de control para que las aplicaciones de las normas sean mucho más precisas.

Tabla 25. Ficha técnica vinilo tipo 1 tomado de la página de 1a acabados; 2017

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO		PROCESO DE PRODUCCION	
 <p>SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD</p>		<p>CODIGO: N/A</p>	
<p>PRODUCTO: Vinilo</p> <p>TIPO: 1 (LAVABLE)</p> <p>COLOR: Varios (Más de 6000)</p>		<p>VERSIÓN: 2</p>	<p>PAGINA 1 DE 1</p>
		<p>ACTUALIZACIÓN: 2015/02/13</p>	
CARACTERÍSTICAS Y USOS			
<p>Vinilo diluible en agua, tipo 1, de alto cubrimiento, resistencia a la limpieza y al lavado. Recomendado para decorar y proteger muros, techos y fachadas. Excelente adherencia y cubrimiento, resistencia a la formación de hongos y algas, bajo salpique, rápido secado.</p>			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
PROPIEDADES	METODO	PRODUCTO	
PESO POR GALON:	Kg / gal	5,6	
VISCOSIDAD:	unidades KU	120-125	
INDE SOLIDOS POR PESO:	30 minutos a 160°C	65-68	
VOC:	gr/lit	34,5	
PH:	pH metro	7,5-10	
RENDIMIENTO TÉCNICO:	X GALON	obra nueva 25 m ² /gal sobre estuco plástico Repinte color diferente claro 20m ² /gal, oscuro 16 m ² /gal. Color igual 28 m ² /gal. cargas y pigmentos de acuerdo al color 1 lit.	
PIGMENTOS: SECO A 25 °C:	SIN PIGMENTOS TOXICOS al tacto, humedad relativa 60%		

En la etiqueta del producto tomada del envase del vinilo tipo 1 se puede leer alguna información correspondiente al producto, pero no se exhibe la información técnica correspondiente a los VOC, la etiqueta contiene información básica que demuestra que las personas que utilizan este tipo de material no exige de ninguna manera la información correspondiente a los contaminantes que de alguna manera podrán afectar su salud.



Figura 8. Etiqueta de envase de pintura tipo 1 de 1a acabados; producción propia, 2017

Se toma otro tipo de pintura, el Intervinil de Pintuco, una de las empresas pioneras en la producción nacional; en la ficha técnica obtenida desde la página de Internet de Pintuco se puede leer la información correspondiente al contenido de VOC que está especificado entre 60 y 140 g/L; este indicador está dado dependiendo el color, pero se puede deducir que el menor valor corresponde a la pintura de color blanco; de todas maneras en la etiqueta se menciona el método utilizado para determinar el tamaño de VOC, ASTM D6886; este método es similar a SCAQMD Rule 1113, al utilizado por el fabricante Tito Pabón, el primer producto que se analizó, y si los métodos son similares se asume que los estándares también lo sean y en ese caso el valor estaría superando los 50g/L como se observa en la tabla 25

Tabla 26. Ficha técnica intervino de pintuco tomado de la página de pintuco; 2017

Propiedad	Valor	Unidad
Brillo, medido a 60°	< 10	%
Viscosidad	115 - 125	KU
Densidad	5.0 - 6.0, según color	Kg / Gal
Método de aplicación	Brocha/Rodillo/Pistola	
Contenido de VOC	60 - 140, según color	Gramos/Litro menos agua ASTM D6886
Secamiento al tacto	0.5 - 1	Horas
Secamiento al manejo	2 - 3	Horas
Secamiento entre manos	1 - 2	Horas
Rendimiento teórico	>47	m2/ gal

Se tomó una foto del envase de vinilo tipo 1, Intervinil, y en la etiqueta NO se lee la misma información que contiene la ficha técnica obtenida desde la página de internet y para determinar el compromiso con el medio ambiente de alguna manera, inscriben en la etiqueta que es un producto formulado sin Plomo y sin Cromo, pero de los contaminantes volátiles no se expresa ninguna

información. Esto hace pensar en la falta de conciencia respecto al tema de la calidad del aire para los espacios interiores y en especial para la vivienda de interés social en la cual la factibilidad de utilizar este tipo de pintura es bastante alta.



Figura 9. Etiqueta tomada de envase de vinilo tipo 1 de pintuco; producción propia, 2017

Para complementar el tema de las pinturas se tomó como ejemplo una marca de pintura de uso masivo en México y que se aproxima a las características de los productos manufacturados en Colombia para ver como manejan los componentes de esa pintura.

La marca es Comex y su producto es pintura vinílico acrílica pro 100 plus; la ficha técnica encontrada en la página de internet de la compañía muestra una información general y poco específica relacionada con los componentes orgánicos volátiles (VOC), según la información pero

sin precisión se dice que los sólidos por pesos están en un rango para la pintura blanca entre 44% y 52%, no se lee ningún tipo de norma aplicada ni método que determine el tamaño de estos.

En otra parte muestra específicamente información correspondiente al medio ambiente y lo que señala es que el producto fue manufacturado con componentes libres de plomo y mercurio que correspondería a contaminantes clasificados como químicos.

Tabla 27 Ficha técnica de pintura vinilo acrílica pro 1000 plus; tomada de la página de comex mexico;2017



The image shows a screenshot of the Comex website. On the left, there is a product image of a 'Comex Pro 1000 Plus' paint can. The main text on the page reads 'Pro 1000 Plus® La mejor opción para grandes construcciones'. Below this, there are bullet points: 'Exceso color cubren 100% los muros', 'Alcoba color', 'Más de 1,500 colores', and 'Más'. There are also buttons for 'Ver el producto' and 'Ver Ficha'. On the right, there is a 'CARTA TÉCNICA' (Technical Data Sheet) for the product. The sheet is divided into several sections: 1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO, 2. PARÁMETROS DE MEDICIÓN, 3. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES, and 4. EN RELACION AL MEDIO AMBIENTE. The 'EN RELACION AL MEDIO AMBIENTE' section is highlighted with a red box and contains the text: 'Este producto está elaborado con materias primas que no están catalogadas o listas de prohibición de uso en México'.

CARTA TÉCNICA	
1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	
PRODUCTO Pintura para interiores y exteriores.	
TIPO Vinilo Acrílica.	
USOS RECOMENDADOS Pintado y mantenimiento de muros interiores y exteriores, y paredes de concreto, aplicación de peso, superficies expuestas al exterior, Casa Comex, muros, etc. Por su excelente cobertura es recomendado para aplicar el trabajo en grandes áreas, así como a diferentes superficies en muros de concreto, muros de obra, superficies exteriores con acabados lisos y mates.	
COLORES 18 colores de línea. 1180 colores en Color Center para el momento "Color Line". 1180 colores en Color Center para el momento "Color Line 2".	
COMPOSICIÓN BASE TINTA COLOR LINE Con sus colorantes de "Color Center", se consiguen los tonos para cubrir los muros. El número de colorante que se debe agregar por cada litro es:	
Vinilo	5 ml.
Vinilo R	15 ml.
Vinilo S	15 ml.
Vinilo B	20 ml.
Para el momento "COLOR LINE" cada litro se aplica en los siguientes colores: Vinilo B es la mezcla de rosas y grises con terminación.	
ACABADO Mate.	
2. PARÁMETROS DE MEDICIÓN	
SÓLIDOS POR PESO (%) Muestra blanca: 44-52%	
Muestra blanca: 44-52%	
Muestra blanca: 44-52%	
SÓLIDOS POR VOLUMEN (%) Muestra blanca: 33-37%	
Muestra blanca: 33-37%	
Muestra blanca: 33-37%	
VELOCIDAD 33-110 MJ de consumo de energía.	
EMISIÓN DE ORO 1.15 - 1.32	
LAVABILIDAD 2000 - 2000 ciclos.	
3. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	
GENERAL Pintura Vinilo Acrílica de acabado mate de alta resistencia al exterior que puede ser aplicada sobre ladrillo, muros de maderas, concreto y todo tipo de superficies. Resistente a la formación de algas y hongos en los muros.	
EN RELACION AL MEDIO AMBIENTE Este producto está elaborado con materias primas que no están catalogadas o listas de prohibición de uso en México.	

En la imagen tomada del envase de este producto se lee una información menos detallada que la carta técnica y solamente dice que está libre de plomo; Esta situación hace pensar que en México tampoco le dan la importancia a estos contaminantes que con el tiempo después de aplicado el producto se siguen emitiendo y de alguna forma se atenta contra la salud de las personas que habitan el espacio.



Figura 10. Etiqueta tomada del envase de vinilo 1000 pro plus, producción propia, 2017

9.2.3 Pisos Laminados

El piso laminado es una opción de acabado para pisos y en algunos casos para muros; en Colombia en los últimos años se ha venido utilizando de manera masiva en todos los tipos de vivienda y de todos los presupuestos, se consiguen en el mercado en su totalidad pisos importados de diferentes orígenes y donde grandes cadenas de materiales de construcción maquilan con fábricas de China el material con marca propia.

Para desarrollar la variable de acabados arquitectónicos se va a dar una mirada a los productos que maneja el mercado en cuanto a pisos laminados y que se utilizan en la vivienda de interés social en Bogotá como una decisión personal que hace el comprador de la vivienda; los nuevos propietarios buscan “Mejorar” las condiciones de su vivienda y una de las alternativas más utilizadas en este momento es este tipo de piso.

En cuanto a los pisos laminados hay que precisar diferentes aspectos; existen las normas técnicas colombianas NTC 5515 – 698 – 795 – 2673-1 – 2673-2 – 2809-2 que tienen que ver con este producto, sin embargo el 100% del material que se comercializa en el mercado de los materiales de acabados, en Bogotá, corresponde a material importado; las normas Europeas EN 438-2 – 438-3 – 438-5 y 316 también tienen que ver con el material y están generando los lineamientos para la fabricación, comercialización y componentes de los pisos laminados.

Está comprobado que los pisos laminados emiten formaldehído y que este contaminante químico es perjudicial para la salud de las personas que habitan los espacios, en <http://blog.simbolocalidad.com/ensayo-emision-formaldehido-tableros-derivados-madera> se lee que el “formaldehído está considerado como un compuesto nocivo irritante y clasificado, además, por la IARC (agencia internacional de investigación sobre el cáncer) como cancerígeno. Es por ello que el control de este compuesto en los tableros no solo está contemplado en la normativa sino por la legislación vigente” ; la reglamentación que se ha generado en torno a este material busca disminuir las emisiones pero de ninguna manera se puede pensar en la eliminación del daño que puede ocasionar ; Alemania es un país pionero en la producción de este tipo de material y al parecer aunque están maquilando en China están obligados a que sus productos sean monitoreados por terceros para verificar que se cumplan los requisitos contenidos en las regulaciones de sustancias peligrosas (Gefstoffv), esta regulación aunque solamente tiene competencia en Alemania, si sus productos están respaldados por la marca del país deben cumplir con su aplicación.

Los pisos laminados están clasificados según la clase de emisiones que producen en miligramos de formaldehído emitido por hora y por metro cuadrado de tablero, los tableros

catalogados como de baja emisión se clasifican como E1; el valor permitido para pertenecer a ésta categoría no puede superar 0,1 ppm (partículas partes por millón).

Para el desarrollo del capítulo se analizaron cuatro (4) tipos de pisos comerciales que se encuentran en el mercado de los materiales de construcción en la ciudad de Bogotá, los tres primeros son distribuidos por la tienda Home Center y el cuarto es distribuido por una tienda que solamente comercializa pisos, porcelanatos de Colombia.

El primer caso es el piso marca HÖLZTEK , de 8 mm de espesor clasificado en la categoría E1 y país de origen Alemania, no se encuentra ninguna información correspondiente al tipo de control al que fue sometido. El piso está especificado para uso de vivienda como tráfico residencial.



Figura 11. Tomada del empaque de piso laminado holztek en Home Center Bogotá, producción propia, 2017

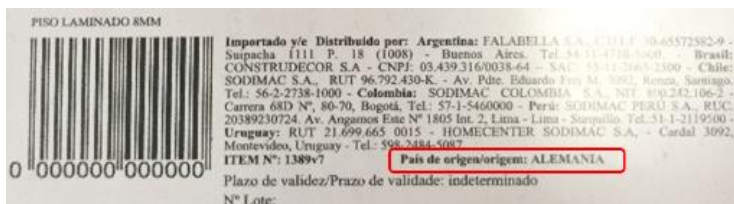


Figura 12. Tomada del empaque de piso laminado holztek en Home Center Bogotá, producción propia, 2017



Figura 13. Tomada del empaque de piso laminado holztek en Home Center Bogotá, producción propia, 2017

Para el segundo caso se toma el piso marca KARSON que es marca propia de Home Center maquilado en China pero con la tecnología de Alemania; el producto está clasificado como uso residencial en 6 mm de espesor. Se puede observar en el empaque que está clasificado dentro de la categoría E1 y es de uso residencial.



Figura 14. Tomada del empaque de piso laminado karson en Home Center Bogotá, producción propia, 2017



Figura 15. Tomada del empaque de piso laminado karson en home center Bogotá, producción propia, 2017

El tercer caso escogido es un piso laminado marca HOLZtek, similar a la marca Alemana pero su escritura tiene una diferencia, es un piso que en su empaque no muestra la clasificación para las emisiones de formaldehído y el país de origen es China como se puede leer en el rótulo del empaque, es un piso de 7mm de espesor que está indicado para el uso de vivienda.



Figura 16. Tomada del empaque de *piso* laminado HOLZtek en home center Bogotá, producción propia, 2017



Figura 17. Tomada de empaque piso laminado HOLZtek en home center Bogotá, producción propia, 2017

Con respecto a este piso de producción China con la información que contiene el empaque no se puede establecer ningún tipo de método de verificación o medida de las partes por millón que expide este producto, el ser un piso distribuido por una marca de nombre en el país se asume que

el cumplimiento de las normas deben estar controladas pero no se encontró información adicional en el personal de la tienda que tiene que ver con el material.

El cuarto caso corresponde al piso laminado marca Xylon distribuido por la tienda de pisos porcelanatos de Colombia; este producto está especificado para el uso residencial y tiene la clasificación E1, es curioso que en el empaque del producto se hace referencia a la norma ISO 9001:2000 que corresponde a las prácticas de fabricación y se destaca más que la clasificación por contaminación.



Figura 18. Tomada del empaque de piso laminado xylon, producción propia, 2017



Figura 19. Tomada de empaque piso laminado xylon, producción propia, 2017

En este producto no se hace referencia al origen del material, sin embargo tener la clasificación en la emisión de formaldehído es una garantía para el comprador.

Los materiales de pisos laminados que se analizaron de alguna manera muestran en sus empaques que cumplen con los estándares internacionales para este tipo de producto, Desafortunadamente el propietario de la vivienda de interés social en el momento de decidir el acabado para su espacio, analiza primero el factor costo que el factor calidad, hoy en día hay una proliferación de este producto y se encuentran muchas opciones en el mercado, esta investigación no cubre todas las opciones y por lo tanto no se tiene la certeza que todos los productos que se consiguen en el mercado cumplen con los estándares.

9.2.4 Baldosa Cerámica y Gres Porcelánico

En el mercado de los acabados hay dos productos que también son utilizados por los propietarios de la vivienda de interés social, son las baldosas cerámicas y las baldosas de gres porcelánico; éste último material se ha venido utilizando con altísima popularidad debido a que no tiene un costo tan elevado y las ventajas en resistencia y acabado estético lo hace muy apetecido.

En el mercado se encuentra una gran variedad de baldosas de diferentes formatos, colores, texturas, brillos, marcas y orígenes, las tiendas especializadas en la venta de estos productos comercializan en general para poder competir en el gran mercado de los materiales de acabados

para la construcción. La normativa colombiana establece unas características en las etiquetas de estos productos que deben unificar cierta información para poder ser comercializados.

La norma técnica Colombiana NTC 919, Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y rotulado, es una adopción modificada de la norma ISO 13006:2012 (E), esta normativa busca unificar y garantizar los procesos de fabricación de los materiales pero no se especifica si es un material contaminante del aire.

En la página de internet, <https://es.slideshare.net/pianorichard/edificios-saludables-2parte>, se encontró un cuadro que contiene diferentes materiales de construcción que contaminan el aire interior y esta es la razón, aunque con mayor incidencia, para tener en cuenta las baldosas cerámicas y el gres porcelánico.

Tabla 28. Emisiones provenientes de materiales de construcción, <https://es-slideshare.net,2017>

Recubrimientos de suelos	Moquetas	4-Fenilciclohexeno, formaldehído, 4-vinilciclohexeno, aminas, furanos, piridinas, disulfuro de dimetilo, tolueno, benceno, estireno, n-decano
	adhesivos para baldosas	Tolueno, benceno, acetato de etilo, etilbenceno, estireno
	Adhesivos para moquetas	m-xileno, etilbenceno, o-xileno, tolueno, acetato de metilo, 2-cloro-1,3-butadieno, 1,2,4-trimetilbenceno, 1-metil-4,1-metiletilbenceno, metacrilato de metilo, 4-metil-2-pentanona
	Baldosas vinilicas	Formaldehído, tolueno, metilciclohexano, heptano, isodecano, fenol, cetonas, 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiodiisobutirato, fibras de amianto
	Suelos de linóleo	Tolueno, hexanal, propanal, formiato de metilo
	Suelos barnizados de madera	Acetato de butilo, acetato de etilo, etilbenceno, xilenos, formaldehído

Como se puede apreciar en la tabla, las baldosas como tal no están clasificadas como contaminantes para el aire, sin embargo hay que preguntarse si las baldosas cerámicas están fabricadas con base en arcillas de diferente tipo y los procesos mismos de fabricación, pueden emitir diferentes tipos de contaminantes que son de difícil medición y por lo tanto no se puede establecer el compromiso en la calidad del aire al interior de los espacios, pero de todas maneras el material que se utiliza para la pega y para relleno de juntas si con emisores de contaminantes; Es de suma importancia tener en cuenta que este tipo de pisos requieren de mantenimiento periódico y los materiales que se utilizan para la limpieza también pueden contribuir a la contaminación del aire interior.

9.3 Productos de Aseo e higiene personal

Los hábitos de limpieza, los productos de higiene personal, los fungicidas, ambientadores, humo de tabaco de cigarrillo, incienso y aromatizadores entre otros, pueden generar diferente tipo de contaminantes que afectaría la calidad del aire interior y que su impacto se puede disminuir de manera considerable con renovaciones de aire calculadas y continuas pero deben ser garantizadas. Xavier Guardino en Calidad del Aire Interior ofrece una tabla que muestra los diferentes tipos de contaminación a la que se pueden exponer los usuarios de la vivienda de interés social en la ciudad de Bogotá. Es realmente preocupante a lo que se expone un usuario dentro de su propia vivienda, es irónico pensar que la vivienda es el lugar donde las personas se refugian de las agresiones del aire exterior y es donde pueden estar más afectadas.

Tabla 29. . Componentes y emisiones de productos de consumo y otras fuentes de compuestos orgánicos volátiles (COV), Xavier Guardino S

Fuente	Compuesto	Tasa de emisión
Agentes de limpieza y plaguicidas	Cloroformo	15 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	1,2-Dicloroetano	1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	1,1,1-Tricloroetano	37 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	Tetracloruro de carbono	71 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	<i>m</i> -Diclorobenceno	0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	<i>p</i> -Diclorobenceno	0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	<i>n</i> -Decano	0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
	<i>n</i> -Undecano	1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Antipolilla	<i>p</i> -Diclorobenceno	14.000 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Ropas limpiadas en seco	Tetracloroetileno	0,5-1 $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Cera de suelo líquida	COVT (trimetilpenteno e isómeros de dodecano)	96 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Cera en pasta para piel	COVT (pineno y 2-metil-1-propanol)	3,3 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Detergente	COVT (limoneno, pineno y mircenol)	240 $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Emisiones humanas	Acetona	50,7 $\text{mg}/\text{día}$
	Acetaldehído	6,2 $\text{mg}/\text{día}$
	Ácido acético	19,9 $\text{mg}/\text{día}$
	Alcohol metílico	74,4 $\text{mg}/\text{día}$
Papel de copia	Formaldehído	0,4 $\mu\text{g}/\text{hoja}$
Humidificador de vapor	Dietilaminoetanol, ciclohexilamina	—
Fotocopiadora húmeda	2,2,4-Trimetilheptano	—
Disolventes domésticos	Tolueno, etil benceno	—
Quitapinturas	Diclorometano, metanol	—
Quitapinturas	Diclorometano, tolueno, propano	—
Protector de tela	1,1,1-Tricloroetano, propano, destilados del petróleo	—
Pintura de látex	2-Propanol, butanona, etilbenceno, tolueno	—
Refrescador de habitación	Nonano, decano, etilheptano, limoneno	—
Agua de ducha	Cloroformo, tricloroetileno	—

Los productos de limpieza para el hogar se consiguen en diferentes presentaciones, marcas, composiciones y lo más preocupante es que las personas asocian los buenos olores con una calidad óptima del aire que se respira al interior, es por esto que las personas buscan además de limpiar

utilizar productos para ambientar con olores como son los inciensos, aceites, velas, ambientadores en aerosol y otros tantos, que para su eficiencia como en el caso de los inciensos, generan una combustión que a su vez contamina el aire con otro tipo de elementos.

Tabla 30. . Tomada de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/ Documentación/fichas Técnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp 521.pdf>, 2017

Tipo de producto	Compuestos químicos emitidos
Productos de Limpieza	Jabones y detergentes Sulfato de alquil aril poliéter, alcohol sulfonatos, alquil fenol poliglicol éter, polietilenglicol alquil aril éter, alcoholes, alquil sodio isotianatos, formaldehído
	Limpiadores universales (detergentes combinados, agentes antigrasa, disolventes y desinfectantes) Amoníaco, acetato de monobutil etilenglicol, hipoclorito sódico
	Desinfectantes Fenol, cresol, hipoclorito sódico, sales de amonio cuaternario, amoníaco, formaldehído
	Limpiacristales Hidróxido amónico, amoníaco, isopropanol
	Quita manchas y limpia textiles tetracloroetileno, tricloroetileno, metanol, disolventes derivados del petróleo, benceno, tricloroetano
	Limpiadores para aluminio Ácido fluorhídrico
	Disolventes para grasas Tetracloruro de carbono, tolueno, xileno, tricloroetileno
	Desengrasantes Acetato de monobutil etilenglicol, etilenglicol monobutil éter
	Pulimentos para muebles Amoníaco, nafta, nitrobenceno, destilados de petróleo, fenol
	Pulidores para suelos Nitrobenceno
	Limpiadores para aseos Hipoclorito sódico, sulfato ácido de sodio
	Aerosoles varios (propelente) Propano, óxido nitroso, cloruro de metileno
	Ambientadores y desodorizantes
Con perfume a Limón Limoneno	
Con perfume a pino Pineno	
Plaguicidas	Principios activos clorpirifós, Diazinón, Propoxur, Lindano, Diclorvós, Bendiocarb, Piretroides

9.4 La conciencia, las rutinas o hábitos.

Debido a la información encontrada y desarrollada en la presente investigación se hizo necesario tener en cuenta al usuario final de la vivienda de interés social VIS en la ciudad de Bogotá para darle carácter al recurso participativo y se diseñó una encuesta con la que se recogió información importante; esto con el fin de conocer la percepción y poder identificar conceptos, necesidades, hábitos y conciencia que en general la población tiene de la calidad del aire al interior de su vivienda, se muestra a continuación la encuesta aplicada y sus resultados.

Tipo de Encuesta:

- Investigación de mercados - metodología cualitativa por medio de encuestas.
- Target : Residentes Colombianos
- Plataforma Digital: Qualtrics.

Encuesta

Calidad del aire al interior de la vivienda

Objetivo: Conocer la percepción que la población tiene de la calidad del aire al interior de la vivienda

Apreciado participante en el marco de la investigación para la maestría en diseño sostenible para mí es importante conocer su opinión acerca de la percepción que la población tiene de la calidad del aire al interior de la vivienda.

I. Señale la respuesta:

1. Género
2. Estado civil
 - a- Soltero b- casado c- unión libre d- separado e- viudo
3. Rango de edad
 - a- 15-25 b- 26-35 c-36-45 d- mayor de 45
4. Nivel de escolaridad
 - a- Básica primaria b- bachiller c- técnico d-tecnólogo
 - e- profesional f- especialista g-magister h- Doctorado
5. Usted vive en Bogotá
 - a- Si b- No

Si su respuesta es SI continúe, si es NO, termine.

6. Señale la localidad en la que reside
- a-Usaquén b-Chapinero c-Santa Fe d-San Cristóbal e- Usme
- F-Tunjuelito g-Bosa h-Kennedy i-Fontibón j-Engativá
- K-Suba l-Barríos Unidos m-Teusaquillo
- n-Los mártires o-Antonio Nariño p-Puente Aranda q- la
candelaria r-Rafael Uribe s-Ciudad bolívar

II. Responda sí o no de acuerdo a su apreciación a cada una de las siguientes preguntas:

1. Cree Ud. que aire puro es un concepto de calidad de aire?
2. Conoce Ud. el concepto de aire puro?
3. Considera que aire puro es un derecho?
4. Considera que aire puro hace parte del ambiente en que se vive?

III. Seleccione la respuesta que usted considere:

1. Qué entiende Ud. por vivienda?
a-Una casab-un apartamento c-lugar de habitación
2. Ud. entiende por aire puro:
a-Un ambiente fresco b-un ambiente acondicionado mecánicamente
c-otra? Cual: _____

3. Qué aspectos arquitectónicos de la vivienda considera usted que garantizan el concepto de aire puro?

a-Diseño arquitectónico b-Diseño Interior c-Iluminación

d-Ventilación e- Aperturas f-electrodomésticos g-

acabados arquitectónicos h-gasodomeesticos i-naturaleza viva j-otra?

Cual: _____

IV. A continuación escoja la respuesta que Ud. considere correcta

1. Para disfrutar del aire puro se necesita

a-Diseño arquitectónico b-Diseño interior c- Rejillas de ventilación

d-Ventanas con apertura e-Materiales seleccionados

f- Todas las anteriores g- ninguna de las anteriores

2. Qué elementos cree Ud. se deben considerar en el momento de un diseño arquitectónico para garantizar aire puro al interior de la vivienda?

a-Ventanería b-carpintería c-cubiertas d-ductos de ventilación

e-altura libre f- volumetría g-Aperturas h- todas las anteriores

i-ninguna de las anteriores

3. En Qué zonas de la vivienda considera que deben manejar el concepto de aire puro?

a-Zona social b-Zona de servicios c-Zona privada

d- todas las anteriores e- ninguna de las anteriores

4. Tiene algún hábito para mejorar la calidad del aire al interior de la vivienda?

a-Abrir ventanas b-Abrir puertas c-utiliza electrodomésticos

d-plantas decorativas e-Aseo regular f- Ambientadores

g-filtros de aire h-No cocción de alimentos

i-otro? cual:_____

5. Cuando Ud. Compra o arrienda vivienda, Qué recurso natural considera debe ser garantizado dentro de los estándares de calidad para que no afecten la salud de las personas?

a-Agua b-iluminación natural c-aire d-Gas natural

6. Para Ud. cuál grupo de agentes contaminantes del aire pueden afectar la salud?

a-agentes físicos (clima) b-agentes químicos c-agentes biológicos

d-aire exterior e- todos los anteriores

f-ninguno de las anteriores

V- Responda sí o no de acuerdo a su apreciación a cada una de las siguientes preguntas:

1. Considera Ud. Que la calidad del aire al interior de la vivienda es vital?
2. Pagaría por tener aire puro en la vivienda?
3. Cuando Ud. se encuentra dentro de su vivienda es consciente de lo que respira?
4. Alguna vez ha pensado en la calidad del aire que respira al interior de su vivienda?
5. Para Ud. La calidad del aire tiene que ver con los buenos y malos olores?
6. Considera que la zona donde está ubicada su vivienda es de alta contaminación ambiental?

7. Cuando compra algún artículo para el hogar verifica si sus componentes pueden afectar la calidad del aire de su vivienda?
8. Se sentiría más tranquilo si el aire que respira al interior de su vivienda se pudiera medir?
9. Considera Ud. que el confort al interior de su vivienda está dado por la temperatura?
10. Para Ud. Los materiales de fabricación utilizados en su vivienda pueden afectar la calidad del aire del interior?

9.4.1 Interpretación de las variables

El sentir de la población con respecto al tema de la calidad del aire, pone en evidencia que la gran mayoría de personas están interesadas en preservar la vida, puede llamarse instinto natural de conservación, o puede ser que gracias a la información que se maneja hoy día, la conciencia en temas relacionados con lo ambiental se ha hecho muy fuerte y ha estado despertando la conciencia poco a poco con todo lo que tiene que ver con el medio ambiente y las implicaciones a la salud y calidad de vida de las generaciones venideras.

De acuerdo a los resultados entregados por la encuesta realizada de forma viral se establece que las personas están interesadas en apostarle a la calidad del aire al interior de la vivienda pero no se ha generado en la sociedad conciencia en la importancia y en las prácticas para obtener y mantener calidad adecuada del aire en el interior de las viviendas y así evitar a futuro complicaciones en la salud.

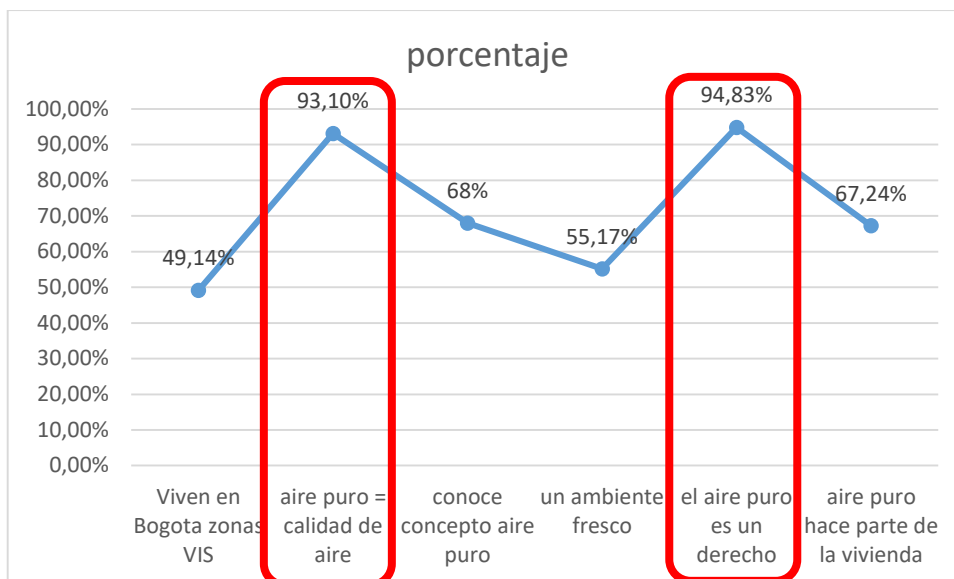


Figura 20. Resultados encuesta aplicada, producción propia, 2017

Casi el 95% de las personas encuestadas piensan que el aire puro es un derecho, y el 93% dicen que el aire puro es sinónimo de calidad de aire; estas apreciaciones se dan desde la experiencia de vida de cada individuo, seguramente son conceptos que han venido escuchando las familias de generación en generación, pero sin ningún tipo de análisis o postura crítica de la situación.

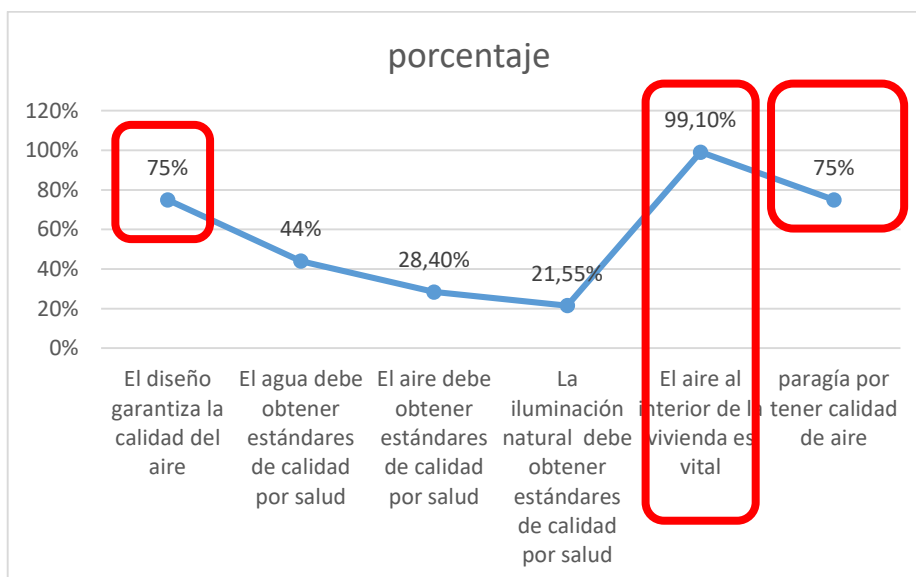


Figura 21. Resultado encuesta aplicada, producción propia, 2017

En la variable de conciencia y rutinas se pudo establecer que el 99% de los encuestados coincidieron en que el aire al interior de la vivienda es Vital; un poco contradictorio cuando se ve el manejo del mismo sin ningún tipo de control. Sin embargo el 75% de los encuestados pagarían por tener calidad de aire y afirman que el diseño podría garantizar la calidad del aire.

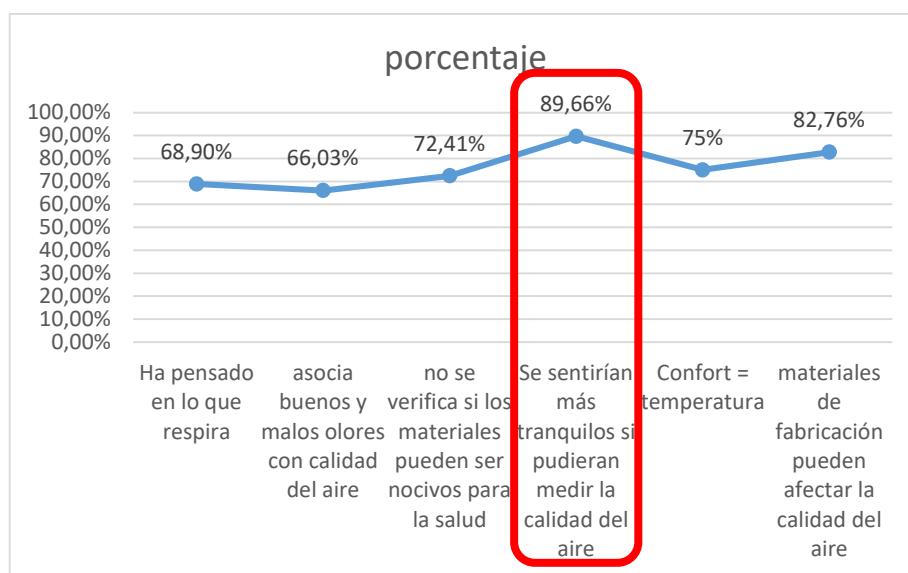


Figura 22. Resultados encuesta aplicada, producción propia, 2017

De alguna manera se puede ver que aunque a la gente no le es indiferente el tema de la calidad del aire, el 89,6% de las personas encuestadas se sentirían más tranquilos si pudieran medir la calidad del aire y el 82,7% presumen que los materiales de fabricación pueden afectar la calidad del aire, un poco contradictorio cuando se mira que el 68,9% dice que ha pensado en lo que respira; esta cifra debería ser directamente proporcional.

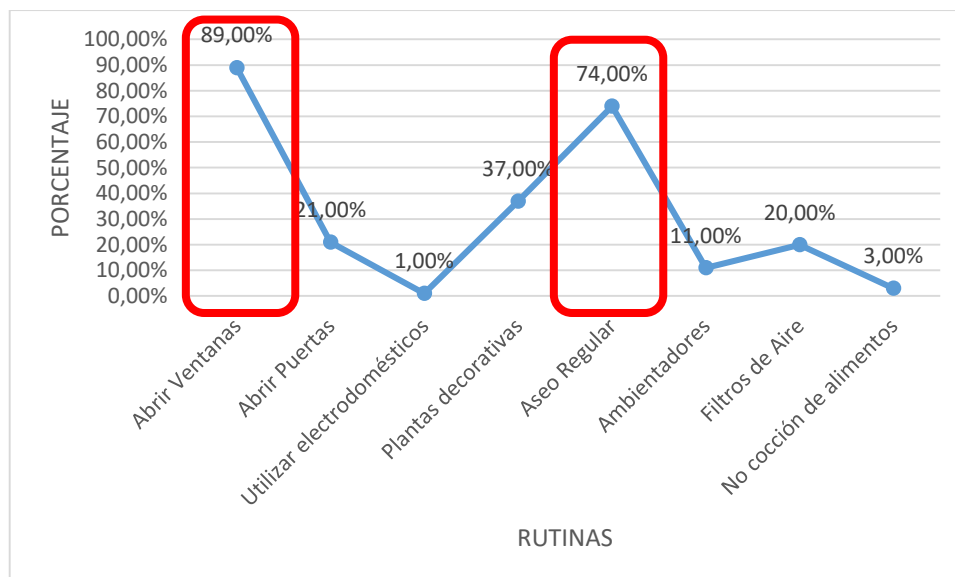


Figura 23. Resultados de encuesta aplicada, producción propia, 2017

Mirando las rutinas que se establecieron en las personas encuestadas, el 89% tiene el hábito de abrir ventanas; esta práctica es muy común en Colombia debido al tipo de clima que tiene por ubicarse en el trópico. El 74% comentan que es aseo regular es el hábito para conseguir mejor calidad de aire al interior de la vivienda, claro está, que no se indagó en el tipo de productos que utilizan para el aseo regular porque es probable que como respondió el 66% de las personas, que asocian la calidad del aire con los buenos y malos olores, que sería el factor definitivo para la toma de decisiones en el momento de adquirir los productos para tal fin.

Según el Boletín del tercer trimestre del 2016, Observatorio Dinámicas del territorio, elaborado por la Alcaldía Mayor de Bogotá dice que se aprobaron en Bogotá 5 millones de Metros cuadrados, de los cuales el 55% fueron aprobados para vivienda VIS, es importante mirar los posibles contaminantes que afectan la calidad del aire de las personas que habitan y generar

conciencia para que busquen mantener los estándares mínimos en todas las rutinas y materiales que se utilicen y así propender por la calidad del aire.

Se ha enunciado que la calidad del aire exterior es un factor contaminante del interior, pero que se generan otros contaminantes que sumados son los que nos entregan un aire en pésima calidad que atenta contra la salud de sus ocupantes; hay que tener en cuenta que el clima de Bogotá a diferencia de la mayor cantidad de literatura escrita en el tema, es que NO se requiere de acondicionamiento del aire (calefacción –aire acondicionado) y esto hace que se deban tener en cuenta aspectos como la ventilación natural de calidad y no como se da en estos momentos.

En estos momentos se exige y se revisa la renovación del aire en las zonas de combustión de gas natural y las personas que deben hacer las revisiones exigen una rejilla de entrada y una rejilla de salida estándar en medidas y no se tiene en cuenta el volumen de aire real a renovar.

La tipología de la VIS en Bogotá tiene la zona social integrada con la cocina y zona de ropas, esto hace que aproximadamente el 60% del área está integrada y es como se debería analizar el tema de la renovación del aire.

De acuerdo a los resultados entregados por la encuesta realizada de forma viral se establece que las personas están interesadas en apostarle a la calidad del aire al interior de la vivienda pero no se ha generado en la sociedad conciencia en la importancia y en las prácticas para obtener y mantener calidad adecuada del aire en el interior de las viviendas y así evitar a futuro complicaciones en la salud.

10 Resultados

Con la información recogida y en busca de resolver el objetivo general se establecieron cuatro grupos de roles; gestores, constructores, promotores y usuario final; representan la población que debe estar comprometida con la calidad del aire al interior de los espacios en los proyectos de vivienda de interés social en la ciudad de Bogotá

Los gestores, dentro de este grupo estarían los Arquitectos diseñadores, Urbanizadores, Ingenieros de diferentes disciplinas, interioristas, decoradores, paisajistas y otras profesiones que pueden aportar al objetivo, les servirá como guía para tener en cuenta en sus proyectos diferentes aspectos; en el caso del diseño arquitectónico conocer los diferentes tipos de contaminantes de aire interior para preservar la salud de sus ocupantes cuidando diferentes aspectos; el entorno de los proyectos puede contribuir en la calidad del mismo, la manera de renovar el aire al interior, la orientación de los edificios para que las variables del clima no contribuyan a deteriorar la calidad del aire interior, los materiales de construcción y acabados a especificar para que cumplan con requisitos mínimos que no afecten la salud de sus ocupantes, incluidos los materiales de mantenimiento, tener presente la normativa existente y buscar cumplir en sus proyectos los lineamientos.

Los constructores; en este grupo se encuentran los Arquitectos. Ingenieros civiles, maestros de obra, proveedores, y todas las oficios que contribuyen a llevar a buen término el proyecto, que deben revisar cuidadosamente todas las recomendaciones dadas por el equipo de gestores, conocer los tipos de contaminantes, normativa vigente para tomar decisiones en prácticas de construcción, que posteriormente pueden afectar la calidad del aire al interior de la vivienda. En la construcción muchas veces desde el desconocimiento se interpretan de manera poco asertiva las

recomendaciones de los diseñadores, sin embargo, sí se adquiere el conocimiento puede llevar a tener una solución adecuada; si bien es cierto el valor de los materiales es importante y afecta sustancialmente un proyecto no puede ser éste el aspecto a tener en cuenta para definirlos.

Los promotores de los proyectos pueden aprovechar el recurso participativo como una herramienta comercial y a la vez para potencializar los diferenciales que existen en sus proyectos donde se ha aplicado. Los promotores que tiene una relación directa con el usuario final, que es otro de los segmentos, tiene la oportunidad de dar a conocer el recurso participativo para ser aplicado por ellos en el uso de la vivienda.

El usuario final se establece como el cuarto segmento dentro del recurso participativo, y es uno de los principales actores dentro de la dinámica del mismo, el conocer los diferentes tipos de contaminantes del aire interior le dará herramientas de juicio en el momento de escoger su vivienda, la manera como se debe mantener, entender que muchas de las partes que componen su vivienda hacen parte de un todo que ha estado cuidado para velar por su salud en el largo plazo. En el momento de amoblar su vivienda, escoger los productos de mantenimiento y de higiene personal este recurso le dará también elementos de juicio para elegir la forma adecuada.

Se desarrolló un recurso participativo que permite a los gestores, constructores, promotores y usuarios finales de los proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS), en la ciudad de Bogotá, apropiar el conocimiento, identificación, prevención y control de los diversos agentes contaminantes que afectan la calidad del aire interior en los espacios residenciales para que lleve a una integralidad de confort y bienestar sostenible en sus unidades habitacionales.

Está dado por una matriz en donde se puede identificar claramente la recomendación dada y el actor participante dependiendo del rol en un proyecto de VIS; el manejo de imágenes y colores hace del recurso un elemento más didáctico; las columnas principales definen el agente, actor o rol correspondiente y en las filas se encuentran las recomendaciones dadas según la variable e interés del actor que participa en el proyecto de las VIS.

Cada una de las variables están independientes en su correspondiente matriz distribuida de la siguiente manera: contaminantes, ubicación, diseño arquitectónico, normativa, materiales y productos de aseo e higiene. Al identificar la variable específica solo encontrará las recomendaciones de la misma, en las columnas está el agente participativo identificado con un color distinto.

Gestores: Café

Constructores: Azul

Promotores: Morado

Usuario Final: Gris

Según su necesidad el agente participativo va a la variable de su interés, la matriz lo dirige al contenido, de acuerdo con su rol. Encontrará dos signos convencionales un Visto bueno (✓) que aplica, una (X) para indicar que no aplica para su utilidad y/o conocimiento por eso su función específica para facilitar una búsqueda concreta, resumida y rápida.

Sin embargo, es bueno resaltar el objetivo principal del recurso participativo que es que cada actor que participa en las VIS podrá comprender los lineamientos de los que hacen parte de este tipo de proyectos respetando su funcionalidad e intencionalidad y el conocimiento,

identificación, prevención y control de los agentes que afectan la calidad del aire que garantiza favorecer la calidad de vida referida al confort y la salud de sus ocupantes.

Este recurso participativo será actualizado acorde al contexto del área de la construcción y la normatividad colombiana y estándares internacionales acorde a las exigencias del pasar del tiempo que cada vez reta a la humanidad a propuestas más innovadoras y tecnológicas en todas las dimensiones de la vida. En su momento este recurso será transformado en una App para que vaya a la velocidad que hoy en día exige este mundo digitalizado.

10.1 Modelo del Recurso Participativo

RECURSO PARTICIPATIVO				
VARIABLES Y RECOMENDACIONES				
Recomendación	Gestores	Constructores	Promotores	Usuario Final
UBICACIÓN				
La combustión de los vehículos generan CO ₂ en cantidades perjudiciales para la salud; el proyecto de vivienda de interés social debe estar apartado de corredores viales que generen fuerte tráfico vehicular. La contaminación vehicular puede afectar la calidad del aire interior debido a que al generar ventilación natural cruzada toda esta contaminación entraría a las viviendas.	✓	✗	✓	✗
Se debe tener en cuenta que la ubicación del proyecto se encuentre en una zona donde el control de la contaminación ambiental exterior se pueda medir; uno de los contaminantes del aire interior es el aire exterior.	✓	✗	✓	✗
Estudiar el entorno inmediato del predio a donde se va a desarrollar el proyecto de vivienda en donde no haya industria contaminante en el perímetro .	✓	✗	✓	✗
La ubicación del proyecto debe garantizar una humedad relativa promedio menor al 70 % para evitar la formación de hongos y la incubación de bacterias que contaminen el aire interior.	✓	✗	✓	✗

RECURSO PARTICIPATIVO				
VARIABLES Y RECOMENDACIONES				
Recomendación	Gestores	Constructores	Promotores	Usuario Final
CONTAMINANTES				
Los contaminantes del aire interior se clasifican en tres (3) grupos: Físicos, Químicos y Biológicos.				
Los contaminantes Físicos son los que tienen que ver con el clima; si bien es cierto no se pueden manipular este tipo de contaminantes, es importante tener en cuenta que la humedad relativa, la temperatura, el viento y la radiación solar pueden propiciar el crecimiento de mohos, hongos y bacterias. Ver ítem 5.1				
Los contaminantes Biológicos tienen diferentes orígenes, hay que tener presente que los animales, el polvo, etc. pueden ser la causa de muchas enfermedades. Ver tabla 2				
Los contaminantes Químicos pueden ser orgánicos e inorgánicos y tienen diferentes orígenes; Las variables del clima pueden dar origen a este tipo de contaminantes y pueden ser el tipo de mayor presencia en el interior de las viviendas. Ver tablas 3 y 4.				
El aire exterior se convierte en un contaminante más del aire interior, se debe tener en cuenta que el hecho de abrir una ventana o hacer aperturas por rejillas no garantizará que la calidad del aire interior mejora por sí mismo.				
se recomienda tener en cuenta los síntomas de algunas enfermedades relacionadas con la calidad del aire interior, debido al bajo impacto no se presta atención a la aparición de este tipo de enfermedades. Ver tabla 5.				












RECURSO PARTICIPATIVO				
VARIABLES Y RECOMENDACIONES				
Recomendación	Gestores	Constructores	Promotores	Usuario Final
DISEÑO ARQUITECTÓNICO				
Se recomienda generar grupos interdisciplinarios que puedan analizar en la etapa de diseño del proyecto, las diferentes variables que pueden afectar la calidad del aire interior CAI.				
Se recomienda que el equipo encargado del diseño Arquitectónico del proyecto a través de simulaciones térmicas mida el impacto de las aberturas permanentes para poder garantizar la renovación del aire de acuerdo a los estándares establecidos en la ASHRAE 62.1.				
Se recomienda que si el edificio tiene ubicados los estacionamientos en el sótano, todos los ductos de ventilación deben estar sellados completamente para evitar que la combustión del CO2 producido por los vehículos no contaminen las viviendas.				
Todos los espacios de la vivienda tanto de la zona privada como social deben tener un sistema pasivo de renovación de aire que no dependa de la voluntad del usuario; es decir, se deben prever unas aberturas en cada espacio para que la ventilación natural cruzada pueda garantizar la renovación del aire y un control de la humedad del ambiente.				

RECURSO PARTICIPATIVO				
VARIABLES Y RECOMENDACIONES				
Recomendación	Gestores	Constructores	Promotores	Usuario Final
DISEÑO ARQUITECTÓNICO				
Se recomienda que todos los espacios deben ventilar al exterior; por ningún motivo se deben ventilar a otros espacios de la vivienda o a espacios comunes del edificio.				
La especificación en los materiales de construcción que son básicos deben estar soportados por certificaciones que garanticen que durante la vida útil del material no se generen contaminantes del aire nocivos para la salud de los habitantes del espacio.				
Se recomienda que en los ductos de ventilación estén diseñados para que las superficies no permitan la acumulación de polvo, humedad o humo y deben tener la posibilidad de recoger aire limpio y fresco y liberar aire contaminado al exterior.				
Se recomienda que el tipo de ventanería especificada tenga un sistema de ventilación permanente y selle muy bien para evitar problemas con la temperatura interior; el sistema de ventilación debe cumplir con lo establecido en ASHRAE 62.1 para la renovación del aire.				

RECURSO PARTICIPATIVO				
VARIABLES Y RECOMENDACIONES				
Recomendación	Gestores	Constructores	Promotores	Usuario Final
NORMATIVA				
La política distrital de Salud ambiental para Bogotá del 2011 tiene en cuenta los contaminantes que tienen que ver con el humo de cigarrillo y combustión, se debe tener en cuenta para cumplir con este tema.	✓	✓	✓	✓
La norma técnica Colombiana NTC-6018 rige a los fabricantes para cuidar el medio ambiente y se debe tener en cuenta para la selección de algunos materiales. Ver tabla 11.	✓	✓	✓	✓
La norma técnica Colombiana NTC-3631 define los requisitos y establece los métodos para la ventilación de los recintos interiores donde se presente combustión por gas natural o propano, esta norma debe ser comprobada con simulaciones para establecer las aperturas correctas de acuerdo al espacio.	✓	✓	✓	✓
La Guía de construcción sostenible sugiere medidas que pueden contribuir a la calidad del aire interior, se debe generar un protocolo de comprobación de las condiciones del espacio para garantizar el objetivo.	✓	✓	✓	✓
Revisar las diferentes Normas técnicas Colombianas NTC que pueden ayudar a garantizar la calidad del aire al interior de la vivienda, se recomienda generar formatos de comprobación para la aplicación de cada una de las normas. Ver tabla 13.	✓	✓	✗	✗

RECURSO PARTICIPATIVO				
VARIABLES Y RECOMENDACIONES				
Recomendación	Gestores	Constructores	Promotores	Usuario Final
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				
Se recomienda que para la selección de materiales básicos para la construcción de la vivienda, como son el concreto, bloques en arcilla y en concreto; se deben solicitar fichas técnicas para verificar que la zona donde se explotan las materias primas no sean zonas de emisión de radón y su fabricación cumple con los lineamientos de la construcción sostenible. Ver tabla 18.	✓	✓	✓	✗
Debido a las tendencias en el mercado de los materiales para acabados de construcción es importante verificar un listado de posibles materiales de acabados para la construcción que debe ser generado desde el diseño del proyecto y por el cual se deben guiar los autores encargados de ejecutarlos.	✓	✗	✓	✓
Tanto los materiales de construcción utilizados en la ejecución de un edificio, los materiales de acabados, los muebles, accesorios y otros elementos que van a componer finalmente la vivienda, pueden emitir contaminantes químicos que pueden afectar la salud y el bienestar de los usuarios de estos espacios.	✓	✓	✓	✓
Diferentes estudios realizados como por ejemplo la National Aeronautics and space Administration (NASA) y la Consumer Products Safety Commission (CPSC) muestran que los compuestos orgánicos volátiles (VOCs) liberados por los materiales y los equipos en el proceso de construcción e instalación de los edificios constituyen una gran parte de los contaminantes del aire interior.	✓	✓	✓	✗
Productos Secos como la madera, telas, enchapes en general, depende de cada material y de sus componentes, el grado de contaminación; Materiales Captadores como elementos fabricados con madera o papel sin impermeabilizar y los textiles, retienen compuestos volátiles y partículas que dependiendo de las condiciones del ambiente como la temperatura o la humedad, una vez se alteran las condiciones se comienza la emisión de los contaminantes. Ver tabla 17.	✓	✓	✓	✓

RECURSO PARTICIPATIVO				
VARIABLES Y RECOMENDACIONES				
Recomendación	Gestores	Constructores	Promotores	Usuario Final
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				
Las pinturas tienen una responsabilidad enorme en la calidad del aire, debido a que durante su vida útil van desprendiendo partículas contaminantes y es una labor que requiere de mantenimiento de dos a cuatro años; esto hace que los usuarios de los espacios interiores estén expuestos continuamente. Ver tabla 20.				
Se recomienda para la selección del tipo de pintura a utilizar en el acabado de la vivienda, verificar si el fabricante cumple con la NTC 6018, que certifica la concentración de VOC y que se fabrica de acuerdo a la norma SCAQMD rule 113. Ver imagen 4 y tabla 22.				
Está comprobado que los pisos laminados emiten formaldehído y que este contaminante químico es perjudicial para la salud de las personas que habitan los espacios. Ver tablas 17 y 18.				
Los pisos laminados están clasificados según la clase de emisiones que producen en miligramos de formaldehído emitido por hora y por metro cuadrado de tablero, los tableros catalogados como de baja emisión se clasifican como E1; el valor permitido para pertenecer a esta categoría no puede superar 0,1 ppm (partículas partes por millón).				
En el mercado se encuentra una gran variedad de baldosas de diferentes formatos, colores, texturas, brillos, marcas y orígenes, las tiendas especializadas en la venta de estos productos comercializan en general para poder competir en el gran mercado de los materiales de acabados para la construcción. Ver tabla 26.				

RECURSO PARTICIPATIVO				
VARIABLES Y RECOMENDACIONES				
Recomendación	Gestores	Constructores	Promotores	Usuario Final
PRODUCTOS DE ASEO E HIGIENE PERSONAL				
Los hábitos de limpieza, los productos de higiene personal, los fungicidas, ambientadores, humo de tabaco de cigarrillo, incienso y aromatizadores entre otros, pueden generar diferente tipo de contaminantes que afectaría la calidad del aire interior. Ver tabla 27.				
Los productos de limpieza para el hogar se consiguen en diferentes presentaciones, marcas, composiciones y lo más preocupante es que las personas asocian los buenos olores con una calidad óptima del aire que se respira al interior, es por esto que las personas buscan además de limpiar utilizar productos para ambientar con olores como son los inciensos, aceites, velas, ambientadores en aerosol y otros tantos, que para su eficiencia como en el caso de los inciensos, generan una combustión que a su vez contamina el aire con otro tipo de elementos. Ver tabla 28.				
las personas están interesadas en apostarle a la calidad del aire al interior de la vivienda pero no se ha generado en la sociedad conciencia en la importancia y en las prácticas para obtener y mantener calidad adecuada del aire en el interior de las viviendas y así evitar a futuro complicaciones en la salud; se recomienda tener presente en el momento de elegir los productos para aseo e higiene personal que los componentes estén dentro de los rangos permitidos para no afectar la salud de los ocupantes. Ver Tabla 28.				

11 Conclusiones

La elaboración de un recurso participativo que permita al equipo de profesionales que hacen parte del área de construcción y al usuario final facilitarles y orientarles a través de una matriz las diferentes variables que pueden afectar la calidad del aire interior sino se tiene en cuenta las especificaciones, recomendaciones, la normatividad colombiana y estándares internacionales.

Este conocimiento lleva a una conciencia de un adecuado bienestar sostenible y saludable de los espacios habitacionales, específicamente en los proyectos de Vivienda de Interés Social, (VIS).

El recurso participativo cumple una funcionalidad práctica porque según el rol de quienes hacen parte de este tipo de proyectos de las VIS, incluyendo al usuario final, solo se centrará en su interés y/o necesidad en la variable específica y encontrará las recomendaciones dadas para el uso adecuado de la calidad del aire interior.

La elaboración de la encuesta generó la necesidad de elaborar el recurso participativo especialmente porque el usuario final quien es al fin de cuentas quien habitará su espacio residencial no es tan consciente de la ubicación, el diseño arquitectónico, los materiales, acabados, productos de aseo e higiene (especialmente este último), entre otros, como pueden alterar la calidad del aire interior de su unidad habitacional.

De acuerdo a los resultados entregados por la encuesta realizada de forma viral se establece que las personas están interesadas en apostarle a la calidad del aire al interior de la vivienda pero

no se ha generado en la sociedad conciencia en la importancia y en las prácticas para obtener y mantener calidad adecuada del aire en el interior de las viviendas y así evitar a futuro complicaciones en la salud.

Después de abarcar el tema de la calidad del aire al interior de la vivienda de interés social, VIS en la ciudad de Bogotá, se evidencia una brecha muy grande entre el interés que hay por investigar, analizar y contribuir a la calidad del aire exterior y el interés de conocer, analizar y contribuir a la calidad del aire al interior de las viviendas, aunque este último ha llamado la atención especialmente en una época que exige y lleva a una necesidad de bienestar y sostenibilidad en el interior de los espacios, aún falta más concienciación de cada uno de los actores que hacen parte de este proyecto.

Se ha demostrado que los estándares internacionales permiten y facilitan una metodología y funcionalidad para una normatividad adecuada para ser aplicada según los requerimientos técnicos, sin embargo, se vislumbró que no todos se ajustan a las necesidades de un país debido a su ubicación geográfica y otros factores que son alterables por el clima, la humedad y temperatura.

En el caso de Colombia los agentes que afectan esa calidad del aire en las unidades habitacionales se solucionan con la instalación estratégica de rejillas según la exigencia de la NTC 3631, ¿será esa solución?, definitivamente, no, se demostró en el proceso investigativo cómo desde la construcción y entrega de la vivienda de interés social, (VIS), interactúan otras variables que afectan esa calidad al interior del espacio.

Los materiales de construcción juegan un papel relevante y eso lo tiene claro el Gobierno central y Distrital al elaborar diferentes guías del uso adecuado de cada uno de ellos para que el equipo de profesionales que participan en el proyecto de viviendas de interés social, (VIS) puedan cumplir con esas exigencias y parámetros que dan la normatividad y estándares de calidad. Sin embargo, es enfático en aclarar que al final es el usuario o propietario quien termina esas adecuaciones e instalaciones y no el constructor. La concienciación debe ser integral donde todo va encaminado a un fin: confort y bienestar de las personas.

La normativa colombiana establece unas características en las etiquetas de los productos que deben unificar cierta información para ser comercializada; es importante que en esas especificaciones se mencione si es un material contaminante del aire para la toma de decisión de compra en ciertos tipos de producto como lo son las baldosas, cerámicas y el gres porcelánico y otros materiales y acabados de construcción.

Los estándares internacionales que son la base para la normativa colombiana hace referencia a la calidad del aire al interior en países que por su ubicación requieren de sistemas mecánicos de ventilación y por lo tanto, centran su atención en el aire producido por estos sistemas, cabe anotar que hay notas complementarias en las que dice que los estándares se deben aplicar en el caso de soluciones pasivas. Valdría la pena que los países del trópico elaboraran sus propios estándares y los adaptaran a su realidad para poder generar en las personas mayor conciencia y preocupación por el aire que se respira al interior de las viviendas porque a partir de aquí se generan sistemas de control por parte del gobierno central.

Los usuarios y propietarios de la VIS pasan la mayor parte de su tiempo en sus unidades residenciales pues es ahí donde se desarrolla su dinamismo de vida y cotidianidad, sin embargo, son poco conscientes de lo que hay alrededor de ellos, y son justamente los diversos factores contaminantes que existen al interior de su vivienda.

Al interior de la vivienda se pueden encontrar diversa clase de contaminantes del aire que para detectarlos y medirlos se requeriría de algunos procedimientos dispendiosos y no muy exactos, también hay que decirlo, no es posible medir e identificar todos los contaminantes que se puedan encontrar en el interior de la vivienda.

La conciencia de la población con respecto a los temas relacionados con el medio ambiente y sostenibilidad se fortalece cada día y de hecho, las estadísticas que arrojan las investigaciones muestran que hay una sociedad que desea un cambio, pero ésta también muestra que aún no se tiene conciencia de la calidad del aire tanto exterior como interior. Además, las investigaciones arrojan otros resultados donde el target encuestado afirma que pagaría por tener una calidad del aire y ellos mismos poder medirlo al interior de su vivienda.

La vivienda de interés social, VIS, en la ciudad de Bogotá, es un renglón muy importante para la dinámica en la economía de Colombia y por lo tanto, el Gobierno central y Distrital deben tener especial cuidado en este producto, el concepto de calidad debería ser integral y mirar además del número de unidades desarrolladas otros aspectos importantes que garanticen la calidad del aire al interior.

En sus múltiples estudios e investigaciones la Organización Mundial de la Salud, OMS, señala que el tema del aire es para preocuparse ya que proyecta un problema de salud pública en el ámbito mundial. Es importante aclarar que las estadísticas de este organismo no son para aumentar los costos y/ o presupuestos distritales o de un gobierno. Su interés es ayudar a contrarrestar esas patologías y mantener un statu quo de la población en cuanto a su salud y bienestar.

El recurso participativo busca en diferentes escenarios que un mayor número de personas dentro de cuatro segmentos definidos que tienen que ver con la vivienda de interés social, en la ciudad de Bogotá, puedan hacer un aporte a la sociedad en el tema de la calidad del aire en el interior para eso se establecieron seis variables acordes a sus roles (gestores, constructores, promotores y usuario final) y recomendaciones para cada uno de ellos:

Los gestores, dentro de este grupo estarían los Arquitectos diseñadores, Urbanizadores, Ingenieros de diferentes disciplinas, interioristas, decoradores, paisajistas y otras profesiones que pueden aportar al objetivo, les servirá como guía para tener en cuenta en sus proyectos diferentes aspectos; en el caso del diseño arquitectónico conocer los diferentes tipos de contaminantes de aire interior para preservar la salud de sus ocupantes cuidando diferentes aspectos; el entorno de los proyectos puede contribuir en la calidad del mismo, la manera de renovar el aire al interior, la orientación de los edificios para que las variables del clima no contribuyan a deteriorar la calidad del aire interior, los materiales de construcción y acabados a especificar para que cumplan con requisitos mínimos que no afecten la salud de sus ocupantes, incluidos los materiales de mantenimiento, tener presente la normativa existente y buscar cumplir en sus proyectos los lineamientos.

Los constructores; en este grupo se encuentran los Arquitectos. Ingenieros civiles, maestros de obra, proveedores, y todas los oficios que contribuyen a llevar a buen término el proyecto, que deben revisar cuidadosamente todas las recomendaciones dadas por el equipo de gestores, conocer los tipos de contaminantes, normativa vigente para tomar decisiones en prácticas de construcción, que posteriormente pueden afectar la calidad del aire al interior de la vivienda. En la construcción muchas veces desde el desconocimiento se interpretan de manera poco asertiva las recomendaciones de los diseñadores, sin embargo, sí se adquiere el conocimiento puede llevar a tener una solución adecuada; si bien es cierto el valor de los materiales es importante y afecta sustancialmente un proyecto no puede ser éste el aspecto a tener en cuenta para definirlos.

Los promotores de los proyectos pueden aprovechar el recurso participativo como una herramienta comercial y a la vez para potencializar los diferenciales que existen en sus proyectos donde se ha aplicado. Los promotores que tiene una relación directa con el usuario final, que es otro de los segmentos, tiene la oportunidad de dar a conocer el recurso participativo para ser aplicado por ellos en el uso de la vivienda.

El usuario final se establece como el cuarto segmento dentro del recurso participativo, y es uno de los principales actores dentro de la dinámica del mismo, el conocer los diferentes tipos de contaminantes del aire interior le dará herramientas de juicio en el momento de escoger su vivienda, la manera como se debe mantener, entender que muchas de las partes que componen su vivienda hacen parte de un todo que ha estado cuidado para velar por su salud en el largo plazo. En el momento de amoblar su vivienda, escoger los productos de mantenimiento y de higiene personal este recurso le dará también elementos de juicio para elegir la forma adecuada.

¿Hacerse la pregunta si la calidad del aire interior es importante o necesario? Puede llevar a la población a comenzar a expandir la conciencia y a tomar posición con respecto a este tema.

12 Referencias

- Anexo No. 1 Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones, Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2011.
- Estudio de la contaminación ambiental al interior de las viviendas en tres barrios de la capital dominicana, Georgina Epinal, Sócrates Nivar, 2004.
- Guardino Solá, Xavier, Calidad del aire al interior. En O.I. Trabajo, enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, Organización internacional del trabajo.
- Global report on the status of legal limits on lead in paint; UNEP (United Nations environment programme; May 2016.
- NTC-5515 pisos laminados, Especificaciones y métodos de ensayo, ICONTEC, 2007.
- Contaminantes biológicos del aire interior de la vivienda: factores contribuyentes, afecciones relacionadas y medidas correctivas, Dr. Enrique Molina Esquivel.
- Rev Esp salud pública, la contaminación ambiental como factor determinante de la salud, Francisco Vargas Marcos, 2005.
- IDEAM, Estado de la calidad del aire en Colombia 2007 – 2010 Bogotá D.C., 2012.
- Política Distrital de salud ambiental para Bogotá D.C. 2011 – 2013, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011.
- Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Los materiales en la construcción de vivienda de interés social/Díaz Reyes, Carlos Alberto; Ramírez Luna, Julia Aurora (Eds), Aincol (textos).- Bogotá D.C: Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011.

- NTP 243: Ambientes cerrados: Calidad del aire, Ministerio de trabajo y asuntos sociales España; Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo, España.
- Preventing disease through healthy environments, A global assessment of the burden of disease from environmental risks; World Health Organization, 2016.
- Referencial Casa Colombia para el diseño y Construcciones de soluciones habitacionales sostenibles; Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), 2016.
- La calidad del aire en los espacios interiores, El impacto del cambio climático en el medio ambiente de los espacios interiores, Salud Pública de México/Vol. 53, No. 5, Septiembre de 2011.
- Air Quality Guidelines for Europe, second edition, WHO regional Publications, European series, No. 91.
- PM10 environmental pollution in and around housing and respiratory capacity in Puerto Nare, Colombia
- María L. Montoya-Rendón, Patricia M. Zapata-Saldarriaga y Mauricio A. Correa-Ochoa
- Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia. Colombia.coordinaciongsa@saludpublica.udea.edu.co;pazasa@saludpublica.udea.edu.co; mcorrea@udea.edu.co.
- Consumer's Guide to Radon Reduction, How to fix your home, EPA United States Environmental Protection Agency, 2016.
- Certificación Leed en viviendas de interés social: aplicada al barrio yomasa – Bogotá, Jessenia Pulido Pérez; Laura Margarita Yepes Pinilla, Universidad Católica de Colombia Facultad de Ingeniería, programa de ingeniería civil, Bogotá, 2013.

- Constitución Política de Colombia; Corte constitucional República de Colombia, actualizada con los actos legislativos a 2015.
- Guía Técnica Colombiana GTC 257, guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones, ICONTEC, 2015.
- Guías de calidad del aire de OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, Organización Mundial de la Salud, 2005.
- LEED V4 para Homes: Diseño y Construcción, documento de ayuda del Spain Green Council, 2013.
- Baldosas cerámicas y gres porcelánico: Un mundo en permanente evolución, Oscar Jaime Restrepo Baena, 2011.
- NTP 521: calidad de aire interior: emisiones de materiales utilizados en la construcción, decoración y mantenimiento de edificios; Ministerio de trabajo de asuntos sociales España; instituto de seguridad e higiene en el trabajo, España 1999.
- <https://www.arb.ca.gov/DRDB/AV/CURHTML/R1113.PDF>.
- www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/DS-074-2001-PCM.pdf.
- <http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/12.pdf>; Lineamientos para la promoción de viviendas saludables con adaptación al cambio climático, 2010.
- <https://www.epa.gov/emc/method-24-surface-coatings>; method 24-Determination of volatile matter content, water content, density, volume solids, and weight solids of surface coatings.
- http://ecorfan.org/bolivia/series/Topicos%20selectos%20de%20Recursos_V/Articulo%2010.pdf; desarrollo sustentable y calidad del aire, María Elena Tavera Cortés y Raúl Junior Sandoval Gómez.

- <http://www.comex.com.mx/>.
- <http://www.pintuco.com/>.
- <http://www.lacabados.com/>.
- <http://www.pinturastitopabon.com/>.
- <http://www.eltiempo.com/opinion/editorial/aire-mortal-editorial-el-tiempo-1-de-octubre-de-2016-54646>.
- <http://www.lineasalud.com/salud/medio-ambiente/contaminacion-dentro-del-hogar>
- http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol53_1_15/hig08115.htm;Contaminantes biológicos del aire interior de la vivienda: factores contribuyentes, afecciones relacionadas y medidas correctivas.
- <https://es.scribd.com/document/91348882/edificios-saludables-2parte>
- <http://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2013/articulos/calidad-del-aire-en-lugares-cerrados>.
- <http://toxicosdecadadia.blogspot.com.co/2013/08/medidas-de-radon.html>
- www.archbronconeumol.org; archivos de bronco neumología, contaminación del aire interior y su impacto en la patología respiratoria, Luis Carazo Fernández, Ramón Fernández Alvarez, Francisco Javier González-Barcala y Jose Antonio Rodríguez Portal, 2013.
- <http://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2015/11/12/como-purificar-el-aire-de-su-hogar.aspx>;La Calidad del Aire en Interiores: La Epidemia Invisible que Causa Dolores de Cabeza, Fatiga y Depresión, Dr. Mercola.
- <http://blog.simbolocalidad.com/ensayo-emision-formaldehido-tableros-derivados-madera>.

- http://bibliotecadigital.jcyl.es/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=10121878, Edificios saludables para trabajadores sanos: calidad de ambientes interiores, Francisco Javier Rey Martínez – Rafael Ceña Callejo, 2006.
- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_521.pdf.
- http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol53_1_15/hig08115.htm
- <http://ecologiacbta854c.blogspot.com.co/2010/05/contaminacion-fisica-del-aire.html>
- <http://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2016/09/22/el-aire-del-hogar-es-peor-que-el-de-afuera.aspx>, Dr. Mercola.
- <http://www.lineasalud.com/salud/medio-ambiente/contaminacion-dentro-del-hogar>
- http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol53_1_15/hig08115.htm, Contaminantes biológicos del aire interior de la vivienda: factores contribuyentes, afecciones relacionadas y medidas correctivas, Dr. Enrique Molina Esquivel.

13 Anexos

Resultados de la encuesta aplicada:

Los resultados arrojados por la encuesta se van a mostrar inicialmente sin análisis ni interpretación y se van a organizar en las 5 (V) secciones en que se diseñó la encuesta; las preguntas y respuestas son las siguientes:

- I. Señale la respuesta:**
1. Género
 2. Estado civil
a- Soltero b- casado c- unión libre d- separado e- viudo
 3. Rango de edad
a- 15-25 b- 26-35 c-36-45 d- mayor de 45
 4. Nivel de escolaridad
a- Básica primaria b- bachiller c- técnico d-tecnólogo
e- profesional f- especialista g-magister h- Doctorado
 5. Usted vive en Bogotá
a- Si b- No
Si su respuesta es SI continúe, si es NO, termine.
 6. Señale la localidad en la que reside
a-Usaquén b-Chapinero c-Santa Fe d-San Cristóbal e- Usme
F-Tunjuelito g-Bosa h-Kennedy i-Fontibón j-Engativá
K-Suba l-Barrios Unidos m-Teusaquillo
n-Los mártires o-Antonio Nariño p-Puente Aranda
q- la candelaria r-Rafael Uribe s-Ciudad bolívar

Tabla 31. . Resultado género encuesta aplicada; producción propia 2017

#	Answer	%	Count
1	Femenino	63.79%	74
2	Masculino	36.21%	42
	Total	100%	116

Tabla 32. Resultado estado civil encuesta aplicada; producción propia 2017

#	Answer	%	Count
1	Soltero	40.52%	47
2	Casado	32.76%	38
3	Unión Libre	12.07%	14
4	Separado	13.79%	16
5	Viudo	0.86%	1
	Total	100%	116

Tabla 33. Resultado rango de edad encuesta aplicada; producción propia; 2017

#	Answer	%	Count
1	15-25	12.93%	15
2	26-35	18.97%	22
3	36-45	25.00%	29
4	Mayor de 45	43.10%	50
	Total	100%	116

Tabla 34. Resultado escolaridad encuesta aplicada; producción propia; 2017

#	Answer	%	Count
1	Básica primaria	0.00%	0
2	Bachiller	3.45%	4
3	Técnico	16.38%	19
4	Tecnólogo	8.62%	10
5	Profesional	46.55%	54
6	Especialista	17.24%	20
7	Magister	7.76%	9
8	Doctorado	0.00%	0
	Total	100%	116

Tabla 35. . Resultado ubicación encuesta aplicada; producción PROPIA; 2017

#	Answer	%	Count
1	Si	100.00%	116
2	No	0.00%	0
	Total	100%	116

Tabla 36. Resultado ciudad de vivienda encuesta aplicada; producción propia; 2017

#	Answer	%	Count
1	Bogotá	100.00%	116
	Total	100%	116

Tabla 37. Resultado localidad encuesta aplicada; producción propia; 2017

#	Answer	%	Count
1	Usaquén	42.24%	49
2	Chapinero	8.62%	10
3	Santa Fe	0.86%	1
4	San Cristóbal	1.72%	2
5	Usme	0.00%	0
6	Tunjuelito	0.00%	0
7	Bosa	0.86%	1
8	Kennedy	4.31%	5
9	Fontibón	0.86%	1
10	Engativá	6.03%	7
11	Suba	25.86%	30

#	Answer	%	Count
12	Barrios Unidos	1.72%	2
13	Teusaquillo	3.45%	4
14	Los Mártires	0.86%	1
15	Antonio Nariño	0.00%	0
16	Puente Aranda	1.72%	2
17	La Candelaria	0.00%	0
18	Rafael Uribe	0.86%	1
19	Ciudad Bolívar	0.00%	0
	Total	100%	116

II. Responda si o no de acuerdo a su apreciación a cada una de las siguientes preguntas:

1. Cree Ud que aire puro es un concepto de calidad de aire?
2. Conoce Ud el concepto de aire puro?
3. Considera que aire puro es un derecho?
4. Considera que aire puro hace parte del ambiente en que se vive?

Tabla 38. Resultado encuesta aplicada preguntas sección II, producción propia, 2017

Question	Sí	No	Total
¿Cree Ud que aire puro es un concepto de calidad de aire?	93.10% 108	6.90% 8	116
¿Conoce Ud el concepto de aire puro?	68.10% 79	31.90% 37	116
¿Considera que aire puro es un derecho?	94.83% 110	5.17% 6	116
¿Considera que aire puro hace parte del ambiente en que se vive?	67.24% 78	32.76% 38	116

III. Seleccione la respuesta que usted considere:

1. Qué entiende ud por vivienda?
a-Un casa b-un apartamento c-lugar de habitación

2. Ud entiende por aire puro:
a-Un ambiente fresco b-un ambiente acondicionado mecánicamente
c-otra? Cual: _____

3. Qué aspectos arquitectónicos de la vivienda considera usted que garantizan el concepto de aire puro?
a-Diseño arquitectónico b-Diseño Interior c-Iluminación
d-Ventilación e- Aperturas f-electrodomésticos
g-acabados arquitectónicos h-gasodomesticos i-naturaleza viva
j-otra? Cual: _____

Tabla 39. Resultado pregunta 1 sección III encuesta aplicada, producción propia, 2017

#	Answer	%	Count
1	Una casa	9.48%	11
2	Un apartamento	8.62%	10
3	Lugar de habitación	81.90%	95
	Total	100%	116

Tabla 40. Resultado pregunta 2 Sección III Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

#	Answer	%	Count
1	Un ambiente fresco	55.17%	64
2	Un ambiente acondicionado mecánicamente	1.72%	2
3	Otro? Cuál?	43.10%	50
	Total	100%	116

Tabla 41. Resultado pregunta 2, Complemento, Sección III encuesta aplicada, Producción propia, 2017

Otro? Cuál?
es un aire libre de contaminación
Aire sin contaminación
aire natural sin contaminar
aire sin partículas contaminantes, invisibles al tacto y ojo humano
sin contaminación
un ambiente que emerge naturalmente sin contaminantes
Un ambiente libre de agentes contaminantes que puedan ser perjudiciales para la salud.
aire libre de impurezas, libre de contaminación, libre de partículas perjudiciales para la salud, libre de co2
libre de tóxicos smoke cero co2 mas oxígeno
Ambiente limpio, fresco y tranquilo
Aire sin contaminación

Tabla 42. . Resultado pregunta 2, complemento, Sección III Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

Otro? Cuál?
Aire libre de contaminación ambiental por agentes como gas carbonico, basuras, aguas negras etc.
Libre de contaminación
un ambiente con partículas mínimas de contaminación
relacionado con la cantidad y tipo de gases en un ambiente
un ambiente con oxígeno y gases saludables sin contaminaciones externas
Buen ambiente sin contaminación
Aire libre de contaminación
Un aire no contaminado como el que se respira en los bosques
Aire sin partículas o gases contaminantes
Libre de impurezas
Ambiente libre de contaminación

Tabla 43. Resultado pregunta 2, complemento, Sección III Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

Otro?Cuál?
Aire que respiramos limpio
Un ambiente limpio, libre de contaminación y de enfermedades respiratorias
Ambiente libre de contaminación. Olores, tabaco etc
Aire sin contaminantes
Aire libre de tóxicos
Un ambiente sin polución
Un aire que en un gran porcentaje este libre de los agentes contaminantes habituales. Para mí un aire puro es el que podemos encontrar en un área lejana de las fuentes generadores de gases de combustión.
Libre de contaminación
Sin contaminantes
Aire limpio, descontaminado.

Tabla 44. Resultado pregunta 2, complemento, Sección III Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

Otro?Cuál?
Sin contaminación
Aire libre de contaminación
Aire sin contaminación
Sin contaminación de ningún tipo
Ambiente con mucha naturaleza
Respirar en el campo
Limpio Libre de contaminación
Aire limpio sin contaminación
Aire natural, producido por los arboles, que es fresco
No contaminado los carros las fábricas etc
Aire sin contaminación

Tabla 45. . Resultado pregunta 2, complemento, Sección III Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

Otro?Cuál?
Calidad de vida
Ambiente libre de contaminación del aire
Aire libre de sustancias contaminantes y dentro de estandares deniveles de material particuladio CO SO.. y otros de la norma.
Un ambiente libre de contaminación
Un ambiente libre de impurezas, sin agentes contaminantes
Aire sin sustancias contaminantes
Cero contaminación

Tabla 46. Resultado pregunta 3 sección III, encuesta aplicada, producción propia, 2017

#	Answer	%	Count
1	Diseño arquitectónico	48.28%	56
2	Diseño Interior	31.90%	37
3	Iluminación	16.38%	19
4	Ventilación	74.14%	86
5	Aperturas	36.21%	42
6	Electrodomésticos	12.07%	14
7	Acabados arquitectónicos	18.97%	22
8	Gasodomésticos	14.66%	17
9	Naturaleza viva	74.14%	86
10	Otra?Cuál?	3.45%	4

#	Answer	%	Count
	Total	100%	116

Otra?Cuál?
filtros en las aperturas, filtrado del las corrientes de aire en la vivienda u espacio de estudio
Purificadores de aire
Ubicación o terreno

IV. A continuación escoja la respuesta que ud considere correcta

1. Para disfrutar del aire puro se necesita
 a-Diseño arquitectónico b-Diseño interior c- Rejillas de ventilación
 d-Ventanas con apertura e-Materiales seleccionados
 f- Todas las anteriores g- ninguna de las anteriores

2. Qué elementos cree ud se deben considerar en el momento de un diseño arquitectónico para garantizar aire puro al interior de la vivienda?
 a-Ventanería b-carpintería c-cubiertas d-ductos de ventilación
 e-altura libre f- volumetría g-Apertura h- todas las anteriores
 i-ninguna de las anteriores

3. En Qué zonas de la vivienda considera que deben manejar el concepto de aire puro?
 a-Zona social b-Zona de servicios c-Zona privada
 d- todas las anteriores e- ninguna de las anteriores

4. Tiene algún hábito para mejorar la calidad del aire al interior de la vivienda?
 a-Abrir ventanas b-Abrir puertas c-utiliza lectrodomésticos
 d-plantas decorativas e-Aseo regular f- Ambientadores
 g-filtros de aire h-No cocción de alimentos
 i-otro? cual: _____

5. Cuando Ud. Compra o arrienda vivienda, Qué recurso natural considera debe ser garantizado dentro de los estándares de calidad para que no afecten la salud de las personas?
 a-Agua b-iluminación natural c-aire d-Gas natural

6. Para ud cuál grupo de agentes contaminantes del aire pueden afectar la salud?
 a-agentes físicos (clima) b-agentes químicos c-agentes biológicos
 d-aire exterior e- todos los anteriores
 f-ninguno de las anteriores

Tabla 47. Resultado pregunta 1 sección IV, encuesta aplicada, producción propia, 2017

#	Answer	%	Count
1	Diseño arquitectónico	16.38%	19
2	Diseño interior	6.90%	8
3	Rejillas de ventilación	10.34%	12
4	Ventanas con apertura	13.79%	16
5	Materiales seleccionados	4.31%	5
6	Todas las anteriores	75.00%	87
7	Ninguna de las anteriores	1.72%	2
	Total	100%	116

Tabla 48. Resultado pregunta 2 Sección IV, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

#	Answer	%	Count
1	Ventanería	32.76%	38
2	Carpintería	2.59%	3
3	Cubiertas	11.21%	13
4	Ductos de ventilación	32.76%	38
5	Altura libre	25.00%	29
6	Volumetría	6.90%	8
7	Aperturas	22.41%	26
8	Todas las anteriores	57.76%	67
9	Ninguna de las anteriores	1.72%	2
	Total	100%	116

Tabla 49. Resultado pregunta 3 Sección IV, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

#	Answer	%	Count
1	Zona social	2.59%	3
2	Zona de servicios	0.86%	1
3	Zona privada	1.72%	2
4	Todas las anteriores	96.55%	112
5	Ninguna de las anteriores	0.86%	1
	Total	100%	116

Tabla 50. Resultado pregunta 4 Sección IV, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

#	Answer	%	Count
1	Abrir ventanas	88.79%	103
2	Abrir puertas	20.69%	24
3	Utilizar electrodomésticos	0.86%	1
4	Plantas decorativas	37.07%	43
5	Aseo regular	74.14%	86
6	Ambientadores	11.21%	13
7	filtros de aire	19.83%	23
8	No cocción de alimentos	2.59%	3
9	Otro? Cuál?	3.45%	4
	Total	100%	116

Otro? Cuál?
plantas purificadoras del aire
Abrir las ventanas de las 6 a 7 am y cerrarlas el resto del día
Asear todo los días el polvo

Tabla 51. Resultado pregunta 5 Sección IV, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

#	Answer	%	Count
1	Agua	44.83%	52
2	Iluminación natural	21.55%	25
3	Aire	28.45%	33
4	Gas natural	5.17%	6
	Total	100%	116

Tabla 52. Resultado pregunta 6 Sección IV, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

#	Answer	%	Count
1	Agentes físicos (clima)	1.72%	2
2	Agentes químicos (ej: detergentes, residuos de pintura)	18.97%	22
3	Agentes biológicos (ej: hongos, ácaros, bacterias)	19.83%	23
4	Aire exterior	6.90%	8
5	Todas las anteriores	68.97%	80
6	Ninguno de las anteriores	0.00%	0
	Total	100%	116

V- Responda si o no de acuerdo a su apreciación a cada una de las siguientes preguntas:

1. Considera Ud. Que la calidad del aire al interior de la vivienda es vital?
2. Pagaría por tener aire puro en la vivienda?
3. Cuando ud se encuentra dentro de su vivienda es consciente de lo que respira?
4. Alguna vez ha pensado en la calidad del aire que respira al interior de su vivienda?
5. Para Ud. La calidad del aire tiene que ver con los buenos y malos olores?
6. Considera que la zona donde está ubicada su vivienda es de alta contaminación ambiental?
7. Cuando compra algún artículo para el hogar verifica si sus componentes pueden afectar la calidad del aire de su vivienda?
8. Se sentiría más tranquilo si el aire que respira al interior de su vivienda se pudiera medir?
9. Considera Ud que el confort al interior de su vivienda está dado por la temperatura?
10. Para Ud. Los materiales de fabricación utilizados en su vivienda pueden afectar la calidad del aire del interior?

Tabla 53. Resultado preguntas 1,2, 3 Y 4 Sección V, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

Question	Si		No		Total
¿Considera Ud. Que la calidad del aire al interior de la vivienda es vital?	99.14%	115	0.86%	1	116
¿Pagaría por tener aire puro en la vivienda?	75.00%	87	25.00%	29	116
¿Cuando ud se encuentra dentro de su vivienda es consciente de lo que respira?	53.45%	62	46.55%	54	116
¿Alguna vez ha pensado en la calidad del aire que respira al interior de su vivienda?	68.97%	80	31.03%	36	116

Tabla 54. . Resultado preguntas 5,6 Y 7 Sección V, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

Question	Si		No		Total
¿Para Ud. la calidad del aire tiene que ver con los buenos y malos olores?	66.38%	77	33.62%	39	116
¿Considera que la zona donde está ubicada su vivienda es de alta contaminación ambiental?	44.83%	52	55.17%	64	116
¿Cuando compra algún artículo para el hogar verifica si sus componentes pueden afectar la calidad del aire de su vivienda?	27.59%	32	72.41%	84	116

Tabla 55. Resultado preguntas 8,9 Y 10 Sección V, Encuesta aplicada, Producción propia, 2017

Question	Si		No		Total
¿Se sentiría más tranquilo si el aire que respira al interior de su vivienda se pudiera medir?	89.66%	104	10.34%	12	116
¿Considera Ud que el confort al interior de su vivienda está dado por la temperatura?	75.00%	87	25.00%	29	116
¿Para Ud. l. Los materiales de fabricación utilizados en su vivienda pueden afectar la calidad del aire del interior?	82.76%	96	17.24%	20	116