

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



*Una Institución Adventista*

**Índice de la calidad de aire y concentración del co2 en las aulas  
de los estudiantes del instituto superior CEPEBAN Tarapoto 2017**

Por:

Tania Yaribel Chamaya Quispe  
Leticia Castillo Lalangui

Asesor:

Ing. Rolando Cárdenas Soto

**Tarapoto, diciembre de 2017**

DECLARACIÓN JURADA  
DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Ing. Rolando Cárdenas Soto, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“ÍNDICE DE LA CALIDAD DE AIRE Y CONCENTRACIÓN DEL CO<sub>2</sub> EN LAS AULAS DE LOS ESTUDIANTES DEL INSTITUTO SUPERIOR CEPEBAN TARAPOTO 2017”** constituye la memoria que presenta las **Bachilleres Tania Yaribel Chamaya Quispe y Leticia Castillo Lalangui** para aspirar al título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Tarapoto, al 28 de diciembre del año 2017.



Ing. Rolando Cárdenas Soto

Índice de la calidad de aire y concentración del CO2 en las aulas  
de los estudiantes del Instituto Superior CEPEBAN Tarapoto 2017

# TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

## JURADO CALIFICADOR



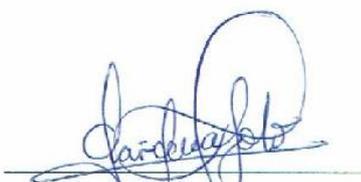
Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio  
Presidente



Ing. Henry Carbajal Mogollón  
Secretario



Ing. Manuel Nemesio Toribio Yalico  
Vocal



Ing. Rolando Cárdenas Soto  
Asesor

Tarapoto, 28 de diciembre del 2017

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a Dios porque nos ayudó en los 5 años de estudios.

A nuestros queridos padres por el consejo brindado y el apoyo económico, espiritual que nos ayudó a ser diferentes.

A mis compañeros y docentes de la Universidad Peruana Unión por el apoyo incondicional y los buenos consejos que me nos dieron.

## **Agradecimientos**

El presente trabajo de tesis en primer lugar queremos agradecer a Dios, por ayudarnos en nuestros cinco años de estudios.

A nuestro asesor Ing. Rolando Cárdenas Soto, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación nos brindó asesoría en la investigación.

A los docentes por ayudar con sus enseñanzas y el apoyo en los momentos que más necesitábamos. Y porque cada uno de ellos durante toda nuestra carrera profesional han aportado un granito de arena a nuestra formación.

A nuestros queridos padres por el apoyo incondicional en nuestra formación profesional.

A la Universidad Peruana Unión por formarnos con principios y valores cristianos.

Al Lic. Adm. Néstor Aguilar Ynga Director CEPEBAN-Sede Tarapoto, por brindarnos las facilidades de desarrollar la investigación en sus instalaciones.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en cada paso de esta etapa de nuestras vidas.

## INDICE

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA .....	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 Justificación.....	17
1.3 Presuposición Filosófica .....	19
1.4 OBJETIVOS .....	20
1.4.1 Objetivo general .....	20
1.4.2 Objetivos específicos.....	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	21
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	21
2.2 ANTECEDENTES .....	21
2.2.1 Calidad de aire en Interiores.....	23
2.2.2 Principales contaminantes en Interiores .....	24
2.2.3 Fuentes de contaminación .....	25
2.2.4 Contaminación del Aire Interior .....	25
2.2.5 Síndrome del edificio enfermo .....	25
2.2.6 Calidad de ambientes Interiores .....	25
2.2.7 Niveles Umbrales de Contaminantes.....	26
2.2.8 Nivel Umbral del Dióxido de Carbono.....	27
2.2.9 Enfermedades provocadas por la concentración de CO2.....	28
2.2.10 Factores de Riesgo .....	28

2.2.10.1	Riesgo: .....	28
2.2.10.2	Riesgo Laboral: .....	28
2.2.10.3	Riesgo Químico: .....	28
2.2.10.4	Contaminantes Químico: .....	29
2.2.11	Clasificación de Factores de Riesgo.....	29
2.2.11.1	Físicos:.....	29
2.2.11.2	Químicos: .....	30
2.2.11.3	Biológicos.....	30
2.2.11.4	Ergonómico: .....	30
2.2.11.5	Psicosocial: .....	30
2.2.12	Dióxido de Carbono.....	30
2.2.13	Efectos en la Salud del Dióxido de Carbono.....	31
2.2.14	Equipos para medir la calidad de aire.....	32
2.2.15	Monitoreo Ocupacional.....	32
2.2.16	Seguridad Ocupacional .....	33
2.2.17	Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo .....	33
2.2.18	Legislación de Seguridad y Salud Ocupacional.....	34
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....		37
3.1	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.1.1	Tipo de Investigación.....	37
3.1.2	Diseño de la Investigación.....	37
3.1.3	Hipótesis .....	37

3.1.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
3.1.4.1	Población .....	37
3.1.4.2	Muestra .....	37
3.2	INSTRUMENTO DE MONITOREO .....	38
3.2.1	Materiales y Equipos .....	38
3.3	METODOLOGIA DE EVALUCIÓN .....	38
3.3.1	Trabajo en Campo.....	38
3.3.2	Parámetro de Medición .....	38
3.3.3	Equipo de Medición.....	39
3.4	Evaluación de Agentes químicos.....	39
3.4.1	La naturaleza y propiedades del factor de riesgo .....	39
3.4.2	Concentración ambiental del factor de riesgo.....	40
3.4.3	Tiempo de exposición del trabajador .....	40
3.4.4	Toma de muestra .....	40
3.4.5	Tipos de muestra.....	41
3.4.6	Duración de muestreo .....	41
	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	42
4.1	Resultados del dióxido de carbono.....	42
4.2	Interpretación de Resultados.....	44
4.3	Ubicación de Estación de Monitoreo .....	44
4.4	Discusión.....	45
4.1	CONCLUSIONES.....	47

4.2	RECOMENDACIONES .....	48
	REFERENCIAS.....	49
	ANEXOS .....	51

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales y Equipos .....	38
Tabla 2. Unidades de medición del dióxido de carbono .....	38
Tabla 3. Especificaciones técnicas del equipo de monitoreo .....	39
Tabla 4. Resultado del monitoreo del Dióxido de carbono .....	42
Tabla 5. Coordenadas del punto de monitoreo.....	44

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Calidad de Aire en Interiores	23
Figura 2. Factores ambientales a considerar en interiores	24
Figura 3. Calidad de aire en interiores	26
Figura 4. Niveles de Referencia de los Contaminantes en función al tiempo	26
Figura 5. Nivel Umbral de Dióxido de Carbono	27
Figura 6. Equipo de medición de CO <sub>2</sub>	32
Figura 7. Valores mínimo de comparación del CO <sub>2</sub>	36
Figura 8. Resultados del monitoreo del Dióxido de carbono	43

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones Técnica del detector de gases .....	51
Anexo 2. Fotografía del monitoreo de gases de CO <sub>2</sub> .....	533
Anexo 3. Instalacion del equipo .....	544
Anexo 4. Resultado de la Concentración de CO <sub>2</sub> y medición de las coordenadas .....	555
Anexo 5. Resultado de la Concentración de CO <sub>2</sub> y medición de las coordenadas.....	56
Anexo 6. Mapa de ubicación del punto de muestreo.....	57

## RESUMEN

La investigación se ha realizado en cumplimiento Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y D.S. N° 005-2012-TR, Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo ya que en unos de sus artículos mencionan que es obligatorio realizar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y uno de ellos es llevar un registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómicos, el objetivo de la investigación es determinar el índice de la calidad de aire y la concentración del CO<sub>2</sub> en las aulas de los estudiantes del Instituto CEPEBAN para luego ser comparadas con obtenidos con la normativa ASHRAE, para el monitoreo se ha utilizado un equipo de detector de gases de CO<sub>2</sub> marca TENMARS modelo ST – 501, la investigación es no experimental descriptivo correlacional de corte transeccional porque determina el grado de relación de variables de estudio. Según los resultados obtenidos, la concentración de CO<sub>2</sub> monitoreado desde 06 de noviembre hasta 30 de noviembre del 2017, se han obtenido valores superiores al nivel de referencia que es 1000 pmm, tal como menciona la normativa ASHRAE las concentraciones evaluadas han superado a los 2500 pmm indicando que existe impacto negativo a la salud de los estudiantes.

.

**Palabras clave:** Agentes químicos, Concentración de CO<sub>2</sub>, Seguridad y salud en el trabajo.

## **ABSTRACT**

The investigation has been carried out in compliance with Law N ° 29783, Occupational Safety and Health Law and D.S. N ° 005-2012-TR, Regulation of the Occupational Health and Safety Law since in one of its articles they mention that it is mandatory to carry out the Health and Safety Management System at Work and one of them is to keep a record of the monitoring of physical, chemical, biological, psychosocial agents and disergonomic risk factors, the objective of the research is to determine the index of air quality and the concentration of CO<sub>2</sub> in the classrooms of the CEPEBAN students, to be compared with obtained with the ASHRAE regulation, for the monitoring a TENMARS model ST - 501 CO<sub>2</sub> gas detector equipment has been used, the research is a non - experimental comparative descriptive of a transectorial cut because it determines the degree of relationship of study variables. According to the results obtained, the concentration of CO<sub>2</sub> monitored from November 06 to November 30, 2017, values higher than the reference level of 1000 pmm have been obtained, as mentioned in the ASHRAE regulations, the concentrations evaluated have exceeded 2500 pmm which indicates that there is a negative impact on the health of the students.

**Key words:** Chemical agents, CO<sub>2</sub> concentration, Occupational health and safety

## **CAPÍTULO I. EL PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Según Solá, n.d. “la relación entre el uso de una edificación como centro de trabajo o vivienda y la presentación, en algunos casos, de molestias y síntomas que responden a una enfermedad, viene siendo un hecho incuestionable. Los diferentes tipos de contaminación presentes en el edificio es la principal responsable para que suele llamarse “mala calidad del aire en interiores”. Como resultado los efectos adversos debido a esa deficiente calidad de aire en los espacios cerrados afecta la salud de las personas, según el estudio se ha demostrado que los habitantes de las ciudades pasan entre el 58 y el 78 % de su tiempo en un ambiente interior, que se encuentra afectado por la contaminación en menor o mayor grado”.

Córdova, (2011) menciona que el concepto actual de ambientes interiores saludables, está enmarcada en el término de Calidad Ambiental Interior (CAI), las condiciones presentes en los interiores de los ambientes deben ser favorables (o al menos no afectar) la salud, el bienestar y la comodidad, no solo en ámbitos laborales donde los ocupantes pasan ocho (8) horas de su vida en el interior de espacios construidos, pudiendo afectar tanto la salud como el desempeño laboral de los trabajadores, sino también en el ámbito de carácter “privado” o personal, donde se desarrollan actividades cotidianas domésticas o extra laborales, escolares, de descanso y ocio.

Isabel Morales, Virgilio Blanco, (2010) Menciona que las actividades cotidianas llámense educativas, laborales, ocio, etc.; obligan a las población a diario una permanencia prolongada en diferentes tipos de edificaciones e instalaciones urbanas. Según la OMS, las personas de las localidades pasan de por medio el 80 y 90 % de su tiempo en ámbitos o espacios tapiados, cuyo aire se encuentra contaminado ya sea en menor o mayor grado, pudiendo originar graves problemas para la salud. Actualmente existen vestigios y evidencias que en escuelas, hospitales, centros comerciales, etc., convivencia de virus, bacterias, ácaros, partículas, etc., que son competente de alterar la calidad del aire en interiores originando efectos contraproducentes en la salud de las personas. De acuerdo a

las admiración de la Agencia de Protección Ambiental estadounidense (EPA), los niveles de inoculación de ambientes tapiados pueden llegar a ser de 10 a 100 veces más elevados que las aglutinaciones en exteriores, además que aumenta si las estipulaciones operativas del sistema de ventilación y recirculación de aire, refrigeración y/o calentamiento no son las apropiadas, vaticinando un potencial obstáculo en cuanto a la condición del aire en dichos ambientes.

Según Tomas Higuero, (2016) la EPA (Environmentak protection agency) estiman que las personas sufren el 72% de la exposición a sustancias nocivas cuando se encuentran en interiores, paradójicamente significa que mientras se piensa que se está a salvo dentro de casa o en el centro de trabajo (llámese oficina), es cuando realmente se están exponiendo a un riesgo mayor.

Según la ley 29783 de seguridad y salud en el trabajo aprobado por el Ministerio del trabajo (2011) tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país, los procedimientos del empleador en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo se revisan periódicamente a fin de obtener mayor eficacia y eficiencia en el control de los riesgos asociados al trabajo.

Según la ley del reglamento de seguridad y salud en el trabajo aprobado por el Ministerio del trabajo (2011) menciona que uno de los registros obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo es realizar monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómicos.

¿Cuál será índice de la calidad de aire y la concentración del CO<sub>2</sub> influye en las aulas de los estudiantes del Instituto CEPEBAN Tarapoto 2017?

## 1.2 Justificación

De acuerdo a las exigencias de la ley 29783 de seguridad y salud en el trabajo el empleador está obligado a garantizar que la seguridad y salud en el trabajo sea una responsabilidad conocida y aceptada en todos los niveles de la organización, también menciona que el empleador debe implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, regulado en la Ley y en el presente Reglamento, en función del tipo de empresa u organización, nivel de exposición a peligros y riesgos, y la cantidad de trabajadores expuestos.

De acuerdo D.S. N° 005-2012-TR, Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo en el artículo 32°: La documentación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo que debe exhibir el empleador es la siguiente: La identificación de peligros, evaluación de riesgos y sus medidas de control y en el artículo 33°: Los registros obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo son: Registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómicos.

La contaminación de los ambientes interiores de los edificios es la causa de múltiples problemas de salud de variada naturaleza, que pueden abarcar desde una simple fatiga o molestia, hasta síntomas compatibles con alergias, infecciones y cáncer, entre otras, Los factores físicos que influyen en el confort están relacionados principalmente con la humedad relativa, la velocidad media del aire, la temperatura y el ruido. Además existen contaminantes químicos entre los que están el dióxido de carbono (indicativo de insuficiente aire de renovación en el interior), monóxido de carbono, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles, partículas en suspensión, ozono, radón, etc.

Es importante conocer cuál es el valor de la concentración del contaminante del dióxido de carbono puesto que perjudica la salud tal como lo indica Schneider, n.d.y menciona que la respiración genera en espacios cerrados un aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y una disminución de la de oxígeno (O<sub>2</sub>).El aire fresco contiene alrededor de un 21% de O<sub>2</sub> y un 0,04% de CO<sub>2</sub>. El aire espirado, en cambio, contiene alrededor de un 16% de O<sub>2</sub> y un 4% de CO<sub>2</sub>. Si

escasea el oxígeno y hay un excedente de dióxido de carbono, primero se destruyen las neuronas, que son las células más sensibles de nuestro organismo.

La OMS, (2011) Menciona que una parte fundamental de nuestro tiempo la pasamos en interiores de alguna edificación y la calidad del aire interior viene a ser un factor relevante de riesgo para la salud humana a nivel mundial, la contaminación microbiana del aire incluye cientos de especies de hongos y bacterias, que crecen cuando en los interiores presenta cierto grado de humedad. La exposición frecuente a contaminantes microbianos está clínicamente asociada a síntomas respiratorias, asma, alergias y reacciones inmunológicas, por otro lado, la contaminación del aire con agentes químicos emitidos por los edificios, los materiales de construcción y equipamientos en los interiores, además de algunas actividades humanas, pueden ser razones para ser origen de cáncer, daños renales, trastornos pulmonares y genotoxicidad.

### **1.3 Presuposición Filosófica**

Todo ser humano debe saber que somos responsables delante de Dios por todo lo que nos ha dado y esto es conocido como mayordomía somos responsables delante de Dios de nuestra familia, bienes, trabajos, influencias; en fin, todos aquellos recursos que el Señor nos ha confiado, y un día le daremos cuenta a Él. Nuestro cuerpo le pertenece a Dios y debe cuidar para glorificarle y no deshonrarle.

Debemos cuidar nuestro cuerpo porque algún día daremos cuenta de el ante nuestro señor es una verdad muy importante es por ello que en éxodo 23:25 dice Adora al Señor tu Dios y el bendecirá tu pan y tu agua. Yo apartare de ustedes toda enfermedad Dios lo que quiere es que gocemos de buena salud, que restaura a los abatidos y cubre con vendas sus heridas el presente trabajo de investigación ayuda a dar a conocer los resultados del contaminante de dióxido de carbono para poder recomendar como se debe prevenir las posibles enfermedades con respecto a este contaminante.

Sabemos que hoy en día vivimos en un mundo lleno de pecado y cada día contaminamos a nuestro planeta sin darnos cuenta que nosotros mismos nos vemos perjudicado no solo se habla de la contaminación ambiental sino también de la contaminación en ambientes interiores de trabajo que incluso es más letal para cada uno de nosotros tenemos la esperanza que Dios restaura la salud física de cada uno de nosotros así como dice en Jeremías 33:6 “He aquí que yo les traeré sanidad y medicina; y los curaré, y les revelaré abundancia de paz y de verdad”.

En la Biblia encontramos muchos ejemplos sobre el interés de velar por la salud del cuerpo físico. En el libro de Génesis vemos que la única limitación impuesta a Adán y Eva fue relacionada a la alimentación, no comer el fruto prohibido de Génesis 3:2. Todo lo demás les estaba permitido. Este sencillo plan nutricional tenía el propósito de preservar nuestra salud y evitar la muerte física y espiritual.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar el índice de la calidad de aire y la concentración del CO<sub>2</sub> en las aulas de los estudiantes del Instituto CEPEBAN Tarapoto 2017

### **1.4.2 Objetivos específicos**

Determinar el índice de calidad de aire en las aulas de los estudiantes del Instituto CEPEBAN Tarapoto 2017.

Determinar la concentración del CO<sub>2</sub> en las aulas de los estudiantes del Instituto CEPEBAN Tarapoto 2017.

Comparar los valores obtenidos de los resultados con la normativa ASHRAE de la calidad del aire y la concentración del CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) en las aulas de los estudiantes del instituto CEPEBAN Tarapoto 2017

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2 ANTECEDENTES**

En la siguiente tesis estudiada se asemejan las aglutinaciones obtenidas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en 2 aulas de ETSAV, en Sant Cugat del Valles con la base legal existente. La calidad del aire en el interno fue estudiada a partir de la actuación del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el interno de las aulas en tema mediante el suministro de dicho gas en un lapso de tiempo de 2 horas. Los parámetros de calidad de aire en cuanto a las transformación y las infiltraciones basados en las aglutinación de dióxido de carbono deduce en que el aumento del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por la aspiración de las personas es mayor a las pérdidas o reposición de aire del perteneciente recinto con lo cual en un lapso de tiempo muy corto estas pasarían a sobrepasar los niveles favorecidos por ASHRAE (1000 ppm) como también superando los niveles óptimos establecidos por el RITE (500 ppm sobre la concentración exterior), Avilez Ortiz, (2008).

En general, y considerando la edificación como un todo, puede decirse que en la biblioteca de la UNET se están cumpliendo las normas de aireación y de calidad del aire desde el punto de vista de la aglutinación de CO<sub>2</sub> es satisfactoria. En el primer piso por cortos periodos de tiempo no se satisface la condición de control de biofluentes humanos, pero debido al exceso de aire exterior en los pisos 2 y 3 originado por una inadecuada distribución del aire de suministro proveniente de la unidad manejadora de aire, esta situación desfavorable puede ser corregida fácilmente al balancear el sistema de acuerdo a la ocupación típica por medio de desviadores de flujo en el sistema de ductos. La percepción de olores extraños dentro de la biblioteca y las presuntas afecciones respiratorias comentadas por los empleados, que fueron la principal motivación de este trabajo, definitivamente no pueden ser atribuidas a niveles insuficientes Fumo, (2008).

El concurrente trabajo de investigación se llevó a cabo en el establecimiento de la Empresa Laboratorio del Demin Ecuador LDEEC Cia, Ltda., la evaluación de calidad de aire interior se realizó en el fase de acabado (sand blast químico) del jeans, utilizando equipos de medición de convenio a la metodología de la Norma

UNE de calidad ambiental en interiores, como también con métodos basados en Notas Técnicas de Prevención reconocidos a nivel internacional, reconociéndose que se debe asir medidas protectoras inmediatas en dicha área de trabajo, principalmente por el deterioro de un agente químico como el permanganato de potasio, por lo cual hay que pedir a medidas concretas para la previsión como es la arrancamiento localizada, el mismo que mediante un análisis por aprobación y por la peculiaridad química del permanganato de potasio que es soluble en agua, resulta como preferencia de solución la cabina con cortina de agua, el mismo que una vez ha diseñado, fabricado y puesta en actividad en el área de sand blast químico, satisfaciendo las expectativas para la cual fue fabricado, Chiluisa, (2017).

Desde los años 80, la preocupación de la comunidad científica sobre los efectos nocivos en la salud provocados por la calidad del aire al interno de los edificios aumenta. Informes respecto a problemas de salud tales como cefaleas, irritación de las mucosas, sensación de cansancio e incluso problemas de claustrofobia en trabajadores que se encuentran en espacios confinados confirman el problema. Al parecer, estos síntomas tienen relación con el clima generado al interior de los inmuebles. Por ejemplo, la humedad concerniente es superior al 60 % puede influir en la calidad del aire y de esta manera aumentar la presencia de síntomas oculares y respiratorios, los cuales pueden agravarse mientras la jornada de trabajo, Mart, Andrea, & Hern, (2016).

Jaime LLumiquinga & Monica Ubidia, (2007) respecto a las pruebas realizadas la concentración de CO<sub>2</sub> encontrada tuvo un valor predeterminado en un nivel ideal de 500 ppm.

J. C. Pérez, (2009) estas mediciones incluyen tanto valores de caudal de aire usado en la ventilación, como concentraciones de algunos de los principales contaminantes de interior: CO<sub>2</sub> y Compuestos Orgánicos Volátiles Totales referidos al metano (TVOC), la media de aire suministrado por persona es de 36,86 l/s por persona, siendo la mediana de 42 l/s por persona; ambos valores son muy altos comparados con los registrados para estudios similares en Europa.

### 2.2.1 Calidad de aire en Interiores

La práctica indica que la clase del aire interno de un edificio depende de una serie de variables, como la clase del aire del exterior, el diseño apropiado y correcto, la higiene, la conservación apropiado y buen funcionamiento de los sistemas de aireación y climatización de la edificación. Los sistemas cubren necesidades como es la calefacción, refrigeración y acondicionamiento del aire interno de un edificio, a menudo se utiliza la misma instalación. Además estos métodos deben crear las condiciones térmicas aceptables (temperatura y humedad) procurando confort térmico, Isabel Morales, Virgilio Blanco, (2010). El término aire interno, al que nos referiremos en adelante, suele adaptarse a ambientes internos no industriales: edificios de oficinas, edificios públicos (colegios, hospitales, teatros, restaurantes, etc.) y viviendas particulares. La importancia y grado ambiental en edificios es alterada de forma continua debido a 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, comprometiendo diferentes efectos y consecuencias sobre los individuos expuestas, el medio físico-natural y los edificios, Martínez, F. J. R., (2007).

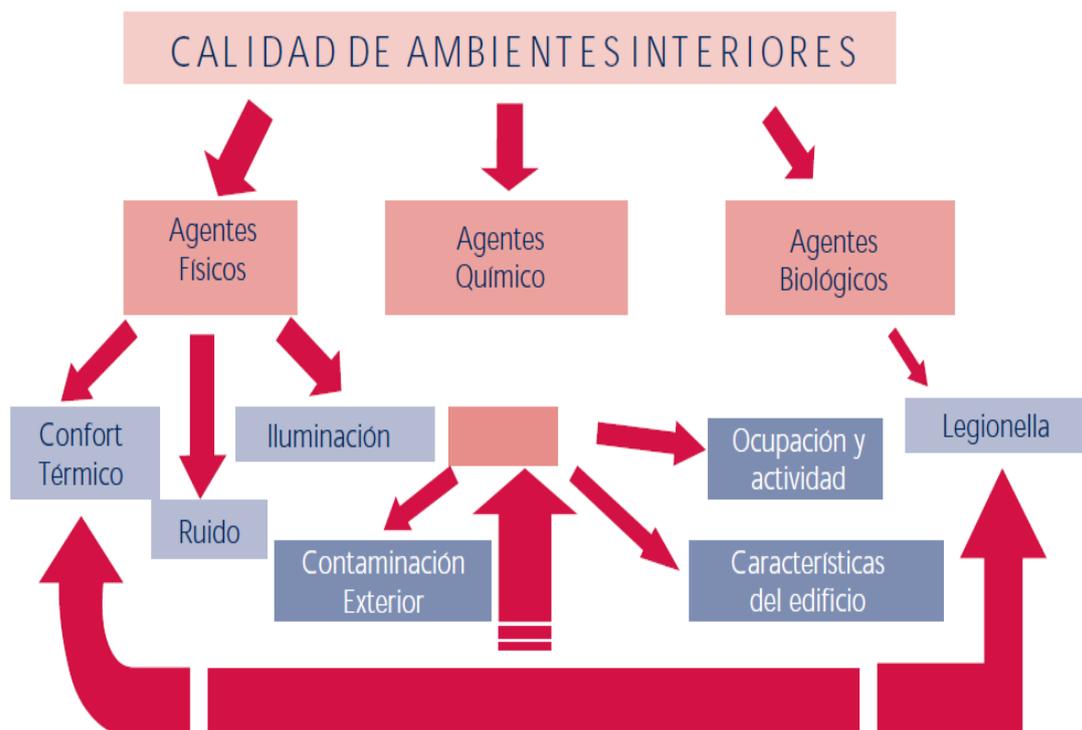


Figura 1. Calidad de Aire en Interiores

Fuente: Aspectos técnico de la calidad de aire en interiores

## 2.2.2 Principales contaminantes en Interiores

Isabel Morales, Virgilio Blanco, (2010), mencionan establecen una serie de parámetros mínimos a tener en cuenta en la calidad del aire interior que menciona a continuación:

Temperatura y humedad relativa.

Dióxido de carbono.

Monóxido de carbono.

Partículas en suspensión (PM10).

Bacterias en suspensión.

Hongos en suspensión.

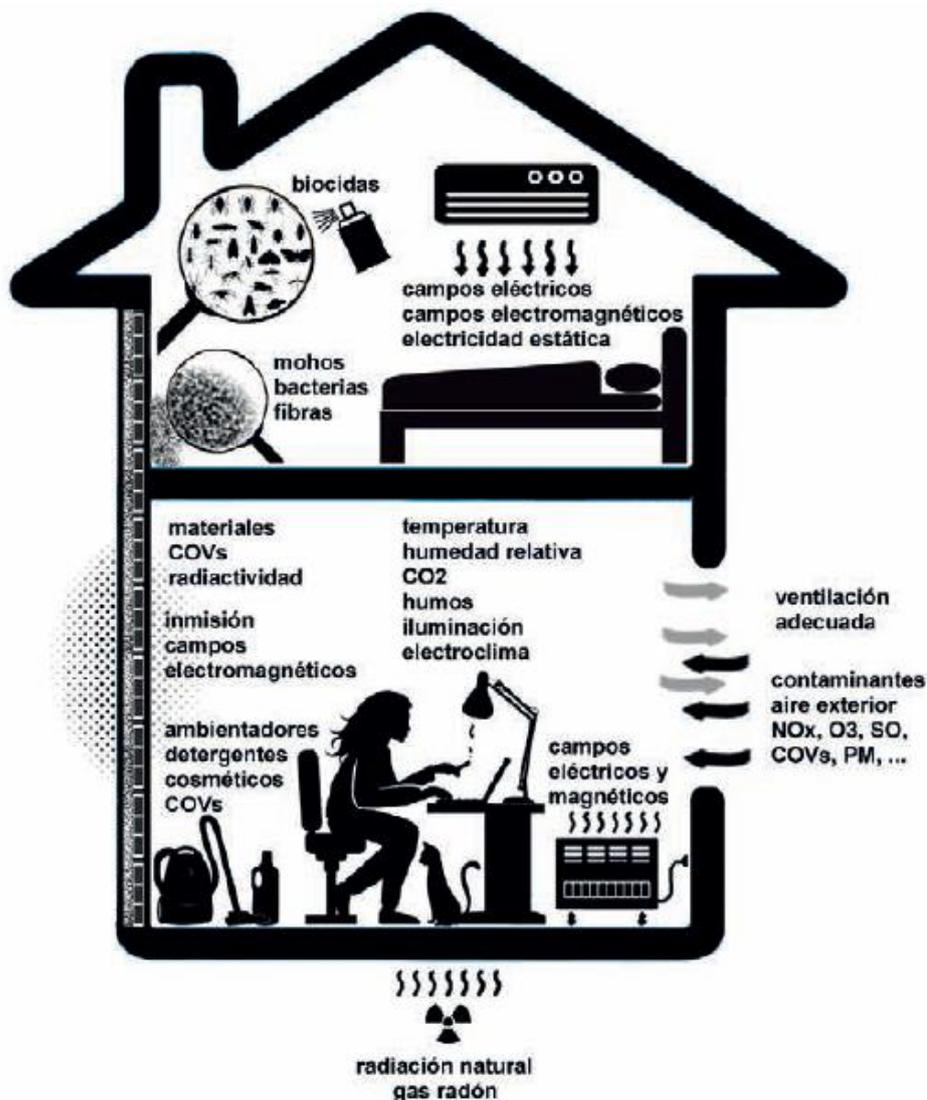


Figura 2. Factores ambientales a considerar en interiores  
Fuente: Guía de la calidad de aire en interiores

### **2.2.3 Fuentes de contaminación**

Díaz (2001) menciona que han demostrado que en los ambientes interiores de las viviendas y de los edificios no residenciales (bancos, oficinas, hoteles, colegios, etc.) pueden estar más contaminado que el aire exterior, además actualmente en un aproximado el 90% de su vida, la mayor parte de la población viven en núcleos en lugares interiores.

### **2.2.4 Contaminación del Aire Interior**

Mart, Andrea, & Hern, (2016) desde los años 80, la preocupación de la comunidad científica sobre las consecuencias en la salud provocados por la calidad del aire al interior de los edificaciones aumenta. Informes respecto a problemas de salud tales como cefaleas, irritación de las mucosas, sensación de cansancio e incluso problemas de claustrofobia en trabajadores que se encuentran en espacios confinados confirman el problema.

### **2.2.5 Síndrome del edificio enfermo**

Mart, Andrea, & Hern, (2016) , el SEE, denominado así por la Organización Mundial de la Salud en los años 80, se precisa como un grupo de síntomas de etiología poco clara que presentan los individuos ocupantes de ciertos edificios (especialmente en oficinas y ambientes cerrados) y que desaparecen o mejoran dentro de las horas siguientes a la salida del edificio problema Existe gran dificultad para determinar los factores causales que provocan este síndrome, requerido a que los síntomas presentados por los habitantes de un edificio enfermo pueden relacionarse con diversos factores medioambientales como agentes químicos, físicos, biológicos e incluso psicosociales. A esto se suma el hecho, de que existe poca información, en nuestro país, sobre las investigaciones elaboradas en el tema y no se cuenta con una legislación específica al respecto.

### **2.2.6 Calidad de ambientes Interiores**

Algunos semblantes del ambiente que resulten de gran importancia para mantener un nivel aceptable de IEQ serán los contaminantes, condiciones térmicas (temperatura, humedad relativa, movimiento de aire), luz, ruidos, etc. Favorablemente la gran cantidad de los puntos de un proyecto energético no

perjudican abiertamente a la calidad de aire interior, sin embargo hay que tener siempre en cuenta Martínez, F. J. R., (2007).

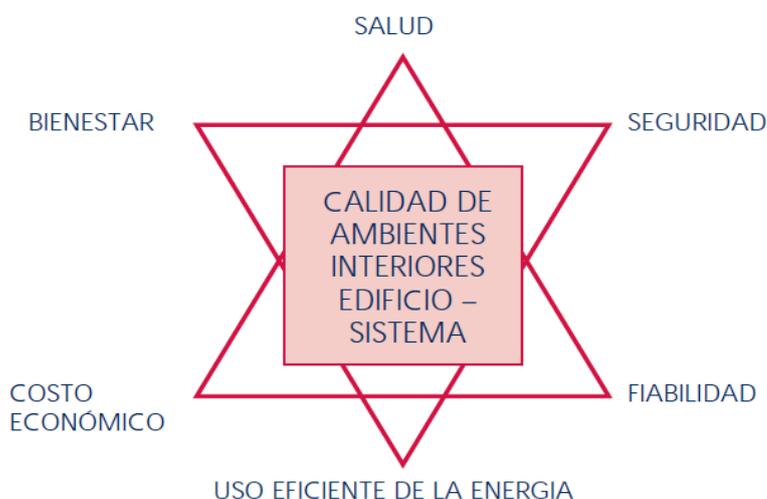


Figura 3. Calidad de aire en interiores  
Fuente: Aspectos técnico de la calidad de aire en interiores

### 2.2.7 Niveles Umbrales de Contaminantes

Martínez, F. J. R., (2007). menciona que La calidad del aire interior de una edificación, la constituyen los niveles de contaminantes presentes. Para evitar consecuencias o la falta de bienestar y la salud de los habitantes, pueden encontrarse el origen de los contaminantes más peligrosos.

#### Niveles de contaminantes en función del tiempo

Contaminante	ASHRAE		Normativa Europea	
	Nivel (ppm)	Tiempo de exposición	Nivel (ppm)	Tiempo de exposición
CO <sub>2</sub>	1000	Continuo	1000	1 hora
			87	15 minutos
			53	30 minutos
CO	35	1 hora	26	1 hora
		8 horas	9	8 horas
NO <sub>2</sub>	0.055	1 año	0.11	1 hora
			0.04	24 horas
SO <sub>2</sub>	0.14	24 horas	0.19	10 minutos
		1 año	0.13	1 hora
O <sub>3</sub>	0.12	1 hora	0.08 - 0.10	1 hora
			0.05 - 0.06	8 horas
HCHO	-	-	0.08	30 minutos

Figura 4. Niveles de Referencia de los Contaminantes en función al tiempo  
Fuente: Aspectos técnico de la calidad de aire en interiores

### 2.2.8 Nivel Umbral del Dióxido de Carbono

Los niveles de confort de CO<sub>2</sub> están definidos por ASHREA (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) de la siguiente:

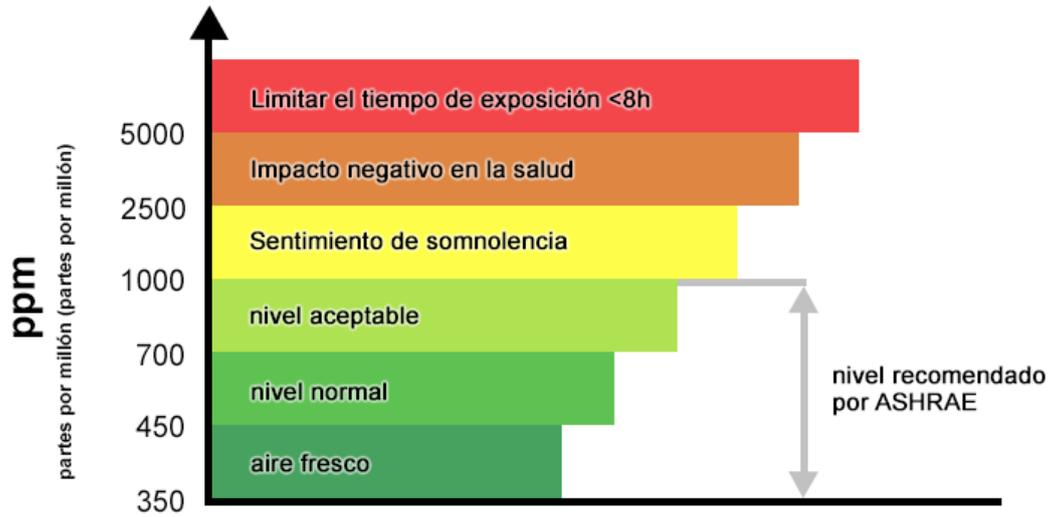


Figura 5. Nivel Umbral de Dióxido de Carbono  
Fuente: ASHRAE

### **2.2.9 Enfermedades provocadas por la concentración de CO2**

El dióxido de carbono afectan a los principales sistemas de órganos del cuerpo y con cuatro de las cinco principales causas de mortalidad en los Estados Unidos: enfermedades cardíacas, cáncer, accidentes cerebro-vasculares y enfermedades crónicas del aparato respiratorio inferior. Esta conclusión surge de nuestra reevaluación de las ampliamente reconocidas amenazas a la salud provenientes del carbono Barbara, (2009).

Informes respecto a problemas de salud tales como cefaleas, irritación de las mucosas, sensación de cansancio e incluso problemas de claustrofobia en trabajadores que se encuentran en espacios confinados confirman el problema. Al parecer, estos síntomas tienen relación con el clima generado al interior de los inmuebles. Mart, Andrea, & Hern, (2016).

### **2.2.10 Factores de Riesgo**

Las circunstancias de riesgos laborales, es la filosofía primordial de la salud laboral, para extenderla se requiere de entendimientos de varias disciplinas y de una organización empresarial que accede el accionar de profesionales y trabajadores de la empresa; de tal modo se puede asegurar la efectividad en los resultados para mantener la salud e integridad de los trabajadores y el beneficio de la empresa Pérez, (2015).

#### **2.2.10.1 Riesgo:**

Probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños a las personas, equipos y al ambiente Ministerio de Trabajo, (2012).

#### **2.2.10.2 Riesgo Laboral:**

Probabilidad de que la exposición a un factor o proceso peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión Ministerio de Trabajo, (2012).

#### **2.2.10.3 Riesgo Químico:**

En la tesis del autor Leones (2011), manifiesta: “el riesgo químico es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos la cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades.

Los productos químicos tóxicos también pueden provocar consecuencias locales y sistemáticas según la naturaleza del producto y la vía de exposición” Chiluisa, (2017).

Sustancias orgánicas, inorgánicas, naturales o sintéticas que pueden presentarse en diversos estados físicos en el ambiente de trabajo, con consecuencias infecciosas, corrosivas, asfixiantes o tóxicas y en cantidades que tengan posibilidad de lastimar el bienestar de las personas que están en contacto con ellas. Se clasifican en: gaseosos y particulados Jorge et al., (2005).

#### **2.2.10.4 Contaminantes Químico:**

Chiluisa, (2017) considera a los agentes químicos a las sustancias orgánicas o inorgánicas, naturales o sintéticas y carentes de vida propia, que estando presente en el medio laboral puedan ser absorbidas por el organismo y causar efectos adversos a las personas expuestas. Los agentes químicos se pueden clasificar según su forma molecular en: **Gases:** que son fluidos amorfos que ocupan el espacio que los contiene.

**Líquidos:** como su nombre lo dice están en estado líquido.

**Vapores:** estos proceden de un proceso de evaporación y en condiciones normales de presión y temperatura.

**Aerosoles:** son aquellas dispersiones de partículas sólidas o líquidas en un medio gaseoso (aire).

#### **2.2.11 Clasificación de Factores de Riesgo**

##### **2.2.11.1 Físicos:**

Corresponde a aquellos factores ambientales cuya naturaleza es física y pueden producir efectos negativos a la salud de acuerdo a la intensidad de exposición y consecuencia, se incluyen dentro de estos factores: ruido, vibraciones, temperatura elevada, iluminación, radiaciones tanto ionizantes y no ionizantes, presiones de campos magnéticos, que actúan sobre los tejidos y órganos del cuerpo y que pueden producir efectos nocivos Pérez, (2015).

### **2.2.11.2 Químicos:**

Son toda sustancia orgánica e inorgánica natural o sintética que mediante el proceso de fabricación, manejo, transporte, almacenaje o uso pueden incorporar un ambiente de polvos, humos, gases, pavores, líquidos, solidos que pueden generar efectos irritantes, asfixiantes o tóxicos en cantidades que crean probabilidades de provocar lesionar a las personas que se encuentren en contacto con ellas Pérez, (2015).

### **2.2.11.3 Biológicos**

Representa a seres vivos ya sean de origen vegetal o animal que se encuentran presentes en el centro de trabajo, tales como bacterias, hongos, virus, parásitos, roedores, perros, murciélagos, culebras, plantas venenosas, etc., que pueden desencadenar diferentes enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas o intoxicaciones al ingresar al organismo Pérez, (2015).

### **2.2.11.4 Ergonómico:**

Involucra aquellos agentes que tienen que ver con la adecuación del trabajo, o los elementos de trabajo al hombre. Los objetos, puestos de trabajo, máquinas, equipos y herramientas cuyo peso, tamaño, forma y diseño pueden provocar sobreesfuerzo físico, posturas inadecuadas, cargas de trabajo estáticas, diseño del puesto de trabajo, trabajos prolongados de pie, etc., traen como consecuencia fatiga física y lesiones osteomusculares Pérez, (2015).

### **2.2.11.5 Psicosocial:**

Tiene relación con la interacción en el ambiente de trabajo, las condiciones de organización, las necesidades, hábitos, capacidades y demás aspectos personales del trabajador con su entorno social; ya sean turnos de trabajo inestables, ritmos y puestos de trabajo inadecuados, conflictos de autoridad, etc. Pérez, (2015).

### **2.2.12 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

Dicho gas es incoloro e inodoro que se compone en todos aquellos procesos en que tiene lugar la combustión de sustancias que contienen carbono. En ambientes interiores no industriales (oficinas, escuelas, etc.) sus principales focos de producción de este gas son la respiración humana y el fumar. La concentración de dióxido de carbono en un ambientes internos puede aportar información sobre

distintos aspectos y circunstancias de un edificio tales como probabilidad de efectos sobre la salud de sus ocupantes, que como consecuencia son problemas y quejas por olor o como dato informativo de investigación y para estudiar la ventilación de un local Avilez Ortiz, (2008).

### **2.2.13 Efectos en la Salud del Dióxido de Carbono**

El CO<sub>2</sub> en concentraciones muy elevadas conduce a la asfixia por desplazamiento del oxígeno. Una prolongada exposición (concentración superior a 30.000 ppm) puede tener efectos nocivos en el cerebro, causando dolores de cabeza, problemas para concentrarse, fatiga, problemas respiratorios. Cuando los niveles de CO<sub>2</sub> se exceden de 800 a 1.200 ppm en ambientes interiores, la mayoría de personas empiezan a experimentar incomodidad, dolores de cabeza, cansancio y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición Isabel Morales, Virgilio Blanco, (2010).

### 2.2.14 Equipos para medir la calidad de aire

Respecto del contaminante se expondrá equipos a utilizar y brevemente se darán conocimientos de cómo hacer un buen manejo para la obtención de los datos.

Cuando los niveles de CO<sub>2</sub> exceden de 800 a 1.200 ppm en áreas interiores, muchas personas comienzan a experimentar incomodidad, dolores de cabeza, cansancio y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición Tomas Higuero, (2016).

Para esta investigación se ha utilizado un equipo de detector de dióxido de carbono para calidad de interior de escritorio ST-502 (IAQ)



Figura 6. Equipo de medición de CO<sub>2</sub>  
Fuente: Sirios ST 502

### 2.2.15 Monitoreo Ocupacional

Son factores de riesgo que pueden provocar enfermedades ocupacionales, mediante el Monitoreo Ocupacional con resultados cuantitativos que dimensionan la exposición a los agentes Físicos, Químicos Biológicos, Ergonómicos y Psicosociales, teniendo como objetivo velar y mejorar la salud física, mental, social de cada trabajador según su puesto de trabajo, influyendo positivamente en todos los aspectos de la empresa.

### **2.2.16 Seguridad Ocupacional**

La Seguridad Ocupacional constituye una parte de la Salud Ocupacional, que abarcan un conjunto de actividades de orden técnico, legal, humano y económico, para el amparo de la salud de cada trabajador, el predio físico de la empresa mediante la cultura y política de prevención y el control y vigilancia de las acciones del hombre, de las maquinarias y del ambiente en que se desarrolla el trabajo, con el fin de prevenir y corregir las condiciones y actos inseguros presentes que puedan causar accidentes Jorge et al., (2005).

### **2.2.17 Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo**

Conjunto de elementos interrelacionados o interactivos que tienen por fin establecer una política y objetivos de seguridad y salud en el trabajo, incluyendo los métodos y actividades necesarios para cumplir con los objetivos propuestos, encontrándose íntimamente relacionado con el concepto de responsabilidad social empresarial, en el orden de crear conciencia y cultura con respecto a la propuesta de adecuadas condiciones laborales en cada trabajador, mejorando de este modo la calidad de vida de los mismos, Jorge et al., (2005).

## **2.2.18 Legislación de Seguridad y Salud Ocupacional**

**La Constitución Política del Perú (1993):** el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales; la décimo novena política de estado, sobre desarrollo sostenible y gestión ambiental propugna integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y de ordenamiento territorial, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible, asegurar la protección ambiental y promover centros poblados y ciudades sostenibles.

**Artículo 22°: inciso 2°** de la constitución, relativo a los derechos fundamentales de la persona, establece expresadamente que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida por su parte.

### **Ley N° 28611 general del medio Ambiente**

#### **Artículo 1°.- Del derecho y deber fundamental**

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del País.

### **Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.**

El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores.

### **D.S. N° 005-2012-TR, Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.**

**Artículo 25°:** Los empleadores pueden contratar procesos de acreditación de sus Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo en forma voluntaria y bajo su responsabilidad. Este proceso de acreditación no impide el ejercicio de la

facultad fiscalizadora a cargo de la Inspección del Trabajo respecto a las normas nacionales de seguridad y salud en el trabajo.

**Artículo 32°:** La documentación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo que debe exhibir el empleador es la siguiente:

- a) La política y objetivos en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- b) El Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- c) La identificación de peligros, evaluación de riesgos y sus medidas de control.
- d) El mapa de riesgo.
- e) La planificación de la actividad preventiva.
- f) El Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo

**Artículo 33°:** Los registros obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo son:

- a) Registro de accidentes de trabajo, enfermedades ocupacionales, incidentes peligrosos y otros incidentes, en el que deben constar la investigación y las medidas correctivas.
- b) Registro de exámenes médicos ocupacionales.
- c) Registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómicos.

**D.S. N° 015-2005-SA, Reglamento sobre los valores límite permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo**

**Artículo 1°:** Los Valores Límite Permisibles se establecen para proteger la salud de los trabajadores de toda actividad ocupacional y a su descendencia, mediante la evaluación cuantitativa y para el control de riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, de agentes químicos presentes en los puestos de trabajo.

**Artículo 2°:** La presente norma se aplicará a nivel nacional en todos los ambientes de trabajo donde se utilicen agentes o sustancias químicas o cancerígenas que puedan ocasionar riesgos y/o daños a la salud y seguridad de los trabajadores. Asimismo, dichos valores deben ser aplicados por profesionales con conocimiento en temas vinculados a la Salud e Higiene Ocupacional.

**NTP 549 El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior**

La medición de los niveles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en un edificio permite detectar la existencia de problemas de calidad de aire por carga química pero también puede utilizarse en estudios relacionados tanto con el suministro de aire

MEDIDA	TÉCNICA EMPLEADA	OBSERVACIONES
CO <sub>2</sub> como contaminante	Medidas puntuales	Aire exterior: 300-400 ppm LEP: 5.000 ppm
CO <sub>2</sub> como indicador de la contaminación generada por los ocupantes	Medidas puntuales (final de mañana/ tarde) o series de datos	UNE 100-011-91 recomienda una concentración máxima de 1.000 ppm
CO <sub>2</sub> como indicador básico de un adecuada o inadecuada renovación de aire	Medidas puntuales (final de mañana/ tarde) o series de datos	Algunos organismos proponen la realización de mediciones para, por ej. a 800 ppm, aconsejar la revisión del funcionamiento del sistema de ventilación.

Figura 7. Valores mínimo de comparación del CO<sub>2</sub>  
Fuente: NTP 549 España

## **CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1 Tipo de Investigación**

La presente investigación es cuantitativo según señalado por Roberto Hernandez Sampieri, Collado, & Baptista, (2010) lo que se hace en ésta investigación no experimental, es examinar fenómenos tal como se presentan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos

#### **3.1.2 Diseño de la Investigación**

El presente estudio tiene un enfoque de tipo no experimental, descriptivo correlacional, de corte transeccional o trasversal Roberto Hernandez Sampieri et al., (2010).

#### **3.1.3 Hipótesis**

De acuerdo con Hernández, Fernández y Batista (2014), las investigaciones descriptivas solo llevan hipótesis cuando se pronostica el valor de la variable. Siendo que la concentración de CO<sub>2</sub> en el aula de muestreo permitirá conocer la condición de exposición de los alumnos del Instituto CEPEBAN.

#### **3.1.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.1.4.1 Población**

El trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Peruano de Estudios Bancarios ubicada en Jirón Jiménez Pimentel N°650, Tarapoto que cuentan con tres carreras técnicas.

##### **3.1.4.2 Muestra**

Se ha realizado el monitoreo en salón de clases C- 302 de las instalaciones del Centro de Peruano de Estudios Bancarios en presencia de 25 estudiantes de la carrera técnica de administración bancaria.

### 3.2 INSTRUMENTO DE MONITOREO

#### 3.2.1 Materiales y Equipos

A continuación se detalla los materiales y equipos que se utilizaron en el monitoreo ocupacional de calidad de aire en interiores (Dióxido de Carbono):

Tabla 1. Materiales y Equipos

<b>Materiales</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Formato de Campo</b>			Unid	1
Lapicero			Unid	1
Tablero de apuntes			Unid	1
EPP (Casco, Chaleco, lentes )			Unid	2
<b>Equipos</b>				
Detector de CO2	TENMARS	ST 501	Unid	1
GPS	GARMIN	ETREX	Unid	1
Trípode	VANGUARD	Pro 263AGH	Unid	1
Cámara Fotográfica	LUMIX	DMC- FH2	Unid	1

Elaboración: Propia

### 3.3 METODOLOGIA DE EVALUCIÓN

#### 3.3.1 Trabajo en Campo

Reconocimiento de las Instalaciones de la empresa para determinar el punto de monitoreo.

Instalacion del equipo de medición del CO<sub>2</sub> en el punto establecido para el monitoreo.

Monitoreo del parámetro a evolución en el periodo establecido.

#### 3.3.2 Parámetro de Medición

Tabla 2.Unidades de medición del dióxido de carbono

Tipo de Agente	Parámetro	Unidad
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Detector de gases	PPM

Fuente: Elaboración propio

### 3.3.3 Equipo de Medición

Tabla 3. Especificaciones técnicas del equipo de monitoreo

Tipo de Agente	Equipo	Marca	Modelo
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Detector de gases	TENMARS	ST-501
Coordenadas	GPS	GARMIN	etrex

Fuente: Elaboración propio

### 3.4 Evaluación de Agentes químicos

Jorge et al., (2005) de manera referencial se ha considerado los procedimientos del manual de salud ocupacional para los monitoreos que a continuación se menciona:

#### 3.4.1 La naturaleza y propiedades del factor de riesgo

Un contaminante acciona sobre el organismo depende de su naturaleza, ya sean, química, física, y biológica.

Las propiedades físicas y químicas deben analizarse detalladamente:

- En cuanto a las enfermedades profesionales pulmonares el tamaño que presenten las partículas harán que jueguen un papel importante. Las partículas más peligrosas cuentan con un diámetro menor a tres (3) micras. Estas partículas no permanecen en el espacio por tiempos parcialmente largos que puedan facilitar el hecho de ser inhalados, o cuando llega a ocurrir, no son capaces de recorrer el tracto respiratorio.
- Los líquidos son más volátiles que los sólidos.
- Los gases se dispersan en la atmósfera con gran facilidad.
- Cuando la temperatura de ebullición de cierta sustancia líquida sea más baja, su volatilidad será aún mayor.

- La profundidad a la que puedan penetrar es determinada por la solubilidad de los gases presentes en el medio acuoso del tracto respiratorio. El alto grado de solubilidad del amoníaco hace que sea muy poca la cantidad que llega a los alveolos, sin embargo genera efectos graves en las vías respiratorias altas.
- Las reacciones que ocurren en presencia de temperatura, humedad y otras sustancias

### **3.4.2 Concentración ambiental del factor de riesgo**

Hace referencia a la porción del factor de riesgo en el ambiente laboral. A medida que aumenta la concentración, mayor será el riesgo de alteraciones en la salud de los trabajadores. Cabe recalcar que la cantidad de aire respirado está en relación con el oxígeno necesario y por lo tanto con el esfuerzo físico que requiere el trabajo. A una mayor cantidad de aire respirado corresponde una mayor cantidad de sustancias tóxicas introducidas al organismo.

### **3.4.3 Tiempo de exposición del trabajador**

Es importante conocer que mientras más alto sea el tiempo de exposición, aumenta el riesgo de adquirir una enfermedad ocupacional. Por ejemplo, una concentración en el aire de 0,03% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no es nociva, sin embargo una concentración mayor al 10% puede ocasionar la muerte en corto tiempo por asfixia. Las concentraciones parcialmente bajas en tiempos cortos de exposición, sean días o varias semanas, no llegan a provocar una afección, sin embargo si a generar grandes efectos si el tiempo se prolonga durante años. La dosis del contaminante que ingresa al organismo estará determinado principalmente por la concentración del factor de riesgo en el ambiente y el tiempo de exposición. Igualmente influye la velocidad de respiración. El tiempo en que el trabajador se expone a diferentes concentraciones de contaminación depende de las etapas y de las condiciones de operación, convirtiéndose en un punto importante que se involucra en la determinación del número de muestras en la evaluación del agente ambiental.

### **3.4.4 Toma de muestra**

Las muestras atmosféricas correspondientes a la evaluación de un contaminante químico, deben reunir los siguientes requisitos básicos:

**a) Cantidad de muestra:** El tamaño o volumen de la muestra quedará fijado por la cantidad mínima de contaminante que se necesite para su análisis, es decir, por la sensibilidad del método analítico a emplear y por el valor del límite permisible del agente ambiental.

**b) Representatividad:** El número de determinaciones o de muestras necesarias para una evaluación correcta depende de la naturaleza y características de operación, condiciones de trabajo, frecuencia y ciclos de operación, ventilación, razón de generación del contaminante, clima, etc. En condiciones uniformes, sin variaciones notables de los diversos factores, pueden quizás ser suficiente de tres a cinco determinaciones; en operaciones con ciclos de trabajo diferentes y variaciones apreciables de las condiciones ambientales, se requerirá un número mayor para seguir representativamente la exposición del trabajador.

#### **3.4.5 Tipos de muestra**

**a) Personal:** Son aquellas efectuadas lo más cerca posible a la cara del trabajador, a la altura de su zona de respiración, tratando de capturar representativamente el aire que inhala.

**b) Ambiental:** Son usualmente en los alrededores de una operación, pudiendo representar la exposición conjunta de varios trabajadores.

#### **3.4.6 Duración de muestreo**

**a) Instantáneas:** Son aquellas que se toman durante un tiempo relativamente pequeño, de cinco (5) minutos o menos y pueden indicar una exposición mínima o máxima durante ese período.

**b) Continuas o integrales:** Estas pueden tener una duración de cinco (5) minutos a horas o días, proporcionando únicamente los valores promedio de exposición para el intervalo de tiempo en que fueron efectuadas.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1

### Resultados del dióxido de carbono

Tabla 4. Resultado del monitoreo del Dióxido de carbono

Lugar del Monitoreo	Fecha	Tiempo de exposición horas	Concentración ppm	Nivel Umbral de Dióxido de Carbono
	06/11/2017		2336	Impacto negativo a la salud
	07/11/2017		2333	
	08/11/2017		2513	
	09/11/2017		2135	
	10/11/2017		2456	
	13/11/2017		2519	
	14/11/2017		2398	
	15/11/2017		2543	
CEPEBAN C - 302	16/11/2017	6 horas	2476	
	20/11/2017		2574	
	21/11/2017		2674	

22/11/2017	2693
23/11/2017	2653
24/11/2017	2765
27/11/2017	2765
28/11/2017	2653
29/11/2017	2690
30/11/2017	2871

Fuente: Elaboración propia

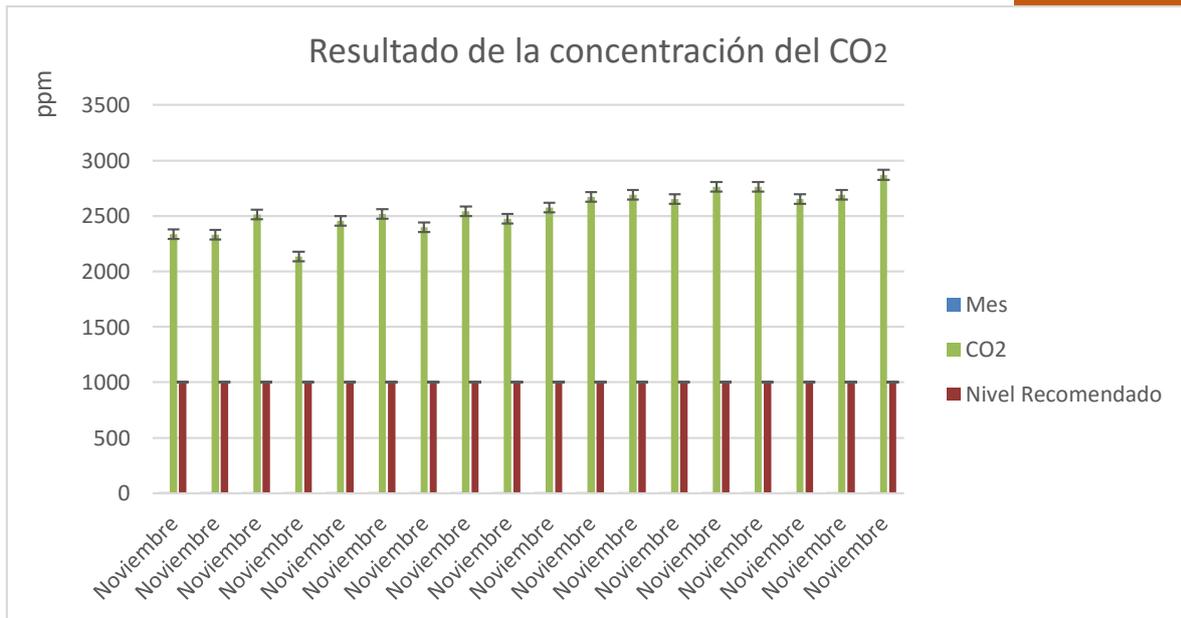


Figura 8. Resultados del monitoreo del Dióxido de carbono  
Fuente: Elaboración propia

## 4.2

### Interpretación de Resultados

Los monitoreos de calidad de aire en ambientes interiores se han realizado en el salón C – 302 de las instalaciones del Centro de Peruano de Estudios Bancarios en presencia de los estudiantes de la carrera técnica de administración bancaria, se han obtenido resultados que han excedido el nivel de Dióxido de Carbono establecido por ASHREA lo que indica que los estudiantes se encuentran expuestos a impactos negativos en su salud tal como menciona la normativa y al exceder en 800 a 1.200 ppm en áreas interiores, muchas personas comienzan a experimentar incomodidad, dolores de cabeza, cansancio y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición Isabel Morales, Virgilio Blanco, (2010).

## 4.3

### Ubicación de Estación de Monitoreo

Tabla 5. Coordenadas del punto de monitoreo

Punto	Distrito	Dirección	Coordenadas	
			Norte	Sur
C- 302	Tarapoto	Jirón Jiménez Pimentel N°650	0349229	9282252

Fuente: Elaboración propia

Fumo, (2008) Los monitoreos realizados en la biblioteca de UNET con base en los niveles CO<sub>2</sub> en general las edificaciones como un todo están cumpliendo la norma de calidad de aire desde el punto de vista de la concentración de CO<sub>2</sub> es satisfactoria, en el primer piso por cortos periodos de tiempo no se satisface la condición de control debido al exceso de aire exterior en los pisos 2 y 3 la situación es desfavorable, si comparamos con nuestra investigación los resultados de la concentración monitoreada han excedido el nivel de Dióxido de Carbono establecido por ASHREA lo que indica que los estudiantes se encuentran expuestos a impactos negativos en su salud tal como menciona la normativa .

En esta tesis se comparan las concentraciones de dióxido de carbono en dos aulas de la ETSAV, en Sant Cugat del Valles con la normativa existente. Las observaciones de calidad de aire interior fueron estudiadas a partir del comportamiento del dióxido de carbono en el interior de las aulas en cuestión mediante el suministro del mismo a través de una inyección constante de dicho gas en un periodo de tiempo de 2 horas. Los parámetros de calidad de aire en cuanto a las renovaciones y las infiltraciones basados en las concentraciones de dióxido de carbono concluye en que el incremento del CO<sub>2</sub> por la respiración humana es mayor a las pérdidas o renovaciones de aire del propio recinto por lo que en un periodo muy corto de tiempo estas pasarían a no estar dentro de los niveles recomendados por ASHRAE (1000 ppm) así como tampoco dentro de los niveles óptimos establecidos por el RITE (500 ppm sobre la concentración exterior) comparando con los resultados realizados en la institución CEPEBAN los valores han sobrepasado los (1000 ppm) de ASHRAE por lo que afirma que los estudiantes se pueden ver afectados en su salud.

Jaime LLumiyinga & Monica Ubidia, (2007) de acuerdo a las pruebas realizadas la concentración de CO<sub>2</sub> tuvo un valor predeterminado en un nivel ideal de 500 ppm y comparando con nuestro trabajo de investigación los valores han sobrepasado los (1000 ppm) de ASHRAE por lo que afirma que los estudiantes se pueden ver afectados en su salud.

Neisa, (2004) Los estudios de CO<sub>2</sub>, revelaron un alto índice de contaminación, de modo, que es fundamental revisar la propuesta realizada por la Unidad Ejecutora del Proyecto Salud en cuanto a la distribución de espacios, sistemas de ventilación, etc., dado que en dicho proyecto no se consideran las actuales circunstancias de funcionamiento y los posibles focos de contaminación presentes, comparando con nuestro trabajo de investigación los valores han sobrepasado los (1000 ppm) de ASHRAE por lo que afirma que los estudiantes se pueden ver afectados en su salud.

J. C. Pérez, (2009) estas mediciones incluyen tanto valores de caudal de aire usado en la ventilación, como concentraciones de algunos de los principales contaminantes de interior: CO<sub>2</sub> y Compuestos Orgánicos Volátiles Totales referidos al metano (TVOC), la media de aire suministrado por persona es de 36,86 l/s por persona, siendo la mediana de 42 l/s por persona; ambos valores son muy altos comparados con los registrados para estudios similares en Europa, y si comparamos con los resultados de los monitoreos realizados en el instituto CEPEBAN excedieron los resultados de comparación (1000 ppm) de ASHRAE por lo que afirma que los estudiantes se pueden ver afectados en su salud.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES**

Cabe recalcar que esta normativa no fue utilizada la es normativa D.S N° 015-2005-SA valores de límites permisibles para agentes químicos en ambientes laborales para comparar los resultados debido a que en el artículo cuatro menciona que la presente norma se aplicar para todo nuestro País Peruano en todos los ambientes laborales donde se utilicen agentes o sustancias químicas o cancerígenas que puedan ocasionar riesgos y/o daños o exponer a los trabajadores a estos agentes. Asimismo, dichos valores deben ser aplicados por profesionales con conocimiento en temas vinculados a la Salud e Higiene Ocupacional.

Los monitoreos se han realizado en el mes de noviembre desde el 6 de noviembre hasta el 30 de noviembre del 2017 teniendo como responsables en el monitoreo a las bachilleres Tania Chamaya y Leticia Lalangui.

Los valores conseguidos en el monitoreo de concentración de dióxido decarbono monitoreada en el instituto CEPEBAN han excedido la normativa de ASHREA, lo que indica que los estudiantes se encuentran afectado en salud de acuerdo a lo establecido en el Nivel Umbral de Dióxido de Carbono con una coloración marrón donde el impacto es nocivo para la salud y bienestar de los estudiantes.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

Realizar tareas o actividades de limpieza e higiene de los equipos del aire acondicionado.

Las actividades de limpieza, desinfección y mantenimiento de los equipos ayudaran al mantenimiento en condiciones adecuadas los equipos de aclimatación.

La institución comprometerá y asegurara un mantenimiento periódico de las instalaciones de Acondicionamiento de aire.

Se debe realizar un control de los análisis higiénicos, y se debe realizar un registro documental del mantenimiento, control de filtros y del sentido del flujo.

Se debe dejar abierto los salones por un periodo de 5 minutos con funcionamiento del aire acondicionado para salgan los malos olores y se disperse el dióxido carbono a la parte exterior.

Las construcciones de edificios destinados para brindar el servicio de Educación deberán ser diseñadas con mayor ventilación, cumpliendo la normativa de construcción como la G- 060.

La UGEL- SAN MARTÍN deberá fiscalizar las aulas de los edificios, que se encuentren con una adecuada ventilación para poder autorizar que el edificio está en condiciones para operar como centro de Estudios.

## REFERENCIAS

Avilez Ortiz, S. (2008). *Metodología para el diagnóstico de calidad del aire interior (CAI) en recintos escolares: caso UPIICSA*. Instituto Politécnico Nacional Mexico.

Chiluisa, K. A. C. (2017). "LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN EL PROCESO DE ACABADO (SAND BLAST QUÍMICO) DEL JEANS EN LA EMPRESA LABORATORIO DEL DENIM ECUADOR LDEEC CIA. LTDA. Y SU INCIDENCIA EN EL AMBIENTE DE TRABAJO. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Córdova, Y. (2011). Revisión de aspectos reglamentarios a nivel nacional e internacional vinculados a la calidad del aire interior en edificaciones de uso no industrial, 1–12. Retrieved from <https://www.fau.ucv.ve/trienal2011/cd/documentos/as/AS-03.pdf>

Fumo, J. (2008). Valoración de la calidad del aire de la biblioteca UNET con base en los niveles de CO 2 UNET library air quality evaluation based on CO 2 concentration, 29(2), 207–212.

Isabel Morales, Virgilio Blanco, A. G. (2010). *Calidad de aire interior en edificios de uso público* (Primera 20). Madrid España. Retrieved from <http://www.higieneambiental.com/calidad-de-aire-interior/guia-calidad-aire-interior-edificios-publicos>

Jaime LLumiquinga, & Monica Ubidia. (2007). *Construcción de un sistema de monitoreo y control de la calidad de aire en un ambiente cerrado*. Escuela politecnica nacional.

Jorge, I., Jaramillo, A. A., Eugenio, I., Ph, B., Paula, I., & García, R. (2005). *Manual de salud ocupacional*. Peru Lima.

Mart, D. X., Andrea, P., & Hern, C. (2016). Contaminación microbológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo, 37–50.

Martínez, F. J. R., & G. (2007). *Aspectos técnicos de la calidad de ambientes interiores*. (E. Paraninfo, Ed.).

Ministerio de Trabajo. Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, Pub. L. No. D.S N° 005-2012 TR (2012). Perú.

Ministerio del trabajo. Ley 29783 de Seguridad y Salud en el Trabajo.pdf (2011). Retrieved from <https://www.sunafil.gob.pe/seguridad-y-salud-en-el-trabajo.html#i-marco-legal-2>

Morales., I. M., Acevedo., V. B., & Nieto, A. G. (2010). *Calidad del aire interior*. (BOCM, Ed.) (Primera, d). España Madrid: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Retrieved from <http://ladedp.es/ficheros/documentos/44.pdf>

Neisa, F. (2004). REVENCYT-RedidiCiencia.Calidad del aire interior en la sala de emergencia adultos del IAHULA : diagnóstico, propuesta y plan de mantenimiento parte 2|<http://bdigital.ula.ve/RediCiencia/busquedas/DocumentoRedi.jsp?file=34360&type=ArchivoDocumento&view=pdf&>.

OMS. (2011). Guías de la OMS sobre calidad del aire interior.

Pérez, J. C. (2009). CALIDAD DEL AIRE INTERIOR Y AHORRO DE ENERGÍA EN LOCALES DE OFICINAS. Cuba.

Pérez, J. C. P. (2015). *La importancia de prevenir los riesgos laborales en una organización Trabajo de grado para optar por el título de Administrador de Empresas María del Pilar Guevara Lozano Código D0103426 Asesor Dr . Juan Carlos Pérez Pérez Universidad Militar Nueva Granad. Universidad Militar Nueva Granada Facultad de Estudios a Distancia Administración de Empresas Santafé de Bogotá.*

Roberto Hernandez Sampieri, Collado, C. F., & Baptista, P. L. (2010). *Metodología de la Investigación*. (McGraw-Hill, Ed.) (Quinta edi). México D.F.

Schneider, A. (n.d.). Efectos del CO2 en la Salud. GEOSILEX. Retrieved from <https://www.baubiologie.de/>

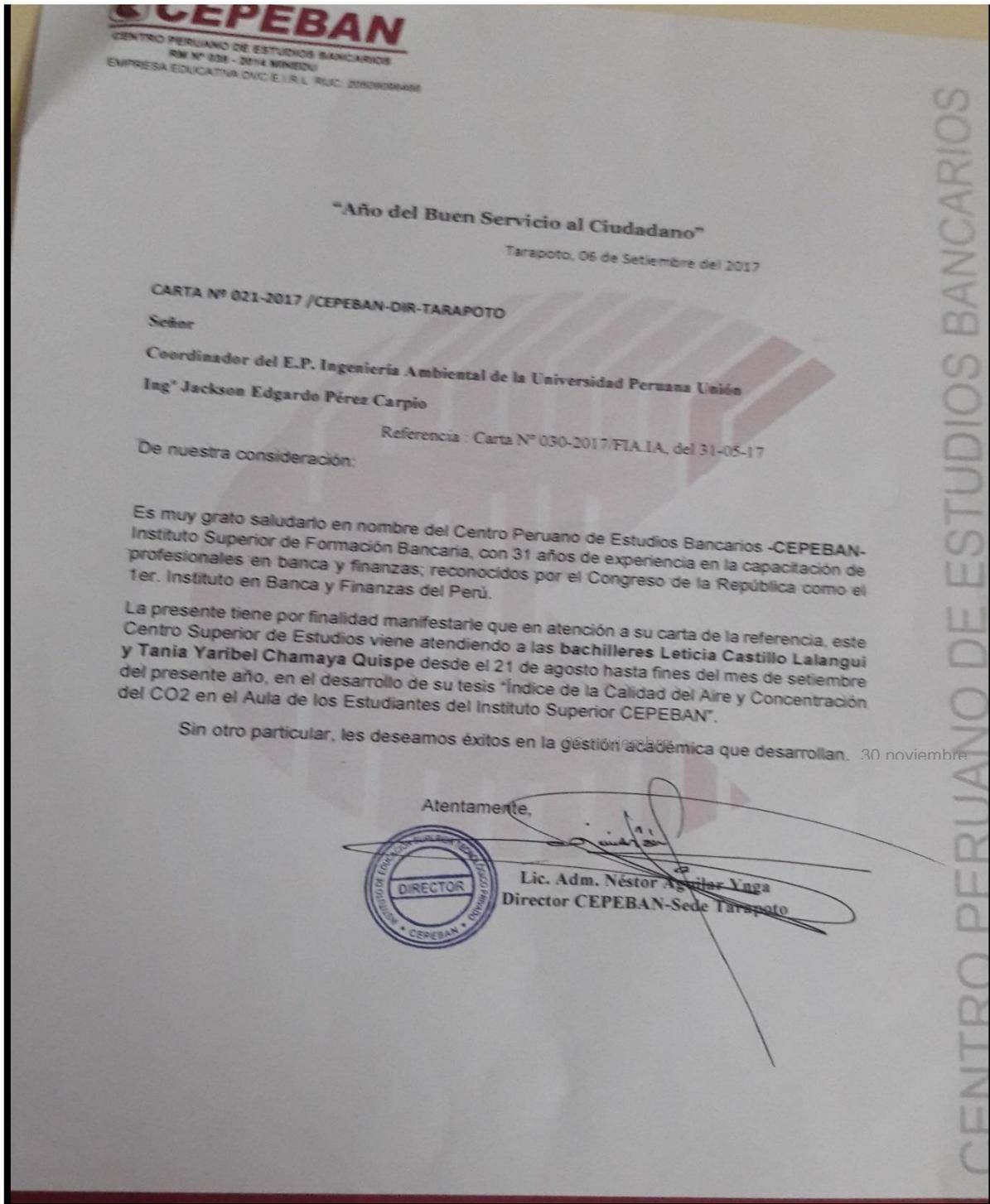
Tomas Higuero. (2016). Guía de Calidad del Aire Interior. Madrid España.

## ANEXOS

### Anexo 1. Especificaciones Técnica del detector de gases

<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DETECTOR DE GASES CO<sub>2</sub></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Power adaptor AC 100V~240V to DC 12V/1.0A.</li> <li>- Internal backup battery to maintain date/time setting.</li> <li>- Datalogging capacity 17000 records.</li> <li>- Operation condition :0-50°C (32-122°F),5-95%RH(non-condensing).</li> <li>- Storage temperature &amp; Humidity:-10~60°C (14~140°F) ≤70%RH.</li> </ul>	
<b>CO<sub>2</sub></b>	
Type:	Non-dispersive infra-red(NDIR)
Measurement Range:	0 to 9999ppm
Accuracy:	±5% of reading or ±75ppm.(0-2000ppm, others out of scale range)
Resolution:	±1ppm
Response Time:	Typical 2 minutes by 90%
<b>Temperatura</b>	
Type:	Thermistor
Measurement Range:	0°C~50°C/32°F~122°F
Accuracy:	±1.0°C/±1.8°F
Resolution:	0.1°C/0.1°F
Response Time:	Typical 1 second
<b>Humedad Relativa</b>	
Type:	Capacitive
Measurement Range:	5-95%
Accuracy:	±3.0%RH(20~80%);±5.0%RH(80%)
Resolution:	0.1%
Response Time:	Typical 4 seconds

Anexo 2. Autorización del Instituto CEPEBAN



Anexo 3. Fotografía del monitoreo de gases de CO<sub>2</sub>



Anexo 4.Instalación del equipo



Anexo 5. Resultado de la Concentración de CO<sub>2</sub> y medición de las coordenadas



# Anexo 6: Mapa de ubicación del punto de muestreo

