

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA
EN LOS POLICIAS DE TRÁNSITO DE LA CIUDAD DE
TACNA, JULIO A SETIEMBRE DEL 2016

TESIS

Presentada por:

Bach. Sindia Vanessa Quispe Huaccasi

Para optar el Título Profesional de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

TACNA - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias de la Salud

TÍTULO PROFESIONAL EN FARMACIA Y BIOQUÍMICA

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA
EN LOS POLICIAS DE TRÁNSITO DE LA CIUDAD DE TACNA, JULIO
A SEPTIEMBRE DEL 2016**

Aprobado por:, ante el siguiente jurado:

- PRESIDENTE :
Q.F. Edgard Guido Calderón Copa
- SECRETARIO :
Q.F. Juan Carlos Efraín Cervantes Zegarra
- MIEMBRO :
Dr. Juan José Evaristo Changlío Roas
- ASESOR :
Q.F. Orlando Agustín Rivera Benavente

DEDICATORIA

A mi madre Julia, por ser un ángel, la luz en mi vida, que en su momento me apoyo incondicionalmente para superarme en la vida y siempre me brindó lo mejor de sí.

A mi padre Teófilo, a mis primos Milton y Valentina, quienes de forma incondicional me brindaron su apoyo, por estar ahí cuando los necesite y ayudarme a conseguir esta meta.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios, por ser mi guía y fortaleza en todo momento; y a mis queridos padres por su apoyo incondicional.

Al Q.F. Orlando Agustín Rivera Benavente, quien me brindó asesoría en distintas ocasiones para el desarrollo del presente estudio.

A todos los voluntarios que participaron en el estudio, por su generosa colaboración, ya que sin ellos no habría sido posible la realización de este trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Descripción del problema	4
1.2. Formulación del problema	6
1.2.1. Problema principal.....	6
1.2.2. Problemas secundarios	6
1.3. Justificación e importancia de la investigación	7
1.4. Alcances y limitaciones.....	8
1.5. Objetivos.....	9
1.5.1. Objetivo general	9

1.5.2. Objetivos específicos.....	9
1.6. Hipótesis.....	10
1.6.1. Hipótesis general.....	10
1.6.2. Hipótesis específicas.....	10
1.7. Variables.....	11
1.7.1. Variable 1:	11
1.7.2. Variable 2:	11

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio	14
2.1.1. Antecedentes Internacionales	14
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	18
2.2. Bases teóricas	21
2.2.1. Policías de Tránsito.....	21
2.2.2. Funciones de los policías de tránsito.....	22
2.2.3. Policías de tránsito de la ciudad de Tacna	23
2.2.4. Contaminación atmosférica	24
2.2.5. Contaminación primaria y secundaria	25
2.2.6. Monóxido de carbono	27
2.2.7. Fuentes de contaminación	29
2.2.8. Fuentes de monóxido de carbono	30
2.2.9. Fisiopatología del monóxido de carbono.....	32
2.2.10. Cinética	33

2.2.11. Efectos por exposición a monóxido de carbono en la salud .	35
2.2.12. Toxicidad del monóxido de carbono	37
2.2.13. Tratamiento	38
2.2.14. Pruebas de laboratorio	39
2.2.15. Límites permisibles de monóxido de carbono en el ambiente y en la sangre.....	43
2.2.16. Valores normales.....	43
2.3. Definición de términos	44
2.3.1. Carboxihemoglobina.....	44
2.3.2. Combustibles fósiles.....	45
2.3.3. Contaminación ambiental	45
2.3.4. Contaminación del aire	46
2.3.5. Cooximetría	46
2.3.6. Ditionito de sodio	47
2.3.7. División de policía de tránsito	47
2.3.8. Espectrofotometría	48
2.3.9. Límite permisible	48
2.3.10. Monóxido de carbono	49
2.3.11. Salud	49
2.3.12. Toxicidad	50

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación	51
--	----

3.1.1. Tipo de investigación.....	51
3.1.2. Diseño y nivel de investigación	51
3.2. Población y muestra	52
3.2.1. Población.....	52
3.2.2. Muestra	52
Criterios de inclusión y exclusión:	53
3.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	54
3.4. Materiales, equipos, reactivos y métodos.....	54
3.4.1. Materiales.....	54
3.4.2. Equipos	55
3.4.3. Reactivos.....	55
3.4.4. Métodos.....	56
3.5. Tabulación y procesamiento de datos	57

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

DISCUSIÓN.....	88
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXOS.....	106
Anexo N° 01:	107
Flujograma de la determinación espectrofotométrica de carboxihemoglobina.....	107

Anexo N° 02:	108
Consentimiento informado.....	108
Anexo N° 03:	109
Instrumento de medición para obtener las características demográficas y laborales de los policías de tránsito.....	109
Anexo N° 04:	110
Resultados de laboratorio.....	110
Anexo N° 05:	111
Matriz de consistencia.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según el grupo etario.....	59
Tabla 2:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según género.....	61
Tabla 3:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según años de servicio.	63
Tabla 4:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según tiempo de exposición (horas).	65
Tabla 5:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según hábitos de fumar.	67
Tabla 6:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según niveles de carboxihemoglobina en sangre (%) en relación a los valores normales.	69
Tabla 7:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según niveles de carboxihemoglobina en sangre (%) en relación a los límites permisibles.	71

Tabla 8:	Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al grupo etario de los policías de tránsito.	73
Tabla 9:	Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al género de los policías de tránsito.....	76
Tabla 10:	Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado a los años de servicio de los policías de tránsito.....	79
Tabla 11:	Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al tiempo de exposición de los policías de tránsito.....	82
Tabla 12:	Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al hábito de fumar de los policías de tránsito.....	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según el grupo etario.....	60
Gráfico 2:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según género.....	62
Gráfico 3:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según años de servicio.....	64
Gráfico 4:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según tiempo de exposición (horas).....	66
Gráfico 5:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según hábitos de fumar.....	68
Gráfico 6:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según niveles de carboxihemoglobina en sangre (%) en relación a los valores normales.....	70
Gráfico 7:	Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según niveles de carboxihemoglobina en sangre (%) en relación a los límites permisibles.....	72

Gráfico 8:	Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al grupo etario de los policías de tránsito.	75
Gráfico 9:	Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al género de los policías de tránsito.....	78
Gráfico 10:	Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado a los años de servicio de los policías de tránsito.....	81
Gráfico 11:	Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al tiempo de exposición de los policías de tránsito.....	84
Gráfico 12:	Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al hábito de fumar de los policías de tránsito.....	87

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la Ciudad de Tacna, julio a setiembre del 2016. Se utilizó un diseño no experimental, descriptivo transversal, orientado a la medición de carboxihemoglobina. Para ello, se seleccionó una muestra de estudio que, estuvo constituido por 25 policías de tránsito; se les determinó la concentración de carboxihemoglobina en sangre utilizando el método espectrofotométrico. Los valores de carboxihemoglobina encontrados en los policías de tránsito, fueron los siguientes: fumadores: entre 2,7 % – 4,4 % y no fumadores: entre 1,9 % – 4,4 %. En los policías de tránsito que son fumadores, los niveles de carboxihemoglobina se encuentran dentro del valor normal, según la Organización Mundial de la Salud (4 % – 9 %); de los 25 policías de tránsito, 14 de los mismos presentan niveles mayores a los límites permisibles, según la OMS ($> 3,5$ % de COHb), con niveles entre 3,9 % a 4,4 %; y 11 policías de tránsito presentan niveles inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb) con niveles de carboxihemoglobina entre 1,9 % a 3,5 %. Además, en este estudio; los niveles de carboxihemoglobina no tuvieron relación con la edad, género, años de servicio, tiempo de exposición y el hábito de fumar.

Palabras Clave: Carboxihemoglobina (COHb), Monóxido de Carbono (CO), Organización Mundial de la Salud (OMS).

ABSTRACT

The research work was carried out with the purpose of determining the levels of carboxyhemoglobin in the traffic police of the city of Tacna, from July to September 2016. A non-experimental, descriptive cross-sectional design was used to measure carboxyhemoglobin. To do this, a study sample was selected, which consisted of 25 transit police; the blood carboxyhemoglobin concentration was determined using the spectrophotometric method. The values of carboxyhemoglobin found in traffic policemen were as follows: smokers: between 2,7 % and 4,4 % and non-smokers: between 1,9 % and 4,4 %. In transit police who are smokers, the levels of carboxyhemoglobin are within the normal range, according to the World Health Organization (4 % - 9 %); Of the 25 transit police, 14 of them have levels above the allowable limits, according to WHO ($> 3,5$ % of COHb), with levels between 3,9 % and 4,4 %; And 11 transit police have levels below the allowable limits ($\leq 3,5$ % of COHb) with carboxyhemoglobin levels between 1,9 % and 3,5 %. In addition, in this study; Carboxyhemoglobin levels were not related to age, gender, and years of service, exposure time, and smoking.

Key Words: Carboxyhemoglobin (COHb), Carbon Monoxide (CO), World Health Organization (WHO).

INTRODUCCIÓN

Actualmente la contaminación ambiental es uno de los temas que más preocupación causa a nivel mundial, por tal motivo, debe ser tratado con la urgencia y seriedad correspondiente. No sólo los efectos se han visto en la naturaleza con los constantes cambios climáticos, el calentamiento global y el sin fin de desastres naturales por los cuales están pasando, sino que ahora los problemas también se están evidenciando directamente en la salud humana (1).

El monóxido de carbono es un gas incoloro, no irritante, sin olor o sabor. Se produce de la combustión incompleta del carbón. Es producido tanto por actividades humanas como por fuentes naturales. La fuente humana más importante de monóxido de carbono es el tubo de escape de automóviles. En el interior de viviendas, cocinas que usan madera, chimeneas, y hornos u otros aparatos a gas que no funcionan adecuadamente constituyen posibles fuentes de monóxido de carbono (2). El principal efecto nocivo del monóxido de carbono es su alta afinidad para combinarse con la hemoglobina formando carboxihemoglobina, compuesto que impide la normal entrega de oxígeno a los tejidos del cuerpo (1).

La intoxicación por CO, constituye uno de los factores predisponentes que más contribuyen en la repercusión de la salud. La falta de barreras de protección adecuadas para trabajar en largas horas de exposición con el monóxido de carbono, la falta de terapias de oxigenación y respiración en los trabajadores, hacen de que siga afectando a una gran parte de la población y provocando problemas de salud a nivel general, ya que es de mucha importancia conocer que en este medio los trabajadores son los más propensos a adquirir más fácilmente una patología (3).

Las concentraciones máximas permisibles de CO en aire ambiente son $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 8 horas y $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1 hora, según lo establece la Organización Mundial de la Salud. En las ciudades y áreas urbanas en general, las concentraciones de este gas siempre son más altas en lugares como las avenidas de gran tránsito vehicular y terminales de pasajeros (4).

El personal de la policía de tránsito se encuentra expuesto diariamente al aire contaminado ya que la mayor parte de su trabajo se realiza en la vía pública y, especialmente, en las áreas que soportan mayor tráfico vehicular (5).

El Gobierno Regional de Tacna, detectó que el nivel de contaminación del aire por efectos de la circulación de vehículos, duplica los límites establecidos en los estándares de calidad ambiental (ECA)

vigentes; detallándose que las partículas producidas por la combustión de *diésel* y otros carburantes son elevadas. En estos casos se halló entre 41 y 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, cuando según los ECA, el máximo debe ser 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6).

En los últimos años, la ciudad de Tacna se ha visto sometida a un progresivo incremento en el parque automotor debido a las grandes concentraciones urbanas, lo que genera una alta contaminación atmosférica por la emisión de gases procedentes de la combustión vehicular, disminuyendo así la calidad del aire (1).

Por ello, la contaminación del aire toma un papel fundamental en este ámbito, por el hecho de que los excesivos humos vehiculares se desprenden con total facilidad ocasionando daños sobre la salud en personas con mayor contacto en las vías públicas, siendo así que se decide tomar como fuente de estudio a los policías de tránsito de la ciudad de Tacna.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

La intoxicación por monóxido de carbono (CO), constituye un problema de salud pública, pues la principal fuente de producción de este gas es la combustión de máquinas, siendo los automóviles fundamentalmente (7).

Estudios de investigación experimentales realizados en los últimos años, han evidenciado una relación entre la población que se encuentra expuesta en forma crónica a niveles medios de monóxido de carbono en aire respirable, de lo que se ha podido observar que con exposiciones a niveles bajos de CO durante un largo tiempo condicionan procesos de envenenamiento crónico paulatino en la salud de la población expuesta, especialmente en órganos de alto consumo de oxígeno como son el cerebro y el corazón (8).

Según la Dirección de calidad ambiental del Ministerio del Ambiente (MINAM), el parque automotor es el responsable del 70 % de la contaminación existente en el Perú y el porcentaje restante se le atribuye a las industrias estacionarias. El 20 % de las personas afectadas por la contaminación de aire en Lima, sufre de dolores de cabeza; mientras, que el 25 % padece mareos, vómitos y desmayos, los que a la larga causan daños cerebrales permanentes. A su vez, el exceso en la inhalación de CO puede llevar a la muerte, por complicaciones pulmonares (9).

Con el monóxido de carbono se presenta tanto intoxicación aguda como crónica. La intoxicación aguda presenta un período caracterizado por trastornos nerviosos, tales como: dolor de cabeza pulsátil, vértigo, ataxia y somnolencia; en la fase de coma se presenta pérdida de la conciencia, taquicardia, hipotensión, desaparición lenta de los reflejos y parálisis pupilar. Si se prolonga el coma por más de 36 horas el pronóstico es fatal. La muerte se produce por paro respiratorio y edema pulmonar (10).

Por lo que actualmente, en la ciudad de Tacna, existe el desconocimiento de los niveles de carboxihemoglobina (COHb) presente en la población expuesta, principalmente policías de tránsito, puesto que ellos tienen como actividad laboral dirigir el tránsito de manera continua, razón por la cual se encuentran expuestos al monóxido de carbono proveniente del congestionado tránsito vehicular de la ciudad de Tacna.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

- ¿Cuáles son los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, julio a setiembre del 2016?

1.2.2. Problemas secundarios

- ¿Cuál es la asociación del grupo etario, las características laborales y los estilos de vida de los policías de tránsito con los niveles de carboxihemoglobina?
- ¿Cuáles son los valores de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la ciudad de Tacna?
- ¿Los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito son mayores a los límites permisibles?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

El tema de investigación es de interés personal y social, debido a que se ha evidenciado altas concentraciones de monóxido de carbono, se encontraron valores de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que sobrepasan los estándares de calidad ambiental, en los distritos de Alto de la Alianza (ISTP Francisco de Paula Gonzáles Vigil - Av. Jorge Basadre), Ciudad Nueva (Centro de Salud Ciudad Nueva - Calle Daniel Alcides Carrión) y Tacna (Gran Hotel Tacna - Av. Bolognesi), donde existen vehículos petroleros y antiguos que contaminan el ambiente de la Ciudad de Tacna (10).

La determinación de los valores de carboxihemoglobina es de vital importancia para detectar que los policías de tránsito expuestos corren riesgo de intoxicaciones de tipo crónico por monóxido de carbono (3).

La mejor forma de prevenir una posible enfermedad es detectándola de una forma temprana y oportuna para que en el futuro no provoque consecuencias que afecte al personal que labora en el control del tránsito vehicular de la ciudad de Tacna (3).

Mediante este estudio se aportará información a las autoridades policiales sobre la exposición a monóxido de carbono a la que se encuentran expuestos los policías de tránsito, además de sugerir acciones preventivas que contribuyan a mejorar la seguridad

y salud de los policías de Tránsito; mejorando las barreras de protección.

1.4. Alcances y limitaciones

El presente estudio se realizó en policías de tránsito de la ciudad de Tacna.

La limitación que existió, fue en cuanto a la recolección de muestras sanguíneas de los efectivos policiales, debido a que los mismos no querían colaborar; algunos por temor, otros por falta de tiempo.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Determinar los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, julio a setiembre del 2016.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la asociación del grupo etario, características laborales y estilos de vida de los policías de tránsito sobre los niveles de carboxihemoglobina.
- Examinar los valores de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la ciudad de Tacna.
- Comparar los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito con los límites permisibles.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

- Los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la ciudad de Tacna son mayores a los valores normales dados por la Organización Mundial de la Salud.

1.6.2. Hipótesis específicas

- El grupo etario, las características laborales y los estilos de vida de los policías de tránsito, están asociados con los niveles de carboxihemoglobina.
- Los valores de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la ciudad de Tacna son mayores a los valores normales.
- Los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito son mayores a los límites permisibles.

1.7. Variables

1.7.1. Variable 1:

Policías de tránsito que laboran en la ciudad de Tacna.

1.7.2. Variable 2:

Niveles de carboxihemoglobina en sangre.

A. Indicadores

Variable 1: Policías de Tránsito.

- Grupo Etario: edad y género.
- Características Laborales: años de servicio y tiempo de exposición.
- Estilos de Vida: fumadores y no fumadores.

Variable 2: Carboxihemoglobina.

- Niveles: porcentaje de CO en sangre.

B. Operacionalización de las variables

Definición Operacional de las Variables

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA
Variable 1: Policías de Tránsito	Ente encargado de regular el orden y hacer cumplir las normas de tránsito o transitables establecidas para los distintos medios de transporte, ya sean trenes, buses o automóviles particulares.	Se realizó mediante una ficha de recolección de datos: <ul style="list-style-type: none"> • Grupo Etario • Características Laborales • Estilos de Vida 	Grupo Etario	Edad	≤ 25 años 26 – 30 años 31 – 35 años ≥ 36
				Género	Femenino Masculino
			Características Laborales	Años de Servicio	1 – 4 años 5 – 8 años 9 – 12 años ≥ 13 años
				Tiempo de Exposición	4 – 6 horas 7 – 9 horas 10 – 12 horas
			Estilos de Vida	Fumador	Si fuma
					No fuma

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA
Variable 2: Carboxihemoglobina	Compuesto que se forma por la unión de la hemoglobina con el monóxido de carbono; no es apta para la respiración.	Se utilizó el método espectrofotométrico.	Niveles	Porcentaje de CO en sangre.	Normal: 0,5 % - 1,5 % Límite permisible inferior: $\leq 3,5$ %. Límite permisible superior: $> 3,5$ %

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En Colombia; Jaimes M y Hernández L (11), estudiaron la *Determinación de niveles sanguíneos de carboxihemoglobina como función de la exposición al monóxido de carbono en la ciudad de Bogotá (1990)*, con la finalidad de evaluar la exposición del monóxido de carbono de los habitantes de la ciudad de Bogotá, se seleccionaron 346 personas adultas, de las cuales 53 pertenecían al grupo control y el resto a grupos de población considerados particularmente expuestos al CO en razón de su trabajo. Se les determinó la concentración de carboxihemoglobina en sangre por la técnica espectrofotométrica, antes de iniciar su jornada de trabajo y seis horas después. Los valores de carboxihemoglobina encontrados fueron los siguientes: Control: 1,2 %; fumadores: 4,1 %; bomberos (No fumadores):

4,1 % y fumadores 7,3 %; conductores de buses, policías de tránsito y vigilantes de parqueaderos cerrados no fumadores antes de empezar su labor: 1,8 %, 1,7 % y 2,7 % y 6 horas después: 4,1 %, 3,5 % y 5,6 % respectivamente. Conductores de buses, policías de tránsito y vigilantes de parqueaderos cerrados (fumadores) antes de empezar su labor: 2,9 %, 2,8 % y 3,5 % y 6 horas después: 5,6 %, 6,2 % y 6,7 % respectivamente. Los individuos con concentraciones altas de carboxihemoglobina presentaron alteraciones electrocardiográficas y sintomatología compatible con una intoxicación crónica por monóxido de carbono.

En Venezuela; Rojas M, Dueñas A y Sidorovas L (12), estudiaron la *Evaluación de la exposición al monóxido de carbono en vendedores de quioscos, Valencia, Venezuela (2001)*, midieron la concentración de CO en el aire (CO – aire) en 16 quioscos y se determinó la concentración sanguínea de carboxihemoglobina (COHb – S) en los individuos que trabajaban en esos quioscos y en un grupo de control formado por docentes, estudiantes y obreros de la Universidad Simón Rodríguez, ubicada en una zona montañosa, apartada, sin contaminación ambiental aparente. En el grupo expuesto no se encontró correlación entre las concentraciones de COHb – S y de CO – aire. La COHb – S media del grupo expuesto (2,9 %) fue significativamente superior al del grupo de control (1,6 %) y a la concentración permisible según el método analítico empleado (< 1,5 %). Todos los síntomas de frecuencia diaria

afectaron a un mayor porcentaje e individuos del grupo expuesto que del grupo de control; entre los de frecuencia diaria, los más comunes en el grupo expuesto fueron la cefalea y la fatiga. En siete quioscos (43,7 %) se excedieron los límites permisibles de CO – aire. Aunque la COHb – S media no parece alarmante, las exposiciones al CO registradas podrían tener un impacto adverso sobre la salud de estos trabajadores, especialmente si padecieran una alteración cardiovascular o por el resultado de la acción potenciadora con otros contaminantes ambientales.

En Guatemala; Ruiz M (13), estudió la *Determinación de niveles de contaminación por monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a base de leña de la ciudad de Guatemala (2011)*, se procedió a realizar una búsqueda de las tortillerías a base de leña por toda la Ciudad de Guatemala, ubicando 10 en las zonas 1, 3, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 19 y 21. Se colectaron muestras de sangre de las trabajadoras que están expuestas a CO al menos cuatro horas diarias para medir el porcentaje de saturación de carboxihemoglobina (COHb). El método de detección de COHb se realizó por espectrofotometría ultravioleta-visible (UV-VIS), leyendo las absorbancias de las muestras de sangre a 538 nm, máxima absorbancia de carboxihemoglobina, y 578 nm, punto isobéptico de la carboxihemoglobina y hemoglobina. Los resultados demostraron que las trabajadoras de las 10 tortillerías a base de leña tienen un porcentaje promedio de

saturación de COHb de 20,06 %, valor superior a los valores normales en personas no fumadoras: 1 – 2 %. Se puede concluir que las trabajadoras de las tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala presentan concentraciones de CO que constituyen un riesgo para su salud.

En Ecuador; Heredia G (4), estudió la *Evaluación de la exposición al monóxido de carbono en habitantes de la ciudad de Azogues (2014)*, se detectaron las concentraciones de COHb por el método espectrofotométrico con la técnica de Wolf modificada, utilizando ditionito de sodio como agente reductor; las medias encontradas en los tres grupos de estudio fueron: 5,16 % de los residentes; 4,25 % de los comerciantes y 4,59 % de un grupo control no expuesto perteneciente a una zona rural, en todos los casos superan los límites considerados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como normales (0,5 % a 2,5 %), aunque los niveles de CO ambiental en las tres zonas estuvieron por debajo del límite establecido por la legislación ecuatoriana vigente (30,000 ug/m³ para una hora). Se determinó que no existe correlación entre las concentraciones de CO ambiental y las concentraciones de COHb medidas en los grupos de estudio; por lo que estas últimas dependen de otros factores como el tiempo de exposición y características particulares de los individuos; es así que se encontró una asociación positiva significativa entre las concentraciones sanguíneas de COHb y el tiempo de exposición considerado en años.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En Lima; Ponce R, Peña R, Ramírez M, Villena J, Roe E y Villena J (14), estudiaron la *Variación del nivel de carboxihemoglobina en corredores aficionados en ambientes con tránsito de vehículos motorizados en el distrito de San Isidro (2005)*, el estudio se realizó en 11 corredores aficionados de 23 a 41 años de edad no fumadores, sin historia de cardiopatía ni enfermedades respiratorias; corrieron alrededor del Club “El Golf” en el distrito de San Isidro. Se determinó la concentración sanguínea de carboxihemoglobina de cada corredor antes y después de correr durante 45 minutos en horarios de alto y bajo tránsito vehicular. Simultáneamente se midió la concentración de monóxido de carbono en el aire mediante un analizador portátil en el recorrido. En el horario de alto tránsito vehicular se encontró una variación de Carboxihemoglobina estadísticamente significativa (de 0,44 % a 0,54 %, $p = 0,039$). En el horario de bajo tránsito vehicular no se encontró variación de Carboxihemoglobina estadísticamente significativa (de 0,45 % a 0,43 %, $p = 0,722$). Al comparar la variación de Carboxihemoglobina de ambos horarios, la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0,219$). La medición de monóxido de carbono en el aire no mostró concentraciones constantes. Este estudio demuestra un aumento en los niveles de Carboxihemoglobina durante el horario de alto tránsito vehicular, sin embargo los valores de

Carboxihemoglobina permanecieron dentro de valores normales. En esta zona urbana se puede realizar ejercicio físico al aire libre en cualquiera de los dos horarios, sin riesgo de contaminación por monóxido de carbono.

En Lima; Moreano D y Palmisano A (15), estudiaron el *Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas PM10 y CO (2012)*, esta tesis presenta los efectos de la contaminación atmosférica debido a emisiones de compuestos ocasionados por el parque automotor. Específicamente, se refiere al impacto producido por el monóxido de carbono y las partículas en suspensión menores a 10 micras (PM10). Para ello se escogió un área de muestra en la Pontificia Universidad Católica del Perú. El estudio realizado en ésta investigación fue transversal, lo que significa que se debió escoger una muestra del universo a analizar y donde lo importante es demostrar su representatividad, la que se evalúa en el desarrollo de éste documento con ayuda de herramientas estadísticas. La metodología de toma de muestras se conoce como monitoreo densiométrico pasivo de la calidad del aire. El resultado obtenido es que la contaminación existe, más por el lado de las partículas en suspensión que por las de monóxido ya que éste resultó por debajo de los estándares permitidos, por lo que se optó por utilizar datos vigentes de otro compuesto, dióxido de azufre (SO₂) y de ésta manera poder desarrollar

ecuaciones que nos expliquen la presencia de ciertos fenómenos y cuantificarlos.

En Juliaca; Condori S y Del Carpio L (8), estudiaron la *Determinación de los niveles de carboxihemoglobina (COHb) en relación a las características personales de los policías de tránsito de la ciudad de Juliaca, Marzo – Junio (2014)*, el estudio estuvo constituido por 30 policías de tránsito a los que se les tomó muestras sanguíneas, para así determinar los niveles de carboxihemoglobina mediante el método espectrofotométrico. Determinaron que los niveles de carboxihemoglobina de los efectivos de la Policía Nacional de Tránsito de la ciudad de Juliaca varían en relación a las características personales como el grupo etario y características laborales que presentan.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Policías de Tránsito

Es un funcionario o persona civil identificada, que está investida de autoridad para regular la circulación vehicular y peatonal; vigilar, controlar e intervenir en el cumplimiento de las normas de tránsito y transporte en cada uno de los entes territoriales (16).

La División de Policía de Tránsito (DIVPOLTRAN) como órgano altamente especializado, es la encargada de hacer cumplir las leyes, fiscalizando su cumplimiento, garantizando y regulando el tránsito en las vías denominadas “Vías Rápidas” (vías expresas, corredores viales, vías troncales, etc.), asegurar el transporte automotor y la prevención e investigación de accidentes de tránsito y el robo de vehículos; a fin de proteger a la persona, los bienes públicos y privados; contribuyendo al desarrollo económico y social del país con la participación ciudadana (17).

2.2.2. Funciones de los policías de tránsito

Entre las funciones que cumplen los policías de tránsito se encuentran:

- Planear, organizar, dirigir, controlar y ejecutar el cumplimiento de las funciones policiales de tránsito, así como las leyes, reglamentos y dispositivos en vigencia, por intermedio de sus organismos ejecutivos.
- Planear, organizar, dirigir, controlar y ejecutar las actividades asignadas a las áreas de administración de personal, inteligencia, operaciones, instrucción y logística.
- Mantener el libre tránsito de vehículos, pasajeros y carga en las vías públicas, urbanas y férreas.
- Controlar el tránsito vehicular y dar seguridad en las vías urbanas.
- Prevenir e investigar los accidentes de tránsito y el robo de vehículos.
- Proponer al Comando Institucional, normas y directivas relacionadas con la disminución de la problemática del tránsito y seguridad vial.
- Mantener buenas relaciones con las autoridades del sector público y privado, para lograr la colaboración en el ejercicio de sus funciones (17)

2.2.3. Policías de tránsito de la ciudad de Tacna

En la División Policial de Tránsito (DIVPOLTRAN) de la ciudad de Tacna, trabajan 69 efectivos policiales, de edades entre los 20 años hasta los 63 años.

Su horario de ingreso es a las 6:30 horas, momento en que hacen su formación, para posteriormente ir a controlar el tránsito vehicular de nuestra ciudad, siendo su horario de refrigerio a las 13:00 horas, momento en que vuelven a realizar otra formación, para luego retornar a la vía pública a dirigir el tránsito vehicular hasta las 15:00 horas. Luego, un segundo grupo ingresa a controlar el tránsito, realizan su formación a las 14:30 horas y luego se dirigen a las vías públicas para realizar el relevo correspondiente; teniendo su refrigerio a las 19:00 horas, retornando nuevamente a la vía pública hasta las 22:30 horas.

Ellos son enviados a los lugares más transitados de nuestra ciudad como son los siguientes: Av. San Martín con Apurímac, Av. San Martín con Prolongación. 28 de Julio; Av. Bolognesi con Moquegua, Av. Bolognesi con Carlos Metraud, Av. Bolognesi con Pallardelli, Av. Bolognesi con Pasaje Vigil, Av. Bolognesi con Apurímac, Av. Bolognesi con Alfonso Ugarte, Av. Bolognesi con Chiclayo; Patricio Meléndez con Av. Augusto B Leguía, Patricio Meléndez con 2 de Mayo; Av. Cusco con Av. Bolognesi; Calle Zela con

Prolongación. 28 de Julio; Circunvalación con G Albarracín, Circunvalación con Av. Tarata; entre otros lugares de mayor tráfico vehicular.

2.2.4. Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica es la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y los demás seres vivos (18).

Aunque puede ocurrir por causas naturales, como las erupciones volcánicas, los incendios forestales no provocados o la actividad de algunos seres vivos, la mayor parte de la contaminación actual (la más constante y dañina) se debe a las actividades del ser humano, sobre todo a los procesos industriales y a la quema de combustibles fósiles (19).

Existen los contaminantes denominados primarios, que son emitidos directamente al aire por las fuentes de emisión. Estos contaminantes se dispersan y son transportados a diferentes lugares de la zona urbana, sufriendo transformaciones físicas y químicas que dan origen a los contaminantes secundarios (Figura 1) (1).

Los contaminantes atmosféricos se remueven por precipitación y/o reacción, teniendo impacto negativo en diversos receptores como los seres humanos, ecosistemas acuáticos, vegetación y materiales (1).



Figura N° 01: Contaminación atmosférica, contaminantes primarios y secundarios.

Fuente y elaboración: Salvemos el planeta

2.2.5. Contaminación primaria y secundaria

A. CONTAMINANTES PRIMARIOS

Aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión. Los emite una fuente identificable (1).

Permanecen en la atmósfera tal y como fueron emitidos por la fuente. Para fines de evaluación de la calidad del aire se consideran: óxidos de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, hidrocarburos y partículas (1).

- Compuestos de azufre (SO_2 , H_2S).
- Compuestos de nitrógeno (NO , NH_3).
- Compuestos de carbono (hidrocarburos HC, CO).
- Compuestos halogenados (halocarbonos, fluorocarbonos, etc.) Que son emitidos en su mayor parte por los automóviles.

B. CONTAMINANTES SECUNDARIOS

Aquellos originados en el aire por interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los constituyentes normales del aire. Son los que han estado sujetos a cambios químicos, o bien, son el producto de la reacción de dos o más contaminantes primarios en la atmósfera. Entre ellos destacan oxidantes fotoquímicos y algunos radicales de corta existencia como el ozono (O_3). Ejemplos de éstos son el ozono troposférico y las partículas de materia como los sulfatos. El NO_2 y O_3 que se forman en la atmósfera por un

complejo conjunto de reacciones, y que se resumen como: (1)



2.2.6. Monóxido de carbono

El monóxido de carbono es un gas inerte en condiciones normales que, en bajas concentraciones, no produce ningún daño; sin embargo, en concentraciones elevadas puede afectar seriamente el metabolismo respiratorio dado la alta afinidad de la hemoglobina por éste compuesto. Las emisiones de CO en un área cerrada pueden causar la muerte por insuficiencia cardíaca o sofocación, ya que su absorción se incrementa con la concentración en el ambiente, con el aumento del tiempo de exposición y con el incremento de la actividad física (1).

El CO es un gas incoloro, inodoro, insípido y no irritante, lo que facilita el proceso de intoxicación, dado que no despierta fenómenos de alergia que permitan al paciente crear conciencia de la presencia del tóxico (20). Constituido por un átomo de carbono y uno de oxígeno en su estructura molecular (1).

Tiene un peso molecular de 28,01; un punto de ebullición de $-191,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, Punto de fusión de $-205,02\text{ }^{\circ}\text{C}$; densidad de 1,250 g/L a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, es soluble en benceno (21).

Es producto de la combustión incompleta de material que contiene carbono de algunos procesos industriales y biológicos. Un proceso de combustión que produce CO en lugar de dióxido de carbono (CO_2), resulta cuando la cantidad de oxígeno requerida es insuficiente, depende de la temperatura de flama, tiempo de residencia en la cámara de combustión y turbulencia en la misma (1).

El CO puede ser producido por la combustión incompleta de gas, gasolina, keroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera, así como en la combustión de combustibles fósiles en procesos industriales y también por fuentes naturales como incendios forestales (1).

Las concentraciones de este gas son generalmente mayores durante los periodos fríos, puesto que la combustión es menos eficiente a temperaturas bajas (1).

2.2.7. Fuentes de contaminación

El monóxido de carbono es producido por la combustión incompleta de combustibles. Cada año, las actividades humanas producen aproximadamente 300×10^6 toneladas de este gas; mientras, que las fuentes naturales, reacciones de terpenos en incendios forestales, producen unas 3000×10^6 toneladas por año (1).

El CO se genera cuando se quema materia orgánica como: carbón, madera, papel, aceite, gasolina, explosivos o cualquier otra sustancia que contenga carbono, en una atmósfera con suministro limitado de aire u oxígeno. Si el proceso de combustión tiene lugar con un suministro abundante de aire, sin que la llama contacte con ninguna superficie, es poco probable que se genere monóxido de carbono (22).

Las concentraciones de los gases reactivos en el ambiente han permanecido relativamente constantes a través del tiempo, esto significa que fuentes y sumideros han permanecido en equilibrio, pero algunos contaminantes los produce el hombre en cantidades suficientemente elevadas como para que los sumideros no puedan asumirlas, produciéndose efectos nocivos a escala regional y/o universal (1).

La principal fuente antropogénica de emisión de CO respirable en el exterior es los escapes de los automóviles de gasolina, los motores *diésel* cuando tienen un funcionamiento correcto emiten poco este gas (1).

Las concentraciones de monóxido de carbono en las áreas urbanas están estrechamente relacionadas con la densidad del tráfico y las condiciones atmosféricas. Aunque los niveles del contaminante disminuyen rápidamente al distanciarse de las fuentes de emisión, en espacios limitados como garajes, túneles, aparcamientos subterráneos o carreteras estrechas congestionadas, se han medido niveles superiores a 53 ppm (60 g/m^3) (1).

2.2.8. Fuentes de monóxido de carbono

El cuerpo humano produce de forma continua pequeñas cantidades de CO, como uno de los productos finales del catabolismo de la hemoglobina y otros grupos hemo. De esta manera es normal que en un individuo sano exista una saturación de carboxihemoglobina del 0,4 – 0,7 %, o que en situación de anemia hemolítica aumente la producción endógena de este gas, llegando a una saturación de carboxihemoglobina del 4 – 6 %. Sin embargo, es raro que esta producción endógena pueda provocar síntomas de intoxicación en un sujeto normal (1).

De forma exógena el monóxido de carbono se produce por la combustión de materiales con carbono en ambientes pobres en oxígeno:

- A nivel doméstico la producción de CO se origina en los artefactos que queman gas, carbón, leña, kerosén, alcohol, o cualquier otro combustible. El gas natural no contiene este gas en su composición, pero su combustión incompleta es capaz de generarlo (1).
- Maquinaria de combustión interna. La fuente principal son los motores de automóviles, lo que provoca contaminación ambiental. Los motores de automóviles pueden ser la causa de intoxicación letal dentro de un garaje público o de una vivienda, o aún para los que viajan dentro, si los conductos de escape de gases son defectuosos (1).
- El fuego continúa siendo la causa más frecuente de muerte por intoxicación por monóxido de carbono. Durante un incendio gran cantidad de sustancias tóxicas se producen por la combustión de los materiales de construcción, por ello las causas de morbi-mortalidad en este caso se ven incrementadas, sin olvidar que, además, se produce una falta de oxígeno por el consumo de este para la combustión (1).
- El tabaco es una fuente muchas veces olvidada, cuyo humo contiene aproximadamente 400 ppm de CO.

Esto provoca que una persona que fuma aproximadamente un paquete diario alcance unos niveles de carboxihemoglobina de 6 – 8 %. Lo mismo ocurre en fumadores pasivos cuando viven en ambientes con elevado consumo de tabaco (1).

2.2.9. Fisiopatología del monóxido de carbono

La hipoxia tisular y el daño celular directo de este gas son los principales mecanismos fisiopatológicos de la intoxicación:

- **Formación de carboxihemoglobina.** El gas en mención se absorbe fácilmente por los pulmones, pasa a la circulación y se une a la hemoglobina, con una afinidad 240 veces mayor que la del oxígeno, formando carboxihemoglobina. La unión del CO en uno de los cuatro lugares de transporte de la hemoglobina, ocasiona un aumento de la afinidad de la misma por el oxígeno en los tres restantes. Por ello, la carboxihemoglobina es una molécula incapaz de oxigenar los tejidos (23).
- **Unión a otras proteínas.** El monóxido de carbono se une también a la mioglobina muscular y a la mioglobina cardíaca alterando la función muscular. La disfunción del miocardio hipóxico ocasiona mala perfusión (23).

- **Daño celular directo.** La unión de este gas a la citocromo-c-oxidasa impide la respiración celular y la síntesis de ATP favoreciendo el metabolismo anaerobio, la acidosis láctica y la muerte celular. Además, su exposición causa la degradación de ácidos grasos insaturados (per oxidación lipídica) provocando la desmielinización reversible del sistema nervioso central y favorece la adhesión leucocitaria en la microvasculatura sanguínea. El daño oxidativo celular ocasionado por la hipoxia continúa durante la reoxigenación, produciéndose una lesión de reperfusión típica. El estrés oxidativo es consecuencia también de la liberación de óxido nítrico por las plaquetas y el endotelio (23).

2.2.10. Cinética

Absorción. La cantidad de CO absorbido es directamente proporcional su concentración en el aire inspirado, al tiempo de exposición, a la velocidad de ventilación alveolar por minuto y este a su vez es dependiente del ejercicio físico realizado durante la exposición, y de la capacidad de difusión del mismo en los pulmones e inversamente proporcional a la concentración de O₂ en el aire. Este gas es absorbido hacia la sangre por medio de la vía alveolar sin modificar la función respiratoria; de los alveolos pulmonares pasa a los capilares tisulares llegando a la sangre, y de esta

manera se une a la Hb desplazando el O_2 de la oxihemoglobina (O_2Hb) en forma de COHb, por lo que la hemoglobina transporta solamente una pequeña cantidad de O_2 que es difícilmente cedida a los tejidos para su utilización, esto conlleva a la Hipoxia (24).

Distribución. El monóxido de carbono una vez en la sangre, se liga a los glóbulos rojos, también es capaz de unirse a otras proteínas de un (10 – 15 %), localizadas a nivel tisular como son la mioglobina, la citocromo oxidasa, el citocromo P450 y la hidropoxidasa (24).

Biotransformación y eliminación. La carboxihemoglobina se disocia y el CO es eliminado a través de los pulmones y solo el 1 % se metaboliza a nivel hepático, oxidándose a CO_2 . La vida media del gas en mención, en personas sanas que respiran aire ambiente oscila entre 3 – 5 horas, disminuyendo conforme va aumentando la presión parcial de O_2 en el aire inspirado. Sin embargo, las personas con anemia son más propensas a una mayor intoxicación que las que tienen una Hemoglobina normal (24).

2.2.11. Efectos por exposición a monóxido de carbono en la salud

El monóxido de carbono, es el único contaminante que produce un cambio en la fisiología humana que se puede relacionar con la concentración a la cual el sujeto se expone (1).

Este gas no es un veneno acumulativo, pero es expulsado o absorbido, dependiendo del nivel de óxido de carbono del ambiente, de la cantidad de carboxihemoglobina presente en la sangre, de la presión barométrica, de la duración de la exposición y del índice de ventilación de los pulmones (normalmente relacionado con el ejercicio físico (1). Los órganos que necesitan un alto nivel de oxígeno, como el cerebro y el corazón, pierden funcionalidad fácilmente por intoxicación con CO (25).

El monóxido de carbono causa daño al reaccionar con la hemoglobina de la sangre, formando carboxihemoglobina. Se une a la hemoglobina aproximadamente 220 veces con mayor intensidad que el oxígeno, de modo que pequeñas cantidades de este gas en el aire que se respira pueden hacer que cantidades significativas de la hemoglobina formen COHb (1).

Las afecciones de la salud a diferentes concentraciones de COHb son las siguientes:

- Con valores entre 1 – 2 %, afecta al comportamiento y puede agravar los síntomas en pacientes con enfermedades cardiovasculares.
- Un nivel de entre 2 y 5 %, produce un deterioro del estado de vigilia, de la distinción de intervalos de tiempo, de la agudeza visual, de la distinción de la luz y otras funciones psicomotrices (1).
- Un índice superior al 5 %, está asociado a cambios funcionales cardiacos y pulmonares (1).
- Por encima del 10 % aproximadamente, los efectos negativos son jaquecas, fatiga, somnolencia y reducción de la capacidad de trabajo. Según aumenta su concentración en sangre las funciones del organismo se deterioran progresivamente, y a concentraciones de alrededor de 1,000 ppm, correspondientes a niveles sanguíneos del 60 % de COHb, se entra en coma, hay fallo respiratorio y finalmente se produce la muerte del individuo (1).

Los niveles reales para habitantes urbanos en ciudades de moderadas a altamente contaminadas varían de 0,8 a 3,7 % de COHb en no fumadores, y de 1,2 a 9 % en fumadores. Por consiguiente, es más probable que los fumadores sufran deterioro de la función psicomotriz en

comparación con los no fumadores. Aunque esto puede reducir la capacidad del individuo para conseguir un mayor disfrute de la vida, no necesariamente acorta la duración de esta (1).

2.2.12. Toxicidad del monóxido de carbono

La toxicidad es consecuencia de hipoxia celular e isquemia, por lo que no importa el peso corporal de la persona que esté expuesta, y tampoco el número de personas presentes, sino que cada uno de ellos está igualmente expuesto al riesgo. La gravedad de la intoxicación parece más relacionada con la unión del CO con citocromos, lo que explicaría los síntomas que se presentan cuando los niveles de carboxihemoglobina se consideran no tóxicos (1).

Los niveles de COHb dependen de múltiples factores, incluida la magnitud de la exposición, el grado de ventilación alveolar, el volumen sanguíneo y la actividad metabólica. Un nivel de COHb superior al 3 % en los no fumadores o superior al 10 % en los fumadores confirma la exposición (26).

2.2.13. Tratamiento

De acuerdo al diagnóstico y cuadro clínico presuntivo el tratamiento a seguir es:

- a. Aislar a la víctima del área de exposición con suma urgencia (27).
- b. En casos leves o moderados, donde no exista riesgo vital se procede a la administración de oxígeno normobárico (NBO) al 100 %. La oxigenoterapia no debe ser interrumpida hasta que los niveles de COHb estén por debajo del 5 %, lo que puede durar aproximadamente ocho horas e incluso llegar a 12 horas, con controles continuos cada dos a cuatro horas (27).
- c. En cuadros graves con riesgo vital, se inicia la reanimación cardiopulmonar seguida de oxigenoterapia hiperbárica (HBO), la misma está indicada en víctimas que presentan acidosis grave, signos de isquemia, signos neurológicos, inconsciencia prolongada; también en pacientes con alteraciones en la función cardiovascular que presenten niveles de COHb superiores al 20 %, en mujeres gestantes cuando se evidencian valores superiores al 15 %, igualmente en recién nacidos; este tratamiento disminuye la vida de la carboxihemoglobina y facilita el transporte de oxígeno a los tejidos (27).

2.2.14. Pruebas de laboratorio

Los gases arteriales, el ácido láctico y los niveles de COHb son las pruebas que mejor calibran la gravedad de la intoxicación inicialmente (23).

Determinación de carboxihemoglobina

La concentración de carboxihemoglobina se puede medir en sangre venosa (buena correlación con los valores arteriales) mediante cooximetría. Los niveles normales de carboxihemoglobina sanguínea no superan el 1 – 2 %. Se considera el diagnóstico de intoxicación a partir del 5 % (23).

Es importante saber que la hemoglobina fetal interfiere con la medición de COHb en algunos cooxímetros proporcionando valores falsamente elevados. Esto es de interés, sobre todo, en lactantes menores de tres meses y en aquellas anemias con elevación de los niveles de hemoglobina fetal (23).

En la mayoría de las ocasiones, el tratamiento con oxígeno se inicia durante el transporte de los pacientes a los servicios de urgencias, lo que acorta la vida media de la COHb y favorece que encontremos, en ocasiones, niveles sanguíneos más bajos de lo esperado e, incluso, normales. Por ello, la extracción de sangre se debe realizar lo más pronto posible, sin que ello suponga un retraso de la oxigenoterapia (23).

En general, se puede decir que los primeros síntomas suelen aparecer con niveles superiores entre 5 y 10 %; niveles por encima entre 50 y 70 % pueden producir la muerte (23).

Espectrofotometría

La medición del porcentaje de COHb en la sangre por la técnica de espectrofotometría, se basa en comparación de los espectros de absorción de carboxihemoglobina con la oxihemoglobina o la hemoglobina reducida, a una longitud de onda específica, esta reducción con un agente como el ditionito de sodio permite que la metahemoglobina y la oxihemoglobina se reduzcan más no así la COHb, ya que el CO posee mayor afinidad por la hemoglobina, observándose diferencia máxima en los espectros a 540

ηm ; mientras, que a 579 ηm que es el punto isobéptico se presenta la misma absorbancia (21).

Gasometría arterial

Hay que tener en cuenta que en estos pacientes la presión parcial de oxígeno ($p\text{O}_2$) puede ser normal en presencia de niveles altos de COHb. En consecuencia, la saturación de oxígeno estará falsamente elevada si el aparato utilizado la calcula a partir de la $p\text{O}_2$. El cooxímetro es el método más adecuado para conocer la saturación real de la hemoglobina ya que la mide directamente. Si la $p\text{O}_2$ es baja la intoxicación es grave (23).

Ácido láctico

La acidosis láctica secundaria al metabolismo anaerobio también sirve para valorar el grado de hipoxia (23).

Otras pruebas de laboratorio

En general, se trata de pruebas que evalúan a valorar el grado de lesión ocasionado en distintos órganos en las intoxicaciones graves: (23)

- **Análisis de orina.** Sirve para detectar mioglobina en casos con rhabdomiolisis. La tira reactiva será positiva para la hematuria; mientras, que el sedimento no mostrará glóbulos rojos. También pueden existir otras alteraciones: albuminuria, glucosuria, etc (23).
- **Hemograma.** Es útil para averiguar los niveles de hemoglobina. Una leve leucocitosis es frecuente (23).
- **Pruebas de coagulación.** Los pacientes graves pueden desarrollar coagulación intravascular diseminada (23).
- **Bioquímica sanguínea.** La valoración de la función renal con la determinación de la urea y de la creatinina es importante si existe mioglobinuria. En las intoxicaciones graves podemos encontrar también hipocaliemia, hipercaliemia, hiperglucemia, elevación de la CPK y de las enzimas hepáticas (23).

2.2.15. Límites permisibles de monóxido de carbono en el ambiente y en la sangre

La Organización Mundial de la Salud recomienda como un límite de exposición ambiental para monóxido de carbono un 25,8 ppm (24).

Según la OMS, 2007; los valores límites biológicos (VLB) es de 3,5 % de COHb en hemoglobina (Hb) total (24).

El límite de exposición industrial para CO es de 35 ppm. En Estados Unidos de América (*EUA*) se considera adversa una concentración de monóxido de carbono para el aire comunitario de 9 ppm por un periodo continuo de 8h (28).

2.2.16. Valores normales

COHb según OMS, 2007 (Contenido de monóxido de carbono) (29) (24).

- **No fumadores:** 0,5 – 2,5 %.
- **Fumadores:** 4 - 9 %.
- **Intoxicación leve o moderada:** 12 – 20 %.
- **Intoxicación aguda:** 20 – 30 %.

- **Consciencia y muerte:** > 50 % (> 0,50).

2.3. Definición de términos

2.3.1. Carboxihemoglobina

Hemoglobina en la que el monóxido de carbono ha desplazado al oxígeno. Si la cantidad de carboxihemoglobina es grande, el sujeto, por anoxia, puede perder el conocimiento e incluso producirle la muerte (30).

La vida media biológica de la COHb después de la exposición a hidrocarburos halogenados es aproximadamente de 10 horas, es decir, el doble de la vida media de los niveles de COHb después de la exposición a monóxido de carbono. Esto nos permite que tengamos suficiente margen para su análisis sin que se deteriore la muestra (31).

La carboxihemoglobina no transporta oxígeno, así que produce hipoxia con cefalea, náusea, vómito, vértigo, colapso y convulsiones. La anoxia provoca cambios irreversibles en los tejidos y muerte. La carboxihemoglobina es la causa que la sangre y la piel adquieran un color cereza o rojo violeta, lo que muchas veces no se observa

cuando la exposición ha sido crónica. La causa más frecuente de intoxicación por monóxido de carbono es el contacto con vapores de combustión de automóviles, gas carbónico, agua carbonatada y el humo que se inhala en los incendios, el tabaquismo constituye una causa menor (32).

2.3.2. Combustibles fósiles

Son aquellos combustibles que provienen de un proceso de descomposición parcial de la materia orgánica. Los combustibles fósiles se originan por un proceso de transformación de millones de años de plantas y vegetales (casos del petróleo, el carbón y el gas natural). Se trata de fuentes de energía primarias ya que se pueden obtener directamente sin transformación (33).

2.3.3. Contaminación ambiental

Presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser

perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos (34).

2.3.4. Contaminación del aire

Es una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire. Las emisiones de los automóviles, los compuestos químicos de las fábricas, el polvo, el polen y las esporas de moho pueden estar suspendidas como partículas (35).

2.3.5. Cooximetría

Es una técnica espectrofotométrica, que permite determinar la pérdida en la capacidad de oxigenación de la hemoglobina, en la cual esta última y sus fracciones presentan picos de absorbancia a longitudes de onda específicas y por tanto tienen un espectro característico que sigue la Ley de Lambert–Beer. Esta exploración permite conocer la cantidad de monóxido de carbono que tiene el aire que una persona espira (36).

2.3.6. Ditionito de sodio

También conocido como hidrosulfito de sodio, es un polvo blanco cristalino con un olor a azufre, que se descompone en agua caliente y en soluciones ácidas. Este compuesto es soluble en agua y es usado como un agente reductor en soluciones acuosas (37).

2.3.7. División de policía de tránsito

La DIVPOLTRAN, es un órgano altamente especializado, encargada de hacer cumplir las leyes, fiscalizando su cumplimiento, garantizando y regulando el tránsito en las vías denominadas “Vías Rápidas” (vías expresas, corredores viales, vías troncales, etc.), asegurar el transporte automotor y la prevención e investigación de accidentes de tránsito y el robo de vehículos; a fin de proteger a la persona, los bienes públicos y privados (17).

2.3.8. Espectrofotometría

Es una técnica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución. Se basa en que las moléculas absorben las radiaciones electromagnéticas y a su vez que la cantidad de luz absorbida depende de forma lineal de la concentración. Para hacer este tipo de medidas se emplea un espectrofotómetro, en el que se puede seleccionar la longitud de onda de la luz que pasa por una solución y medir la cantidad de luz absorbida por la misma (38).

2.3.9. Límite permisible

Es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente (39).

2.3.10. Monóxido de carbono

El monóxido de carbono es un químico producido a partir de la combustión incompleta de gas natural u otros productos que contengan carbono (40).

Es considerado uno de los mayores contaminantes de la atmósfera terrestre. Sus principales fuentes productoras responsables de aproximadamente 80 % de las emisiones, son los vehículos automotores que utilizan como combustible gasolina o *diésel*, y los procesos industriales que utilizan compuestos del carbono (41).

2.3.11. Salud

Condición de todo ser vivo que goza de un absoluto bienestar tanto a nivel físico como a nivel mental y social (42).

Según la Organización Mundial de la Salud, es el estado completo de bienestar físico y social que tiene una persona (43).

2.3.12. Toxicidad

Cantidad de una sustancia que, bajo un conjunto específico de condiciones, causa efectos perjudiciales. La toxicidad indica la potencia de una sustancia venenosa y no la afección producida por ésta (concepto que corresponde a "intoxicación" o "envenenamiento"). La toxicidad se expresa como la cantidad de la sustancia en mg/kg de peso vivo que origina efectos biológicos determinados, en un tiempo dado y en una especie establecida (44).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación realizada es observacional, prospectiva, descriptiva de tipo transversal en los policías de tránsito expuestos a emisiones de monóxido de carbono proveniente de emisiones de automotores.

3.1.2. Diseño y nivel de investigación

El diseño es no experimental, descriptiva transversal.

Descriptiva, ya que se describe las características y rasgos importantes de las condiciones y organización del trabajo de los policías de tránsito en los lugares con mayor contaminación ambiental.

Transversal, debido a que estudia la exposición al monóxido de carbono en un periodo específico del tiempo, cuya finalidad es medir las variables para obtener una descripción exacta.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

El universo total objeto de estudio correspondió a todas las muestras sanguíneas de los policías de Tránsito de la ciudad de Tacna; según planillas, ellos constituyen 69 policías de tránsito, que cumplen funciones administrativas y operativas.

3.2.2. Muestra

La muestra de estudio es por conveniencia y no probabilística, donde los policías de tránsito son seleccionados dada la conveniente accesibilidad y proximidad, considerándose a 25 muestras sanguíneas de los policías de tránsito.

Criterios de inclusión y exclusión:

A. Criterios de inclusión

- Participaron en la investigación todos aquellos policías de tránsito de la ciudad de Tacna que manifestaron su intención de hacerlo.
- Policías de Tránsito que se encuentran trabajando en la vía pública.
- Policías de Tránsito que se encuentren trabajando más de un año.

B. Criterios de exclusión

- Aquellos que manifestaron padecer problemas respiratorios.
- Aquellos que se encontraron recibiendo tratamiento farmacológico con esteroides, inhaladores, entre otros.
- En el caso de las mujeres: aquellas que se encontraban embarazadas.
- Policías de tránsito que se encuentren trabajando menos de un año.

3.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Para la recolección de datos se elaboró fichas de recolección de información (encuestas).

Para la medición del porcentaje de carboxihemoglobina se utilizó el espectrofotómetro UV/VIS.

Análisis e interpretación de resultados obtenidos en las encuestas y los exámenes de laboratorio de carboxihemoglobina en sangre a los policías de tránsito.

Además de la revisión de archivos, revisiones bibliográficas e Internet.

3.4. Materiales, equipos, reactivos y métodos

3.4.1. Materiales

- Tubos *vacutainer* tapa morada.

- Agujas para tubo *vacutainer*.
- Algodón.
- Alcohol al 70 %.
- Liga.
- Esparadrapo.
- Guantes Descartables.
- Nevera Portátil.
- Termómetro.
- Marcador rotulador.

3.4.2. Equipos

- Espectrofotómetro (UV/VIS MARCA JASCO, Modelo V-630).
- Balanza Analítica (Marca MHAND, Modelo LSA).
- Refrigeradora (Marca Mabe).

3.4.3. Reactivos

- Hidróxido de amonio 0,1 %.
- Ditionito de sodio.
- Agua destilada.

3.4.4. Métodos

La metahemoglobina (Met-Hb) aparece en muchas muestras de sangre y puede interferir en estas determinaciones, por tanto es importante utilizar métodos que no sean influidos por la presencia de la misma. En esta práctica se llevará a cabo un método espectrofotométrico simple, fiable y selectivo para las mediciones de saturación de COHb.

Procedimiento:

Toma de muestras:

Previa lectura y firma de consentimiento informado. Se obtuvieron muestras de sangre por punción venosa mediante sistema de tubos al vacío de *Vacutainer*® empleando EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) como anticoagulante.

Almacenaje y transporte:

Las muestras luego de su recolección, fueron rotuladas con el número de muestra y fueron refrigeradas de inmediato en una nevera portátil que contenía acumuladores de frío, almacenadas de esta manera se transportaron hasta la ciudad de Juliaca, controlando la temperatura entre 4° a 8°C para derivarlo al Laboratorio Clínico “BIOMED”; teniendo

la muestra hasta 24 horas de estabilidad si se mantiene a dichas temperaturas.

Determinación espectrofotométrica de carboxihemoglobina en sangre:

Diluir 0,1 ml de sangre sin centrifugar con 20 ml de solución de hidróxido de amonio (NH_4OH) al 0,1 %. Adicionar 20 mg, de ditionito de sodio ($\text{Na}_2\text{O}_4\text{S}_2$) sólido para reducir cualquier oxihemoglobina a hemoglobina. Leer las absorbancias inmediatamente en celdas de 1 cm, con agua como blanco a 538 nm, (máxima absorbancia de carboxihemoglobina), y 578 nm (punto isobéptico de la carboxihemoglobina y hemoglobina).

Para los cálculos se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Saturación de Hb por CO (\%)} = \frac{1.43 * (\text{Abs}_D 538) - 1.30 * 100}{(\text{Abs}_D 578)}$$

3.5. Tabulación y procesamiento de datos

Se utilizó los cuadros unidimensionales y bidimensionales de frecuencias, los gráficos de barra simples y agrupados; utilizando paquetes estadísticos específicos tales como SPSS versión 24 y hoja de cálculo de Excel 2014.

A fin de establecer la relación de las variables en estudio y la prueba estadística para establecer la relación, se utilizó la prueba no paramétrica de Chi-Cuadrado, con una confiabilidad del 95 %.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Tabla 1: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según el grupo etario

Características	Policías de tránsito	
	N°	%
Grupo etario		
≤ 25	7	28,00
26 – 30	7	28,00
31 – 35	6	24,00
≥ 36	5	20,00
Total	n = 25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos.

INTERPRETACIÓN:

Según la tabla 1; referido a la edad, observamos que el 28 %, constituido por siete policías de tránsito, tienen una edad menor o igual a 25 años, siendo los más jóvenes; mientras, que el 20%, formado por cinco efectivos policiales, presentan una edad mayor o igual a 36 años, siendo los de mayor edad, es decir; el 56% de los policías de tránsito, tienen menos de 30 años, estando constituido por 14 casos.

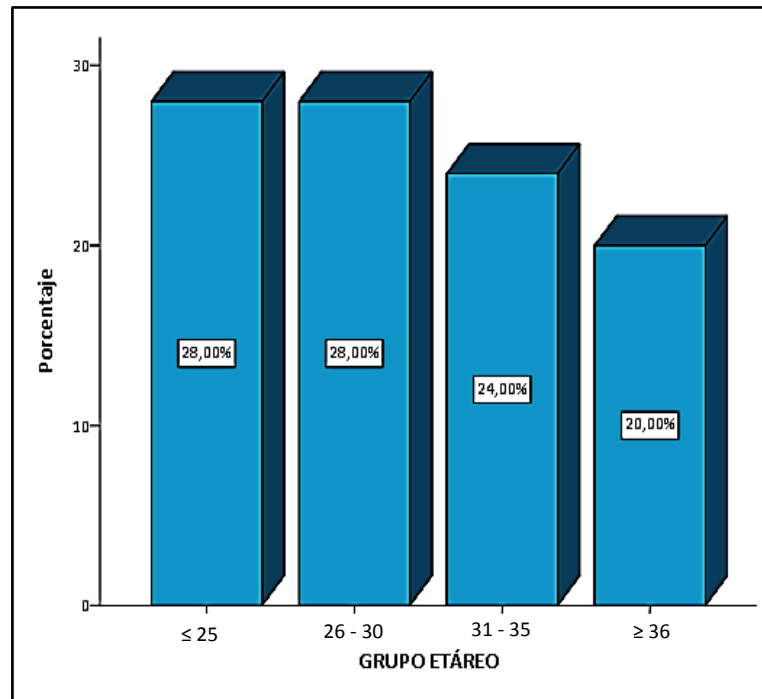


Gráfico 1: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según grupo etario

Fuente: Tabla 1

Tabla 2: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según género.

Características	Policías de tránsito	
	N°	%
Género		
Femenino	17	68,00
Masculino	8	32,00
Total	n = 25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos.

INTERPRETACIÓN:

En la presente tabla; referido al género, observamos que el 68 % de los policías de tránsito pertenecen al género femenino; mientras, que el 32 % de los mismos, son del género masculino. Observándose un mayor porcentaje del género femenino, constituido por 17 policías de tránsito, en comparación al género masculino representado por ocho efectivos policiales.

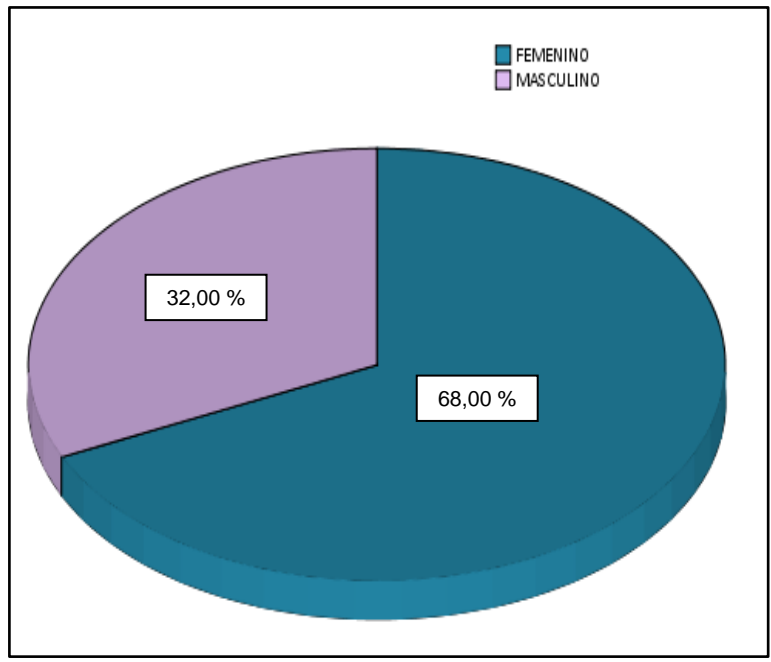


Gráfico 2: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según género.

Fuente: Tabla 2

Tabla 3: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según años de servicio

Características	Policías de tránsito	
	N°	%
Años de servicio		
1 – 4	15	60,00
5 – 8	5	20,00
9 – 12	2	8,00
≥ 13	3	12,00
Total	n = 25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos.

INTERPRETACIÓN:

En la tabla 3; referido a los años de servicio, se observa que el 60 % de los policías de tránsito (15 casos), tienen entre uno a cuatro años de servicio; el 20 % de los efectivos policiales (cinco casos), presenta entre cinco a ocho años de servicio; el 8 % de los mismos (dos casos), tienen entre nueve a 12 años de servicio; y el 12 % de los policías de tránsito (tres casos), llevan con más de 13 años de servicio.

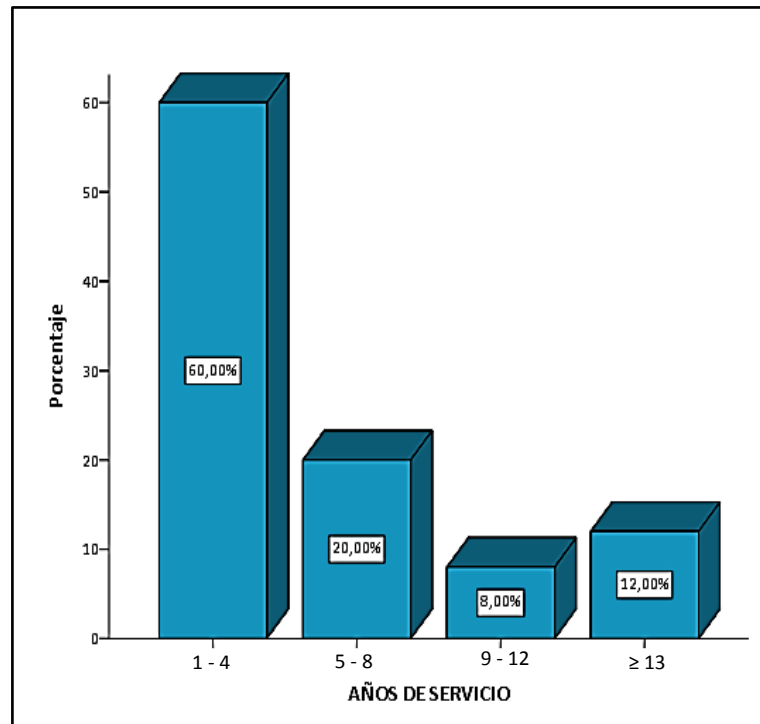


Gráfico 3: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según años de servicio

Fuente: Tabla 3

Tabla 4: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según tiempo de exposición (horas)

Características	Policías de tránsito	
	N°	%
Tiempo de exposición (horas)		
4 – 6	0	0,00
7 – 9	20	80,0
10 – 12	5	20,0
Total	n = 25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos.

INTERPRETACIÓN:

Como muestra la tabla 4; referido al tiempo de exposición, encontramos que el 80 % de los policías de tránsito, constituido por 20 de los mismos, presentan entre siete a nueve horas de exposición; y, el 20 % de los efectivos policiales, formado por cinco casos, tienen un tiempo de exposición entre 10 a 12 horas; además, se observa que ninguno de los policías de tránsito llevan un tiempo de exposición entre cuatro a seis horas.

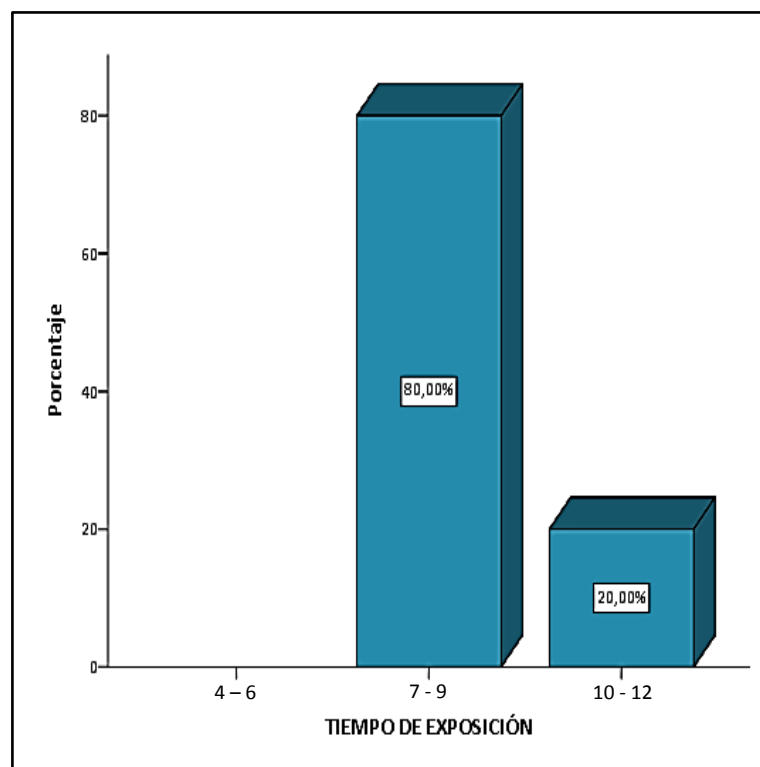


Gráfico 4: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según tiempo de exposición (horas)

Fuente: Tabla 4

Tabla 5: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según hábitos de fumar

Características	Policías de tránsito	
	N°	%
Hábito de fumar		
Si	3	12,00
No	22	88,00
Total	n = 25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos.

INTERPRETACIÓN:

Según la tabla 5; relacionado al hábito de fumar, encontramos que el 12 % de los policías de tránsito, formado por tres de los mismos, si fuma; mientras tanto, el 88 % de los efectivos policiales, constituido por 22 de ellos, no fuma. Observando que hay un mayor porcentaje de policías de tránsito que no fuma.

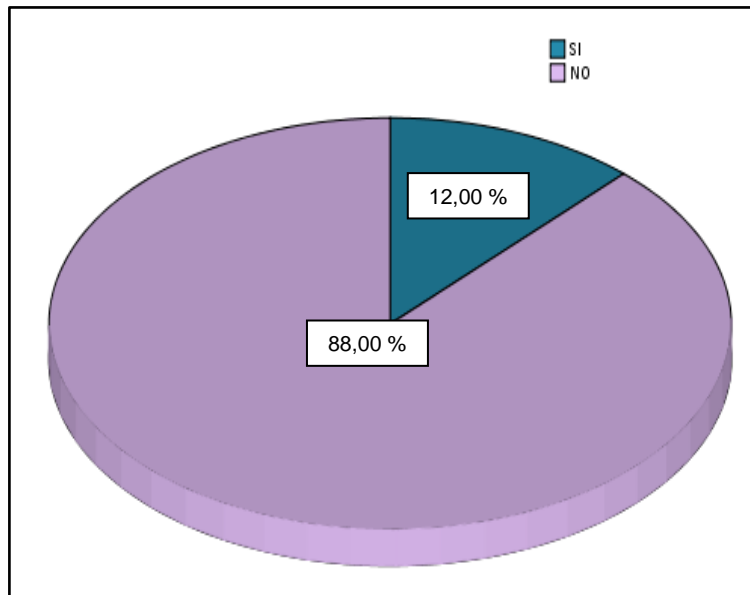


Gráfico 5: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según hábitos de fumar

Fuente: Tabla 5

Tabla 6: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según niveles de carboxihemoglobina en sangre (%) en relación a los valores normales

Niveles	Policías de tránsito	
	N°	%
Valor normal 0,5 % – 2,5 %	4	16,00
Valor elevado > 2,5 %	21	84,00
Total	n = 25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos

INTERPRETACIÓN:

En la tabla 6, se presenta la distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna según los niveles de carboxihemoglobina en sangre; podemos observar que, el 84 % (21 casos) presenta valores elevados (> 2,5 % de COHb), y el 16 % (cuatro casos) presenta niveles normales (0,5 % – 2,5 %); considerándose que más del 50 % presentan niveles elevados.

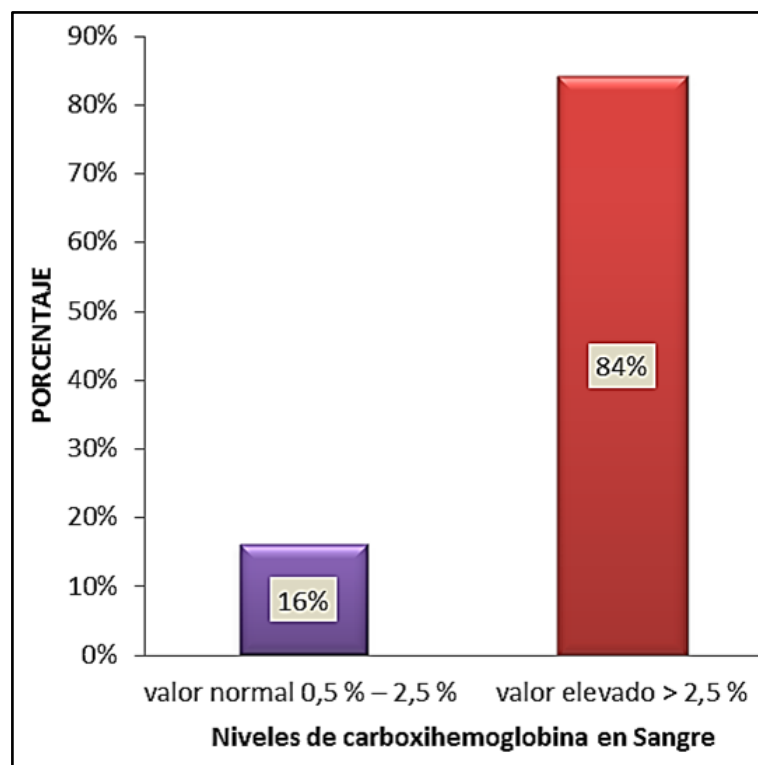


Gráfico 6: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según niveles de carboxihemoglobina en sangre (%) en relación a los valores normales

Fuente: Tabla 6

Tabla 7: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según niveles de carboxihemoglobina en sangre (%) en relación a los límites permisibles

Niveles	Policías de Tránsito	
	N°	%
Porcentajes inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb)	11	44,00
Porcentajes superiores a los límites permisibles ($> 3,5$ % de COHb)	14	56,00
TOTAL	n = 25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos

INTERPRETACIÓN:

Según la tabla 7, con respecto a la distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna según niveles de carboxihemoglobina, observamos que el 44 % con 11 casos, presenta niveles inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb), y el 56 % con 14 casos, presenta niveles superiores a los límites permisibles ($> 3,5$ % de COHb); considerándose que más del 50 % presentan niveles elevados.

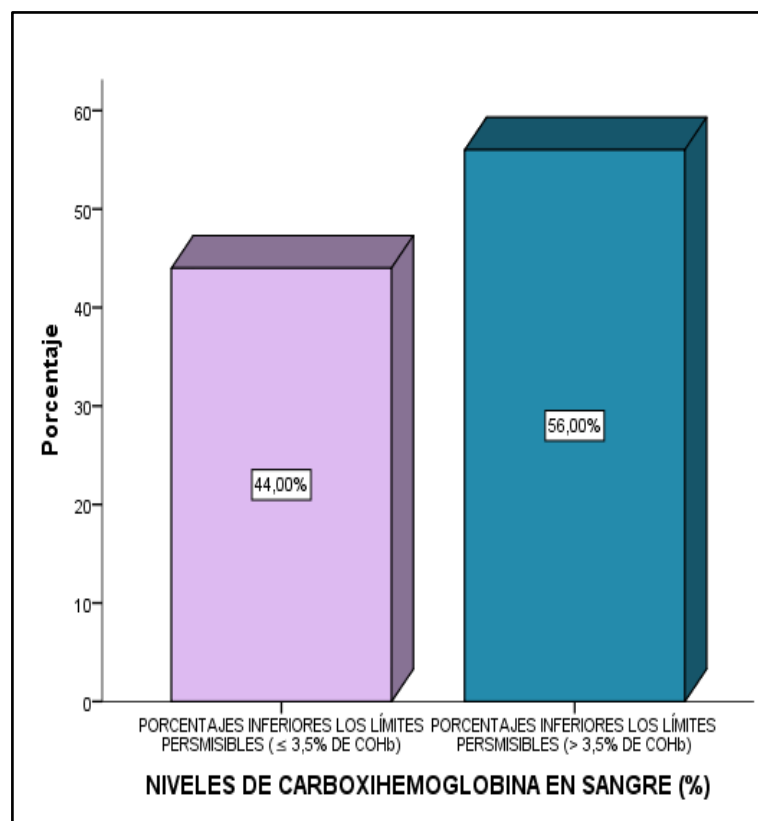


Gráfico 7: Distribución de los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, según niveles de carboxihemoglobina en sangre (%) en relación a los límites permisibles

Fuente: Tabla 7

Tabla 8: Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al grupo etario de los policías de tránsito

Grupo etario	Carboxihemoglobina						Total	
	Porcentajes inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb)			Porcentajes superiores a los límites permisibles ($> 3,5$ % de COHb)				
	% COHb	N°	%	% COHb	N°	%	N°	%
≤ 25	3,1 – 3,5	3	12,00	3,9 – 4,4	4	16,00	7	28,00
26 – 30	2,5 – 3,5	2	8,00	4,2 – 4,4	5	20,00	7	28,00
31 – 35	1,9 – 2,7	4	16,00	3,9 – 4,2	2	8,00	6	24,00
≥ 36	2,2 – 3,3	2	8,00	3,9 – 4,1	3	12,00	5	20,00
Total		11	44,00		14	56,00	25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos

$$x_{cal}^2 = 1,964$$

$$p = 0,580$$

INTERPRETACIÓN

En la presente tabla, referido al grupo etario, encontramos que el 20 % de los policías de tránsito, superan los límites permisibles de carboxihemoglobina (cinco casos); y éstos, pertenecen al grupo etario que va de 26 a 30 años, con niveles de COHb entre 4,2 % a 4,4 %.

El 8 % de policías de tránsito que superan los límites permisibles de COHb (dos casos), que pertenecen al grupo etario que va de 31 a 35 años, presentan niveles de carboxihemoglobina entre 3,9 % a 4,2 %.

De los policías de tránsito con niveles inferiores a los límites permisibles, observamos que el 16 % (cuatro casos), los valores de COHb están entre 1,9 % a 2,7 % perteneciendo a este grupo los que presentan entre 31 a 35 años.

El 8 % de policías de tránsito que tienen niveles inferiores a los límites permisibles de COHb (cuatro casos), pertenecen al grupo etario que va de 26 a 30 años y los que tienen más de 36 años, presentan niveles de carboxihemoglobina entre 2,5 % a 3,5 % y 2,2 % a 3,3 %, respectivamente.

Por lo tanto, del 100 % de los policías de tránsito que se les realizó el examen de carboxihemoglobina en sangre, encontramos que el 44 % (11 casos), tienen porcentajes de COHb que va desde 1,9 % a 3,5 %, inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb), siendo los más representativos las edades de 31 a 35 años con el 16 %; mientras, que el 56 % (14 casos), presentan niveles mayores a los límites permisibles que va desde 3,9 % hasta 4,4 %, siendo los más representativos las edades entre 26 a 30 años, con el 20 %.

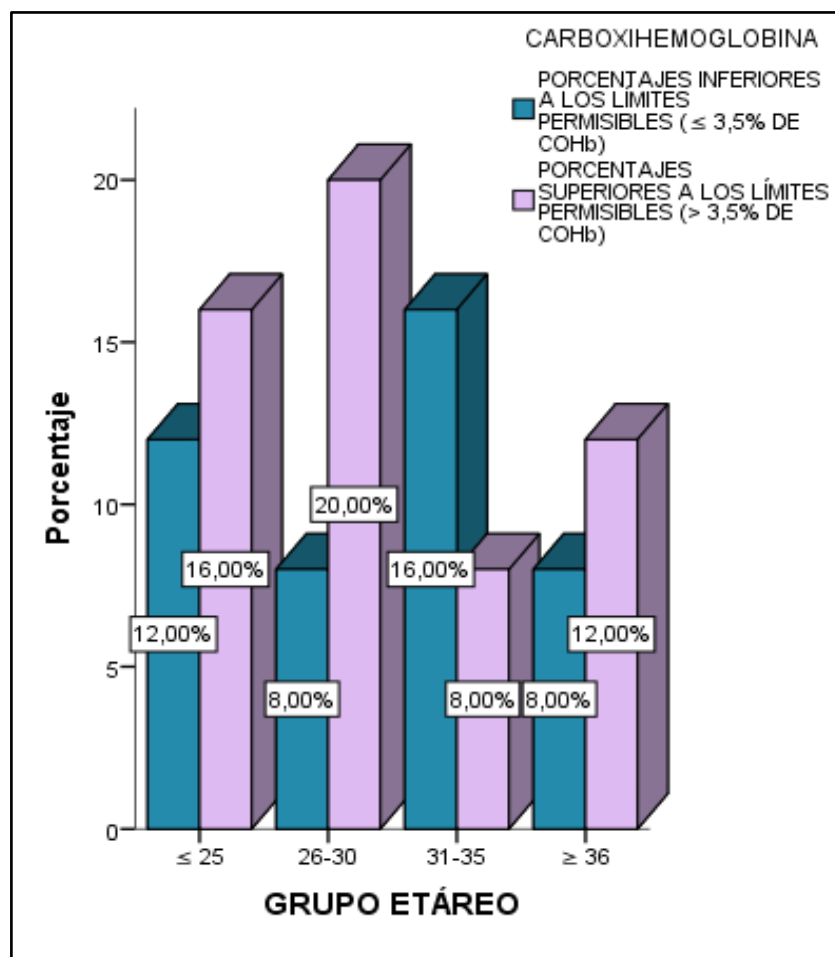


Gráfico 8: Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al grupo etario de los policías de tránsito

Fuente: tabla 8

Tabla 9: Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al género de los policías de tránsito

Género	Carboxihemoglobina				Total	
	Porcentajes inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb)		Porcentajes superiores a los límites permisibles ($> 3,5$ % de COHb)			
	N°	%	N°	%	N°	%
Femenino	9	36,00	8	32,00	17	68,00
Masculino	2	8,00	6	24,00	8	32,00
Total	11	44,00	14	56,00	25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos

$$x_{cal}^2 = 1,724$$

$$p = 0,189$$

INTERPRETACIÓN

Como muestra la tabla 9, referido al género según niveles de carboxihemoglobina, observamos que el 32 % de policías de tránsito que superan los límites permisibles de COHb (seis casos) pertenecen al género femenino.

El 24 % de los policías de tránsito con niveles superiores a los límites permisibles ($> 3,5$ % de COHb), son del género masculino (seis casos).

El 36 % de los policías de tránsito con niveles inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb), son del género femenino (nueve casos).

Los policías de tránsito con niveles inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb), el 8 % (dos casos) pertenece al género masculino.

Entonces, del 100 % de los policías de tránsito que se les realizó el examen de carboxihemoglobina en sangre, encontramos que el 56 % (14 policías), presentan niveles mayores a los límites permisibles ($> 3,5$ % de COHb), siendo el de mayor predominio el género femenino con un 32 %; por otro lado, el 44 % están con niveles inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb), siendo el más representativo el género femenino con un 36 %.

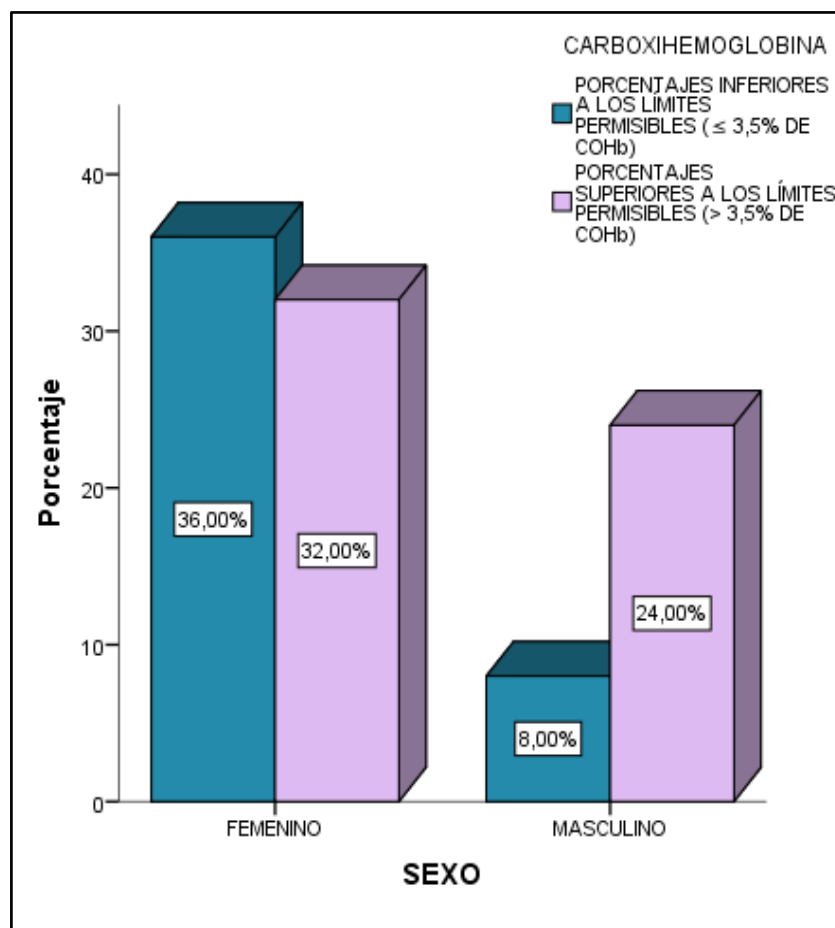


Gráfico 9: Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al género de los policías de tránsito

Fuente: Tabla 9

Tabla 10: Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado a los años de servicio de los policías de tránsito

Años de servicio	Carboxihemoglobina				Total	
	Porcentajes inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb)		Porcentajes superiores a los límites permisibles ($> 3,5$ % de COHb)			
	N°	%	N°	%	N°	%
1 – 4	7	28,00	8	32,00	15	60,00
5 – 8	2	8,00	3	12,00	5	20,00
9 – 12	0	0,00	2	8,00	2	8,00
≥ 13	2	8,00	1	4,00	3	12,00
Total	11	44,00	14	56,00	25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos

$$x_{cal}^2 = 2,273$$

$$p = 0,518$$

INTERPRETACIÓN

Según la tabla 10, observamos que el 32 % de los policías de tránsito que tienen niveles superiores a los límites permisibles de COHb (ocho casos), están comprendidos entre uno a cuatro años de servicio,

siendo este el mayor porcentaje; y, el 4 % (un caso), tienen más de 13 años de servicio.

De los policías de tránsito con niveles inferiores a los límites permisibles (\leq 3,5 % de COHb), encontramos que el mayor porcentaje es 28 % (siete casos) teniendo entre uno a cuatro años de servicio; y, el menor porcentaje es de 8 % (cuatro casos) que van de cinco a ocho años de servicio y más de 13 años de servicio.

Entonces, del 100 % de los policías de tránsito que se les realizó el examen de carboxihemoglobina en sangre, observamos que el 56 % (14 policías), presentan niveles mayores a los límites permisibles, siendo el de mayor predominio los años de servicio que van desde uno a cuatro años con un 32 %; por otro lado, el 44 % (11 policías), que están con niveles inferiores a los límites permisibles, el más representativo está entre uno a cuatro años de servicio con un 28 %.

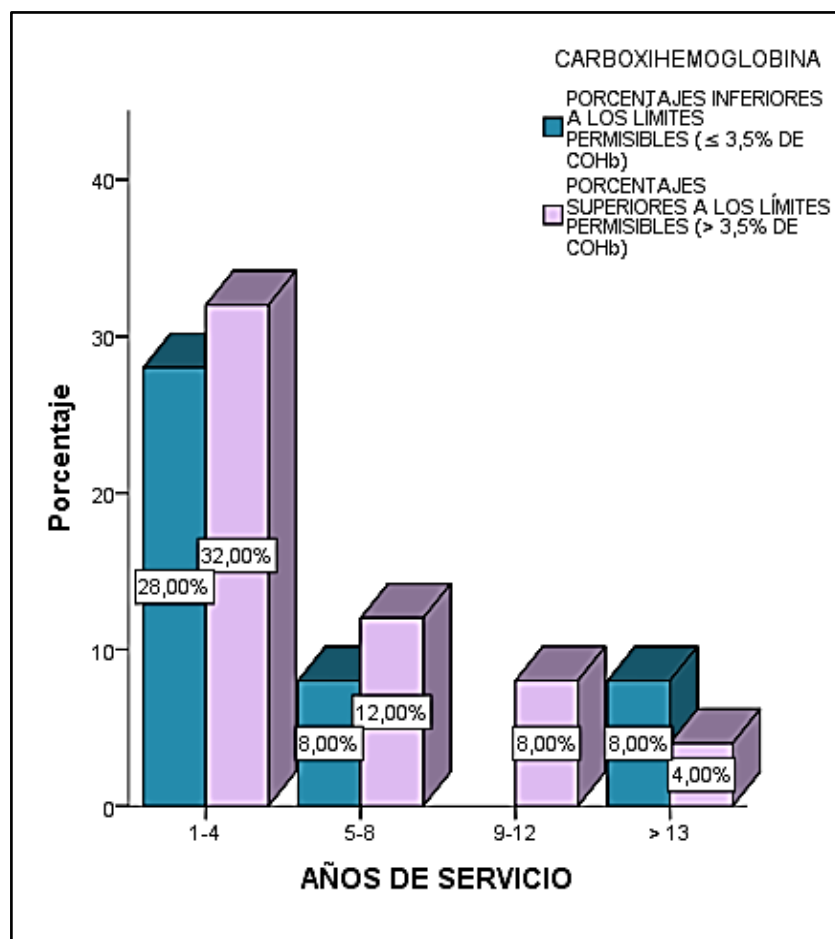


Gráfico 10: Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado a los años de servicio de los policías de tránsito

Fuente: Tabla 10

Tabla 11: Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al tiempo de exposición de los policías de tránsito

Tiempo de exposición (horas)	Carboxihemoglobina				Total	
	Porcentajes inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb)		Porcentajes superiores a los límites permisibles ($> 3,5$ % de COHb)			
	N°	%	N°	%	N°	%
7 – 9	10	40,00	10	40,00	20	80,00
10 – 12	1	4,00	4	16,00	5	20,00
Total	11	44,00	14	56,00	25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos

$$x_{cal}^2 = 1,461$$

$$p = 0,227$$

INTERPRETACIÓN

En la presente tabla, se observa que el 40 % de los policías de tránsito con niveles superiores a los límites permisibles ($> 3,5$ % de COHb), presenta un tiempo de exposición de siete a nueve horas; y el 16 % tiene un tiempo de exposición entre 10 a 12 horas.

Los policías de tránsito con niveles inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb), encontramos que el 40 % esta con un

tiempo de exposición de siete a nueve horas; y el 4 % tiene un tiempo de exposición entre 10 a 12 horas.

Por lo tanto, del 100 % de los policías de tránsito que se les realizó el examen de carboxihemoglobina en sangre, observamos que el 56 % (14 casos), presentan niveles mayores a los límites permisibles, teniendo como 40 % a aquellos policías con siete a nueve horas de exposición; y, el 44 % (11 casos), con niveles inferiores a los límites permisibles, el más representativo esta entre las siete a nueve horas de exposición con un 40 %.

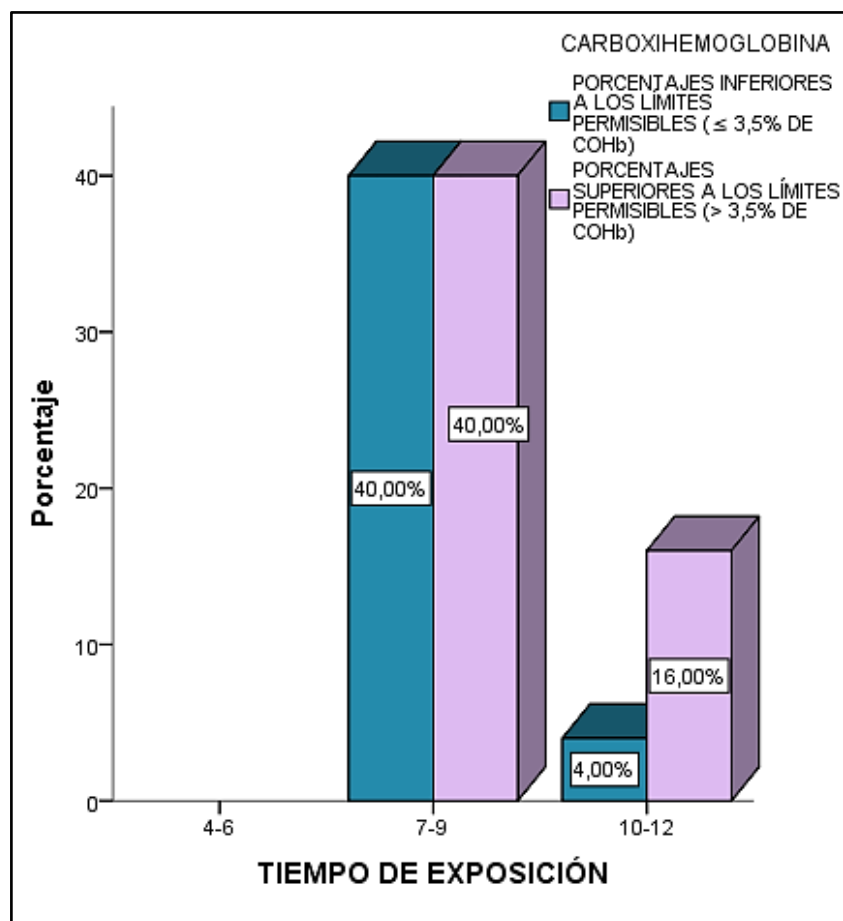


Gráfico 11: Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al tiempo de exposición de los policías de tránsito

Fuente: Tabla 11

Tabla 12: Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al hábito de fumar de los policías de tránsito

Fuma	Carboxihemoglobina				Total	
	Porcentajes inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb)		Porcentajes superiores a los límites permisibles ($> 3,5$ % de COHb)			
	N°	%	N°	%	N°	%
Si	1	4,00	2	8,00	3	12,00
No	10	40,00	12	48,00	22	88,00
Total	11	44,00	14	56,00	25	100,00

Fuente: Ficha de recolección de datos

$$x_{cal}^2 = 0,157$$

$$p = 0,692$$

INTERPRETACIÓN

Como muestra la tabla 12, referido al hábito de fumar según los niveles de COHb, observamos en los policías de tránsito con niveles superiores a los límites permisibles ($> 3,5$ % de COHb), que el 48 % no fuma y el 8 % si fuma.

Los policías de tránsito con niveles inferiores a los límites permisibles ($\leq 3,5$ % de COHb), el 40 % de los mismos no fuma; y el 4 % si fuma.

Entonces, del 100 % de los policías de tránsito que se les realizó el examen de carboxihemoglobina en sangre, se observa que el 56 % presentan niveles mayores a los límites permisibles, teniendo como 8 % a aquellos policías que sí fuman; por otro lado, el 44 % que tienen niveles inferiores a los límites permisibles, solo el 4 % de los policías de tránsito sí fuma.

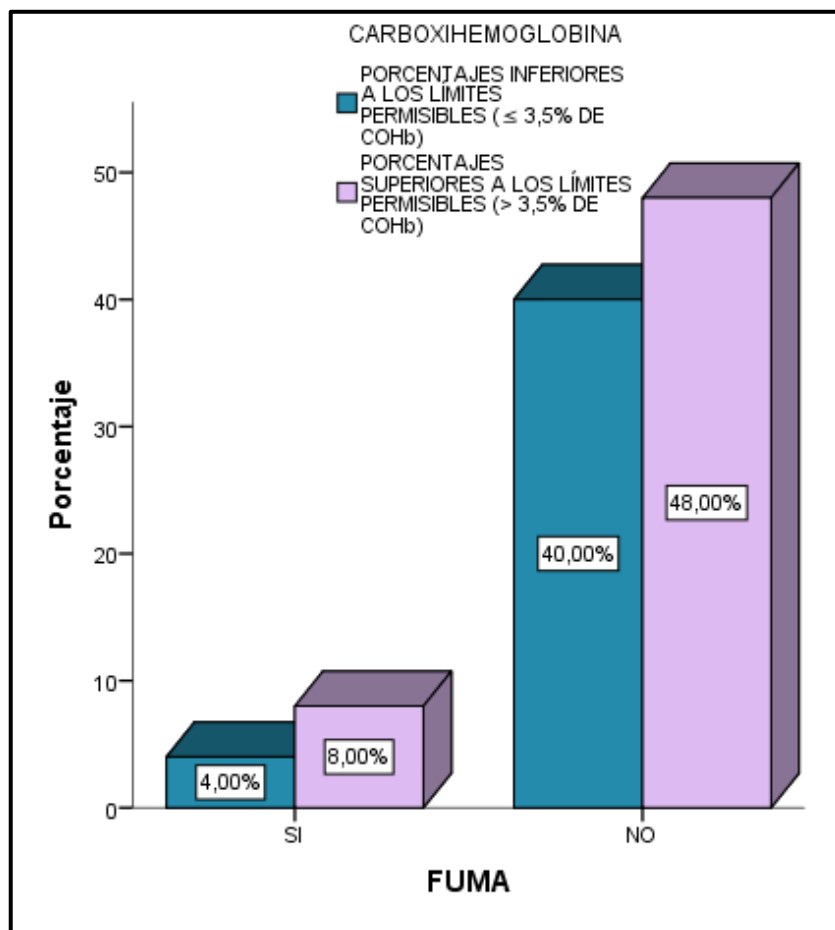


Gráfico 12: Niveles de carboxihemoglobina en sangre asociado al hábito de fumar de los policías de tránsito

Fuente: Tabla 12

DISCUSIÓN

Es indispensable reconocer que una de las causas que afecta al medio ambiente, es la contaminación del aire, y como humanos que dependemos de este entorno somos los primeros en afectarla (24).

La contaminación del aire se produce por el contacto de las partículas de la atmósfera con gases tóxicos como, el monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxido de azufre y óxido de nitrógeno. La globalización, el aumento de industrias, el desarrollo no planificado, el incremento acelerado de los automotores y la inadecuada red vial son la principal fuente productora de emisión de CO (24).

En esta investigación, se encontró que 21 policías de tránsito, como se detalla en la tabla 6; se encuentran con niveles mayores a los normales, según la OMS refiere un valor normal entre 0,5 % a 2,5 % de COHb, dicha tabla muestra que el 84 % de los efectivos policiales presentan valores elevados de carboxihemoglobina, que van de 2,7 % a 4,4 %; lo cual concuerda con el trabajo de investigación de Jaimes de Pino, Colombia 1990, sobre la Determinación de niveles sanguíneos de COHb como función de la exposición al monóxido de carbono en la ciudad de Bogotá, en donde los valores de carboxihemoglobina encontrados estuvieron fuera de los valores normales (11);

determinándose que existe contaminación por monóxido de carbono que es producida por la combustión vehicular.

De los 14 policías de tránsito, como se detalla en la tabla 7, que representan el 56 %, se encuentran con niveles que superan los límites permisibles; con valores que va de 3,9 % a 4,4 % de carboxihemoglobina (según la OMS: > 3,5 % de COHb); lo cual concuerda con el trabajo de investigación de Heredia Cabrera, Ecuador 2014, sobre Evaluación de la exposición al monóxido de carbono en habitantes de la ciudad de Azogues, en donde se obtiene como resultado que los niveles de carboxihemoglobina encontrados en los tres grupos de estudio fueron: 5,16 % 4,25 % y 4,59 % (4), las cuales sobrepasan los límites permisibles (3,5 % de COHb); determinándose que existe contaminación por monóxido de carbono que es producida por la combustión vehicular.

Según la tabla 8, observamos que la edad no tiene relación con los niveles de carboxihemoglobina, porque los policías de tránsito menores a 25 años, presentaron valores entre 3,9 % a 4,4 % y los que tienen más de 36 años tuvieron niveles de 3,9 % a 4,1 % de COHb, no encontrándose un aumento en los niveles de carboxihemoglobina conforme aumenta la edad; lo cual concuerda con el trabajo de Ruiz Álvarez, Guatemala 2011, sobre Determinación de niveles de contaminación por monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a base de leña, en donde se obtiene como resultado que los niveles de carboxihemoglobina encontrados es de 14,8 % con edad de 23 años; 14,58 % para 26 años; y, 13,1 % con edad de 45 años (13), las cuales sobrepasan los límites permisibles (3,5 % de COHb); viéndose éstos no influenciados por la edad, es decir que a más edad no hay más concentración de

carboxihemoglobina, porque no existe un rango de edad que defina en qué momento se pueda ingresar a ejercer su labor en la vía pública; como policía de tránsito.

En la tabla 10, con respecto a los niveles de COHb en sangre asociado a los años de servicio, de los 14 policías con niveles mayores a los límites permisibles, sus niveles no tienen relación con los años de servicio; demostrándose que, en un policía que lleva laborando entre uno a cuatro años tiene un 4,4 % de este compuesto, en comparación con otros que llevan laborando entre 9 a 12 años que tienen un 4,1 % de carboxihemoglobina, siendo éste un valor no muy alto ya que consta de más años de servicio. Entonces, los años de servicio no demuestran tener influencia sobre los niveles de este compuesto, porque se realizaban rotaciones periódicas cada 15 días de trabajo, pudiendo estar en una zona muy concurrida por vehículos, por ello no existiría relación; lo cual concuerda con el trabajo de Ruiz Álvarez, Guatemala 2011, sobre Determinación de niveles de contaminación por monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a base de leña, en donde se relaciona el porcentaje de saturación de COHb y el tiempo promedio de exposición a CO medido en años, demostrándose que éstas trabajadoras número siete tienen un promedio de tiempo mayor, sin embargo el porcentaje promedio de saturación de COHb no es el más elevado. Hay trabajadoras que se han dedicado menos tiempo a esta ocupación y tienen porcentajes promedios más elevados, debido a que están expuestas a este gas por más horas diarias. Por contraste, los años de antigüedad en el puesto no demostraron tener influencia sobre el porcentaje de saturación de COHb (13).

En la tabla 11, que detalla los niveles de carboxihemoglobina referido al tiempo de exposición, encontramos que no hay relación; puesto que, en los policías de tránsito que presentan niveles mayores a los permisibles, en los rangos entre siete a nueve y 10 a 12 horas de trabajo, se muestran resultados iguales, siendo el más representativo 4,4 % de COHb para ambos grupos, porque de los que trabajaban entre 10 a 12 horas, realizaban horas extra como operativos, que consistía en revisar la documentación vehicular y esto lo realizan en zonas estratégicas de buena ventilación y poca contaminación, por ello no se encontró relación; lo cual no presenta relación con el trabajo de Ruiz Álvarez, Guatemala 2011, sobre Determinación de niveles de contaminación por monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a base de leña, en donde se relaciona el porcentaje de saturación de COHb y las horas laboradas por día. Se observa que las trabajadoras seis y nueve son las que se encuentran expuestas a CO por más tiempo (14 horas). Con esta relación se puede señalar que existe influencia significativa del número de horas de exposición por día sobre los porcentajes de saturación de COHb encontrados en la sangre; ya que las trabajadoras que están expuestas por más de ocho horas diarias presentan valores de COHb cercanas o superiores al 20 % (13); y en el trabajo de investigación de Condori Rodrigo y Del Carpio Flores, Juliaca 2014, sobre la Determinación de los niveles de carboxihemoglobina en relación a las características personales de los policías de tránsito, menciona que los policías con niveles altos de exposición, los mayores porcentajes están en aquellos que tienen más tiempo de exposición a diferencia de los que tienen niveles bajos de exposición de carboxihemoglobina que sus mayores porcentajes se encuentran en los policías que tienen menos horas de exposición, encontrándose relación con los niveles de

carboxihemoglobina en forma directa entre ambas categorías (8); estas diferencias podrían deberse a que estas personas se encuentren laborando en lugares estrechos viéndose afectados directamente por el monóxido de carbono y; además, en la ciudad de Juliaca los automóviles podrían desprender más monóxido de carbono debido a la antigüedad de los vehículos en comparación con los de la ciudad de Tacna.

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los objetivos planteados para el trabajo de investigación y el análisis de los resultados obtenidos, se deja constancia de las siguientes conclusiones:

PRIMERA:

Los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito, presentaron un porcentaje mínimo de 1,9 % y un máximo de 4,4 % de COHb. El 84 % de los policías de tránsito, presentan niveles superiores a los valores normales, según la Organización Mundial de la Salud (valores mayores a 2,5 %). Resultado acorde a la hipótesis planteada.

SEGUNDA:

El grupo etario y las características laborales de los policías de tránsito, no influyen con los niveles de carboxihemoglobina; porque según la prueba estadística, la edad y el género, los años de servicio y el tiempo de exposición, no están asociados con los niveles de carboxihemoglobina, es decir, que a más años de servicio y a mayor tiempo de exposición no

hubo mayores niveles de COHb. Sin embargo, los policías de tránsito que si fuman, sus niveles de carboxihemoglobina se encontraron dentro del valor normal (la OMS establece 4 % – 9 %). Teniendo un resultado opuesto a la hipótesis planteada.

TERCERA:

El 56 % de los policías de tránsito presentan niveles mayores a los límites permisibles (la OMS, establece hasta 3,5 %) presentando valores de carboxihemoglobina entre 3,9 % y 4,4 %. El 44 % de los policías de tránsito presentaron niveles inferiores a los permisibles, cuyos valores están entre 1,9 % a 3,5 %.

RECOMENDACIONES

PRIMERA:

Implementar un protocolo de exámenes bioquímicos anuales para determinar los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de Tacna.

SEGUNDA:

Realizar programas de protección respiratoria para el personal Policial de Tránsito, que incluya el monitoreo, implementar mascarillas como respiradores, limpieza y mantenimiento de los equipos de protección, si se contara con ello.

TERCERA:

Realizar campañas de información sobre la contaminación por monóxido de carbono y los factores que puedan agravar la salud de las

personas, sobre todo de aquellas que laboran en las vías públicas a expensas de la contaminación vehicular.

CUARTA:

Realizar investigaciones más amplias sobre el tema y, además; efectuar el análisis con una técnica diferente a la expuesta en este estudio, para verificar si el valor de referencia es equivalente con otras técnicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Monar Puente JJ. Determinación de la Exposición a Monóxido de Carbono en el Personal Policial del Grupo de Tránsito del Centro Histórico del Distrito Metropolitano de Quito. [Online].; 2013 [cited 2016 07 25. Available from: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/12877/1/54005_1.pdf.
2. División de Toxicología y Ciencias de la Salud - Monóxido de Carbono. [Online].; 2012 [cited 2016 Julio 05. Available from: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs201.pdf.
3. Núñez Naranjo. Determinación de los Niveles de Carboxihemoglobina y Repercusión en la Salud de los Trabajadores del Botadero Municipal de la Ciudad de Ambato. [Online].; 2015 [cited 2016 Julio 05. Available from: <http://redi.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10566/1/N%C3%BA%C3%B1ez%20Naranjo,%20Rolando%20Rene%C3%A9.pdf>.
4. Heredia Cabrera GC. Evaluación de la Exposición al Monóxido de Carbono en Habitantes de la Ciudad de Azogues, Ecuador. [Online].; 2014 [cited 2016 julio 07. Available from: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20336/1/TESIS.pdf>.

5. Impactos sonoros e impactos negativos sobre la calidad del aire relacionados al proyecto portuario de Ancón. [Online]. [cited 2016 Julio 02. Available from: <http://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2010/08/Informe-contaminaci%C3%B3n-sonora-y-de-aire-Anc%C3%B3n.pdf>.
6. Contaminación del aire en Tacna supera límite máximo. [Online].; 2014 [cited 2017 Febrero 15. Available from: <http://larepublica.pe/22-07-2014/contaminacion-del-aire-en-tacna-supera-limite-maximo>.
7. Jeyra del Valle CM. Exposición Ambiental a Monóxido de Carbono en Trabajadores del Terminal de Pasajeros de Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. [Online].; 2010 [cited 2016 07 25. Available from: <http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2857/1/01-TEISIS.%20EXPOSICI%C3%93N%20AMBIENTAL%20A%20MON%20C3%93XIDO%20DE%20CARBONO.pdf>.
8. Condori Rodrigo S, Del Carpio Flores LD. Determinación de los Niveles de Carboxihemoglobina (Cohb) en relación a las Características Personales de los Policías de Tránsito de la Ciudad de Juliaca, Marzo-Junio 2014 Juliaca: Informe Final de Investigación, Universidad Andina Néstor Cáceres; 2014.
9. Carranza Noriega. Gestión de la Calidad del Aire. [Online].; 2014 [cited 2017 Febrero 20. Available from: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/mambiente/gest_cal/p

df/t_completo.pdf.

10. Lazo Ramos R, Arcaya Pancca C. Análisis del sistema de transporte público y la contaminación del aire de los vehículos livianos en la ciudad de Tacna, 2014. [Online].; 2014 [cited 2017 Febrero 21. Available from: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/61>.
11. Jaimes de Pino M, Hernández Esquivel L. Determinación de Niveles Sanguíneos de Carboxihemoglobina como Función de la Exposición al Monóxido de Carbono en la Ciudad de Bogota. [Online].; 1990 [cited 2016 Julio 05. Available from: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rccquifa/article/viewFile/56563/55508>.
12. Rojas M, Antonio D, Sidorovas L. Evaluación de la Exposición al Monóxido de Carbono en Vendedores de Quioscos. Valencia, Venezuela. [Online].; 2001 [cited 2016 julio 01. Available from: www.scielo.org/pdf/rpsp/v9n4/4820.pdf.
13. Ruiz Álvarez MA. Determinación de Niveles de Contaminación por Monóxido de Carbono en Trabajadoras de Tortillerías a Base de Leña de la Ciudad de Guatemala. [Online].; 2011 [cited 2016 julio 01. Available from: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3188.pdf.
14. Ponce Terashima RA, Peña Jaimes RL, Ramírez Yupanqui MA, Villena Chávez J, Roe Battistini E, Villena Chávez J. Variación del Nivel de Carboxihemoglobina en Corredores Aficionados en

Ambientes con Tránsito de Vehículos Motorizados en el Distrito de San Isidro. [Online].; 2005 [cited 2016 Julio 05. Available from: <http://www.upch.edu.pe/vrinve/dugic/revistas/index.php/RMH/article/view/806>.

15. Moreano Bohórquez DI, Palmisano Patrón AS. Nivel de Afectación de la Contaminación Atmosférica y sus Efectos en la Infraestructura del Campus Universitario debido a la Emisión de Partículas PM10 Y CO. [Online].; 2012 [cited 2016 Julio 04. Available from: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1763/MOREANO_DAVID_Y_PALMISANO_ANTONIO_CONTAMINACION_ATMOSFERICA.pdf?sequence=1.
16. EcuRed - Agente de Tránsito. [Online].; 2012 [cited 2017 Febrero 25. Available from: https://www.ecured.cu/Agente_de_tr%C3%A1nsito.
17. Perú PNd. División de Policía de Tránsito (DIVPOLTRAN) como órgano altamente especializado. [Online].; 2016 [cited 2016 setiembre 02. Available from: <https://es.scribd.com/doc/36951278/La-Division-de-Policia-de-Transito-DIVPOLTRAN>.
18. Impactos Atmosféricos. [Online]. [cited 2016 07 02. Available from: <http://impactosatmosfericos.weebly.com/>.
19. Pérez Reverte A. La Contaminación Atmosférica y sus Efectos. [Online].; 2010 [cited 2016 Julio 05. Available from: <https://investigayaprende.wordpress.com/webquest/1%C2%BA->

[eso/ciencias-naturales/la-contaminacion-atmosferica-y-sus-efectos/](#).

20. Chayán Zas. Intoxicación por monóxido de carbono. [Online].; 2009 [cited 2016 Julio 04. Available from: <http://www.elsevier.es/es-revista-prehospital-emergency-care-edicion-espanola--44-articulo-intoxicacion-por-monoxido-carbono-13142225>.
21. Rios Diaz DS. Validación del Método para Determinación de Carboxihemoglobina en Sangre Total por Técnica Espectrofotométrica con Reducción con Ditionito de Sodio. [Online].; 2011 [cited 2016 Julio 07. Available from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4454/1/05598358.2011.pdf>.
22. Calderoni M, Menendez C. Manipulación de Reactivos Químicos en los laboratorios. [Online].; 2013 [cited 2016 Julio 04. Available from: <http://safqbf.unsl.edu.ar/sites/default/files/Manipulacion%20reactivos.pdf>.
23. M. de la Torre Espí JCMC. Intoxicaciones por Monóxido de Carbono. Capítulo 22. [Online]. [cited 2016 Julio 15. Available from: <https://ecaths1.s3.amazonaws.com/urgenciashospitalariasfacena/122997567.Intox%20por%20monoxido%20de%20carbono.pdf>.
24. Durán Castro VT. Determinación de Carboxihemoglobina al Inicio y Final de Jornada Laboral en Trabajadores de Estaciones de Servicio-Gasolineras de la Zona Sur-Oeste de la Ciudad de Cuenca- Ecuador. [Online].; 2015 [cited 2016 Diciembre 01. Available from:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21724/1/TESIS.pdf>
f.

25. Intoxicación por Monóxido de Carbono. [Online]. [cited 2016 Julio 03. Available from: <http://www.intramed.net/UserFiles/Files/Monoxido.pdf>.
26. Bartolomé Navarro , Amores Valenciano , Cuesta Vizcaíno , Gallego Giménez. Intoxicación por Monóxido de Carbono: una patología poco valorada en Urgencias. [Online].; 2010 [cited 2016 Julio 03. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2010000300011.
27. Ortiz Vásquez D, Mamani Morales C. Intoxicacion por Monoxido de Carbono. [Online].; 2013 [cited 2016 Agosto 01. Available from: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682013000900001&script=sci_arttext.
28. Dreisbach RH. Manual de Toxicología Clínica de Dreisbach: Prevención, diagnóstico y tratamiento. In Dreisbach RH, editor. Manual de Toxicología Clínica de Dreisbach: Prevención, diagnóstico y tratamiento. México: 7ma. Edición. Editorial Manual Moderno; 2003. p. 365.
29. Carboxihemoglobina. [Online]. [cited 2016 Julio 03. Available from: <http://www.valoresnormales.com/c/carboxihemoglobina>.

30. Diccionario Médico CUdN. Carboxihemoglobina. [Online].; 2015 [cited 2016 Julio 10. Available from: <http://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/carboxihemoglobina>.
31. DICLOROMETANO (CLORURO DE METILENO). [Online]. [cited 2016 Julio 08. Available from: <http://aetox.es/wp-content/uploads/2009/04/Diclorometano.pdf>.
32. Carboxihemoglobina - Monóxido de carbono. [Online]. [cited 2016 Agosto 02. Available from: <https://es.scribd.com/doc/8492218/CARBOXIHEMOGLOBINA>.
33. Combustibles Fósiles. [Online]. [cited 2017 Febrero 15. Available from: <https://solar-energia.net/energias-no-renovables/combustibles-fosiles>.
34. Contaminación Ambiental. [Online]. [cited 2016 Julio 10. Available from: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.pe/>.
35. Medline Plus TdS. Contaminación del Aire. [Online]. [cited 2016 Julio 10. Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/airpollution.html>.
36. Castillo Rodríguez , Lorenzo Vázquez E. EcuRed Conocimiento con todos y para todos. [Online].; 2013 [cited 2017 Febrero 11. Available from: <https://www.ecured.cu/Cooximetr%C3%ADa>.

37. Usos y aplicaciones del hidrosulfito de sodio. [Online].; 2008 [cited 2017 Febrero 15. Available from: <https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-del-hidrosulfito-de-sodio-30261.htm>.
38. Abril Díaz , Bárcena Ruiz , Fernández Reyes. Espectrofotometría, Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas. [Online].; 2009 [cited 2017 Febrero 15. Available from: <https://es.slideshare.net/asaor/espectrofotometria-presentation>.
39. Qué es un Límite Máximo Permisible (LMP) y para qué Sirve. [Online].; 2014 [cited 2017 Febrero 15. Available from: <https://es.slideshare.net/jihuva/qu-es-un-lmite-mximo-permisible>.
40. Medline Plus Em. Intoxicación con Monóxido de Carbono. [Online]. [cited 2016 Julio 10. Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002804.htm>.
41. Téllez J, Rodríguez A, Fajardo. Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental. [Online].; 2006 [cited 2016 Julio 12. Available from: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642006000100010.
42. Pérez Porto , Merino. Definición de Salud. [Online].; 2008 [cited 2016 Julio 10. Available from: <http://definicion.de/salud/>.

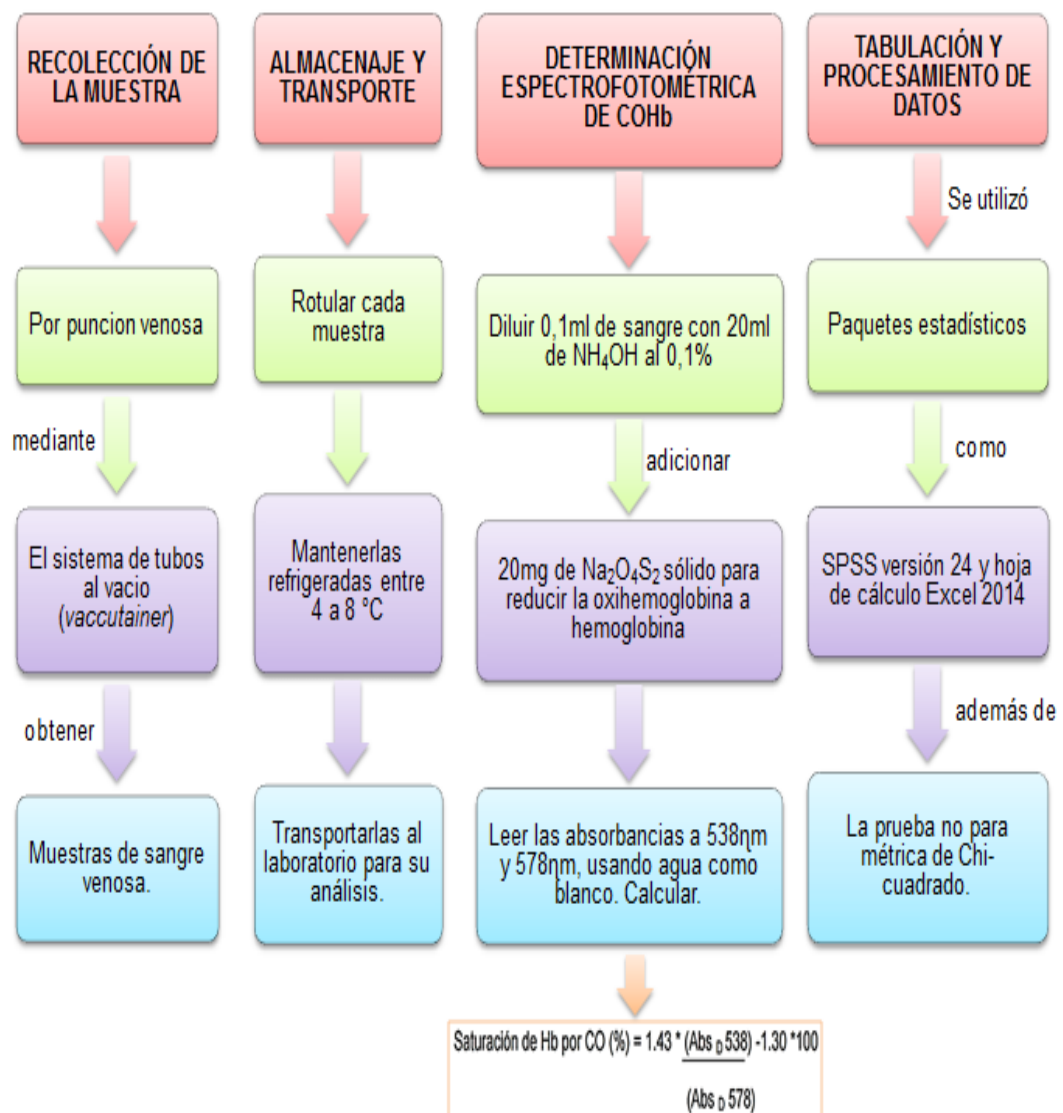
43. Concepto de Salud (según la OMS). [Online]. [cited 2016 Julio 04]. Available from: <http://concepto.de/salud-segun-la-oms/>.

44. Toxicidad. [Online].; 2016 [cited 2016 Julio 10. Available from: <http://www.ropana.cl/toxivet/Toxicidad.htm>.

ANEXOS

Anexo N° 01:

Flujograma de la determinación espectrofotométrica de carboxihemoglobina.



Anexo N° 02:

Consentimiento informado.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

El objetivo del estudio es conocer la concentración de los niveles de carboxihemoglobina (COHb) en relación a las características personales de los efectivos de la Policía de Tránsito de la ciudad de Tacna.

Para ello se realizarán tomas de muestras sanguíneas, las mismas que serán analizadas en el Laboratorio BIOMED de la ciudad de Juliaca.

La inclusión en el estudio no supone ningún riesgo para la salud de las personas participantes.

Dicho estudio tiene fines exclusivamente científicos, asegurándose en todo momento la confidencialidad de los resultados obtenidos de carácter personal.

Los participantes recibirán los resultados de la analítica realizada.

- He leído y he entendido la hoja de información que se me ha entregado.	SI ()	NO ()
- He podido hacer preguntas sobre el estudio y para todas ellas he recibido una respuesta satisfactoria.	SI ()	NO ()
- He recibido información sobre el estudio.	SI ()	NO ()
- Soy consciente de que mi participación es voluntaria.	SI ()	NO ()

Yo,..... identificado con DNI N°....., presto libremente mi consentimiento para participar en el estudio.

Tacna, dede 2016.

Firma del participante

Anexo N° 03:

Instrumento de medición para obtener las características demográficas y laborales de los policías de tránsito.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD – E.P. FARMACIA Y BIOQUÍMICA

FICHA DE ENTREVISTA

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN LOS
POLICIAS DE TRÁNSITO DE LA CIUDAD DE TACNA

ENCUESTA N°..... FECHA:.....

NOMBRES Y APELLIDOS:

.....

Le pedimos a Ud. su colaboración voluntaria en la presente investigación; llenando los datos requeridos para la misma, y marcando con una X cuando corresponda, dicha información será un valioso aporte y se tratará con la mayor reserva.

1.- EDAD

..... años.

2.- SEXO

() Femenino () Masculino

3.- TIEMPO DE TRABAJO (AÑOS DE SERVICIO):

() 1 – 4 años

() 5 – 8 años

() 9 – 12 años

() ≥ 13 años

4.- TIEMPO DE PERMANENCIA EN LA ZONA DE TRABAJO:

4 – 6 HORAS ()

7 – 9 HORAS ()

10 – 12 HORAS ()

5.- OTROS:

FUMA: SI () NO ()

**AGRADECEMOS SU COLABORACIÓN ESTAMOS TRABAJANDO POR MEJORAR
LOS NIVELES DE SALUD PÚBLICA DE NUESTRA CIUDAD.**

Anexo N° 04:

Resultados de laboratorio.



**RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA
(COHb)**

Muestra: Sangre.

Cantidad de Muestras: 25

MUESTRAS	CARBOXIHEMOGLOBINA
	% COHb
1	3,3 %
2	3,5 %
3	1,9 %
4	2,2 %
5	2,4 %
6	2,6 %
7	2,5 %
8	2,7 %
9	3,1 %
10	3,5 %
11	3,4 %
12	3,9 %
13	3,9 %
14	4,2 %
15	4,3 %
16	4,4 %
17	3,9 %
18	4,4 %
19	4,2 %
20	4,2 %
21	4,2 %
22	4,4 %
23	4,3 %
24	4,1 %
25	4,1 %

Juliaca, 29 de Setiembre del 2016



Anexo N° 05:

Matriz de consistencia.

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN LOS POLICIAS DE TRÁNSITO DE LA CIUDAD DE TACNA, JULIO A SETIEMBRE DEL 2016

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS / INSTRUMENTOS
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuáles son los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la ciudad de Tacna, julio a setiembre del 2016?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la Ciudad de Tacna, julio a setiembre del 2016.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL Los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la ciudad de Tacna son mayores a los valores normales dados por la OMS.</p>	<p>Variable 1: Policías de Tránsito</p> <p>Indicadores:</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Es un estudio observacional, prospectivo.</p>	<p>Técnicas de recolección de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encuestas. • Toma de muestras sanguíneas. <p>Técnicas estadísticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estadística descriptiva. • Tablas cruzadas • Paquetes estadísticos específicos como SPSS versión 24 • Hoja de cálculo de Excel 2014.
<p>PROBLEMAS SECUNDARIOS</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICAS</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo Etario: edad y género. • Características Laborales: años de servicio y tiempo de exposición. Hábitos de Fumar: fumadores y no fumadores 	<p>DISEÑO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Es una investigación descriptiva transversal.</p>	
<p>¿El grupo etario, las características laborales y los estilos de vida de los policías de tránsito influirán sobre los niveles de carboxihemoglobina?</p>	<p>Determinar la asociación del grupo etario, características laborales y estilos de vida de los policías de tránsito sobre los niveles de carboxihemoglobina.</p>	<p>El grupo etario, las características laborales y los estilos de vida de los policías de tránsito, influyen sobre los niveles de carboxihemoglobina.</p>	<p>Variable 2: Carboxihemoglobina.</p> <p>Indicadores:</p>	<p>POBLACIÓN: 69 Policías de Tránsito de Tacna.</p> <p>MUESTRA: 25 Policías de Tránsito.</p>	
<p>¿Cuáles son los valores de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la ciudad de Tacna?</p>	<p>Examinar los valores de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la ciudad de Tacna.</p>	<p>Los valores de carboxihemoglobina en los policías de tránsito de la ciudad de Tacna son mayores a los valores normales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Niveles: % en sangre. 		
<p>¿Los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito son mayores a los límites permisibles?</p>	<p>Comparar los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito con los límites permisibles.</p>	<p>Los niveles de carboxihemoglobina en los policías de tránsito son mayores a los límites permisibles.</p>			

