

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE
GENERADOS POR LA COMBUSTIÓN DE CARBÓN VEGETAL
EN HORNOS DE POLLERÍAS EN LA CIUDAD DE TACNA”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. ERICK ANDERSON FLORES YUFRA

Bach. YHERELY NAOMI JULYBETH MACHACA RIVERA

TACNA – PERÚ

2024

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE
GENERADOS POR LA COMBUSTIÓN DE CARBÓN VEGETAL
EN HORNOS DE POLLERÍAS EN LA CIUDAD DE TACNA”**

Tesis sustentada y aprobada el 11 de junio de 2024; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. GERMAN MAMANI AGUILAR

SECRETARIA : Ing. CARMEN ROSA ROMÁN ARCE

VOCAL : Mtro. JUNIOR SOBIET MIRANDA GUTIÉRREZ

ASESOR : MSc. MARISOL MENDOZA AQUINO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Erick Anderson Flores Yufra y Yherely Naomi Julybeth Machaca Rivera, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 70205134 y 71542411 respectivamente, así como Marisol Mendoza Aquino con DNI 29423898; declaramos en calidad de autores y asesor que:

1. Somos los autores de la tesis titulado *Evaluación de los contaminantes del aire generados por la combustión de carbón vegetal en hornos de pollerías en la ciudad de Tacna*, la cual presentamos para optar el *Título Profesional de Ingeniero Ambiental*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la *tesis*, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 11 de junio de 2022

.....
Erick Anderson Flores Yufra
DNI:70205134

.....
Yherely Naomi Julybeth Machaca Rivera
DNI:71542411

.....
Marisol Mendoza Aquino
DNI:29423898

DEDICATORIA

A mis padres, Maribel Yufra Aguilar y Fredy Flores Cauna por ser mis dos grandes pilares que me apoyaron en todo momento a lograr mis objetivos como persona y profesional, y todo lo que logré y lograré se lo dedicare a ellos.

A mis hermanos Adriana y Mathias por alegrarme y motivarme en mis buenos y malos momentos

Erick Anderson Flores Yufra

DEDICATORIA

A mis padres Julia Rivera y Gustavo Machaca, porque supieron entregarme la motivación y mucha paciencia; agradecida por el apoyo que me brindaron en mi formación personal y profesional.

A mi tía Tomasina Balderrama que siempre me apoyo y me aconsejó para que nunca me rinda y siga adelante cumpliendo mis metas como profesional.

A mi hermana Ximena que me animó para llegar a ser un ejemplo como persona para ella.

A todos mis familiares, tíos y primos por su atención y darme los ánimos para continuar con mis metas.

A mis amigos que gracias a su amistad me brindaron apoyo y el aliento para continuar siempre que los necesito.

Yherely Naomi Julybeth Machaca Rivera

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios por darme la oportunidad de realizar este proyecto de investigación.

A nuestra asesora MSc. Marisol Mendoza Aquino por sus valiosas recomendaciones y por su apoyo

Erick Anderson Flores Yufra

AGRADECIMIENTO

A nuestra asesora MSc. Marisol Mendoza Aquino por sus valiosas recomendaciones y apoyo incondicional que nos brindó para poder desarrollar la tesis.

A mi casa de estudios la Universidad Privada de Tacna y sus docentes por formarme como profesional y a formarme como profesional.

Yherely Naomi Julybeth Machaca Rivera

ÍNDICE GENERAL

PAGINA DE JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRAC.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del Problema.....	2
1.2. Formulación del Problema.....	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos.....	3
1.3. Justificación e Importancia.....	3
1.3.1. Justificación Social.....	3
1.3.2. Justificación Económica.....	4
1.3.3. Justificación Ambiental.....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
1.5.1. Hipótesis General.....	4
1.5.2. Hipótesis Específicas.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	6
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	6
2.2. Bases Teóricas.....	7
2.2.1. Aire.....	9
2.2.2. Contaminación del Aire Ambiental Exterior.....	9
2.2.3. Atomización.....	9
2.2.4. Emisión.....	9

2.2.5. Dióxido de Azufre (SO ₂).....	9
2.2.6. Inmisión.....	9
2.2.7. Impacto a la Salud.....	10
2.2.8. Emisiones de dióxido de Carbono (CO ₂)	10
2.2.9. Monóxido de Carbono (CO).....	10
2.2.10. Efectos de los compuestos orgánicos volátiles para la Salud.....	10
2.3. Definición de Términos	10
2.3.1. Contaminantes Primarios.....	10
2.3.2. Contaminantes Secundarios	11
2.3.3. Óxidos de nitrógeno (NO _x)	11
2.3.4. Óxidos de azufre (SO _x)	11
2.3.5. Material particulado (PTS)	11
2.3.6. Compuestos Orgánicos Volátiles.....	11
2.3.7. Factores de emisión	12
2.3.8. Zona de atención prioritaria	12
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	13
3.1. Diseño de la investigación	13
3.2. Acciones y Actividades	13
3.3. Materiales y/o Instrumentos	14
3.3.1. Materiales	14
3.3.2. Instrumentos	15
3.4. Población y/o muestra de Estudio	15
3.4.1. Población.....	15
3.4.2. Muestra	16
3.5. Operacionalización de variables.....	17
3.6. Procesamiento y Análisis de datos	17
3.6.1. Ficha de recolección de datos.....	17
3.6.2. Producción y registros de datos	18
3.6.3. Instrumento de medición	19
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	20
4.1. Identificar y cuantificar las fuentes de emisión de los contaminantes atmosféricos de pollerías en la Ciudad de Tacna	20
4.1.1. Ubicación área de estudio de pollerías en la Ciudad de Tacna	20
4.2. Identificación de contaminantes que fueron generados por la combustión de carbón vegetal en hornos de pollerías en el área de estudio	27
4.2.1. Emisiones totales calculadas por contaminante en pollerías	27
4.2.2. Monitoreo de medición de contaminantes atmosféricos a tiempo real	28

4.3. Propuesta de medidas de control para la minimización de emisiones de gases contaminantes atmosféricos.....	30
4.3.1. Implementación de horno mejorado para las bajas emisiones	31
4.3.2. Implementación de un Sistema Regenerativo para emisiones	32
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES.....	37
RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros a priorizar en función según la fuente vinculada.....	9
Tabla 2. Especificación y descripción de Materiales	15
Tabla 3. Especificación y descripción de Instrumentos	15
Tabla 4. Establecimiento comerciales “pollerías” por Distrito.....	16
Tabla 5. Operación de Variables.....	17
Tabla 6. Cuadro de datos tecnicos – Ciudad Nueva	21
Tabla 7. Cuadro de datos tecnicos - Pocollay.....	22
Tabla 8. Cuadro de datos tecnicos – Alto de la Alianza.....	23
Tabla 9. Cuadro de datos tecnicos - Tacna.....	24
Tabla 10. Cuadro de datos tecnicos – Gregorio Albarracin Lanchipa	26
Tabla 11. Relacion de Establecimientos “pollerías” encuestadas.....	26
Tabla 12. Emisiones totales por contaminantes para fuente de area “pollerias”	27
Tabla 13. Resultados de medición de contaminantes en pollerías.....	29
Tabla 14. Poblacion Censada en el Departamento de Tacna	34
Tabla 15. Poblacion Censada en la Provincia de Tacna	34
Tabla 16. Pollería con acceso para la medición	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de metodología de obtención de datos según área de estudio.....	14
Figura 2. Analizador de gases Testo 340	19
Figura 3. Ubicación de pollerías encuestadas en el Distrito de Ciudad Nueva	20
Figura 4. Ubicación de pollerías encuestadas en el Distrito Pocollay	21
Figura 5. Ubicación de pollerías encuestadas en el Distrito Alto de la Alianza	22
Figura 6. Ubicación de pollerías encuestadas en el Distrito de Tacna.....	23
Figura 7. Pollerías encuestadas en el Distrito de Gregorio A. Lanchipa.....	25
Figura 8. Emisiones por tipo de contaminante en pollerías de Tacna, 2023	29
Figura 9. Evaluación de comparativa de cálculo de emisiones aplicando la metodología CEPIS para los periodos 2009-2023.....	29
Figura 10. Resultados de medición de contaminantes en chimeneas de pollerías de CO ug/m ³	29
Figura 11. Resultados de medición de contaminantes de chimeneas de pollerías de NOx ug/m ³	30
Figura 12. Diseño horno ecológico para pollería	33
Figura 13. Horno Ecológico para pollerías	33
Figura 14. Encuestando pollerías ubicadas en Alto de la Alianza – Av. Jorge B. Grohmann.....	45
Figura 15. Encuestando pollerías ubicadas en Distrito Alto de la la Alianza ubicada – Av. Tarata	45
Figura 16. Encuestando pollerías ubicadas en Gregorio Albarracín L. – Av. Humboldt con Collpa	46
Figura 17. Encuestando pollerías ubicadas en Gregorio Albarracín L.....	46
Figura 18. Identificación de pollería sin acceso a la chimenea para medición de contaminantes atmosféricos.....	47
Figura 19. Pollería con fácil acceso a la chimenea para medición de contaminantes atmosférico	47
Figura 20. Monitoreo a pollerías seleccionadas.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de modelo encuesta.....	42
Anexo 2. Matriz de consistencia.....	43
Anexo 3. Panel fotográfico de las encuestas a pollerías.....	45
Anexo 4. Mapa de ubicación de estudio.....	49
Anexo 5. Mapa de ubicación de pollerías con acceso y sin acceso.....	51

RESUMEN

El problema de la contaminación del aire, es variado y disperso según la fuente de emisión de contaminantes atmosféricos, tal es el caso de las fuentes de área como son las pollerías se encuentran dispersas y tienen significancia en la calidad del aire. Actualmente, pocos estudios se han realizado en la ciudad de Tacna para cuantificar los tipos de contaminantes atmosféricos que se producen por la combustión de carbón vegetal en hornos de pollerías; el estudio evaluó el tipo de contaminantes que se generan en servicios de pollerías a fin de la Ciudad de Tacna determinándose una muestra de 45 pollerías ubicadas en los distritos de Tacna, Gregorio Albarracín Lanchipa, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva y Pocollay; realizándose la aplicación de la Guía sobre Técnicas para el inventario rápido de contaminación ambiental (P. Economopoulos – 2002) de la OMS. Se realizó una evaluación inicial donde se obtuvo información de campo, sobre el consumo de carbón vegetal, cantidad de pollo, horario de atención y otras características necesarias para para el desarrollo del estudio, para la estimación de emisiones generadas por pollería se aplicó el método de factor de emisión de la EPA donde los resultados indican que las emisiones por combustión de carbón vegetal en pollerías es aproximadamente 3,95 toneladas por año de PTS, seguido de 2,87 toneladas por año, NOx, seguido de 0,88 tonelada por año de CO y por último 0,4 toneladas por año de COV; la presencia de estos contaminantes atmosférica contribuyen al deterioro de la calidad del aire y este tipo de estudios fortalece la gestión de la calidad del aire para promover acciones de descontaminación del aire y mejora de la salud pública. Finalmente, se alcanza una propuesta de mejora para la minimización de emisiones atmosféricos generados por los hornos de pollería convencionales.

Palabras claves: carbón vegetal; contaminación del aire; hornos.

ABSTRACT

The problem of air pollution is varied and dispersed according to the source of emission of atmospheric pollutants, such is the case of area sources such as poultry farms, which are dispersed and have a significant impact on air quality. Currently, few studies have been conducted in the city of Tacna to quantify the types of air pollutants that are produced by the combustion of charcoal in poultry ovens; the study evaluated the type of pollutants that are generated in poultry services in the city of Tacna, determining a sample of 45 poultry shops located in the districts of Tacna, Gregorio Albarracín Lanchipa, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva and Pocollay; applying the Guide on Techniques for the rapid inventory of environmental pollution (P. Economopoulos - 2002) of the WHO. An initial evaluation was conducted where field information was obtained on charcoal consumption, quantity of chicken, hours of operation and other characteristics necessary for the development of the study, for the estimation of emissions generated by poultry was applied the EPA emission factor method where the results indicate that emissions from charcoal combustion in poultry houses is approximately 3.95 tons per year of PTS, followed by 2.87 tons per year, NO_x, followed by 0.88 tons per year of CO and finally 0.4 tons per year of VOC; the presence of these atmospheric pollutants contributes to the deterioration of air quality and this type of study strengthens air quality management to promote actions to decontaminate the air and improve public health. Finally, an improvement proposal is reached for the minimization of atmospheric emissions generated by conventional poultry ovens.

Keywords: charcoal; air pollution kilns; air pollution.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la contaminación del aire es un problema mundial que con el tiempo sigue en aumento por aquellos Países y Ciudades que son potencias mundiales que más han contribuido en contaminación por principales actividades industriales que se realiza y países que están en vías de desarrollo por actividades comerciales sin medidas de control eficientes y que reflejan un riesgo al Medio Ambiente y que afecta en la salud de las personas.

En el caso de la Ciudad de Tacna (Perú), la contaminación atmosférica esta principalmente generada por su parque automotor según el Ministerio del Ambiente del Perú (2013). Según el reporte del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2022) se ha incrementado en un 3,69 % siendo las pollerías una actividad socioeconómica que demanda un gran factor de contaminación, dado que al estar ubicado en frontera la ciudad de Tacna atrae más el consumo de turismo gastronómico.

El pollo a la brasa es uno de las comidas favoritas de todos los peruanos y estos servicios se encuentran dispersos en toda la Ciudad de Tacna y se calcula que anualmente en la Ciudad Heroica se consumen un aproximado de tres millones de pollos a la brasa y en un día normal los Tacneños consumen unos 300 pollos, cifra que varía dependiendo de los días y feriados.

Si bien el alto consumo de pollos a la brasa ayuda a la economía y es un buen momento para compartir en familia el problema surge al momento de cocinarlo ya que, el humo que emana los hornos de las pollerías por la combustión de carbón vegetal provoca una serie de partículas contaminantes que van directamente al aire sin ningún tratamiento. Esto debido a que no existe disposiciones legales por parte de nivel central o gobierno local encargado de regular el control de las emisiones atmosféricas que emiten las chimeneas de las pollerías o apliquen el uso de hornos de bajas emisiones para la reducción de la contaminación atmosférica.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del Problema

En la actualidad existen diversos tipos de contaminación que son producidas por actividades antrópicas y antropogénicas y/o acciones, de esta manera se deteriora a los tres elementos básicos ambientales: agua, suelo y aire.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación del aire es uno de los más significativos en riesgos ambiental que puedan existir para la salud de la población, donde el 99 % de la población mundial viven en lugares donde supera directrices de calidad del aire. Las consecuencias producto de los contaminantes del aire, se asocian a una mortalidad de 6,7 millones producidas por accidentes cerebrovasculares, cardiopatías, cáncer de pulmón y entre estas mismas el asma, de las cuales el 89 % de esas muertes se produjeron en países de ingreso bajo y mediano, esta mortalidad se debe a la exposición de material particulado fino.

La ciudad de Tacna, es una zona de atención priorizada según el MINAM, donde relaciona la densidad de poblacional y actividades socioeconómicas que se desarrollan en la ciudad y tiene significancia en la calidad del aire; por tanto, se debe articular esfuerzos de entre instituciones involucradas en la gestión de la calidad del aire.

Los hornos a leña, carbón representan una significancia positiva sobre la calidad del aire (Robles, 2021); por otro lado, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) refiere que se emite humo cuando se combustiona leña y otra materia orgánica; donde este humo contiene contaminantes tóxicos que son nocivos para el aire y puede contribuir a reducir la visibilidad del ambiente.

Por otro lado, según la OMS refiere que, las carnes cocidas al carbón, emiten compuestos orgánicos volátiles (VOCs) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), estos compuestos son dañinos para la salud de la población, en algunos casos por ejemplo el benzopireno es un agente cancerígeno.

En tal sentido, la identificación de los contaminantes atmosféricos que se emiten por combustión de carbón vegetal es una actividad de significancia importante para la gestión de la calidad del aire; además de contar con información actualizada que permita proponer acciones de mejora para la reducción de la contaminación atmosférica.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿La evaluación de los contaminantes del aire generados por la combustión de carbón vegetal en hornos de pollerías en la Ciudad de Tacna, permitirá identificar y cuantificar las emisiones atmosféricas?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cómo identificar y cuantificar las fuentes de emisión de los contaminantes atmosféricos de pollerías en la Ciudad de Tacna?
- b. ¿Cuáles son los tipos de contaminantes generados por la combustión de carbón vegetal en los hornos de las pollerías en el área de estudio?
- c. ¿Cuáles son las medidas de control para la minimización de emisiones de gases contaminantes atmosféricos?

1.3. Justificación e importancia

Tacna presenta una gran cantidad de negocios de comida, en la última década nuestra ciudad ha presentado 35 restaurantes, dedicados a la preparación de pollos a la brasa, conocidos como pollerías. Por otro lado, según el último estudio realizado por Municipalidad Provincial de Tacna (2009) donde los resultados para fuentes de área donde están consideradas las pollerías y otros servicios se estima emisión anual de 46,42 toneladas por año aproximadamente. Por otro lado, no se cuenta con información actualizada sobre la caracterización de los componentes que contienen las emisiones de las pollerías; por lo que constituye de importancia realizar la identificación de las fuentes de emisión y tipo de contaminante por combustión de carbón vegetal en pollerías y de esta manera contribuir en acciones de mejora para la gestión de la calidad del aire que permite mejorar la calidad de vida de la población.

1.3.1. Justificación social

Al obtener resultados sobre la composición de los agentes contaminantes en materia de la presente investigación por emisiones de las pollerías; lo que podría afectar la salud de la población, dado que se debe gozar con un ambiente sano. Adicionalmente el equipo de investigación plantea implementar un programa de sensibilización social que muestre la importancia de los contaminantes atmosféricos, proponiendo estrategias de control de calidad de chimeneas.

1.3.2. Justificación económica

La contaminación al aire emitidas por pollerías es el tercer contaminante, después de los transportes públicos y las industrias, lo que debe obligar a las autoridades de la Ciudad de Tacna a tomar medidas para el mejor funcionamiento de estos establecimientos. Los hornos de pollería generan partículas contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos aromáticos policíclicos, que según los estudios realizados a 32 de sus componentes al menos 15 fueron calificados como cancerígenos.

1.3.3. Justificación ambiental

Los estudios realizados por la Cooperación Suiza en cuatro ciudades del país, precisa que la combustión por la grasa de los pollos con el carbón encendido produce gases contaminantes de consideración, el humo que estos emanan a través de hornos de pollería que son producidos por la combustión de la grasa con el carbón encendido, conlleva una serie de partículas contaminantes que se concentran en el aire e incluso en el mismo pollo a la brasa, lo que a largo plazo puede afectar la salud de las personas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar los contaminantes del aire generados por la combustión de carbón vegetal en hornos de pollerías de la ciudad de Tacna

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Identificar y cuantificar las fuentes de emisión de los contaminantes atmosféricos de pollerías en la Ciudad de Tacna.
- b. Identificar los tipos contaminantes generados por combustión de carbón vegetal en hornos de las pollerías en el área de estudio.
- c. Proponer medidas de control para la minimización de emisiones de gases contaminantes atmosféricos.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La evaluación de los componentes de las emisiones gaseosas que tienen origen en hornos de pollerías en la Ciudad de Tacna, constituirá una herramienta para la

minimización y control de la contaminación atmosférica.

1.5.2. Hipótesis específicas

La evaluación de los componentes de las emisiones gaseosas que tienen origen en hornos de pollerías en la Ciudad de Tacna, constituirá una herramienta para la minimización y control de la contaminación atmosférica.

- a. La Identificación de las fuentes de emisión de los contaminantes atmosféricos de pollerías en la Ciudad de Tacna, permitirá conocer la cantidad de fuentes emisoras.
- b. La Identificación de los tipos contaminantes generados, nos permitirá proponer el tratamiento o control adecuado.
- c. La Proposición de medidas de control en las fuentes de emisión de las pollerías, nos permitirá la minimización de los gases contaminantes atmosféricos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En el estudio de Diaz et al. (2021) indica que, el uso de leña y carbón en la elaboración de pollos asados constituyen fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos, asociado a ellos están otras actividades de la región que permite dimensionar y entender la problemática ambiental; el estudio aplicó factores de emisión relacionando la producción y tipo de infraestructura utilizada en la actividad lo que permite que los gases con emisiones más altas fueron el dióxido de carbono que alcanzo valores de (CO_2 , 5312,12 toneladas por año), para el monóxido de carbono (CO , 290,13 toneladas por año), mientras que las partículas de PM_{10} fue más abundante de (27,23 toneladas por año) y estos son indicadores que contribuyen a la contaminación ambiental.

En el trabajo realizado por Troncoso et al. (2018), obtuvo resultados en donde el 74 % de hogares usan carbón vegetal como combustible principal, pero el más usado por la comunidad semiurbana es el gas licuado del petróleo (GLP) (59 % mayor que 43 %) y en la comunidad rural es la leña (49,6 % mayor que 22,8 %) lo cual se encontró un porcentaje mayor de enfermedades respiratorias en hogares que usan leña o carbón (45 % mayor que 29 %).

Morales (2003), Usó un modelo matemático de dispersión gaussiano de contaminantes atmosféricos para estimar las emisiones generadas por locales de alimentos a las brasas en San José, Costa Rica, como resultado de la evaluación se determinó que un local de este tipo emitió 590 miligramos por segundos generando efectos a la salud en un radio de 1 400 m. Se concluye que es necesario que su sistema de extracción contemple la prevención de riesgos por inhalación de humos de los clientes, así como también de los operarios

2.1.2. Antecedentes nacionales

Consultamos el trabajo de García (2019), estudio que tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica de estudios relacionados al uso de carbón vegetal en pollerías, donde una de las conclusiones refiere que las emisiones de gases de combustión procedentes de chimeneas en hornos de pollos a la brasa contiene un promedio de 12,58 % de CO_2 , 13,90 % volátiles, 8,11 % de cenizas volátiles y 56,00 % de nitrógeno, evitando que los aceites de los pollos a la brasa no intervengan en la combustión del

carbón.

En el estudio realizado por Cruz et al. (2018), refiere que las pollerías son fuentes directas de contaminación del aire y a la falta de normativa que regule esta actividad no se evidencia medidas de mitigación para la solución de problemas ambientales, por lo que elabora la propuesta de utilizar filtro de monolito de carbón donde los resultados indica que a un 60 % de ácido fosfórico y comprimido a 600 psi, se obtuvo una disminución de CO (28,93 %).

El trabajo de investigación realizado por García (2022), se enfocó en la determinación de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y monóxido de carbono (CO) de las pollerías, de acuerdo a los resultados realizados por el monitoreo en el aire pone en evidencia que las emisiones por monóxido de carbono (CO) presentó un aumento en la incidencia de concentración, estos valores superan los parámetros de los Estándares de Calidad Ambiental (aire) causando un impacto desfavorable en la salud de las personas y en la calidad del aire en la Ciudad de Huarmey.

La presente investigación realizada por Llamocca y Parián (2021), cuyo objetivo fue reducir el Monóxidos de Carbono (CO) que fueron generadas por las pollerías en el distrito de Villa el Salvador mediante un filtro de cascara de la naranja, el resultado obtenido concluye que el filtro de cascara de naranja valencia 50 % presentó una mayor disminución en cantidades de gramos un total de 269 g, logrando así reducir la emisión del Monóxido de Carbono (CO) hasta en un 71 %.

El estudio realizado por Iparraguirre (2016), cuyo objetivo principal fue recomendar un sistema de lavado de gases de combustión generados por las chimeneas de hornos de pollos a la brasa en la Ciudad de Trujillo con el objetivo de minimizar las emisiones, la cual se efectuó las evaluaciones en pollerías de mayor concurrencia determinando que las emisiones por chimeneas de hornos de pollos a la brasa emiten un promedio de 10,9 kg de gases de combustión por 1 kg de carbón vegetal, lo se concluyó que el sistema de la lavado de gases que se encuentra a la salida de la chimenea del horno de pollos a la brasa reducen hasta en un 88,4 % las emisiones.

2.2. Bases teóricas

En su estudio Lizárraga et al. (2019), refiere que es importante contar con resultados de emisiones de pollerías para controlar los contaminantes atmosféricos que se emiten en hornos de pollerías y otras acciones de reduzcan las emisiones, para lo cual desarrollo el modelo AERMOD para la dispersión de contaminantes. Así mismo Robles (2021), en

su estudio refiere los contaminantes PM_{2.5} y PM₁₀ medidos al interior de las pollerías determinan efectos negativos sobre la calidad del aire ambiental.

Las pollerías y restaurantes constituyen fuentes de área y es la segunda fuente de emisiones de material particulado fino, y que el uso de hornos mejorados disminuye las emisiones de CO, CO₂ y SO₂ comparado con el uso de hornos tradicionales, según estudio de (Cuestas et al., 2021).

El estudio investigado por Berrocal (2019), Nos indica que el carbón vegetal es un sólido, poroso, frágil de color negro, tiene una fórmula química que es 3C₁₆H₁₀O₂. La cual tiene un amplio uso de diferentes actividades energéticas, domésticas, así mismo para purificar el agua, etc.

Según el Plan a Limpiar el Aire de Arequipa (2014), refiere que la elaboración de pollos a la brasa se desarrolla en hornos tradicionales y el 2 % de contaminación atmosférica proviene de esta fuente siendo perceptible en las calles céntricas del distrito de Arequipa, por lo que proponen diseñar un horno que minimice las emisiones.

En el estudio de inventario de emisiones desarrollado por la Municipalidad Provincial de Tacna (2009) determino las fuentes de contaminación atmosférica tienen como causa las actividades antrópicas, siendo las fuentes de área, pollerías y otros servicios que corresponde a un 2,5 % y fuentes puntuales a un 8,3 %.

Según el Protocolo nacional de Calidad del Aire, se debe realizar acciones que permitan obtener información de seguimiento y comportamiento de la calidad del aire para la prevención de riesgos a la salud ambiental respecto a la calidad del aire y para la determinación de parámetros se debe tomar como referencia los inventarios de emisiones de tipo técnico científica.

Tabla 1

Parámetros a priorizar en función según la fuente vinculada

Fuentes vinculadas	Parámetros a priorizar	Referencia bibliográfica
Parque automotor, vías pavimentadas y zonas urbanas	PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , CO, C ₆ H ₆ y O ₃ (ozono debido a emisión de precursores)	EMEP/FEA air pollutant emission inventor y guidebook 2016 (1,2.3.b.iLv Road transport 201) AP 42, Chapter 1,3,2,1 Paved roads.

Nota. Extraído del Protocolo Nacional de Calidad el Aire.

2.2.1. Aire

Es un bien común limitado y esencial para la vida de las personas, por lo que su uso esté sujeto a varios lineamientos regulatorios para poder evitar su deterioro por su uso inadecuado, manteniendo así su pureza y garantizar el desarrollo de los seres vivos que existen en la tierra y su conservación natural para proteger la tierra (OPS, 2005).

2.2.2. Contaminación del aire ambiental exterior

Cuando los contaminantes alcanzan altas concentraciones, la calidad del aire Exterior se deteriora, por cual afecta negativamente a la salud de toda la población y al Medio Ambiente (OPS, 2018). Según la OMS: “Cuando aparece una o varias sustancias extrañas en determinadas cantidades y durante determinados periodos de tiempo existe contaminación del aire que pueden ser riesgoso para el ser humano, los animales, las plantas o tierras, así como también podría perturbar el bienestar o el uso de los bienes

2.2.3. Atomización

Pulverizar, es la consecuencia de propagar un líquido mediante goteo o segmentar en pequeñas porciones (Pérez, 2017).

2.2.4. Emisión

Vertido de las sustancias contaminantes a la atmosfera. Las emisiones se agrupan en cuatro principales categorías: Fuentes Naturales, Fuentes Móviles, Fuentes de Área y Fuentes fijas (OEFA, 2015).

2.2.5. Dióxido de Azufre (SO₂)

Es el resultado del oxígeno con azufre, es un gas incoloro que a mayor concentración tendrá olor muy fuerte y penetrante que estos irritaran los ojos y vías respiratorias. Este impacto es generado por el ser humano al hacer las quemas de los combustibles fósiles. Según (Induanalisis, Laboratorio, monitoreo, consultoría y equipo. Bucaramanga - Col., s. f.).

2.2.6. Inmisión

Concentración de contaminantes en la atmósfera, normalmente a nivel del suelo, de forma temporal o permanente” (D.S. 074- 2001 –PCM).

2.2.7. Impacto a la salud

La exposición a los niveles altos de contaminación de aire puede provocar una variedad de resultados adversos en la salud; la contaminación del aire aumenta los riesgos de infecciones respiratorias, enfermedades cardíacas y accidentes cerebrovasculares y cáncer de pulmón (OPS 2018).

2.2.8. Emisiones de dióxido de carbono (CO₂)

Este gas es el principal contaminante que se emite por las actividades realizadas por el ser humano, en la combustión de los combustibles fósiles: gas natural, carbón, petróleo. Asimismo, se presenta de manera natural en la atmósfera como parte del ciclo del carbono de la tierra, según (US EPA , 2023).

2.2.9. Monóxido de carbono (CO)

Es un gas incoloro e inodoro que puede causar la muerte si se respira a niveles elevados, estos entran a los torrentes sanguíneos e impide que el oxígeno entre al organismo. También se producen cuando se enciende cualquier combustible ya sea petróleo, gas natural, carbón, gas propano o gasolina. Según (US EPA , 2023).

2.2.10. Efectos de los compuestos orgánicos volátiles para la Salud

Los efectos producidos por el COV sobre la salud pueden variar ampliamente según el compuesto, desde efectos altamente tóxicos hasta efectos desconocidos. Estos efectos dependerán de la naturaleza de cada compuesto hasta el grado de duración y su exposición del mismo. La exposición a estos contaminantes puede ocurrir por inhalación, ingestión o contacto con la piel.

En general, la exposición prolongada a los COV puede causar lesiones al hígado, los riñones y el sistema nervioso central y cáncer. La exposición a corto plazo puede causar irritación ocular y las vías respiratorias, dolor de cabeza, mareos, alteraciones visuales, fatiga, pérdida de coordinación, reacciones alérgicas a la piel, náuseas y trastornos de la memoria (ISTAS, 2008).

2.3. Definición de términos

2.3.1. Contaminantes primarios

Son sustancias que se emiten directamente a la atmósfera, por una fuente de emisión determinada, por ejemplo: monóxido de carbono (CO), óxido de azufre (SO_x), óxidos de

nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) material particulado, entre otros (OEFA, 2015).

2.3.2. Contaminantes secundarios

Aquellos originados en el aire que estos resultan por las reacciones en la atmósfera entre los contaminantes primarios y los contaminantes existentes en la atmósfera. Por ejemplo: ozono (O₃), hidrocarburos (HC), sulfatos (SO₄), nitratos (NO₃), ácido sulfúrico (H₂SO₄), material particulado (PM), entre otros (OEFA, 2015).

2.3.3. Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Este grupo de gas (NO_x) es muy reactivo, esta principalmente formado por Óxido Nítrico (NO) y Dióxido de Nitrógeno (NO₂). Estos contaminantes tienen como principal origen realizado por las actividades humanas, especialmente en la combustión a temperaturas altas. Los NO_x pueden contribuir a la formación de ozono (O₃) fotoquímico que trae consecuencia a la salud de la población (OEFA, 2015).

2.3.4. Óxidos de azufre (SO_x)

Este grupo de gases es incoloro que llegan a producirse por la combustión de toda sustancia que contenga azufre, como la leña, el carbón y sus derivados. La fuente principal es la quema de estos fósiles que son producidos por la actividad humana (OEFA, 2015).

2.3.5. Material particulado (PTS)

El término partículas se refiere a los fragmentos sólidos o gotas líquidas de pequeños tamaños que se encuentran en el aire, puede ser, polvos, aerosoles, humos o neblinas. Estas se expresan en el aire en mg o µg (miligramo o microgramo) de partículas por m³ de aire (OEFA, 2015).

2.3.6. Compuestos orgánicos volátiles

Son contaminantes del aire que cuando se mezclan con el Óxido de Nitrógeno (NO_x) estos reaccionan y forman Ozono (O₃). Asimismo, estos reaccionan activamente en la troposfera y en la estratosfera por lo que contribuye a la formación del smog fotoquímico y al efecto invernadero (ISTAS, 2010).

La liberación de COVs se da principalmente por la quema de combustibles, como gasolina (transporte terrestre), carbón, madera, pinturas, plásticos, entre otros (ISTAS, 2010).

2.3.7. Factores de emisión

Son las relaciones entre la cantidad de un contaminante emitido hacia la atmosfera y una sola actividad. Las fuentes de emisión se agrupan en cuatro categorías principales: Fuentes móviles, fijas, áreas y naturales (OEFA,2015).

2.3.8. Zona de atención prioritaria

Son aquellas ciudades y centros poblados con una alta densidad poblacional mayor a 250,000 por ha, donde se encuentra mayores actividades socioeconómicas; ya sea industrial, parque automotor y comercial que tienen una influencia sobre la calidad del aire, donde toman en cuenta las enfermedades a la población (MINAM,s.f.).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es de tipo básica, dado que se observan los hechos según la realidad que permita su comprensión. Por otro lado, el estudio es de nivel descriptivo y correlacional que consiste en identificar, describir y estimar las emisiones de contaminantes de las pollerías en la Ciudad de Tacna que comprende uso de carbón vegetal para la preparación de pollos a la brasa.

3.2. Acciones y actividades

Etapa 1: Fase de coordinación y visita a autoridades de gobierno local.

Según coordinaciones con cada representante de gobierno local de la ciudad de Tacna, se accede al padrón de número de servicios comerciales de pollerías por distrito de la ciudad de Tacna.

Etapa 2: Fase de campo.

La técnica de análisis de muestra de estudio, determina la intervención de 45 pollerías que serán distribuidas según estratos por distrito, se realizó visitas a cada servicio comercial, donde se realizó reconocimiento de zona, ubicación de chimeneas, facilidades de acceso, entre otros.

Etapa 3: Recolección de información.

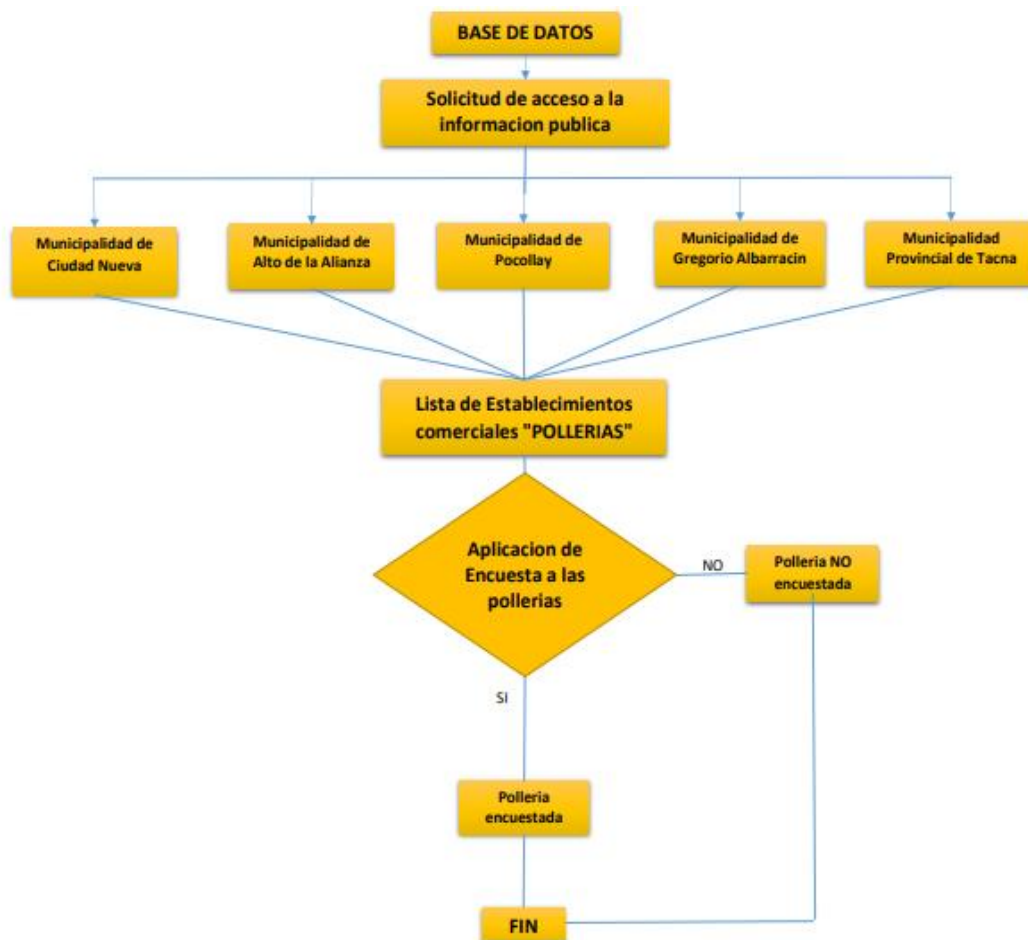
Se aplicó el instrumento de recolección de información, teniendo en consideración los horarios de funcionamiento de las pollerías, facilidades de acceso a la información y además de evaluar si cuentan con chimeneas y otros.

Etapa 4: Procesamiento de información.

En esta etapa se procesa la información y se estima e identifica el tipo de contaminantes atmosféricos emitidas por la pollería para lo cual se aplicó la Guía sobre Técnicas para el inventario rápido de contaminación ambiental (Economopoulos, 2002) de la OMS. y el método de factor de emisión de la Agencia de la Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA).

Figura 1

Diagrama de flujo de metodología de obtención de datos según área de estudio



Etapa 5: Medición de contaminantes atmosféricos en pollerías.

En esta etapa, como aporte al estudio y a fin de contar con datos de concentración de contaminantes atmosféricos en tiempo real, se realizó mediciones de contaminantes atmosféricos utilizando el equipo Analizador de Gases marca TESTO 340 equipo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna.

3.3. Materiales y/o Instrumentos

3.3.1. Materiales

Los materiales que fueron utilizados para el desarrollo de la investigación se detallan y describen en la siguiente Tabla 2

Tabla 2*Especificación y descripción de Materiales*

Material	Descripción	Cantidad
Engrapador	Metal tipo alicate	01
Porta Notas	Ecológico impreso 7 cm x 7,5 aprox. Con notas y banderitas adhesivas	02
Perforador	De 2 espigas para 30 hojas	01
Tableros	Material acrílico tamaño A4 con sujetador de metal	02
Cartucho Toner	Para impresora multifuncional	01
Hojas bond	Hojas blancas A4 210 x 297 mm. De 75 g.	500
Bolígrafos	Retráctil con tinta gel con sujeción de caucho y clip de color, punta de bola de 0,7 mm. Y trazo de 0,4 mm.	10

3.3.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados para el desarrollo de la investigación se detallan y describen en la siguiente Tabla 3

Tabla 3*Especificación y descripción de Instrumentos*

Equipo	Detalle/descripción	Cantidad
Portátil GPS	Marca Garmin para coordenadas UTM	01
Laptop	ACER i5 / 8TH GEN	02
Cámara fotográfica	Panasonic Lumix	01
Impresora multifuncional	Marca Kyocera	01
Equipo Analizador de gases	Marca TESTO 340	01

3.4. Población y/o muestra de Estudio**3.4.1. Población**

La población de estudio está determinada por el número de servicios comerciales de pollerías, para lo cual se coordinó con las diferentes municipalidades a fin de acceder con el padrón de administrados por distrito y el plano catastral de pollerías existentes en estos distritos.

Tabla 4*Establecimientos comerciales “pollerías” por Distrito*

Distritos de Tacna	Numero de Pollerías
Ciudad Nueva	16
Alto de la Alianza	20
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	46
Pocollay	5
Tacna	17
Total	105

Nota. Información proporcionada por las distintas Municipalidades de la ciudad.

Teniendo en cuenta el padrón de administrados de cada gobierno local, y según visita de campo se observó, que para el distrito de Ciudad Nueva (03) pollerías se encuentran cerradas, para el Distrito de Alto de la Alianza (06) pollerías están cerradas y (05) pollerías han cambiado de giro comercial de vidrierías a restaurant y para el distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa (12) han cambiado de giro comercial y se encuentran cerradas y (05) no permitieron el acceso a obtener información.

3.4.2. Muestra

Se utilizó como muestra el **Muestreo aleatorio estratificado**, esto quiere decir que los investigadores podrán utilizar esta técnica en la población para así distinguir los números de pollerías en la Ciudad de Tacna, donde:

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1) + Z^2pq} \quad (1)$$

n: Tamaño de muestra inicial: 105

N: Tamaño de muestra optimo: 45

p=q=1-p= 0,5 (probabilidad de éxito ò fracaso)

q: Proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio

Z.: Nivel de confianza: 95%

Aplicando los cálculos se determina la muestra de 45 encuestados por servicio comercial de pollería. Posterior a ello, se aplicó la ficha de recolección de datos, del uso de carbón vegetal, horas de trabajo, cantidad de pollos que hornean y otras según características necesarias para la obtención de datos y así calcular las emisiones de

contaminantes atmosféricos según metodología CEPIS

Se sabe que existen una gran demanda de Pollerías en ciertos puntos en los diferentes distritos de Tacna; al igual que Pollerías que no cuentan con permisos, se retiraron o cambiaron rubro en el mercado por el Sars-cov-2.

3.5. Operacionalización de variables

La tabla 5 indica la Operacionalización de las variables de la investigación

Tabla 5

Operación de Variables

Variables	Dimensiones	Indicador	Unidad / Categoría
Variable Independiente: Fuentes de emisiones gaseosas	Calidad Ambiental	Tipo de fuente de emisión fuente de Área: Hornos de pollería Cantidad de carbón vegetal consumido en hornos de pollería	Tipo de actividad: Pollerías Tipo de combustible utilizando por las Pollerías
Variable Dependiente: Concentración de contaminantes atmosféricos	Calidad Ambiental	Tipo de emisión de contaminante: COx, COV, PTS; NOx, SOx	Emisión de contaminantes ton/año Cálculo de factor de emisión-metodología - OMS-EPA

3.6. Procesamiento y Análisis de datos

3.6.1. Ficha de recolección de datos

Para la recolección de datos se aplicó la Ficha de recolección de datos, para recopilar datos de fuentes de área en función a la base de datos de cada gobierno local según el área de intervención, teniendo en cuenta los siguientes datos:

- Datos generales
- Ubicación
- Coordenadas de geo-posicionamiento
- Consumo de carbón vegetal

- Horas de trabajo
- Cantidad de pollos horneados
- Otras características

3.6.2. Producción y registros de datos

Para obtener la información necesaria para el desarrollo del estudio se solicitó a través de la Universidad Privada de Tacna, un oficio dirigido a las diferentes entidades públicas para el levantamiento de información del estudio de investigación titulada “Evaluación de los contaminantes del aire generados por la Combustión de carbón vegetal en Hornos de Pollerías en la Ciudad de Tacna”. Cabe mencionar al momento de aplicar el instrumento de recolección de la información se tuvo limitaciones de brindar la información por parte de los propietarios de las pollerías lo que implicaba replantear las visitas de campo. Posterior a ello, se procesó la información haciendo uso de hojas de cálculo Excel, seguidamente se realiza el cálculo de las emisiones aplicando el método de factor de emisión según la EPA (Agencia de Protección ambiental).

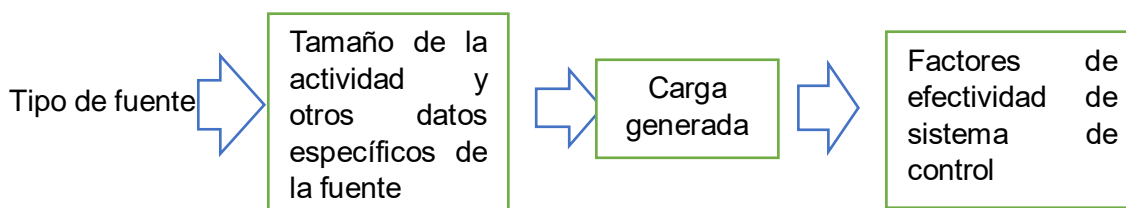
El factor de emisión se define como la carga normalizada liberada de un contaminante expresada en Kg/ unidad de actividad que caracteriza a la fuente emisión, según la evaluación rápida de la OMS y para este caso se utilizó el factor emisión de la EPA (Compilation of air Pollutant Emission factor – AP.42).

La fórmula de cálculo generalizada es la siguiente:

$$E_x = (\text{Factor}_{\text{CIU}}) * U \quad (2)$$

Donde:

- E_x : Emisión de contaminante “x”
 Factor $_{\text{CIU}}$: Factor CIU, en kg por unidad U
 U : Unidad de actividad



3.6.3. Instrumento de medición

A fin de fortalecer el estudio y contar con datos de monitoreo de mediciones a tiempo real se utilizó el equipo Analizador de Gases TESTO; cabe mencionar que durante el desarrollo de esta etapa se tuvo restricciones al momento de realizar las mediciones en campo como es la accesibilidad a chimeneas y realizar la medición, otro factor es la altura de las chimeneas y por último la negación por parte de los propietarios para acceder el ingreso a cada servicio comercial.

Para la medición de contaminantes atmosféricos se utilizó el equipo Analizador de Gases marca TESTO 340 de la Figura 2, que cuenta con certificado para la medición de gases; aplicando el tipo de combustión vegetal para hornos de pollerías

Figura 2

Analizador de gases Testo 340



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

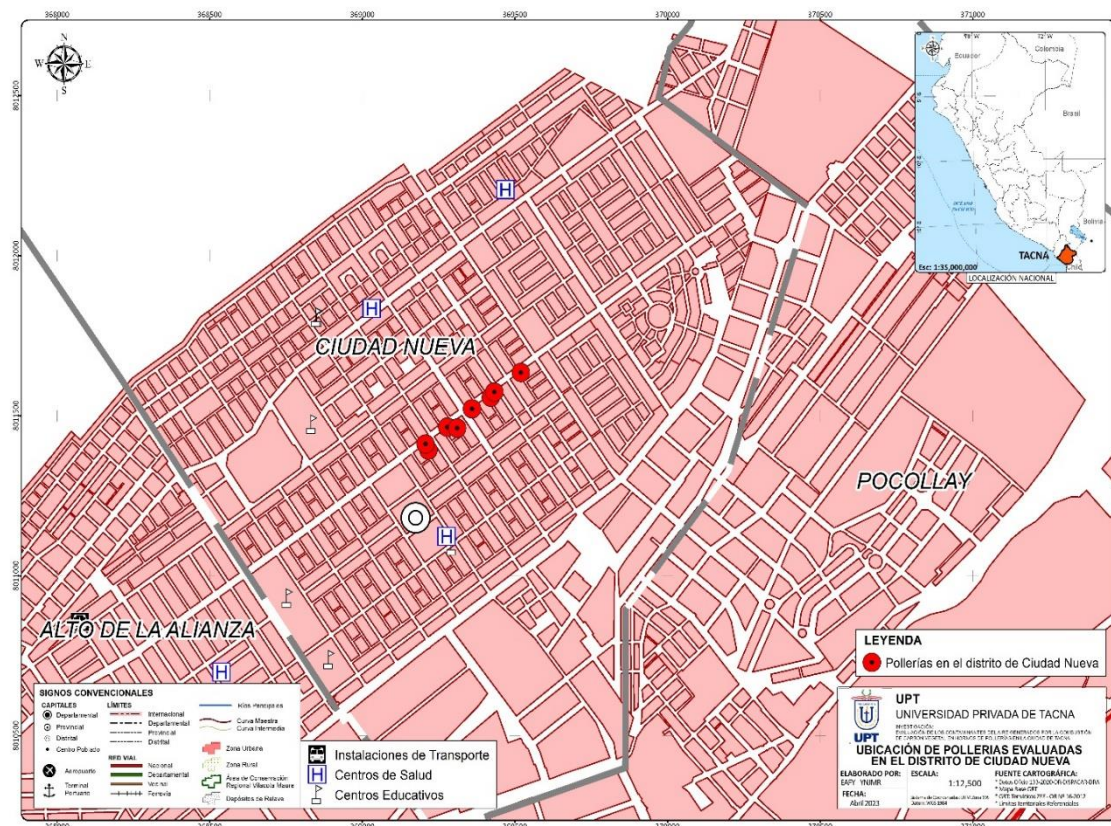
4.1. Identificar y cuantificar las fuentes de emisión de los contaminantes atmosféricos de pollerías en la Ciudad de Tacna

4.1.1. Ubicación área de estudio de pollerías en la Ciudad de Tacna

Se presenta planos de ubicación de los servicios comerciales “pollerías” que se encuentran en los diferentes distritos de la Ciudad tales como Ciudad Nueva, Alto de la Alianza, Pocollay, Gregorio Albarracín Lanchipa y cercado de Tacna teniendo un total de muestra de 45 pollerías (Anexo 19).

Figura 3

Ubicación de pollerías encuestadas en el Distrito de Ciudad Nueva



En la figura 3 se observa las pollerías identificadas como fuente de área en el distrito de Ciudad Nueva, observándose que la presencia de las pollerías se concentra en la avenida principal del distrito siendo la Av. Internacional; al respecto mencionar que algunas pollerías se encuentran cerradas, los horarios de atención son variados y la poca predisposición a brindar información sobre la actividad de servicio.

Tabla 6

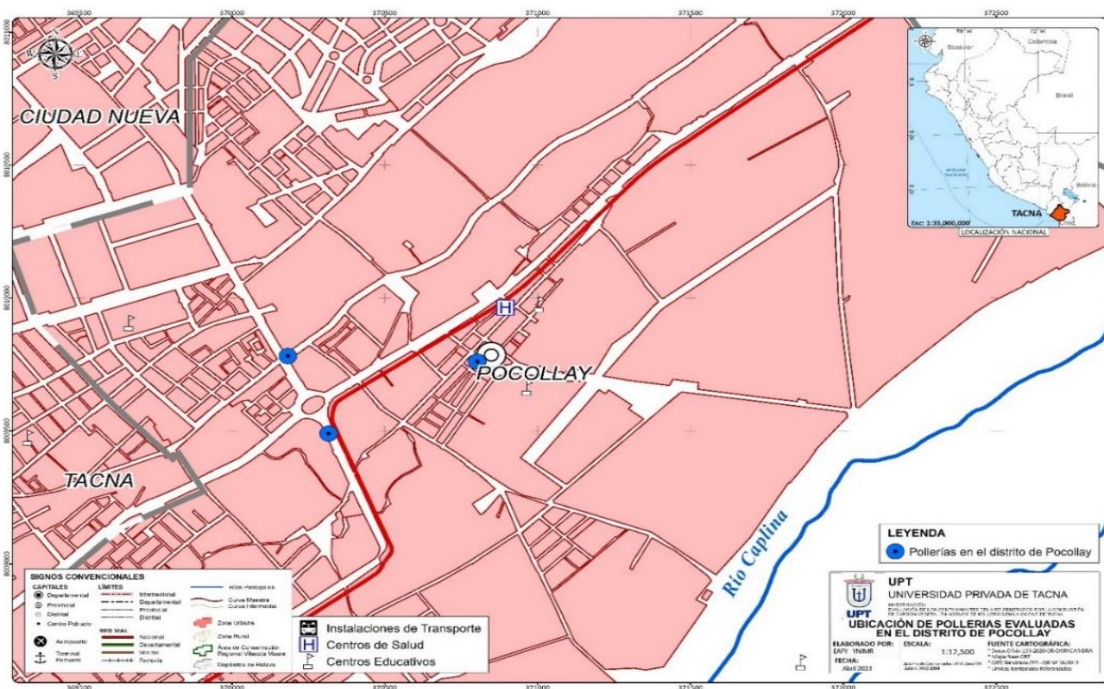
Coordenadas de ubicación de pollerías encuestadas – Ciudad Nueva

Actividad	Código	Coordenadas UTM	
		WGS 1984 ZONA 19	
		este (m)	norte (m)
Pollería	CN-01	369,216	8,011,392
	CN-02	369,207	8,011,411
	CN-03	369,278	8,011,464
	CN-04	369,310	8,011,461
	CN-05	369,359	8,011,521
	CN-06	369,421	8,011,557
	CN-07	369,432	8,011,574
	CN-08	369,519	8,011,635

Nota. Mediante el Sistema de Posicionamiento Global se pudo obtener las Coordenadas UTM de cada Distrito.

Figura 4

Ubicación de Pollerías encuestadas en el Distrito de Pocollay



En la figura 4 se muestra la ubicación de las pollerías en el distrito de Pocollay donde se aplicó la Ficha de recolección de datos según área de estudio.

Tabla 7

Coordenadas de ubicación de pollerías encuestadas - Pocollay

Actividad	Código	Coordenadas UTM	
		WGS 1984 ZONA 19	
		este (m)	norte (m)
Pollería	PO-01	370,316	8,009,490
Pollería	PO-02	370,802	8,009,760
Pollería	PO-03	370,183	8,009,781

Nota. Mediante el Sistema de Posicionamiento Global se pudo obtener las Coordenadas UTM de cada Distrito.

Figura 5

Ubicación de Pollerías encuestadas en el Distrito de Alto de la Alianza



En la figura 5 se observa la ubicación de las pollerías del distrito de Alto de la Alianza donde se aplicó la Ficha de recolección de datos según área de estudio.

Tabla 8

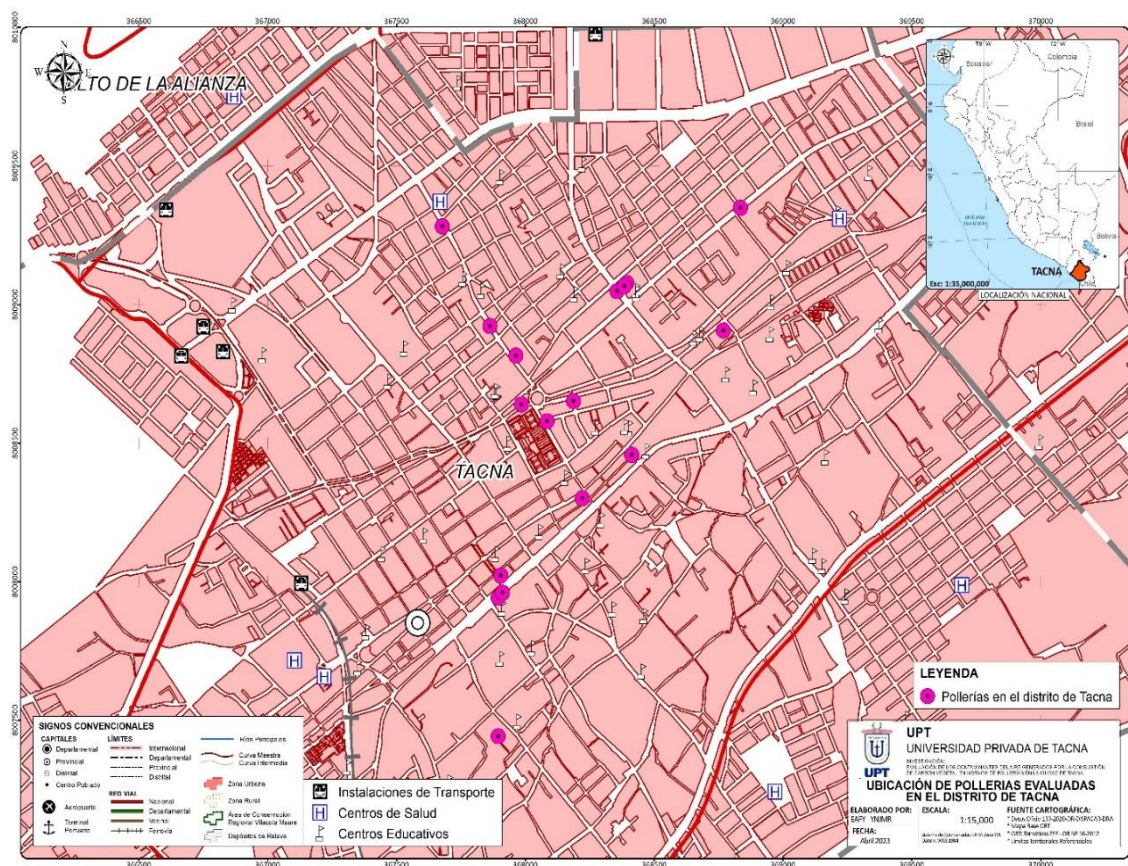
Coordenadas de ubicación de pollerías encuestadas – Alto de la Alianza

Actividad	Código	Coordenadas UTM	
		WGS 1984 ZONA 19	
		ESTE (m)	NORTE (m)
Pollería	AL-01	368,422	8,010,825
Pollería	AL-02	367,462	8,010,003
Pollería	AL-03	367,451	8,010,022

Nota. Mediante el Sistema de Posicionamiento Global se pudo obtener las Coordenadas UTM de cada Distrito

Figura 6

Ubicación de Pollerías encuestadas en el Distrito de Tacna



En la figura 6 se observa la ubicación de las pollerías del distrito de Tacna donde se aplicó la Ficha de recolección de datos según área de estudio.

Tabla 9*Coordenadas de ubicación de pollerías encuestadas - Tacna*

Actividad	Código	Coordenadas UTM	
		WGS 1984 ZONA 19	
		este (m)	norte (m)
Pollería	MPT-01	367,895	8,007,442
Pollería	MPT-02	368,413	8,008,458
Pollería	MPT-03	368,221	8,008,301
Pollería	MPT-04	367,895	8,007,942
Pollería	MPT-05	367,912	8,007,960
Pollería	MPT-06	367,985	8,008,640
Pollería	MPT-07	367,863	8,008,922
Pollería	MPT-08	367,905	8,008,022
Pollería	MPT-09	368,085	8,008,579
Pollería	MPT-10	367,678	8,009,282
Pollería	MPT-11	367,964	8,008,816
Pollería	MPT-12	368,187	8,008,652
Pollería	MPT-13	368,769	8,008,906
Pollería	MPT-14	368,356	8,009,048
Pollería	MPT-15	368,356	8,009,048
Pollería	MPT-16	368,394	8,009,078
Pollería	MPT-17	368,384	8,009,066
Pollería	MPT-18	368,835	8,009,349

Nota. Mediante el Sistema de Posicionamiento Global se pudo obtener las Coordenadas UTM de cada Distrito.

Tabla 10

Coordenadas de ubicación de pollerías encuestadas – Gregorio Albarracín Lanchipa

Actividad	Código	Coordenadas UTM	
		WGS 1984 ZONA 19	
		ESTE (m)	NORTE (m)
Pollería	GAL-01	367,618	8,005,118
Pollería	GAL-02	367,553	8,005,112
Pollería	GAL-03	367,582	8,004,408
Pollería	GAL-04	367,042	8,004,322
Pollería	GAL-05	368,219	8,006,242
Pollería	GAL-06	368,340	8,003,448
Pollería	GAL-07	368,394	8,003,728
Pollería	GAL-08	368,458	8,004,368
Pollería	GAL-09	368,346	8,003,308
Pollería	GAL-10	368,250	8,004,542
Pollería	GAL-11	367,035	8,004,192
Pollería	GAL-12	368,036	8,004,192
Pollería	GAL-13	368,234	8,005,558

Nota. Mediante el Sistema de Posicionamiento Global se pudo obtener las Coordenadas UTM de cada Distrito

Tabla 11

Relación de establecimientos comerciales “pollerías” encuestadas

Distritos de Tacna encuestados	Pollerías encuestadas
Ciudad Nueva	8
Alto de la Alianza	3
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	13
Pocollay	3
Tacna	18
Total	45

En la Tabla 11 se muestra el total de pollerías encuestadas, donde se logró identificar mediante las inspecciones físicas realizadas, acompañados del apoyo técnico de cada Municipalidad. Asimismo, se pudo observar que existen Pollerías que no cuentan con permisos de autorización de funcionamiento y algunos establecimientos se encuentran cerrados o cambiaron de giro comercial a causa de la pandemia de *Sars-cov-2*.

Así mismo, los administrados de los servicios comerciales manifiestan que realizan mantenimiento periódico de los ductos de evacuación o chimeneas de pollerías.

Por ende, los representantes de las diferentes pollerías dan a conocer que ellos realizan mantenimiento a los ductos (cada cierto tiempo).

4.2. Identificación de contaminantes que fueron generados por la combustión de carbón vegetal en hornos de pollerías en el área de estudio

Para la identificación de contaminantes atmosféricos se aplicó la guía de evaluación rápida según la OMS y el factor de emisión de la EPA

4.2.1. Emisiones totales calculadas por contaminante en pollerías

Tabla 12

Emisiones totales por contaminantes para fuente de área “pollerías”

Combustible	N° de pollerías	PTS t/año	NOx t/año	CO t/año	COV t/año	Total t/año
Carbón	45	3,95	2,87	0,88	0,4	8,10

En la tabla 12 se muestra las emisiones totales estimadas por tipo de contaminante determinándose un total de 8,10 tonelada por año; siendo el de mayor generación son las PTS que representa un valor de 3,95 tonelada por año, seguido de NOx con un valor de 2,87 tonelada por año, seguido de CO con un valor de 0,88 tonelada por año y por último el COV con un valor de 0,4 tonelada por año, tal como se muestra en la figura 8

Figura 8

Emisiones por tipo de contaminante en pollerías de Tacna, 2023

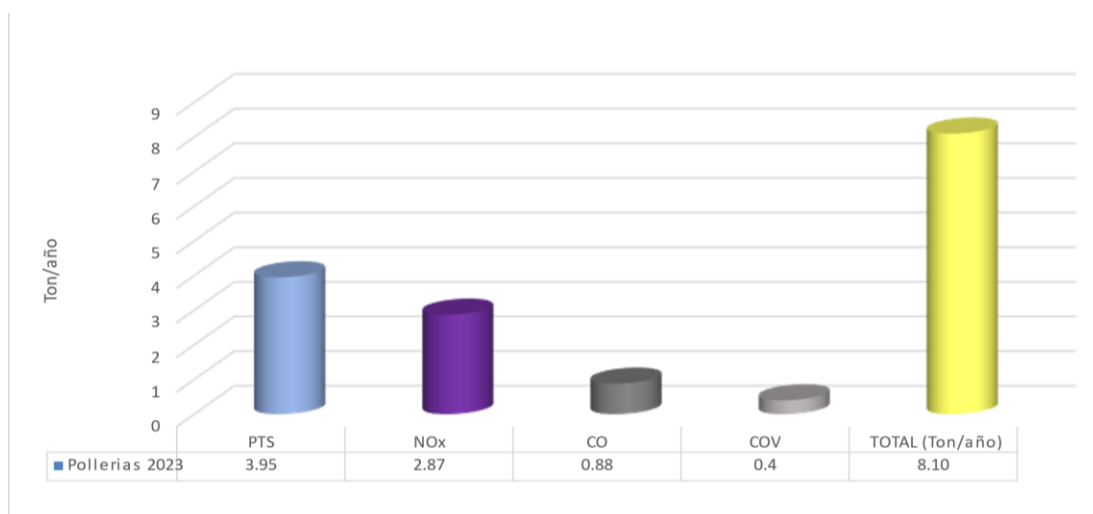
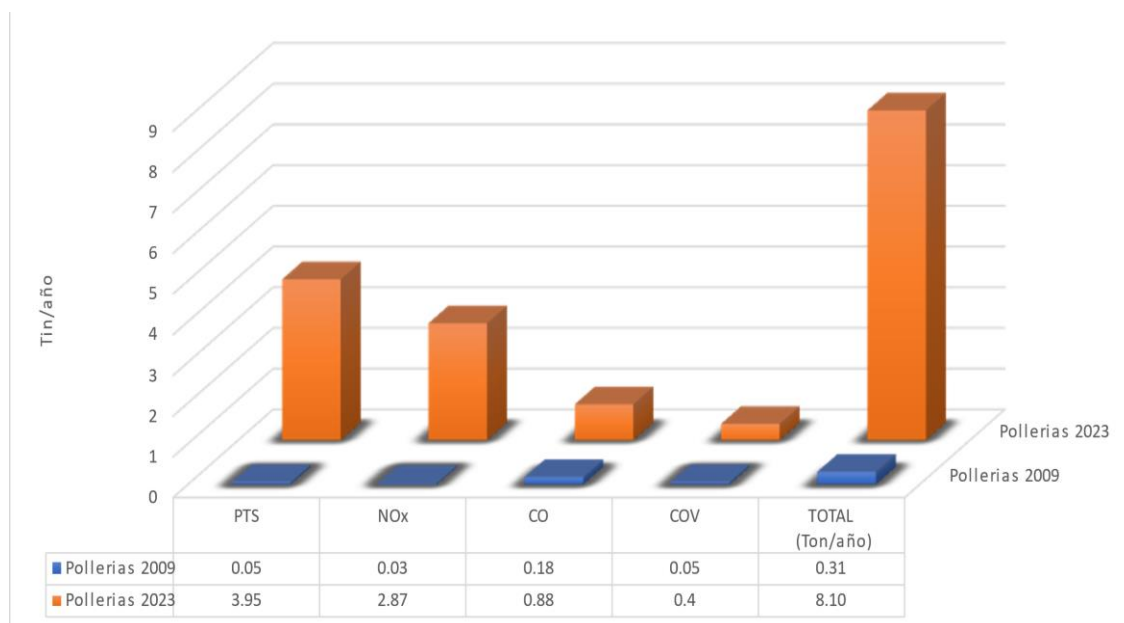


Figura 9

Evaluación comparativa de cálculo de emisiones aplicando evaluación rápida OMS, para los periodos 2009- 2023, en la Ciudad de Tacna



Nota. Obtenido de Municipalidad Provincial de Tacna, Proyecto “Mejoramiento del Sistema de Información para la Determinación de Alertas Atmosféricas en la Ciudad de Tacna”

En la figura 9 se presenta evaluación comparativa de emisiones de fuente de área generadas por pollerías para periodo 2009, estudio realizado por la Municipalidad Provincial de Tacna donde se estimó un valor total de 0,31 tonelada por año y para el periodo 2023 según el presente estudio muestra un valor total de emisiones de 8,10 tonelada por año observándose un incremento donde se estima que estos valores están relacionados con el incremento de servicios de pollería, al incremento poblacional, costo consumo debido a la tendencia relacionada por promociones y costos accesibles para su adquisición; y otros que de manera indirecta influyen en los resultados

Cabe mencionar, que a la fecha no se cuenta con normativa legal aplicable para el control de emisiones atmosféricas en servicios comerciales de “pollerías” por tanto los resultados representan una preocupación por el incremento de contaminantes atmosféricos al presentarse este vacío legal de control.

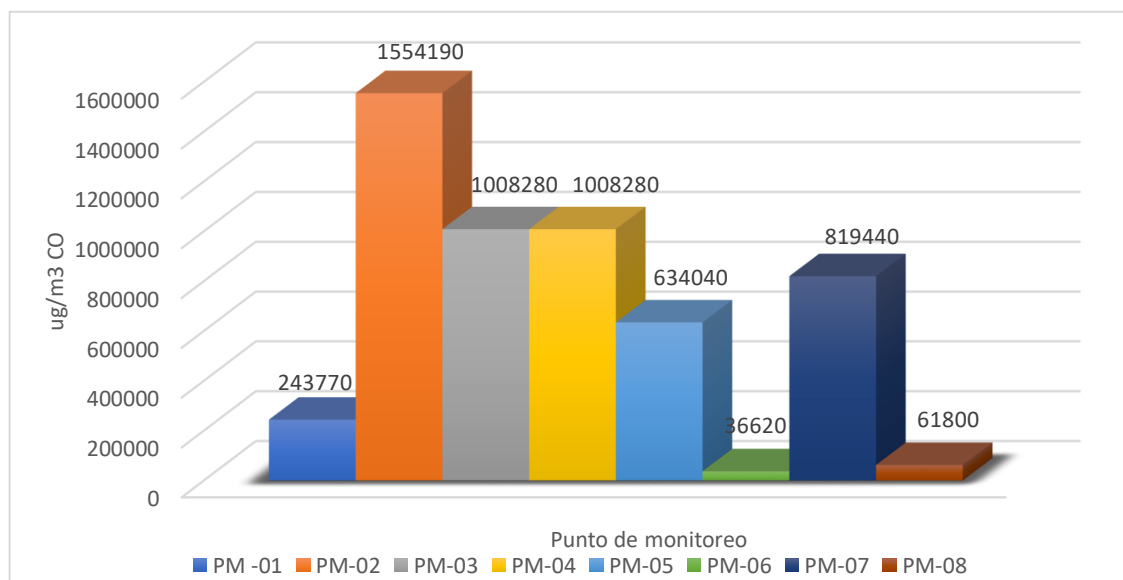
4.2.2. Monitoreo de medición de contaminantes atmosféricos a tiempo real

Se realizó la medición de contaminantes atmosféricos para la determinación de tipo de contaminantes CO y NO_x en tiempo real por pollería intervenida.

Tabla 13*Resultados de medición de contaminantes en pollerías*

Establecimiento	ug/m ₃ CO	ug/m ₃ NO _x
PM-01	243770	0
PM-02	1554190	4900
PM-03	1008280	1230
PM-04	1008280	1230
PM-05	634040	2450
PM-06	36620	1230
PM-07	819440	4900
PM-08	61800	0

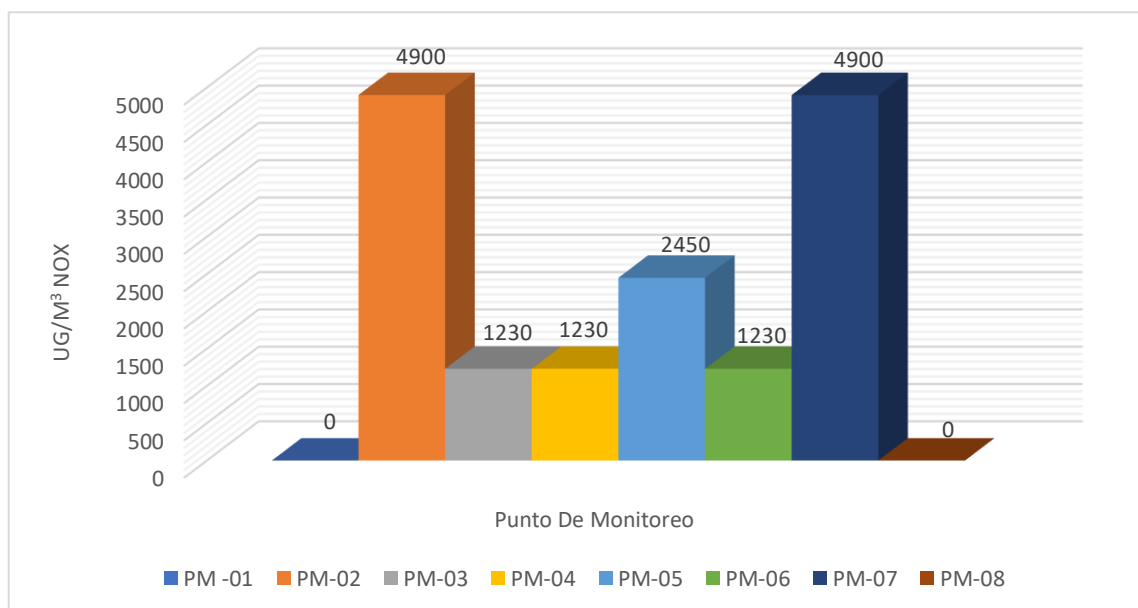
En la Tabla 13 se presenta resultados de medición de contaminantes atmosféricos en pollerías medidos en chimeneas de pollerías, siendo el monitoreo puntal observándose que el contaminante de mayor generación es el Monóxido de Carbono (CO) que tiene altos valores seguido del contaminante de Óxidos de Nitrógeno (NO_x) de menor concentración.

Figura 10*Resultados de medición de contaminantes en chimeneas de pollerías de CO ug/m₃*

En la figura 10, se muestra resultados de medición de contaminantes atmosférico en chimeneas de pollerías, observándose valores elevados en la concentración monóxido de carbono.

Figura 11

Resultados de medición de contaminantes en chimeneas de pollerías de NOx ug/m₃



4.3. Propuesta de medidas de control para la minimización de emisiones de gases contaminantes atmosféricos

Se propone la implementación de hornos mejorados de bajas emisiones, a lo cual se propone el cambio del diseño en los hornos que tienen las brasas por debajo del pollo, pues al contar con las brasas debajo de los pollos en cocción, estas entran en contacto con las grasas del pollo, lo que genera gases contaminantes, según el estudio de Plan a Limpiar el Aire de Arequipa (2013).

El horno de bajas emisiones propuesto, funcionará con el mismo combustible, modificando la ubicación de la parrilla que contiene el carbón vegetal, la cual se instalará en la parte lateral posterior del horno por lo que el goteo de la grasa y aderezos del pollo caerán sobre una bandeja la cual permitirá su acumulación para su posterior recojo y reciclado, evitando así la combustión de grasa y carbón y se evitando la formación de HAPS (agentes contaminantes peligrosos) y reduciendo el volumen de emisiones al Ambiente. Las cuales aplicada tendrán la implementación del horno de bajas emisiones se obtendrían las siguientes ventajas, indicado en la Guía de Buenas Prácticas Ambientales OR N°560-08-MPA de la Municipalidad Provincial de Arequipa.

- Reducción del riesgo a la salud por exposición a compuestos cancerígenos.
- Eliminación de emisiones visibles.

- Reducción de las emisiones aproximadamente en 3,4 veces comparado a un horno tradicional según Manual de Buenas prácticas ambientales de la Municipalidad Provincial de Huancayo
- Disminución significativa de olores.
- Disminución del consumo total de la carga de carbón y tiempo de asado.
- Disminución significativa de grasa en la campana y ducto de salida.
- Disminución significativa de riesgo de incendio en campana y ductos.
- Reciclaje de aceites para la generación de biocombustibles.

Asimismo, este horno ecológico tendrá las siguientes características y dimensiones:

a) Características

- Plancha de acero inoxidable brillante de calidad 1/20? De espesor a los lados.
- Plancha de acero inoxidable brillante de calidad 1/20? De espesor en la frontal.
- Fibra de vidrio en los lados internos, lado derecho e izquierdo del Ecohorno a carbón y la parte frontal.
- Enchapado con ladrillo refractario en la parte posterior, superior y en el piso de la parte interna del horno a carbón, y el piso con agregados calcáreos para la mejor conservación del calor y mejor cocción de los pollos.
- Una puerta levadiza con vidrio visor templado.
- Capacidad 30 pollos a la brasa, al carbón.

b) Dimensiones

- Altura 2,00 m.
- Ancho 1,15 m.
- Largo 1,30 m.

Medidas de la bóveda Ecohorno a carbón son las siguientes:

- Altura 0,79 m.
- Ancho 1,10 m.
- Largo 1,20 m.

4.3.1. Implementación de horno mejorado para las bajas emisiones

Se propone la implementación de un horno mejorado o ecológico de bajas emisiones, ya que este funcionara con el mismo combustible que es el carbón vegetal, donde se modificara la ubicación de las parrillas, la cual esta se instala en la parte lateral posterior del horno, por lo que el goteo de los aderezos y grasa del pollo gotearan sobre una

bandeja la cual se podrá permitir su acumulación, para luego recogerlo y reciclarlo. Asimismo, se podrá evitar la combustión del carbón y la grasa, la cual se evitará que se formen los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs), reduciendo así el volumen de las emisiones del Ambiente.

Las ventajas que tendremos con la implementación del EcoHorno se obtendrán las siguientes

- Disminución significativa de olores.
- Eliminación de emisiones visibles.
- Reducción del riesgo de salud por exposición a compuestos cancerígenos.
- Reducción de las emisiones aproximadamente en 3,4 veces comparado a un horno tradicional.
- Disminución del consumo total de la carga de carbón y tiempo de asado.
- Disminución significativa de grasa en la campana y ducto de salidas.
- Disminución significativa de riesgo de incendio en campana de ductos.
- Reciclaje de aceites para la generación de biocombustibles

4.3.2. Implementación de un Sistema Regenerativo para emisiones

Luego de la implementación del EcoHorno de bajas emisiones, se obtendrán emisiones gaseosas, las cuales serán compuestas de los gases generados por los vapores y la combustión del carbón. Por cual se buscó dos opciones de filtro:

a) Filtro electrostático

Estos filtros se basaran en la propiedad de que las partículas serán atraídas por el campo eléctrico. El gas pasara por canales entre placas cargadas eléctricamente, las cuales captaran el material particulado así dejando pasar el aire limpio hacia el exterior. Un sistema de agitación mecánica a ciertos intervalos permitido soltar el material particulado de las placas, cayendo a una tolva de donde se removerán cada cierto tiempo. Estos equipos tienen una eficiencia por sobre el 95 % y han sido ampliamente aprobado y utilizados en todo el mundo (Gajardo, 2018).

b) Filtro con carbón activo

Trata de la tecnológica más habitual que consiste en la adsorción de contaminantes y olores en el Carbón Activo. Se basa en hacer pasar el aire a tratar a través de un lecho con carbón activado que retendrá los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs).

Todos los átomos de carbón en la superficie de un cristal estos son capaces de atraer las moléculas de compuestos que causan color, olor o sabor indeseables; la

diferencia con el carbón consistirá en la cantidad de átomos en la superficie disponibles para su adsorción. En otros términos, la activación de cualquier carbón consiste en “multiplicar” el área superficial creando una estructura porosa (Universidad de Sevilla, s.f.).

Figura 12

Diseño de horno ecológico para pollería

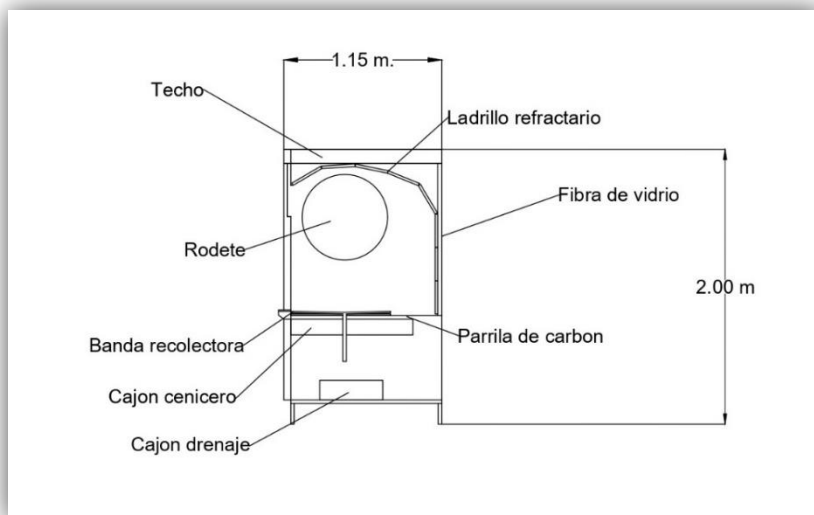


Figura 13

Horno ecológico para pollerías



Nota. Horno ecológico de la Pollería Chave.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Según el censo (2017), Tacna es uno de los departamentos menos poblados con 329 mil 332 habitantes lo que representa el (1,1 %) de la población Nacional. Los resultados de los dos últimos censos de población muestran un crecimiento promedio de (1,3 %) habiéndose incrementado 40 mil 551 habitantes ya que el departamento de Tacna pasó de tener una población de 288 781 en el 2007 a 329 332 en el año 2017. Esto nos indica que pasando los años hubo un aumento en la población, así como de manera indirecta se incrementa el consumo de pollos a la brasa en la Ciudad de Tacna, lo que repercute de manera indirecta el incremento de preparación de pollos a la brasa y por ende se incrementa la generación de contaminantes atmosféricos por combustión del carbón vegetal producidos por los hornos de pollerías hasta el 2023.

Tabla 14

Población Censada en el Departamento de Tacna

Departamento	Total, Población	Hombres	%	Mujeres	%
Tacna	329 332	163 654	49,69	165 678	50,31

Nota. Obtenido de INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Tabla 15

Población Censada en la Provincia de Tacna

Provincia	Total, Población	Hombres	%	Mujeres	%
Tacna	306 363	150 550	49,14	155 813	50,86

Nota. Obtenido de INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

El estudio realizado por Diaz et al. (2021) indicaron que su estudio se aplicó en los factores de emisión en preparación de comida rápida están relacionados con la producción y tipo de infraestructura en la actividad donde las emisiones de gases fueron altas para el dióxido de carbono que tuvo valores de (CO₂, 5 312.12 tonelada por año), con el monóxido de carbono (CO, 290,3 tonelada por año), mientras que en este trabajo de investigación los datos obtenidos para las emisiones de PTS, 3,95 tonelada por año, seguido de NO_x, 2,87 tonelada por año, seguido de CO, 0,88 tonelada por año. y por último para las emisiones de COV, 0,4 tonelada por año.

Morales (2003), utilizo un modelo matemático de dispersión gaussiano para los contaminantes atmosféricos para estimar las emisiones generadas por locales de brasas en San José, Costa Rica. En este estudio se realizó el modelo de la metodología indicada en la Guía de Evaluación de contaminación del Aire: Técnicas para el inventario rápido de contaminación ambiental (P Economopoulos – 2002).

La investigación que realizaron Llamocca y Parían (2021), nos dan a conocer el objetivo para minimizar emisiones de Dióxido de Carbono (CO), el cual ellos presentaron un filtro de cascara de la naranja, donde lograron reducir hasta un 71 % de (CO). En la propuesta de este trabajo de investigación se busca implementación de hornos mejorados, por lo que se propone un cambio de diseño que tienen las brasas por debajo de los pollos. Por ende, este tipo de horno, busca la reducción de olores, incendios, eliminación de emisiones visibles, reducción del riesgo de exposición a estos compuestos cancerígenos entre otros.

Iparraguirre (2016), propuso la solución de un sistema de lavado a gases de la combustión que es generado por las chimeneas de los hornos de pollerías para poder minimizar las emisiones, lo que sus resultados indican que el sistema de lavado de gases redujo un 88,4 % sus emisiones. Como en el trabajo se propuso un horno mejorado, también busca implementar un Sistema Regenerativo para las emisiones gaseosas que estos son generados por la combustión del carbón y la cocción del pollo; el filtro electrostático y el filtro con carbón.

Tabla 16*Pollería con acceso para la medición*

Actividad/Empresa	Coordenadas UTM	
	WGS 1984 ZONA 19	
	Este (M)	Norte (M)
PM-01	369,207	8,011,411
PM-02	369,421	8,011,557
PM-03	368,234	8,005,558
PM-04	368,250	8,005,542
PM-05	370,183	8,009,760
PM-06	367,451	8,010,022
PM-07	368,835	8,009,349
PM-08	368,187	8,008,652

CONCLUSIONES

Se logró identificar y cuantificar las pollerías con las coordinaciones respectivas con las diferentes municipalidades solicitando los padrones de administrados y los planos catastrales, un total de 101 establecimientos que contaban con los permisos. Asimismo, se realizó 45 visitas aplicando las encuestas basadas en la metodología indicada en la Guía de Evaluación de contaminación del Aire: Técnicas para el inventario rápido de contaminación ambiental (P Economopoulos – 2002).

Se estimó la concentración de contaminantes atmosféricos obteniendo como resultado de Partículas totales en suspensión (PTS) 3,95 tonelada por año, Óxido de Nitrógeno (Nox) 2,87 tonelada por año, Monóxido de Carbono (CO) 0,88 tonelada por año y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) 0,4 tonelada por año; haciendo un total de 8,10 tonelada por año de emisiones totales generadas por combustión de carbón vegetal en la preparación de pollos a la brasa. Los resultados, representan la importancia de generación de contaminantes atmosféricos por el consumo de carbón vegetal.

Se propuso un horno mejorado para el control y la minimización de las combustiones que genera los hornos convencionales de pollerías en la Ciudad. Este horno ecológico mantendrá el sabor tradicional de los pollos a la brasa solo disminuirá el uso de carbón vegetal y también disminuirá el riesgo de incendio de chimeneas, por ende, reducirá los riesgos de ingerir los compuestos orgánicos cancerígenos protegiendo la salud de la población de Tacna.

Se realizó el monitoreo de emisión de gases contaminantes de las pollerías utilizando el Analizador de gases TESTO 340, comprobándose altas concentración de CO y NOx lo que repercute en el deterioro de la calidad del aire.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los gobiernos locales, realizar actividades de sensibilización dirigido a administrados sobre la presente propuesta de horno mejorado a fin de evaluar la reducción de costos en uso de carbón y repercute de manera indirecta en la generación de emisiones de contaminantes atmosféricos.

Se recomendó a los gobiernos locales monitorear la calidad de aire, en ámbito de sus competencias, acciones que repercutirá en el cuidado de la salud pública y el ambiente.

Finalmente, para concluir se solicita que se fiscalice y se verifique los mantenimientos que realizan las pollerías a los ductos de chimeneas ya que llegan a acumularse grasas en toda su extensión y también puedan dar soluciones a las “marañas de cables” que se encuentran fuera de los establecimientos ya estas se encuentran cerca, lo que provocaría incendios y accidentes a futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de protección Ambiental de Estados Unidos EPA. (2023). *Conceptos básicos sobre el material particulado*. <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>
- Berrocal-Méndez, N. S. (2019). *Producción de carbón vegetal a partir de residuos de Tectona grandis L.f, manufacturado por Ecobosques, San Joaquín de Cutris, San Carlos, Alajuela, Costa Rica*. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10856>
- Convertidor online entre ppm y mg/m³ para gases. (s. f.).
- Cruz, K., López, J., Saldaña, K., & Valderrama, I. (2019). *Disminución de CO mediante un filtro de monolito de carbón de las emisiones generadas por pollerías del centro histórico de Trujillo*. Universidad César Vallejo: <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/cientifi-k/article/view/825>
- Días, N., Vásquez, M.W., Venegas, S.A., Morales I.H., & Hernandez, J.S. (Marzo de 2021). *Emisiones generadas por el consumo de leña y carbón en la preparación de comida rápida*: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-9028202100020001
- DIGESA. (2001). *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del aire*. http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/DS-074-2001-PCM.pdf
- DIGESA. (2005). *Inventario de Emisiones de fuentes fijas cuenca Atmosférica de la ciudad de Iquitos*. http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/inventario_aire/fuentes_fijas/Informe%20Iquitos-Final.pdf
- Economopoulos, A. (2002). *Evaluación de Fuentes de Contaminación Del Aire: Técnicas Para El Inventario Rápido de la Contaminación Ambiental*. CEPIS.
- Emisiones de dióxido de carbono | US EPA. (2023, 7 junio). US EPA. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>
- Gajardo, F. (2018). *Estudio y evaluación del precipitador electrostático en cementos*. Universidad Técnica Federico Santa María: <https://repositorio.usm.cl>

- Garcia, D. (2019). *La combustión de carbón vegetal y sus emisiones en las chimeneas de las Pollerías*. Universidad Privada del Norte: https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26220/Trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n_TOTAL.pdf?sequence=11
- Garcia, L. (2022). *Emisiones de monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno en las pollerías de la Ciudad de Huarmey, Áncash*. Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91714>
- Induanalisis, Laboratorio, monitoreo, consultoría y equipo. Bucaramanga - Col. (s. f.). *Dióxido de azufre (SO₂)*.
- Iparraguirre, L. (2016). *Formulación de propuesta de lavado de gases de combustión en las emisiones de las chimeneas de pollerías de la ciudad de Trujillo*. Universidad Nacional de Trujillo: <https://dspace.unitru.edu.pe/items/fb6780c6-fd53-4c6e-9c20-b8beb151a16b>
- La importancia de la educación ambiental | US EPA. (2023, 18 octubre). US EPA. <https://espanol.epa.gov/espanol/la-importancia-de-la-educacion-ambiental>
- Llamoca, M., & Parían, B.M.R. (2021). *Filtro de cáscara de naranja valencia para reducir el monóxido de carbono emitidas por pollerías*. Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89158>
- Ministerio de Salud. (2001). *Reglamento de Estandares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire*. DIGESA: http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/DS-074-2001-PCM.pdf
- Monóxido de carbono | US EPA. (2023, 11 diciembre). US EPA.
- OEFA. (2015). *Instrumentos básicos para la fiscalización Ambiental*. <https://www.oefa.gob.pe>.
- Universidad de Sevilla. (s.f.). *Manual del carbón Activo*. <http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de modelo encuesta

RESTAURANTES / POLLERÍAS
INVENTARIO DE FUENTES FIJAS
DIAGNOSTICO DE LINEA DE BASE

FECHA:	CODIGO:
---------------	----------------

1. INFORMACION GENERAL

1.1 RAZON SOCIAL:	TELEFONO:	
1.2 RUC:		
1.3 <u>DIRECCIÓN:</u> Urb.:		
Disrito:	Provincia:	DIRR:
1.4 CODIGO CIU INDUSTRIAL:		
1.5 AÑO DE INICIO DE ACTIVIDADES:		
1.6 ACTIVIDAD PRINCIPAL:		
1.7 VISITA ATENDIDA POR Y <u>CARGO:</u>		

2. DE LAS ACTIVIDADES

PERIODO DE TRABAJO: HORAS / DIA: _____ DIAS / MES : _____

MATERIA PRIMA -

TIPO DE CARNE	UNIDAD	CANTIDAD / PERIODO
Pollo		
Carne		

COMBUSTIBLES

TIPO DE COMBUSTIBLE	UNIDAD	CANTIDAD / PERIODO
a. Carbón	<i>Kg</i>	
b. Gas	Balón 10 Kg	
	Balón 45 Kg	
c. Kerosene	Galón	

3. DE LOS EQUIPOS

N° IDENTIF.	TIPO DE HORNO / COCINA	ANTIGÜEDAD (años)	FUNCIONAMIENTO		Sistema de Control	CHIMENEA		
			Horas/Día	Días/Mes		N°	Altura	Diámetro
H1								
H2								

4. OBSERVACIONES

Anexo 2. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Dimensiones	Indicador	Metodología
<p>Problema general</p> <p>¿La evaluación de los contaminantes del aire generados por la combustión de carbón vegetal en hornos de pollerías en la ciudad de Tacna, permitirá identificar y cuantificar las emisiones atmosféricas?</p>	<p>O. General</p> <p>Evaluar los contaminantes del aire generados por la combustión de carbón vegetal en hornos de pollerías de la ciudad de Tacna</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La evaluación de los componentes de las emisiones gaseosas que tienen origen en los hornos de las pollerías en la ciudad de Tacna, constituirá una herramienta para la minimización y control de la contaminación atmosférica.</p>	<p>Independiente</p> <p>Fuentes de emisiones gaseosas</p>	<p>Cali dad</p> <p>ambi ental</p>	<p>Tipo de fuente de emisión:</p> <p>Fuente de área: hornos de pollería</p> <p>Cantidad de carbón vegetal consumido en hornos de pollería</p>	<p>Numero de fuentes de área de emisión: hornos de pollerías</p> <p>Emisión de contaminante Tpr/año: Calculode factor de emisión: Metodología CEPIS-OMS</p> <p>Propuesta de aplicación de alternativas de minimización de contaminante s atmosféricos</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>¿Cómo identificar y cuantificar las fuentes de emisión de los contaminantes atmosféricos en pollerías de la Ciudad de Tacna?</p> <p>¿Cuáles son los tipos de contaminantes generados por la combustión de carbón vegetal en los hornos de las pollerías en el área de estudio?</p> <p>¿Cuáles son las medidas de control para la minimización de emisiones de gases contaminantes atmosféricos?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Identificar y cuantificar las fuentes de emisión de los contaminantes atmosféricos generados por pollerías en la Ciudad de Tacna.</p> <p>Identificar los tipos de contaminantes generados por la combustión de carbón vegetal en los hornos de las pollerías en el área de estudio.</p> <p>Proponer medidas de control para la minimización de emisiones de gases contaminantes atmosféricos</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>La Identificación de las fuentes de emisión de los contaminantes atmosféricos por pollerías de la Ciudad de Tacna, permitirá conocer la cantidad de fuentes emisoras.</p> <p>La Identificación de los tipos de contaminantes generados por los hornos de las pollerías en la ciudad de Tacna, nos permitirá proponer el tratamiento o control adecuado.</p> <p>La formulación de una propuesta de medidas de control en las fuentes de emisión de las pollerías, nos permitirá la minimización de los gases contaminantes atmosféricos</p>	<p>Dependiente</p> <p>Concentración de contaminantes atmosféricos</p>	<p>Cali dad ambi ental</p>	<p>Tipo de emisión de contaminante: COX, COV, PTS;NOX, SOX</p>	<p>Propuesta de aplicación de alternativas de minimización de contaminante s atmosféricos</p>

Anexo 3. Panel fotográfico de las encuestas a pollerías

Figura 14

Encuestando pollerías ubicadas en Alto de la Alianza – Av. Jorge B. Grohmann



Figura 15

Encuestando pollerías ubicadas en Alto de la Alianza - Av. Tarata

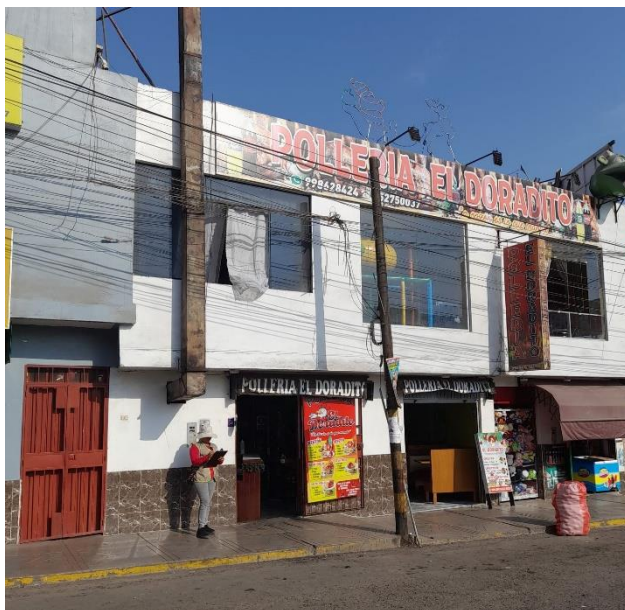


Figura 16

Encuestando pollerías ubicadas en Gregorio Albarracín L. – Av. Humboldt con Collpa

**Figura 17**

Encuestando pollerías ubicadas en Gregorio Albarracín L.



Figura 18

Identificación de pollería sin acceso a la chimenea para medición de contaminantes atmosféricos



En la figura 18 se observa chimeneas de difícil acceso para la medición de contaminantes atmosféricos, siendo las limitaciones la falta de predisposición de los administrados para acceder a realizar el monitoreo, algunas chimeneas se encuentran en zonas inaccesibles, altos nivel de altura de chimeneas lo cual representan una fuente de riesgo a la persona debido a la altura y la inestabilidad de las chimeneas y seguridad del equipo TESTO.

Figura 19

Pollería con fácil acceso a la chimenea para medición de contaminantes atmosféricos



En la figura 19, se muestra pollerías con fácil acceso a la chimenea, para realizar la medición, siendo en número de ocho, las pollerías que se encontró con fácil acceso para realizar la medición, dado que se visitó cerca de 48 pollerías distribuidas en la Ciudad de Tacna. Así mismo, la mayoría instalaciones de pollerías son de alquiler lo que limita el acceso de ingreso a niveles superiores.

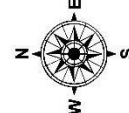
Figura 20

Monitoreo a pollerías seleccionadas



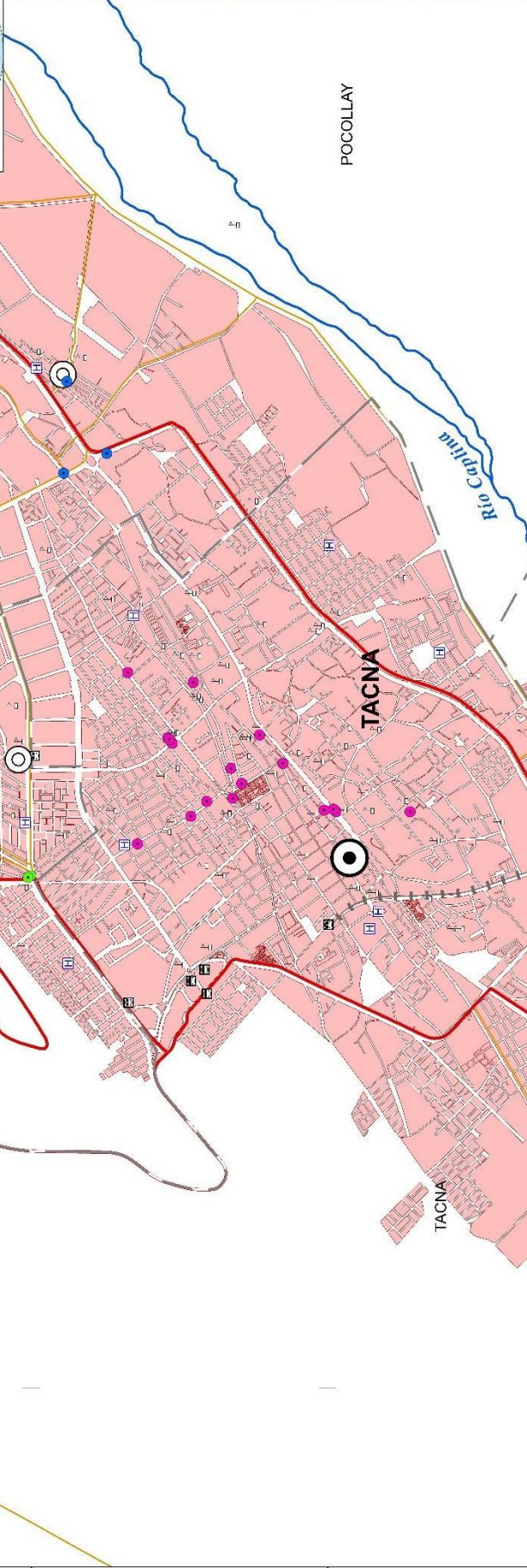
En la figura 20 se muestra el monitoreo de las emisiones generadas por las pollerías, donde se utilizó el equipo Analizador de gases TESTO 340, para lo cual se le hizo una revisión al equipo y que esté en perfecto estado y funcionando correctamente. El equipo cuenta con una sonda de gases de combustión que se colocó a la salida de emisiones de cada chimenea para la medición de parámetros.

Anexo 4. Mapa de ubicación de estudio



CUADRO DE DATOS TÉCNICOS

Nº	ACTIVIDAD	COORDENADAS UTM: NUTM (Norte), ESTE (m)	COORDENADAS UTM: NUTM (Norte), ESTE (m)
1	Parcela 1	967.891	8.007.412
2	Parcela 2	968.413	8.008.558
3	Parcela 3	968.935	8.009.704
4	Parcela 4	969.457	8.010.850
5	Parcela 5	969.979	8.011.996
6	Parcela 6	970.501	8.013.142
7	Parcela 7	971.023	8.014.288
8	Parcela 8	971.545	8.015.434
9	Parcela 9	972.067	8.016.580
10	Parcela 10	972.589	8.017.726
11	Parcela 11	973.111	8.018.872
12	Parcela 12	973.633	8.020.018
13	Parcela 13	974.155	8.021.164
14	Parcela 14	974.677	8.022.310
15	Parcela 15	975.199	8.023.456
16	Parcela 16	975.721	8.024.602
17	Parcela 17	976.243	8.025.748
18	Parcela 18	976.765	8.026.894
19	Parcela 19	977.287	8.030.040
20	Parcela 20	977.809	8.031.186
21	Parcela 21	978.331	8.032.332
22	Parcela 22	978.853	8.033.478
23	Parcela 23	979.375	8.034.624
24	Parcela 24	979.897	8.035.770
25	Parcela 25	980.419	8.036.916
26	Parcela 26	980.941	8.038.062
27	Parcela 27	981.463	8.039.208
28	Parcela 28	981.985	8.040.354
29	Parcela 29	982.507	8.041.500
30	Parcela 30	983.029	8.042.646
31	Parcela 31	983.551	8.043.792
32	Parcela 32	984.073	8.044.938
33	Parcela 33	984.595	8.046.084
34	Parcela 34	985.117	8.047.230
35	Parcela 35	985.639	8.048.376
36	Parcela 36	986.161	8.049.522
37	Parcela 37	986.683	8.050.668
38	Parcela 38	987.205	8.051.814
39	Parcela 39	987.727	8.052.960
40	Parcela 40	988.249	8.054.106
41	Parcela 41	988.771	8.055.252
42	Parcela 42	989.293	8.056.398
43	Parcela 43	989.815	8.057.544
44	Parcela 44	990.337	8.058.690
45	Parcela 45	990.859	8.059.836
46	Parcela 46	991.381	8.060.982
47	Parcela 47	991.903	8.062.128
48	Parcela 48	992.425	8.063.274
49	Parcela 49	992.947	8.064.420
50	Parcela 50	993.469	8.065.566



LEYENDA

Pollerías evaluadas

- Pollerías en el distrito de Alto de la Alianza
- Pollerías en el distrito de Ciudad Nueva
- Pollerías en el distrito de Cmi. Gregorio Albarracín Lanchipa
- Pollerías en el distrito de Pocollay
- Pollerías en el distrito de Tacna

UPT UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN DE LOS CONTAMINANTES DE AEROSOLIZADOS DE POLVERAS EN LA CIUDAD DE TACNA

DE UBICACIÓN DE POLLERIAS EVALUADAS EN LA PROVINCIA DE TACNA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: SISTEMA DE COORDENADAS: UTM Zona 19 Sur

FECHA: DISEÑO: 2010

AUTORES: Jhon Edwin Alvarez Fernan Vela, Darío Wallys Pacheco Alvarado, Brayan

COORDINADORA: Profe Dra. Tatiana

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

LINEAS: Límites de Parcela, Límites de Manzana, Límites de Distrito, Límites de Municipalidad, Límites de Provincia, Límites de Región, Límites de País

REDES: Red Vial, Red de Energía, Red de Agua, Red de Gas, Red de Alcantarillado, Red de Telecomunicaciones

OTROS: Edificios, Parques, Jardines, Fuentes, Monumentos, Estatuas, Esculturas, Esculturas de Inmigrantes

OTROS: Zona Urbana, Zona Industrial, Zona Comercial, Zona de Actividad

ESTADÍSTICAS DE TRANSPORTE

Control de Salud, Centros Educativos

Escalas: 1:5000

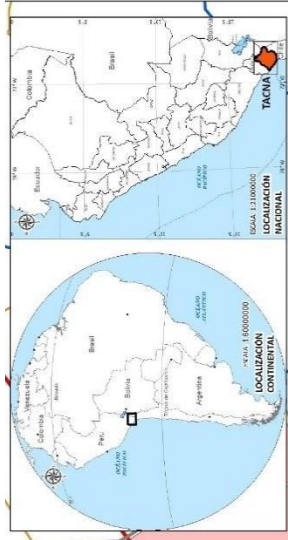
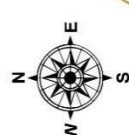
Software: ArcGIS 10.1



3740000
3720000
3700000
3680000
3660000
3640000

8010000
8008000
8006000
8004000

Anexo 5. Mapa de ubicación de pollerías con acceso y sin acceso



Coordenadas UTM
WGS 1984 ZONA 19

Actividad/Empresa	ESTE (m)	NORTE (m)
Polleria Chiklen Braz	368,207	8,011,411
Polleria Sabor Dorado	369,421	8,011,557
Polleria Sale K'iente	368,234	8,005,558
Polleria Chambli II	368,250	8,005,542
Polleria La Gran Polleria	370,183	8,009,760
Polleria El Doradillo	367,451	8,010,022
Polleria El Gordito	368,835	8,009,349

LEYENDA
Pollerías medidas con el Equipo Analizador de Gases
● Pollerías con acceso
● Pollerías sin acceso

UPT UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

INVESTIGACIÓN: LOS CONTAMINANTES DEL AIRE GENERADOS POR LA COMBUSTIÓN DE CARBÓN VEGETAL EN HORNOS DE POLLERÍAS EN LA CIUDAD DE TACNA

MAPA DE UBICACION DE POLLERÍAS EVALUADAS EN LA PROVINCIA DE TACNA

MAPA

PROYECTO: Universidad Privada de Tacna
PROVINCIA: Tacna

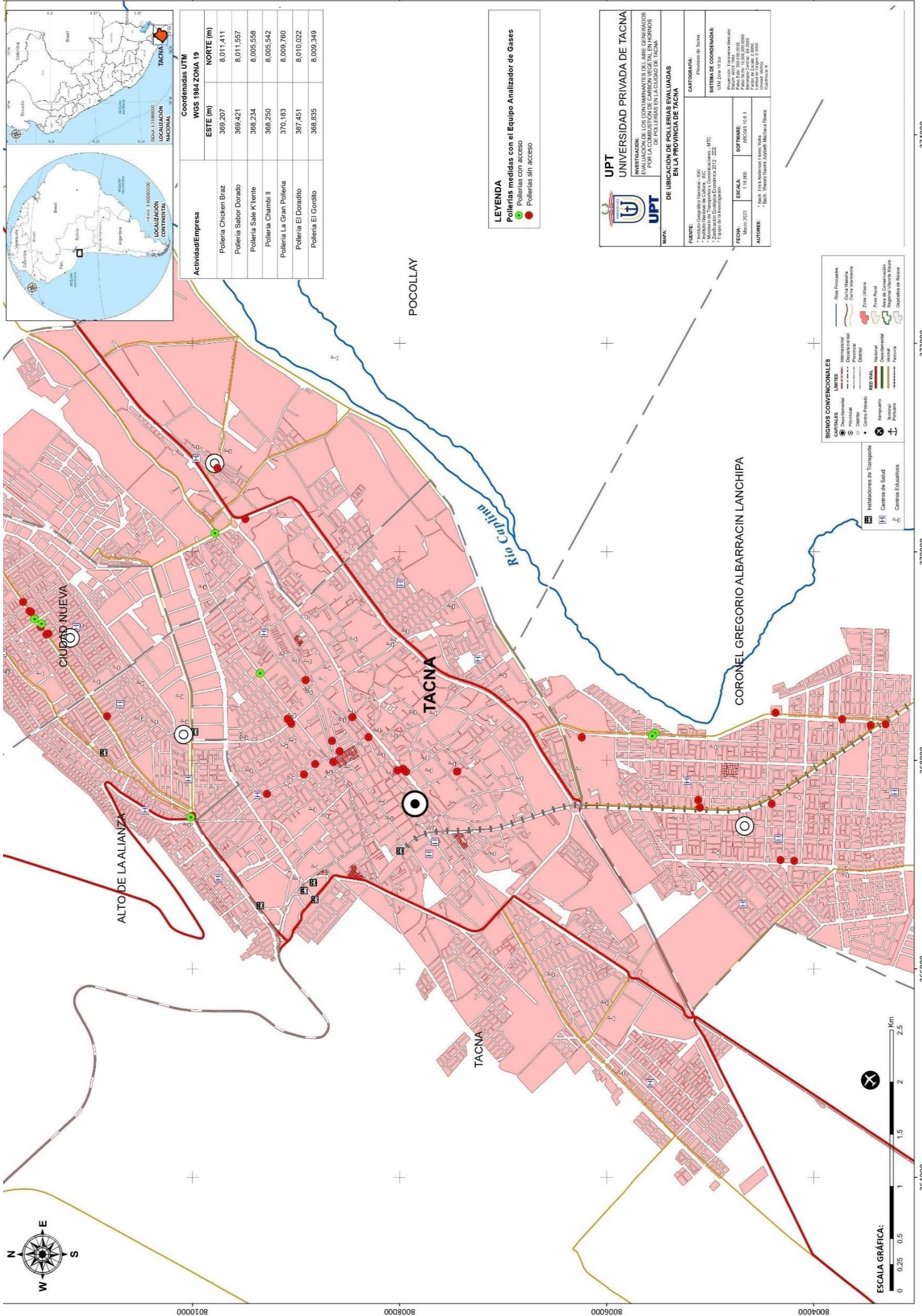
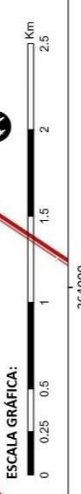
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM Zona 19
PROYCCIÓN: Transversa Mercator
ESCALA: 1:50,000
FECHA: Mayo 2023
AUTORES: * Ing. Thelma Inara Jirayegui Maza (Coordinadora)

FUENTE: * Instituto Geográfico Nacional (IGN)
* Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
* Zonificación Ecológica Económica 2012 - ZEE
* Copias de campo.

SOFTWARE: ARCGIS 10.6.1

SIJOS CONVENCIONALES

- Ríos Peruvianos
- Carretera Nacional
- Carretera Regional
- Carretera Provincial
- Carretera Distrital
- Zona Urbana
- Zona Rural
- Nacional
- Regional
- Provincial
- Distrital
- Centros de Salud
- Centros Educativos
- Instalaciones de Transporte
- Centros de Salud
- Centros Educativos



364000 366000 370000 372000 374000