

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE
RECURSOS NATURALES**



**“IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS
EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO
DE CULLHUAY–HUAROS–CANTA-LIMA, 2022”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

AUTORES: HECTOR ALONSO BERNABEL MATOS

WILDER ALEJANDRO INGA HUAMAN

WILMER DAVID QUISPE HARO

ASESOR: MsC. ALEX WILLY PILCO NUÑEZ

Callao, 2022

PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
(Resolución N° 019-2021-CU del 20 de enero de 2021)



IV CICLO TALLER DE TESIS

ANEXO 3

ACTA N° 003-2022 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

LIBRO 01 FOLIO No. 74 ACTA N°003-2022 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

A los 12 días del mes de noviembre del año 2022, siendo las 10:40 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/rdm-ukyy-grv>, el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales** de la **Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Mg.	Teófilo Allende Ccahuana	: Presidente
Dr.	José Pablo Rivera Rodríguez	: Secretario
Mtro.	Américo Carlos Milla Figueroa	: Vocal
Mtro.	Abner Josué Vigo Roldan	: Suplente
MC.	Alex Willy Pilco Núñez	: Asesor

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis de los Bachilleres Hector Alonso Bernabel Matos, Wilder Alejandro Inga Huaman y Wilmer David Quispe Haro, quienes habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, sustentan la tesis titulada: **"IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTA-LIMA, 2022"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por Aprobado con la escala de calificación cualitativa Bueno y calificación cuantitativa CATORCE (14) la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio de 2021.

Se dio por cerrada la Sesión a las 11:40 horas del día sábado 12 de noviembre del año en curso.

Presidente

Secretario

Vocal

Asesor

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

TÍTULO:

“IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTA-LIMA, 2022”

AUTORES:

Hector Alonso Bernabel Matos. DNI: 77534760, CÓDIGO ORCID: 0000-0002-5109-054X

Wilder Alejandro Inga Huaman. DNI: 48102286, CÓDIGO ORCID: 0000-0003-0473-0038

Wilmer David Quispe Haro. DNI: 74217871, CÓDIGO ORCID: 0000-0002-0722-9815

ASESOR:

MsC. Alex Willy Pilco Nuñez. DNI: 10291118, CÓDIGO ORCID: 0000-0002-3911-6428

LUGAR DE EJECUCIÓN:

CENTRO POBLADO CULLHUAY DISTRITO DE HUAROS PROVINCIA DE CANTA DEPARTAMENTO DE LIMA

UNIDAD DE ANÁLISIS:

RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

TIPO DE INVESTIGACIÓN:

DESCRIPTIVA. CUANTITATIVO. NO EXPERIMENTAL.

TEMA OCDE:

1.05.08 CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE

DEDICATORIA

A mi Abuelo Berna y mi tía Aurora, quienes en vida creyeron en mí y me apoyaron en cada momento difícil.

A mis padres Héctor y Rosa, que siempre brindan su apoyo y paciencia en cada desafío que me planteo y por haberme dado motivación a no rendirme.

A mis hermanos José, Jesica y Erick, que siempre me han apoyado para la culminación de este trayecto profesional.

Bernabel Matos, Hector Alonso

A Dios, quien como guía estuvo presente en el camino de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas.

A toda la familia en especial a mis padres, Esteban y Nila, quienes con su amor, paciencia y arduo trabajo me han permitido alcanzar otro sueño, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valencia.

Inga Huamán, Wilder Alejandro

Dedico esta tesis a mis padres Eulalia Haro y Teobaldo Quispe quienes son siempre el gran apoyo y soporte en todo este tiempo. A todos los compañeros y amigos profesionales que estuvieron dispuestos a compartir sus conocimientos y depositando su confianza en mí.

A mis amigos Wilder Inga y Hector Bernabel que me apoyaron para realizar y concluir esta tesis. Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Quispe Haro, Wilmer David

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por acompañarme en cada paso que realizó día a día y mantenerme firme en cada decisión para lograr este objetivo. A mis padres y hermanos por su paciencia y apoyo incondicional en estos meses de sacrificio. A mis amigos cercanos que compartieron sus conocimientos, experiencias y consejos en la realización de este estudio.

A nuestro asesor Ms.C. Alex Willy Pilco Nuñez, por compartir sus conocimientos en cada paso del estudio y por su paciencia hacía nosotros, a la vez a nuestra querida Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales.

Bernabel Matos, Hector Alonso

Me van a faltar líneas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo; sin embargo, merecen reconocimiento especial mi Madre y mi Padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible. Mi gratitud también la hago extensiva a mi casa de estudios, a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales y un gracias a cada docente que han influido con sus lecciones y consejos.

Inga Huaman, Wilder Alejandro

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes. De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional del Callao, toda la Facultad de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales, a todos los profesores quienes compartieron sus valiosos conocimientos para mi formación profesional.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al MsC. Alex Willy Pilco Nuñez, asesor de la presente tesis, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Quispe Haro, Wilmer David

ÍNDICE

ÍNDICE 1

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. Descripción de la realidad problemática:	11
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Objetivos	13
1.4. Justificación	14
1.5. Delimitantes de la investigación	15
1.5.1. Delimitante teórica	15
1.5.2. Delimitante temporal	15
1.5.3. Delimitante espacial	15
II. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes	16
2.1.1. Internacionales	16
2.1.2. Nacionales	19
2.2. Bases teóricas	21
2.2.1. COVID-19.	21
2.2.2. Bioseguridad: Equipos de protección personal para la prevención del COVID-19	23

2.2.3.	Escenario de la generación de residuos sólidos en tiempos de pandemia	24
2.2.4.	Impactos del Covid-19 en el manejo de los residuos sólidos	24
2.2.5.	Huella energética	25
2.2.6.	Huella de carbono	26
2.2.7.	Densidad de los equipos de protección	29
2.2.8.	Categorías de impacto ambiental:	29
2.3.	Marco conceptual	33
2.3.1.	Impacto ambiental generado por los equipos de protección personal en el contexto COVID-19	33
2.4.	Definición de términos básicos	34
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	35
3.1.	Hipótesis	35
3.1.1	Hipótesis general	35
3.1.2	Hipótesis específicas	35
3.2	Operacionalización de la variable	35
IV.	METODOLOGÍA	37
4.1.	Diseño metodológico	37
4.2.	Método de investigación	38
4.3.	Población y muestra	43
4.4.	Lugar de estudio	45
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	46
4.6.	Análisis y procesamiento de datos	48
4.7.	Aspectos éticos en investigación	49
V.	RESULTADOS	50
5.1.	Resultados descriptivos	50

5.2.	Resultados inferenciales	68
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	72
6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	72
	Contrastación de la hipótesis general	72
	Contrastación de la hipótesis específica 1	72
	Contrastación de la hipótesis específica 2	73
	Contrastación de la hipótesis específica 3	73
	Contrastación de la hipótesis específica 4	74
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares	74
6.3.	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	76
VII.	CONCLUSIONES	77
VIII.	RECOMENDACIONES	78
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	ANEXOS	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de proceso de la mascarilla quirúrgica	1
Figura 2. Tipos de diseño metodológicos no experimentales	38
Figura 3. Flujograma de actividades	39
Figura 4. Sectores o transectos del centro poblado para determinar la densidad	41
Figura 5. Interfaz de Mobius Ecochain	42
Figura 6. Base de datos ECOINVENT	43
Figura 7. Mapa situacional del centro poblado de Huaros.	46
Figura 8. Frecuencia de uso de mascarilla quirúrgica	50
Figura 9. Frecuencia de uso de mascarilla reutilizable	51
Figura 10. Frecuencia de uso de mascarilla N95	52
Figura 11. Frecuencia de uso de guantes	53
Figura 12. Frecuencia de uso de protector facial	54
Figura 13. Frecuencia de uso de mameluco impermeable	55
Figura 14. Porcentaje de generación mensual de residuos de EPP.	57
Figura 15. Ubicación de los botaderos de residuos de EPPs en el centro poblado Cullhuay, Canta, Lima, 2022.	58
Figura 16. Segmentación del centro del centro poblado Cullhuay, Huaros, Canta, Lima, 2022.	60
Figura 17. Inventario para la producción de una mascarilla quirúrgica	63
Figura 18. Inventario para la producción de una mascarilla N95	64
Figura 19. Huella energética de los EPPs.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consumo de energía para la producción de EPP	26
Tabla 2. Características de los materiales utilizados para la producción de una mascarilla quirúrgica de un solo uso.....	28
Tabla 3. Materiales y componentes para la producción de una mascarilla filtrante sin válvula N95.....	28
Tabla 4. Matriz de Operacionalización de Variables	36
Tabla 5. Tasa de crecimiento demográfico	44
Tabla 6. Lista y valoración de expertos.....	47
Tabla 7. Rangos de aceptación de confiabilidad.....	47
Tabla 8. Resultados de alfa de Cronbach.....	48
Tabla 9. Frecuencia de uso de mascarilla quirúrgica	50
Tabla 10. Frecuencia de uso de mascarilla reutilizable.....	51
Tabla 11. Frecuencia de uso de mascarilla N95	52
Tabla 12. Frecuencia de uso de guantes.....	53
Tabla 13. Frecuencia de uso de protector facial	54
Tabla 14. Frecuencia de uso de mameluco impermeable.....	55
Tabla 15. Generación mensual de residuos de EPPs.....	56
Tabla 16. Botaderos de residuos de EPPs generados por los pobladores del centro poblado Cullhuay, Canta, Lima, 2022.	59
Tabla 17. Densidad de residuos de EPPs generados por los pobladores del centro poblado Cullhuay, Huaros, Canta, Lima, 2022.....	61
Tabla 18. Materiales y componentes para la producción de una mascarilla quirúrgica	62
Tabla 19. Impacto ambiental de la mascarilla quirúrgica	63
Tabla 20. Materiales y componentes para la producción de una mascarilla N 95	64
Tabla 21. Impacto ambiental de la mascarilla N95.....	65
Tabla 22. Resumen de la huella de carbono de los equipos de protección personal del centro poblado Cullhuay, Huaros, Canta, Lima, 2022.	66
Tabla 23. Resumen de la huella energética de los equipos de protección personal del centro poblado Cullhuay, Huaros, Canta, Lima, 2022.	66

Tabla 24. <i>Valores observados vs esperados</i>	68
Tabla 25. <i>Prueba Chi cuadrado</i>	69
Tabla 26. <i>Prueba t de student para densidad de generación de residuos de EPP</i>	70
Tabla 27. <i>Prueba t de student para huella de carbono</i>	70
Tabla 28. <i>Prueba t de student para huella energética</i>	71

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ARN: Ácido ribonucleico.

CDC: Centros de control y prevención de enfermedades.

EPP: Equipos de protección personal.

EPI: Equipos de protección individual.

FTIR: Infrarrojos por transformada de Fourier.

GEI: Gases de efecto invernadero.

GPC: Generación per cápita.

MINAM: Ministerio del Ambiente.

NHI: Instituto Nacional de Investigación del Genoma Humano.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OIT: Organización Internacional de Trabajo.

SARS: Síndrome agudo respiratorio severo.

UPC: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo describir el impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima. Para ello en primer lugar se optó por determinar la frecuencia de generación de residuos de equipos de protección personal (EPP), a través de la frecuencia de uso de EPP por los pobladores, para lo cual se aplicó una encuesta estructurada; en segundo lugar se determinó la densidad de generación de residuos de EPP en el centro poblado con ayuda de una ficha de observación en campo; en tercer lugar, mediante el Software en línea MOBIUS, se calculó la huella de carbono de los residuos de EPP más frecuentes (mascarilla quirúrgica y N95); finalmente se determinó el gasto energético en KWh asociado al uso de los EPP convertidos en residuos en la localidad. Los resultados mostraron una generación mensual de residuos de EPP, constituida en un 71% por mascarillas quirúrgicas, 19% por mascarillas N95, 5% por protectores faciales, 3% de guantes (por pares), 2% de mascarillas reutilizables y 1% de mamelucos impermeables. Asimismo, se registró una densidad media de $0,125 \pm 0.085$ EPP/m². Con respecto a la huella de carbono se calculó una generación de 6×10^{-3} kg de CO₂ eq por cada pieza de mascarilla quirúrgica y 0,02 kg de CO₂ eq por cada pieza de mascarilla N95, con estos datos se cuantificó una emisión total de 44,25 kg de CO₂ eq de forma mensual por el uso de EPP; la huella energética estimada para la mascarilla quirúrgica, mascarilla reutilizable, mascarilla N95, guantes, protector facial y mameluco impermeable tuvo valores de 38,55; 3,1806; 0,0587; 0,0045; 169,74 y 0,0429 KWh/mes respectivamente, con un total de 211,5767 KWh/mes por todos los residuos de EPP utilizados. Se concluyó que los residuos de equipos de protección personal generan un impacto en términos de CO₂ eq, pero no de energía (KWh). Se recomienda utilizar esta información para la concientización de la población sobre el uso de EPP y su posterior eliminación como residuo.

Palabras clave: huella de carbono, huella energética, equipos de protección personal, mascarilla facial

ABSTRACT

The objective of this research was to describe the environmental impact of personal protective equipment waste generated in the context of the COVID-19 pandemic in the town of Cullhuay-Huaros-Canta-Lima. First, the frequency of personal protective equipment (PPE) waste generation was determined through the frequency of PPE use by the villagers, for which a structured survey was applied; second, the density of PPE waste generation in the town center was determined with the help of a field observation sheet; Third, the carbon footprint of the most frequent PPE waste (surgical mask and N95) was calculated using the MOBIUS online software; finally, the energy expenditure in KWh associated with the use of PPE converted to waste in the locality was determined. The results showed that 71% of the monthly PPE waste generation consisted of surgical masks, 19% of N95 masks, 5% of face shields, 3% of gloves (in pairs), 2% of reusable masks and 1% of impermeable coveralls. Likewise, an average density of $0,125 \pm 0,085$ PPE/m² was recorded. Regarding the carbon footprint, a generation of 6×10^{-3} kg of CO₂ eq was calculated for each piece of surgical mask and 0,02 kg of CO₂ eq for each piece of N95 mask, with these data we obtained a total monthly emission of 44,25 kg of CO₂, the estimated energy footprint for the surgical mask, reusable mask, N95 mask, gloves, face shield and waterproof coverall had values of 38,55; 3,1806; 0,0587; 0,0045; 169,74 and 0,0429 KWh/month respectively, with a total of 211,5767 KWh/month for all PPE waste used. It was concluded that PPE waste generates an impact in terms of CO₂ eq, but not energy (KWh). It is recommended to use this information to raise public awareness on the use of PPE and its subsequent disposal as waste.

Key words: carbon footprint, energy footprint, personal protective equipment, face mask.

INTRODUCCIÓN

La pandemia COVID-19 ha modificado fuertemente nuestro estilo de vida, y ha causado enormes impactos en la economía mundial, los mercados energéticos mundiales, la geopolítica, el medio ambiente. En el medio se prevé impactos considerable negativos, entre los que se encuentra generación de residuos sólidos por los equipos de protección personal (EPP).

Los EPP han creado una carga insostenible para la gestión convencional de residuos sólidos en todo el mundo (De la Torre, et al. 2021), ya que la mayor parte de estos equipos de protección personal acaban convertidos en desechos una vez utilizados (OMS, 2022). Por otro lado estos EPP en su mayoría se encuentran hechos de plástico sintético de un solo uso, como el polipropileno, el poliuretano y el poliacrilonitrilo para el caso de las mascarillas, o el látex, vinilo, polietileno y caucho de nitrilo en los guantes, siendo estos componentes nocivos para el medio ambiente. El Perú no es ajeno a esta realidad, ya que, hasta la fecha se habría generado más de 20 mil toneladas de residuos sólidos (UPC, 2020). Sumado a ello la precaria infraestructura con la que cuenta nuestro país para el manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, pone en evidencia el impacto negativo que tendrían estos residuos en los ecosistemas del Perú.

Esta situación repercute en todos las regiones o lugares del Perú, incluso centros poblados, como el centro poblado de Cullhuay, que sufrió los estragos del COVID-19 y que también genera residuos de EPP, que son mal dispuestos por los pobladores y los encargados de la gestión de residuos sólidos, sin que exista evidencia o estudio que sustente el impacto de estos residuos en esta localidad. Debido a ello, el objetivo central de esta investigación fue describir el impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática:

El brote de la enfermedad del nuevo coronavirus en el año 2019 (COVID-19) (Xu et al. 2020), y su rápida propagación por todo el mundo, condujo el 11 de marzo del 2020 a ser declarada pandemia mundial por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Cucinotta y Vanelli, 2020). En medio de esta coyuntura, el uso de equipo de protección personal (EPP) es una de las formas más eficientes y asequibles de prevenir la transmisión del virus y salvaguardar vidas (De la Torre, et al., 2021). Es por ello que algunos gobiernos sugirieron al público el uso de EPP, mientras que otros los imponían estrictamente, lo que ha traído como consecuencia un aumento excesivo en su demanda y el consumo, principalmente máscaras faciales (Prata, et al., 2020). Es así como, según estimaciones, sólo en el 2020 el consumo mensual de mascarillas y guantes a nivel mundial fue de 129 mil millones y 65 mil millones, respectivamente (Prata, et al., 2020). Asimismo, entre marzo de 2020 y noviembre de 2021, las Naciones Unidas enviaron 87 000 toneladas de EPP para atender las necesidades de países en emergencia (OMS, 2022). Estos datos evidencian la carga importante que tendría la generación de residuos sólidos a partir de los EPP en todo el mundo.

Por otro lado, en un contexto en el que la salud es prioridad para la sociedad, no se debe dejar de lado el impacto al medio ambiente que puede ocasionar la mayor generación de los residuos de EPP, que se relacionan directamente con el aumento de su demanda. Una forma de cuantificar este impacto es mediante la huella ambiental, que es definida como las medidas cuantitativas que muestran la apropiación de los recursos naturales por parte de los seres humanos (Čuček, 2015) al momento de generar un producto o brindar un servicio. Es así que para la fabricación de los equipos de protección personal, antes de ser desechados como residuos, se requirieron diversos materiales, insumos y energía derivadas directamente de recursos naturales, las cuales pueden ser cuantificadas a través de la huella de carbono y la huella energética;

la primera cuantifica la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con el ciclo de vida de un producto (Balaguera, et al., 2018) y la segunda la cantidad de energía para fabricar el producto.

En el Perú, el Ministerio del Ambiente dedujo que cada paciente de COVID-19 genera un aproximado de 2 kg de residuos biocontaminados (en su mayoría EPP) en un promedio de 14 días de tratamiento, y las personas contagiadas hasta la fecha habrían generado más de 20 mil toneladas de residuos sólidos (UPC, 2020). La mayor parte de estos EPP acabaron convertidos en desechos una vez utilizados (OMS, 2022), llevando a la exacerbación de la contaminación plástica con nuevos tipos de basura (De la Torre, et al., 2021), ya que en su mayoría los EPP se encuentran hechos de plástico sintético de un solo uso, como el polipropileno, el poliuretano y el poliacrilonitrilo en el caso de las mascarillas, o los compuestas de látex, vinilo, polietileno y caucho de nitrilo en los guantes, siendo estos componentes nocivos para el medio ambiente.

Ante este escenario se suma, la inadecuada gestión de residuos sólidos que existe en las principales ciudades de nuestro país (De la Torre, et al., 2021). Sin embargo, una situación peor se vive en lugares alejados como centros poblados, donde ni siquiera se cuenta con rellenos sanitarios o registros de generación o clasificación de residuos sólidos, y donde los pobladores también hacen usos de equipos de protección personal, como única medida para hacer frente al COVID 19, generando desechos biocontaminados. Un ejemplo de ello del centro poblado de Cullhuay, que no ha sido exento del uso de mascarillas y mala gestión de los residuos; esto se debe en gran medida a que en la localidad no se cuenta con una planta de manejo de residuos sólidos, por lo que muchas veces son dispuestos en botaderos informales o quemados al aire libre, generando contaminación de cuerpos de aguas superficiales, aire y un potencial peligro para la proliferación de enfermedades.

Por ello evaluar el impacto, en términos de huella de carbono y huella energética de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima., nos puede ayudar a entender esta problemática.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal, generados en el contexto de la pandemia COVID-19, en el centro poblado de Cullhuay – Huaros – Canta - Lima 2022?

1.2.2. Problemas Específicos

1. ¿Cuál es la frecuencia de uso de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay - Huaros – Canta - Lima 2022?
2. ¿Cuál es la densidad de generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay – Huaros – Canta - Lima 2022?
3. ¿Cuál es el valor de la huella de carbono de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay – Huaros – Canta - Lima 2022?
4. ¿Cuál es el valor de la huella energética que producen los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Describir el impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Medir la frecuencia de uso de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.
2. Medir la densidad de generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.
3. Medir la huella de carbono de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de -Huaros-Canta-Lima, 2022.
4. Medir la huella energética de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022

1.4. Justificación

Conveniencia. Esta investigación servirá para evaluar diversos tipos de propuestas a fin de mitigar el impacto generado por los residuos biocontaminantes (residuos de equipos de protección personal durante la pandemia COVID-19) en el centro poblado de Cullhuay y a su vez tomar conciencia del daño que ha causado al medio ambiente.

Relevancia social: Debido a que los residuos sólidos, esencialmente los biocontaminantes (residuos de EPP), son perjudiciales para la salud pública (por la transmisión de enfermedades o virus) mediante esta investigación se podrá proponer medidas para contribuir a reducir los daños a los pobladores del centro poblado de Cullhuay.

Implicaciones prácticas y desarrollo. A través de esta investigación se podrá ayudar a proponer soluciones para mitigar el impacto ambiental ocasionado por los residuos de equipos de protección personal generados en la pandemia COVID-19, la caracterización y cuantificación de los residuos es información que ayuda a proponer planes de manejo de residuos adecuado. El

centro poblado de Cullhuay podría utilizar la información de esta investigación para mejorar su gestión de residuos.

Utilidad metodológica. Esta investigación contribuye con el desarrollo de nuevas técnicas, como la elaboración del instrumento para medir el impacto ambiental generado por los residuos de equipos de protección personal en la pandemia COVID-19, lo cual servirá de ayuda para futuras investigaciones al centro poblado de Cullhuay.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitante teórica

Teóricamente la investigación está delimitada por los conceptos, de manejo y disposición de la gestión de residuos sólidos e impacto ambiental, según el autor Perevochtchikova, (2013).

1.5.2. Delimitante temporal

El trabajo de investigación está enmarcado en el tiempo de la crisis sanitaria por el COVID-19. La investigación se realizó durante los meses de julio a octubre del 2022, dado que el trabajo implica la movilización personal a la zona de investigación.

1.5.3. Delimitante espacial

La investigación está referida al centro poblado de Cullhuay, del distrito de Huaros de la provincia de Canta, región Lima.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Abedin et al., en su artículo titulado “Acumulación de los desechos de EPP generados por COVID-19 en el entorno residencial de la ciudad de Chittagong y las implicaciones asociadas” tuvieron como objetivo investigar la eliminación indiscriminada de desechos de EPP (principalmente máscaras faciales y desechos médicos) impulsada por COVID-19 en el área metropolitana de Chittagong (CMA), Bangladesh. Prosiguieron con la siguiente metodología, monitoreo del área de estudio y EPP, así como análisis y visualización de datos. Los resultados reportaron que el porcentaje de máscaras faciales, guantes de mano, protectores faciales y lentes protectores para los ojos registrados, en julio del 2021, fueron 97,80%; 2%; 0,10% y 0,10% respectivamente, en agosto del 2021 los porcentajes respectivos fueron 98,58%; 1,40%; 0,01 % y 0,01%, y en septiembre de 2021 estos valores muestran 98,88%; 1,11%; 0,0% y 0,01%, respectivamente. Concluyeron que los contaminantes orgánicos y los microplásticos derivados de los equipos de protección individual son los responsables de contaminar el medio ambiente y suponen una importante amenaza para la salud pública (2022).

Aragaw et al., en su artículo titulado “Contaminación de los equipos de protección personal (EPP) provocada por la pandemia de COVID-19 a lo largo de la costa del lago Tana, Bahir Dar, Etiopía”, tuvieron como propósito determinar la contaminación causada por los EEP derivados de la pandemia a lo largo de la costa del lago Tana Bahir Dar en Etiopía. El estudio y el monitoreo de EPP se llevó a cabo en las cercanías del lago Tana, el lago más grande de Etiopía. Recopilaron datos de densidad, los tipos y la composición química de EPP (espectroscopia FTIR). Identificaron un total de 221 EPP con una densidad que va desde $1,22 \times 10^{-5}$ EPP / m² (lugar de control S1) hasta $2,88 \times 10^{-4}$ EPP / m² con una densidad media de $1,54 \times 10^{-4} \pm 2,58 \times 10^{-5}$ EPP / m². En todos los sitios de muestreo se encontraron residuos de EPP mal gestionados, en su mayoría mascarillas quirúrgicas (93,7%). Por otro lado, los análisis estadísticos

revelaron densidades de EPP significativamente más altas en sitios donde se realizan diversas actividades recreativas, turísticas y comerciales, lo que demuestra las principales fuentes de contaminación por EPP (2022).

Hatami et al., en su artículo titulado “Contaminación de equipos de protección personal (EPP) en el Mar Caspio, el cuerpo de agua interior cerrado más grande del mundo”, tuvieron como objetivo evaluar la contaminación por EPP en la costa iraní del Mar Caspio, siguiendo procedimientos de monitoreo estándar. Para el logro del objetivo se realizaron las siguientes etapas: el estudio del área, estrategia de encuesta y el análisis estadístico a través de la prueba Kruskal-Wallis y Dunn. Los resultados arrojaron que se encontraron diferentes tipos de EPP, incluyendo cubrebocas, guantes y envases de alcohol (clasificados como “otros”). Las mascarillas fueron mayoritariamente más numerosas (343 en total, lo que representa el 95,3%), seguidas de los envases de alcohol y los guantes. Concluyeron que el comportamiento frente a la pandemia evoluciona a medida que pasa el tiempo y avanza la pandemia. Esto puede reflejarse en la aparición y abundancia de sitios de playa contaminados con EPP, que aparentemente está disminuyendo a pesar de que se considera una fuente emergente e importante de plásticos de un solo uso (2022).

Allison et al., en su artículo “El impacto y la eficacia del uso de mascarillas por parte del público en general para reducir la propagación de pandemias en el Reino Unido: una comparación multidisciplinaria de mascarillas de un solo uso versus mascarillas faciales reutilizables”, tuvieron como objetivo realizar una comparación multidisciplinaria entre máscaras de un solo uso y reutilizables en función de su anatomía, efectividad independiente, consideraciones de comportamiento, impacto ambiental y costos. La evaluación del ciclo de vida (LCA) y la comparación de costos muestran que las máscaras reutilizables tienen un impacto ambiental y económico menor que las máscaras de un solo uso. Si cada persona en el Reino Unido usa una máscara de un solo uso todos los días durante un año, se crearán un total de 124 000 toneladas de desechos, 66 000 toneladas de los cuales serían desechos plásticos contaminados no reciclables (las máscaras), y el resto sería reciclable. embalaje típicamente utilizado para el transporte y distribución de mascarillas (2021).

Haddad et al., en su artículo titulado “Contaminación de equipos de protección personal (EPP) asociada con la pandemia de COVID-19 a lo largo de la costa de Agadir, Marruecos”, tuvieron como finalidad monitorear la contaminación por EPP asociada al COVID-19 a lo largo de la costa de Agadir, Marruecos. Paralelamente, se reportó la influencia de las actividades realizadas en cada playa muestreada antes y después del confinamiento. Para ello realizaron un análisis de estudio, monitoreo de EPP y el análisis estadístico de U de Mann-Whitney y la prueba Kruskal-Wallis seguida de la prueba de Dunn. Los resultados evidenciaron un total de 689 artículos de EPP. Los tipos de EPP estaban dominados por las mascarillas faciales (96,8%), seguidos de los protectores faciales y los guantes. Concluyeron que ante las malas condiciones de manejo de los residuos sólidos y la falta de conciencia ambiental, la incorrecta disposición de estos elementos de un solo uso en el medio ambiente se ha vuelto incontrolable (2021).

Klemes et al., en su artículo titulado “Minimizar las huellas ambientales, energéticas y de residuos plásticos presentes y futuras relacionadas con el COVID-19”, publicado en la revista Revisión de energía renovable y sostenible, tuvieron como objetivo brindar una perspectiva prospectiva sobre cómo la interrupción causada por COVID-19 puede actuar como un catalizador para cambios a corto y largo plazo en las prácticas de gestión de desechos plásticos en todo el mundo. Para ello se evaluó el impacto de la pandemia y la epidemia a lo largo de los ciclos de vida de varios productos plásticos, en particular los necesarios para la protección personal y la atención médica. Los resultados demuestran que la huella energética y ambiental de estos productos han aumentado rápidamente en respuesta al aumento en el número de casos de COVID-19 en todo el mundo, mientras que están surgiendo problemas críticos de gestión de desechos peligrosos debido a la necesidad de garantizar la destrucción de patógenos residuales en los desechos domésticos y médicos (2020).

Vozzola et al., en su artículo titulado “Consideraciones ambientales en la selección de batas de aislamiento: una evaluación del ciclo de vida de alternativas reutilizables y desechables” tuvieron como objetivo comparar 4

impactos ambientales (energía, potencial de calentamiento global, uso de agua y consumo de desechos sólidos) de las batas de aislamiento reutilizables y desechables. Para ello se estableció un procedimiento estándar de evaluación de ciclo de vida. Como resultado, al comparar el sistema de batas desechables con el sistema de batas reutilizables, mostró que se redujo un 28 % en el consumo de energía, una reducción del 30 % en las emisiones de gases de efecto invernadero, una reducción del 41 % en el consumo de agua azul y una reducción del 93 % en generación de residuos sólidos (2018).

2.1.2. Nacionales

Basadre, en su tesis para optar el grado de ingeniero ambiental titulada “Nivel de conocimiento y generación de residuos sólidos por el uso de equipos de protección personal en la pandemia COVID-19 en dos mercados de la ciudad de Tacna, 2021”, tuvo como propósito conocer el nivel de conocimiento sobre el manejo, uso y disposición de los EPP’s, en relación con la gestión de residuos y determinar cuantitativamente los residuos sólidos generados por los mercaderes, obteniendo su cantidad, peso y estimando la caracterización. Reportaron que la generación total de residuos sólidos procedentes de los equipos de protección personal (EPP), fueron 0,0158 kg/mercader/día, correspondiente al mercado Francisco Bolognesi y 0,01775 kg/mercader/día, correspondiente al mercado Primero de mayo del centro poblado Augusto B. Leguía. Además, identificó que existe un ligero ascenso en la generación de residuos de 4% a 8% de residuos para mascarillas quirúrgicas y para las mascarillas de tipo KN95 se incrementan los residuos de 4% a 5% en porcentaje en peso de residuos; en referencia a residuos por uso de guantes y protector facial se identificó incremento de residuos en un 20% para el mercado Francisco Bolognesi y de un 29% en el mercado Primero de Mayo. La investigación concluyó que no se correlaciona estadísticamente el nivel de conocimiento y la generación de residuos sólidos por el uso de equipos de protección personal aplicado a comerciantes de Mercado Francisco Bolognesi y Primero de Mayo de la ciudad de Tacna (2021).

De la Torre et al., en su artículo “Presencia de equipos de protección personal (EPP) asociados a la pandemia de COVID-19 en la costa de Lima, Perú” el propósito del estudio fue reportar la ocurrencia y distribución de EPP asociados al COVID-19 a lo largo de la costa de la ciudad de Lima, Perú, y determinar la influencia de las actividades realizadas en cada sitio de estudio en la generación de estos residuos. Para ello realizaron un estudio del área y el monitoreo de los EPP de 12 campañas de muestreo consecutivas a partir de septiembre de 2020. Asimismo, aplicaron las pruebas de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis y Dunn para determinar si existían diferencias significativas entre los grupos (campañas). En términos generales, encontraron 138 artículos de EPP; las máscaras fueron el tipo de EPP más abundante (87,7%), seguidas de los protectores faciales (6,5%), guantes (4,3%) y otros (1,5%). Concluyeron que la falta de conciencia ambiental, la educación y la mala gestión costera pueden representar una amenaza para el medio ambiente marino a través de la basura marina y la contaminación plástica (2021).

Torres y De la Torre, en su artículo titulado “Generación y gestión de residuos de mascarillas durante la pandemia de COVID-19: Una visión general y el caso peruano”, tuvieron como objetivo revisar el desarrollo reciente de alternativas sostenibles de mascarillas faciales y rutas de reciclaje y reutilización en el contexto de la pandemia de COVID-19 en el Perú. Para la ejecución de este estudio realizaron estimaciones de la generación diaria de residuos de mascarillas en Perú, un país en desarrollo con una deficiente gestión de residuos sólidos. En el cálculo de la generación diaria incorporaron la variable “población económicamente activa” para brindar estimaciones más precisas; asimismo realizaron una evaluación de escenarios (incorporación de cubrebocas de un solo uso y reutilizables). Los resultados muestran que el escenario de incorporación de cubrebocas reutilizables redujo significativamente la cantidad de residuos sólidos generados en el Perú. La evidencia in situ muestra que las mascarillas están contaminando las calles y playas de Perú, probablemente debido a la mala gestión y la poca conciencia ambiental (2021).

Avila y Sena, en su tesis para obtener el grado de ingeniero ambiental titulada “Revisión bibliográfica sistemática en el manejo sostenible de residuos

domiciliarios biocontaminados durante la pandemia de COVID-19, en América Latina” tuvieron como objetivo general desarrollar una propuesta sostenible para el manejo de residuos domiciliarios biocontaminados, generados durante la pandemia COVID-19 en América Latina. El tipo de investigación fue de tipo básica; siendo su nivel de investigación descriptivo, debido a que recopiló informaciones de dichos temas; el diseño de investigación es no experimental, ya que se ejecutó sin las manipulaciones deliberadas de variables por lo que se pueden examinar los fenómenos en su ambiente natural para estudiarlo. El resultado se manifiesta mediante la diferencia en el volumen de los residuos biocontaminados durante la pandemia, en el Perú desde el 01 al 30 de setiembre del 2020 siendo Lima Metropolitana una región que genera mayor cantidad con 360 920 kg y la región con menor generación de residuos es Ica con una cantidad de 1877,7 kg. Concluyó que se requiere más investigación para poder evaluar las variaciones en los desechos, características y cantidad de residuos generados (2020).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. COVID-19.

Es la enfermedad causada por el virus de ARN envueltos, conocido como SARS-CoV-2, comúnmente encontrados en humanos, otros mamíferos y aves, capaces de causar enfermedades respiratorias, entéricas, hepáticas y neurológicas. Hasta la fecha, hay seis especies conocidas de coronavirus que causan enfermedades en humanos (Abreu, Tejeda y Guach 2020). Cuatro de estos (229E, OC43, NL63 y HKU1) causan síntomas comunes de gripe en personas inmunodeprimidas y dos especies (SARS-CoV y MERS-CoV) causan síndrome respiratorio agudo severo con altas tasas de mortalidad (OMS, 2022).

- **Fuente de infección.** Una incógnita que continúa siendo investigada es el reconocimiento del origen zoonótico de dicho virus; pero, debido a su estrecha similitud con los coronavirus de murciélago, es probable que estos sean el reservorio primario del virus, pues con la reaparición de esta nueva clase de coronavirus se realizaron diversos estudios y se descubrió que el 2019-nCoV es un 96% idéntico a nivel del genoma a un coronavirus de

murciélago, sin embargo otros artículos lo descartan como posible agente transmisor (Zhou et al., 2020)

- **Mecanismo de transmisión animal-humano.** El modo en el que pudo transmitirse el virus de la fuente animal a los primeros casos humanos es desconocido. Todo apunta al contacto directo con los animales infectados o sus secreciones. En estudios realizados en modelos animales con otros coronavirus se ha observado tropismo por las células de diferentes órganos y sistemas produciendo principalmente cuadros respiratorios y gastrointestinales, lo que podría indicar que la transmisión del animal a humanos pudiera ser a través de secreciones respiratorias y/o material procedente del aparato digestivo (Paules, Marston y Fauci 2020).

- **Mecanismo de transmisión humano-humano.** La vía de transmisión entre humanos se considera similar al descrito para otros coronavirus a través de las secreciones de personas infectadas, principalmente por contacto directo con gotas respiratorias de más de 5 micras (capaces de transmitirse a distancias de hasta 2 metros) y las manos o los fómites contaminados con estas secreciones seguido del contacto con la mucosa de la boca, nariz u ojos (OMS, 2020).

La transmisión aérea por núcleo de gotitas o aerosoles (capaces de transmitirse a una distancia de más de 2 metros) no ha sido demostrada para el COVID-19. Sin embargo, se cree que podría ocurrir durante la realización de procedimientos médicos invasivos del tracto respiratorio e incluso en su ausencia. Durante el brote de SARS se pudo detectar la presencia del virus en el aire de habitaciones de pacientes hospitalizados. Recientemente se ha publicado una alta transmisión intrahospitalaria (40%) en un hospital de Wuhan, pero la información incluye casos desde el 1 de enero, cuando el brote estaba en investigación y aún no se había identificado el agente causal (Calvo et al., 2020).

2.2.2. Bioseguridad: Equipos de protección personal para la prevención del COVID-19

La bioseguridad es la aplicación de precauciones de seguridad que reducen el riesgo de exposición a un microbio potencialmente infeccioso y limitan la contaminación del ambiente de trabajo y, en última instancia de la comunidad (Torres y Bravo, 2021).

Los equipos de protección personal o individual resultan fundamentales para evitar el contagio o infección de patógenos a través de la vía respiratoria y de aquellos que permanecen en suspensión por gotas, como el COVID-19, siendo dispositivos pensados para utilizarse en un corto periodo de tiempo (hasta un máximo 4 horas). Sin embargo, durante esta pandemia probablemente se les está dando una reutilización y/o un uso extendido a los mismos (Gálvez, 2020). A continuación, se describen los principales equipos de protección personal usados para hacer frente a la pandemia.

- **Protección facial y ocular.** La protección ocular que se recomienda es el uso de lentes que se ajusten alrededor de los ojos, diseñados con material plástico como el policarbonato para que puedan reutilizarse y sean resistentes a la degradación que pudiera provocar la desinfección; que cuenten con un borde suave que se adapte a la fisionomía del usuario, cumpliendo un sello hermético sin ventilación indirecta que pueda filtrar al interior el aire exterior; deberán contar con recubrimiento y disponer de una banda elástica que permita ajustarse al usuario, compatible con el resto del equipo de protección personal (Servín Torres et al., 2020).

- **Uso de guantes.** En cuanto al uso de guantes, la OMS recomienda el uso de dos pares de guantes en procedimientos quirúrgicos o actividades que tengan un alto riesgo de rotura (Servín Torres et al., 2020).

- **Uso de mascarillas durante el COVID-19.** Una de las funciones principales de la mascarilla es de proteger a las personas de contraer y transmitir alguna infección viral como el SARS-CoV-2, ya que generalmente, el coronavirus se transmite mediante gotas suspendidas en el aire a otras personas cuando

estas tosen, estornudan, respiran o hablan. Es por ello que, la organización mundial de la salud (OMS) y el centro para el control y la prevención de enfermedades (CDC) recomendaron a las personas usar máscaras para evitar que la propagación se generalice. En la actualidad se encuentran en el mercado tres tipos de mascarillas i) Mascarilla respiradora (N95, FFP2), ii) Mascarilla quirúrgica o médica y iii) Mascarilla desechable no certificada (mascarilla de tela) (Ho et al. 2020)

2.2.3. Escenario de la generación de residuos sólidos en tiempos de pandemia

Debido a la pandemia, se pudo evidenciar un cambio de paradigma respecto a la manera de manejar los residuos sólidos, ya que trajo como consecuencia un incremento exponencial sobre el uso de plásticos como las mascarillas, guantes, equipos de protección personal (EPP), entre otros (Olatayo, Mativenga y Marnewick 2021), cuya finalidad es de minimizar el riesgo al contagio con el uso de los EPPS. Estos residuos médicos durante la pandemia incrementaron mensualmente (Klemeš et al. 2020) a 129 y 65 mil millones de mascarillas y guantes respectivamente en todo el mundo (Prata, et al. 2020) produciendo un cambio que ha hecho que se consuma más productos y materiales plásticos, sobrepasando su capacidad y reduciendo el tiempo de vida de los rellenos sanitarios (Silva, et al. 2021). Es por ello que es necesario la implementación de políticas o medidas urgentes respecto al manejo de residuos sólidos para controlar esta situación (Pariona-Palomino y Ormeño 2022)

2.2.4. Impactos del Covid-19 en el manejo de los residuos sólidos

El manejo de residuos en la pandemia ha presentado una serie de inconvenientes que afectan su adecuado manejo como:

- La gran generación de residuos biocontaminados los cuales requieren tratamiento especial (Behera 2021)
- Los residuos no segregados generan problemas de salud a las personas que los clasifican en la etapa de disposición final (Sharma, et al. 2020).

- En el transporte de residuos biocontaminados, estos deben ser trasladados en sistemas cerrados (Khoo, et al. 2021), para evitar la contaminación con el medio y la población.
- La eliminación o tratamiento de las grandes cantidades de generación de residuos pueden exceder la capacidad de operación de instalaciones (plantas de tratamiento y rellenos sanitarios) e incurrir en nuevos costes económicos (Pariona-Palomino y Ormeño 2022).
- La falta de tecnología en los países en desarrollo no es la óptima y la capacidad de incineración es excedida por la cantidad de residuos biocontaminados (Sharma, et al. 2020).

2.2.5. Huella energética

Comprende el consumo total de energía directa e indirecta que se da en la producción de un bien o servicio, sea esta renovable o no renovable, también pueden incluir fuentes de energía fósiles y biogénicas. Por otro lado, se debe tener en cuenta que no solo consumen energía las actividades principales del proceso productivo, sino también los consumos que son originados en el momento de la extracción e industrialización de las materias primas y los insumos que son usados en los procesos, como también en el uso doméstico diario. (Bongiovanni y Tuninetti 2021).

Para el cálculo de la huella energética, se consideró los valores de consumo de energía para la producción de cada tipo de EPP, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1
Consumo de energía para la producción de EPP

Tipo de EPP	Características	Consumo de energía estimado por tipo de EPP	Autor:
Mascarilla quirúrgica	Mascarilla de un solo uso, aproximadamente 12 g	0,01 Kwh/pieza	(Klemeš, Fan y Jiang, 2020)
Mascarilla reutilizable	Mascarilla de múltiples usos	0,0342 Kwh/pieza	(Moazzem et al., 2018)
Mascarilla N95	Mascarilla con filtro de un solo uso y sin válvula	0,000556 Kwh/pieza	(Allison et al., 2020)
Guantes (pares)	Se considera un par de estos guantes de aproximadamente 7 g el par	3 × 10 ⁻⁵ kWh/par	(Goorej, 2020), citado en Klemeš, Fan y Jiang, (2020), pág. 3
Protector Facial	Hecho completamente de plástico, con un peso aproximado de 81 g	2,49MJ = 0,69 KWh /pieza	(Klemeš, et al., 2020)
Mameluco Impermeable	Mameluco o bata impermeable de un solo uso	0,00515MJ = 0,00143 KWh /pieza	(Vozzola, 2018)

Nota: Cálculo realizado a partir del valor requerido para la producción de plástico igual a 30,28 MJ/kg y el peso aproximado del protector facial 81 g.

2.2.6. Huella de carbono

Es una métrica ambiental, la cual nos permite cuantificar de manera confiable las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que son generadas de forma directa e indirecta en la realización de diversas actividades, ya sean públicas o privadas, ya sea un producto o servicio, o en el desarrollo de un proyecto. A través de ello se obtiene información importante para la adecuada gestión, con la finalidad de mitigar las emisiones e identificar las oportunidades de mejora para la contribución en la realización de los objetivos respecto al calentamiento global y el cambio climático (Saavedra-Farfán 2020).

Una forma de cuantificar el impacto de los equipos de protección personal es a través del análisis del ciclo de vida entre todas sus etapas de generación o alguna de ellas.

- **Análisis del ciclo de vida (ACV).** Es la herramienta analítica más común para evaluar los beneficios e impactos ambientales de los productos. Un ACV es un enfoque estructurado para la investigación ambiental que incluye principalmente 4 fases (Vozzola, 2018).

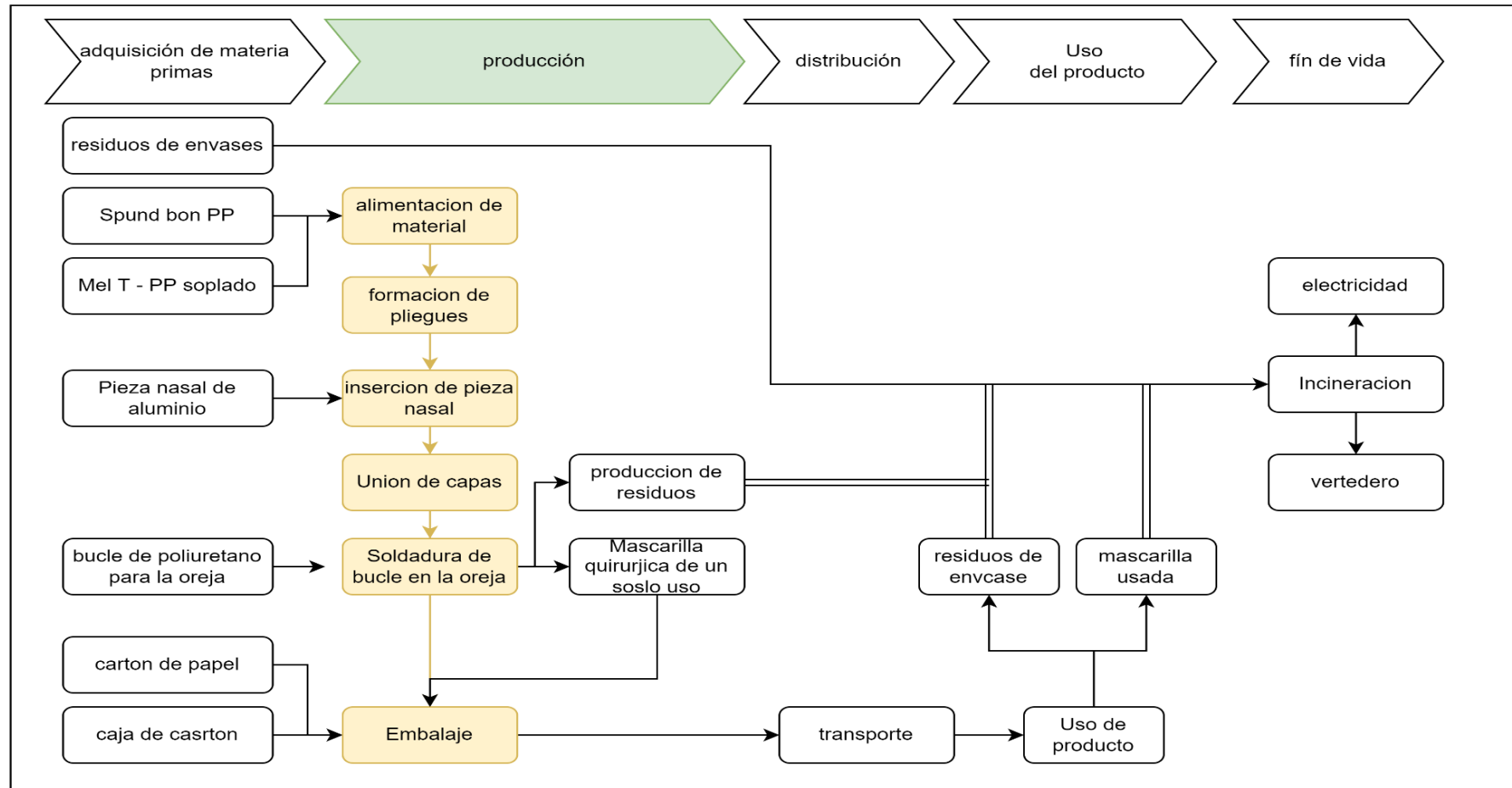
- a. La primera fase donde se determina los objetivos o alcances del estudio.
- b. La segunda fase, conocida como análisis del inventario del ciclo de vida (ICV), incluye la compilación de un inventario de entradas y salidas de materiales y energía para un sistema de producto completo.
- c. La tercera fase, conocida como evaluación del impacto del ciclo de vida, los inventarios de materiales y energía compilados en la segunda fase se utilizan para determinar los impactos ambientales potenciales del sistema, como el potencial de calentamiento global.
- d. La cuarta fase o fase final, es la interpretación que incluye una discusión de los resultados, análisis de sensibilidad y conclusiones.

- **Consideraciones sobre la huella de carbono de la mascarilla quirúrgica.** Para el análisis de la huella de carbono de la mascarilla quirúrgica, que es de un solo uso, se ha evaluado diferentes alcances, algunos desde la obtención de la materia prima hasta su utilización y otros desde la materia prima hasta su disposición como residuo. En la Figura 1, se esquematiza el mapa de proceso de la mascarilla quirúrgica desde su producción hasta su fin de vida como residuo (Lee, et al., 2021).

Asimismo, para determinar la huella de carbono se tiene que considerar los materiales a utilizarse, en cada etapa según el alcance en estudio. En la Tabla 2 se describen los materiales usados para una mascarilla quirúrgica con tres pliegues, que es la comúnmente utilizada en nuestro país. Por otro lado, Klemeš, Fan y Jiang, (2020) determinaron que la energía requerida para producir una pieza de mascarilla quirúrgica es 0.01 Kwh/pieza.

Figura 1

Mapa de proceso de la mascarilla quirúrgica



Nota: Tomado de Lee, et al., (2021)

Tabla 2

Características de los materiales utilizados para la producción de una mascarilla quirúrgica de un solo uso

Componente	Material	Área (m ²)	Longitud (m)	Masa (g)
Capa 1	Polipropileno no tejido	0,029		0,638
Capa 2	Tejido celulósico	0,029		0,725
Capa 3	Polipropileno no tejido	0,029		0,638
Alambre de nariz	HDPE		0,098	0,231
Bucles para orejas	Polieterimida (material elástico)			0,444
Total			0,185	2,68

Nota: Tomado de Allison et al., (2020)

- **Consideraciones sobre la huella de carbono de la mascarilla**

N95. Para el análisis de la huella de carbono de la mascarilla filtrante sin válvula (FFP filtering face pieces, por sus siglas en inglés) o N95, capaces de filtrar hasta el 95% de partículas mayores a 0.3 µm o más, de forma bidireccional. En la siguiente Tabla 3 se describen los materiales para la producción de una mascarilla de este tipo.

Tabla 3

Materiales y componentes para la producción de una mascarilla filtrante sin válvula N95

Producto	Material	Unidad	Valor	Referencia
Mascarilla N95	Caucho de síntesis (bandas)	g	3	(Do Thi, Mizsey y Toth 2021)
	Polipropileno (filtro)	g	5	
	Aluminio (adaptador de nariz)	g	0,95	
	Consumo de electricidad	kWh/pieza	5,56 10 ⁻⁴	

Nota: Tomado de Do Thi, Mizsey y Toth (2021)

2.2.7. Densidad de los equipos de protección

La densidad está definida como la cantidad de residuos de equipos de protección personal en una determinada área (ver siguiente ecuación), esta área puede ser dividida en sectores o transecto.

$$Densidad = \frac{\text{Numero de residuos de EPPS}}{\text{Area (m}^2\text{)}}$$

La densidad sirve para interpretar la contaminación de estos residuos en una localidad y da cuenta de la mala gestión que pueda existir en el lugar.

2.2.8. Categorías de impacto ambiental:

A continuación, se describen las categorías de impacto utilizadas en esta investigación, tomadas de Anton, (2004)

- **Agotamiento abiótico.** Definida como la disminución de la disponibilidad de recursos naturales, incluidos los **recursos abióticos** y **energía** (combustibles fósiles). La ecuación que gobierna el agotamiento abiótico, se describe de la siguiente forma:

$$AR = \sum_i ADF_i x m_i$$

Donde AR es el agotamiento de recursos abióticos expresados en kg equivalentes de antimonio (Sb), como recurso de referencia, m_i es la cantidad de recurso utilizado, en Kg, m^3 o MJ; y ADF es un factor de agotamiento abiótico expresado en kg eq. Sb kg^{-1} .

- **Toxicidad.** En esta categoría se incluyen la **toxicidad humana**, la **toxicidad terrestre** (ecotoxicidad terrestre), **toxicidad acuática marina** y **toxicidad acuática en agua dulce**.

Las emisiones de algunas sustancias como metales pesados pueden tener impactos en la salud humana, y afectar directamente ecosistemas terrestres y acuáticos de mar o agua dulce. Para calcular la toxicidad en

humanos, en la tierra y en ambientes acuáticos, se utilizan las siguientes formulas:

Ecuación para el cálculo del impacto de toxicidad en humanos

$$HTI = \sum_n \sum_i HTI_{i,n} \times f_{i,n} \times m_i$$

Ecuación para el cálculo del impacto de ecotoxicidad acuática marina y de agua dulce, ATI.

$$ATI = \sum_n \sum_i ATP_{i,n} \times f_{i,n} \times m_i$$

Ecuación para el cálculo del impacto de ecotoxicidad terrestres, TTP.

$$TTI = \sum_n \sum_i TTP_{i,n} \times f_{i,n} \times m_i$$

Donde $f_{i,n}$ es la fracción de la sustancia i que se transporta desde el invernadero al compartimento ambiental n , adimensional y m la masa emitida de cada contaminante. Por otro lado, los factores de caracterización (HTP, ATP y TTP), se expresan en potencial de toxicidad son medido utilizando como referencia, un equivalente en kg de 1,4-diclorobenceno (1,4-DB).

- **Eutrofización.** Es el impacto consecuente del aumento de la concentración de macronutrientes, nitrógeno y fosforo en ecosistemas acuáticos, de manera que promueven la eliminación de oxígeno y la generación de un ambiente anaeróbico que libera compuestos ácidos como CH₄, H₂S Y NH₃; la consecuencia final es la eliminación de cualquier tipo de vida aeróbica.

Para calcular el impacto de la eutrofización se utiliza el indicador de impacto de la eutrofización, expresada en kg PO₄⁻³ eq y calculada con la siguiente ecuación:

$$EI = \sum_i EP_I \times m_i$$

Donde m_i es la masa en kg de la sustancia i , EP es el potencial de eutrofización de la sustancia i .

- **Agotamiento de la capa de ozono.** La capa de ozono ubicada en la estratosfera regula la emisión de radiación ultravioleta en la superficie de la tierra, esta función al ser alterada (reducción), es responsable del aumento de enfermedades (cáncer a la piel, supresión del sistema inmunitario, cataratas, etc), degradación de ecosistemas entre otros. Se conoce que compuestos fluorocarbonados, CFCs, generados por el hombre, son responsables de la descomposición de la capa ozono.

Para calcular este impacto se utiliza el indicador de agotamiento de ozono, ODI, expresado en unidades relativas al efecto que produce 1kg de CFC-11.

$$ODI = \sum_i ODP_i x m_i$$

Donde, ODP es el potencial de agotamiento de ozono de la sustancia i , y m_i es la masa de la sustancia i expresado en kg.

- **Oxidación fotoquímica.** El ozono que se encuentra más próxima a la superficie terrestre, llamado ozono troposférico, es un contaminante secundario formada a partir de reacciones fotoquímicas (luz solar) entre contaminantes primarios como el óxido de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles (COVs), que esencialmente son emitidos por actividades humanas.

Para el cálculo de este foto-oxidante, POI, se utiliza la siguiente fórmula, y como referencia se miden en función al efecto producido por un kg de etileno (Kg C₂H₄ eq).

$$POI = \sum_i POCP_i x m_i$$

Donde POCP (Potencial de creación de ozono fotoquímico por sus siglas en ingles), es definida como la relación existente entre el cambio de la concentración de ozono debido a un cambio en la emisión de COV y el cambio de la concentración de ozono debido al cambio de la concentración de etileno.

- **Calentamiento global (GWP100años).** El efecto invernadero es aquel fenómeno en el que los gases existentes en la atmosfera (principalmente vapor de agua y CO₂ y otros como CH₄, N₂O, y CFC_s) absorben la radiación infrarrojo térmica emitida por los océanos, luego de que estos absorbieran la radiación solar. Este fenómeno genera el calentamiento del planeta, sin embargo, la acción humana ha provocado el incremento de estos gases ocasionando un sobrecalentamiento del planeta que genera impactos a la salud y al medio ambiente.

El indicador que evalúa este impacto se expresa como CCI (indicador de cambio climático por sus siglas en ingles), medida en función al efecto producido por la emisión de un kg de CO₂ y cuyo cálculo se realiza de la siguiente forma:

$$CCI = \sum_i GWP_i x m_i$$

Donde m_i es la masa de la substancia i, en kg y GWP es el potencial de calentamiento global, factor que compara las emisiones de diferentes gases invernaderos.

- **Acidificación.** La liberación de óxido de nitrógeno y compuestos con sulfuro en suelo, agua y atmosfera, generan ácidos y promueven su deposición en los ecosistemas, generando daños en la flora y fauna e incluso impactos en la infraestructura.

Su cálculo se realiza mediante un indicador de acidificación AI, expresado en g eq. H⁺ o en g de dióxido de azufre, SO₂ eq.

$$AI = \sum_i AP_i x m_i$$

Donde m_i es la masa de la sustancia i expresada en kg y AP es el potencial de acidificación de la sustancia i.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Impacto ambiental generado por los equipos de protección personal en el contexto COVID-19

El impacto ambiental implica aquellos efectos adversos sobre los ecosistemas, el clima y la sociedad, causada por las actividades negativas, como la extracción desmedida de los recursos naturales, la disposición inadecuada de residuos, la emisión de contaminantes y el cambio de uso del suelo, incluida el uso de productos como los equipos de protección personal (Perevochtchikova, 2013).

Una de las actividades que ha repercutido en el medio ambiente durante estos dos últimos años es la crisis inducida por la pandemia de COVID-19 que ha perturbado la dinámica global de generación de residuos a tal punto de modificar la composición y cantidad de desechos a nivel mundial (Sharma et al., 2020). Induciendo la generación de una gran cantidad de desechos sanitarios, como los equipos de protección personal (EPP) relacionados con COVID-19 (Naughton, 2020). Ya que solo no se han limitado al uso únicamente en los hospitales y centros médicos, también a las personas con síntomas leves o asintomáticos en sus hogares, como manera de salvaguardar sus vidas (Singh et al., 2020). El rápido aumento de los millones residuos de EPP contaminados (como: mascarillas y guantes), pueden provocar enormes problemas de contaminación ambiental y de salud, si no se manejan de forma adecuada (Zand y Heir, 2020).

Ya que los equipos de protección individual representan una nueva forma de contaminación la cual no es fácil de tratar. En particular, porque contienen elementos altamente contaminantes para el medio ambiente como es el caso de las mascarillas están hechas de tres elementos diferentes: el "tejido", el broche de metal para fijar en la nariz y los elásticos. Dificultando su reciclaje al mismo tiempo. Además, la parte de la capa protectora no es de tela, sino de polipropileno, un material plástico. En cuanto a los guantes, por lo general están hechos de plástico, y generan los mismos problemas que las mascarillas en cuanto a la degradación (Emilie Ridard 2020)

2.4. Definición de términos básicos

Bioseguridad: Es un enfoque estratégico e integrado que sirve para el análisis y la gestión de los riesgos vinculados a la vida y la salud (Somocurcio Bertocchi 2017).

EPPS: Son equipos que protege a las personas y trabajadores del riesgo de accidentes o de efectos adversos para la salud (OIT 2022).

Huella de carbono: Es una métrica ambiental la cual nos permite cuantificar de manera confiable las emisiones de gases de efecto invernadero (Saavedra 2020).

Huella energética: Comprende el consumo total de energía directa e indirecta que se da en la producción de un bien o servicio (Bongiovanni y Tuninetti 2021).

Impacto ambiental: Es el resultado de una actividad humana que genera un efecto sobre el medio ambiente que supone una ruptura del equilibrio ambiental (Perevochtchikova 2013).

Medidas de bioseguridad: Son el conjunto de conductas que son adoptadas, con la finalidad de reducir o eliminar los riesgos que afecten al personal, comunidad y el medio ambiente (Somocurcio Bertocchi 2017).

Microorganismos: Son seres vivos pequeños que no pueden ser observados a simple vista y por ello se utilizan equipos especializados como los microscopios, típicamente son organismos unicelulares (Reyes 2018).

Pandemia: Es el brote epidémico que afecta a más de un continente y que los casos en cada país ya no sean importados, sino provocados por transmisión comunitaria (Pulido 2020).

Virus: Un virus es un microorganismo infeccioso que consta de un segmento de ácido nucleico (ADN o ARN) rodeado por una cubierta proteica (NIH 2022).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1 *Hipótesis general*

Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 generan un impacto ambiental en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

3.1.2 *Hipótesis específicas*

1. El porcentaje de residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022 es igual a 87,7% para mascarillas, 6,5% para protectores faciales, 4,30% para guantes y 1,5% para mamelucos impermeables.
2. La generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022, tiene una densidad igual a lo reportado en la literatura de $1,54 \times 10^{-4}$ EPP / m².
3. Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, generan una huella de carbono en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.
4. Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, generan una huella de energética en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

3.2 Operacionalización de la variable

Variable del estudio descriptivo: Impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19. Efectos adversos a los ecosistemas (aire, suelo, agua, flora y fauna), producto de la inadecuada disposición de desechos sanitarios, como los equipos de protección personal (EPP) en el contexto de la pandemia COVID 19 (Naughton 2020)

Tabla 4

Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índice	Método	Técnica e instrumentos
Impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19	Efectos adversos a los ecosistemas (aire, suelo, agua, flora y fauna) producto de la inadecuada disposición de desechos sanitarios, como los equipos de protección personal (EPP) en el contexto de la pandemia COVID 19 (Naughton 2020)	Una forma de cuantificar el impacto ambiental que generan los residuos de equipos de protección personal es a través de la huella de carbono y huella energética; este impacto estará en función a la densidad y frecuencia de generación de estos residuos.	Frecuencia de uso de equipos de protección personal	Número de veces de uso de equipos de protección, según su tipo.	Nº de veces/tiempo/tipo de EPP	Cuantitativo	Entrevista - Cuestionario
			Densidad de generación de residuos de equipos de protección personal	Densidad de generación de residuos de equipos de protección personal por área	Cantidad/Área		Documental - Ficha de recolección de datos
			Impacto de huella de carbono generados por los equipos de protección personal	Huella de carbono de los equipos de protección personal.	kg CO ₂ /unidad equivalente		Ficha de recolección de datos
			Impacto de huella energética generados por los equipos de protección personal	Huella energética de los equipos de protección personal.	KWh		Ficha de recolección de datos

IV. METODOLOGÍA

4.1. Diseño metodológico

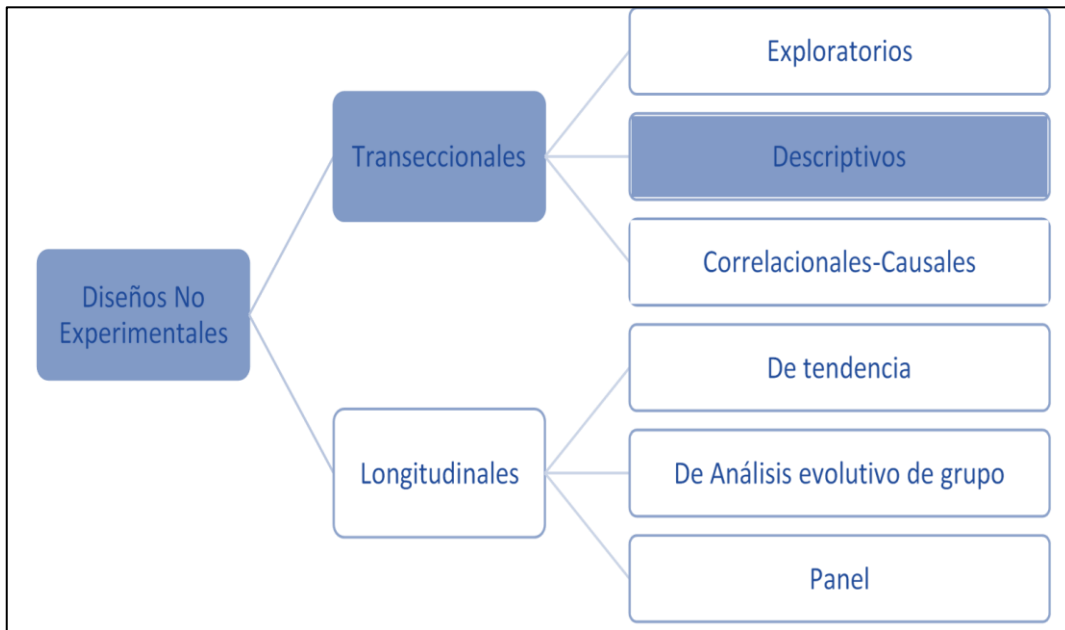
Según Esteban Nieto (2018), el tipo de investigación es básica, orientada a descubrir nuevos conocimientos, sirviendo como cimiento para la investigación aplicada. Esto se sustenta debido a que la información recopilada en esta investigación (huella energética y huella de carbono), podría servir como línea base para propuestas de mejora en la gestión de residuos sólidos en dicha comunidad.

Así mismo este autor sitúa al nivel descriptivo dentro de la investigación básica, definiéndolo como aquel nivel cuyo objetivo principal es recopilar datos e informaciones, para caracterizar o describir un fenómeno.

El diseño metodológico es no experimental, transeccional, de tipo descriptivo, ya que se realizó observaciones en un tiempo único; se recolectaron datos sin ideas prefijadas y sobre cada uno de los conceptos, variables, contextos, comunidades o fenómenos (ver Figura 2). En ese sentido, la encuesta y la ficha de recolección de datos en campo fueron el instrumento adecuado para este tipo de diseño de investigación, ya que su planteamiento tiene un alcance de recolección de información en un sentido descriptivo.

Figura 2

Tipos de diseño metodológicos no experimentales



Nota: Adaptado de Esteban Nieto (2018)

4.2. Método de investigación

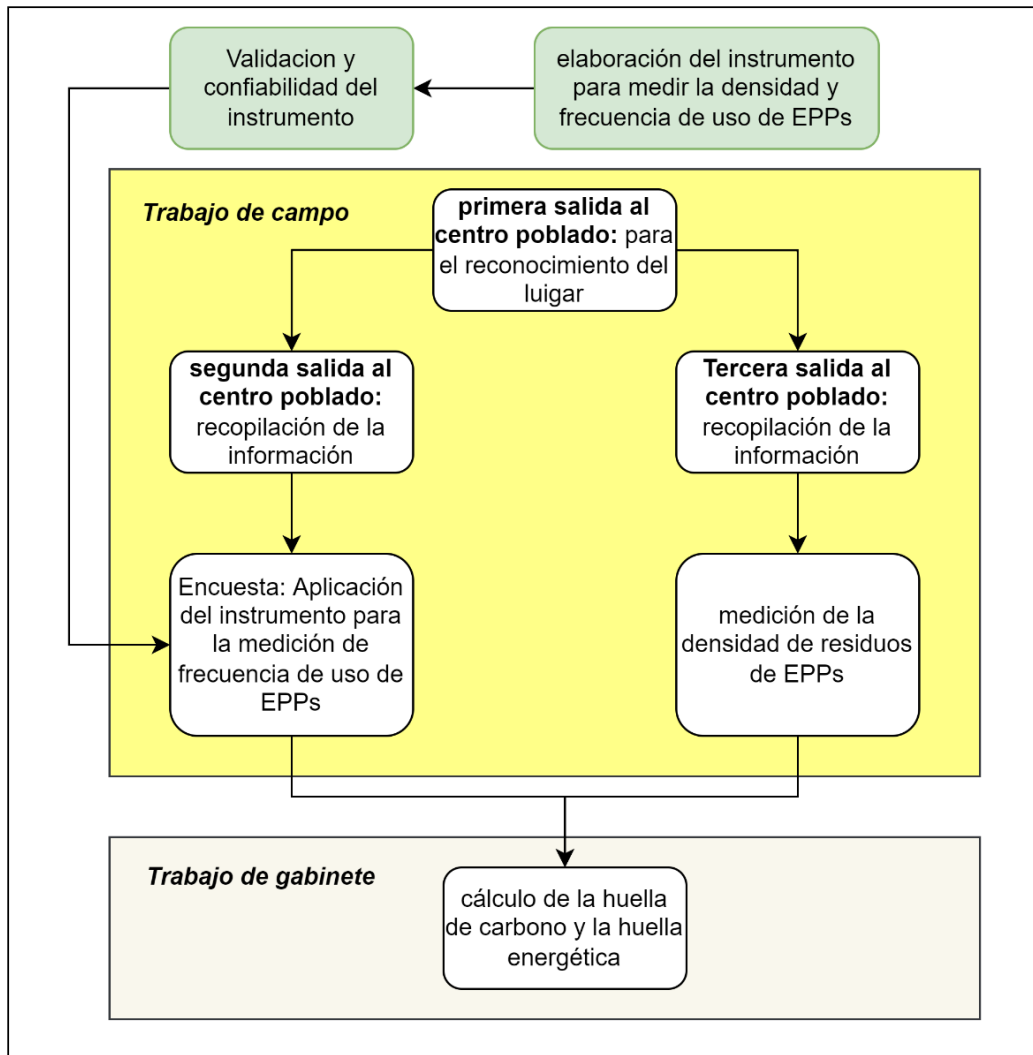
El método de investigación, según Corona, es el método cuantitativo, debido a que el investigador realizó una medición de las variables, sobre objetivos definidos y delimitados; además, a estos datos se les puede aplicar tratamientos estadísticos (2016).

La variable e indicadores en esta investigación son de naturaleza cuantitativa, como la frecuencia de uso de equipos de protección personal, la densidad de residuos de equipos de protección personal, la huella energética y la huella de carbono (gases efecto invernadero).

Por otro lado, en la Figura 3, se presenta un flujograma de los métodos o procedimientos que se realizarán para poder cumplir con los objetivos dispuestos en esta investigación.

Figura 3

Flujograma de actividades



Según la figura anterior se siguieron las siguientes actividades:

Se **elaboró y validó el instrumento**, utilizado en el trabajo de campo para recopilar información a través de la encuesta, acerca de la frecuencia de uso de equipos de protección personal; esta información nos sirvió para cuantificar el tipo y cantidad de residuos de equipos de protección personal generado en el centro poblado, asumiendo que todo los EPP que utilizan los pobladores se convierten en residuos sólidos.

En el cuestionario, que se puede observar en el Anexo 2, se consideró a la mascarilla quirúrgica, mascarilla reutilizable, mascarilla N95, guantes,

protector facial y mamelucos impermeables como los equipos de protección personal utilizados en el centro poblado; esto debido a que son los residuos de EPP más comunes encontrados en la primera visita de campo el día 15 de agosto del 2022. Asimismo, las frecuencias de uso evaluadas en dicho cuestionario fueron: diaria, inter diaria, cada tres días, semanal, mensual y otro.

Para el **cálculo de la cantidad de residuos de EPP**, asumiendo que la frecuencia de uso es la que genera los residuos de EPP en el centro poblado, se utiliza la siguiente fórmula.

$$\text{Cantidad de EPP generado} = F(\text{EPP}) \times r$$

Donde:

$F(\text{EPP})$: Frecuencia de uso de EPP, que puede ser diaria, inter diaria, cada tres días, semanal y mensual.

r : Factor de conversión a generación de residuo mensual. Que puede ser 30 para una frecuencia diaria, 15 para inter diaria, 10 para cada tres días, 4 para semanal y 1 para mensual.

Para el cálculo de la densidad de EPP, en primer lugar, se dividió el área del centro poblado en manzanas, con ayuda de SIG (Sistema de información geográfica) en ARCGIS, ver Figura 4. Luego en cada manzana se ubicó los botaderos de residuos sólidos y se cuantificó la presencia de cada tipo de equipos de protección personal desechado, para todo ello se hizo uso de una ficha de recolección de datos como se puede observar en el Anexo 3. Finalmente, se dividió el número de residuos de EPP asociados a la manzana, con el área de la manzana, tal y como se muestra en la siguiente ecuación.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Numero de residuos de EPPS}}{\text{Area (m}^2\text{)}}$$

Donde:

Número de residuos de EPP está asociado a la cantidad de EPP dispuestos en los botaderos dentro y aledaños a la ciudad.

Figura 4

Sectores o transectos del centro poblado para determinar la densidad



Nota: Elaborado en ARCGIS

Luego del cálculo de la densidad y la cantidad de residuos de EPP generados en el centro poblado, se calculó la **huella de carbono** de estos residuos. Debido a que los resultados muestran que la mayoría de residuos de EPP generados en el centro poblado se debe al uso de las mascarillas quirúrgicas y N95 (71% y 19% respectivamente), se consideró poco significativo el aporte de los otros tipos de residuos de EPP en la huella de carbono. Por lo tanto, se consideró solamente el cálculo de la huella de carbono sólo para estas mascarillas.

Para ello se hizo uso de la metodología del ciclo de vida, donde en primer lugar se determinó el alcance que tuvo el análisis de ciclo de vida, luego se estableció un inventario, además se evaluó el impacto de ciclo de vida con ayuda de la base de datos ECOINVENT que nos proporciona factores de conversión de emisiones de gases de efecto invernadero y finalmente se interpretaron los resultados. Todo este análisis se realizó con ayuda del software MOBIUS, que permite analizar el ciclo de vida de productos o servicios.

Como alcance solo se definió los materiales a utilizarse para la producción de una pieza de mascarilla quirúrgica y N95, la cantidad de energía requerida en

el proceso, estos datos se obtuvieron de la literatura explicada en la Tabla 2 y Tabla 3 de la sección 2.2.6.

Luego se utilizó el interfaz del Mobius Ecochain (ver Figura 5), que permitió establecer un inventario de los materiales utilizados en la fabricación de la mascarilla quirúrgica, así como la energía utilizada

Figura 5
Interfaz de Mobius Ecochain



Cabe resaltar que este programa tiene acceso directo a ECOINVENT, que es una base de datos certificada, que nos brinda factores de conversión, emisiones producidas por cada producto, etc. Ver Figura 6.

Figura 6

Base de datos ECOINVENT

The screenshot shows the ECOINVENT database search interface. At the top, there is a search bar with the text 'Buscar producto de referencia para MASCARILLA QUIRURGICA'. Below the search bar, there are three tabs: 'Búsqueda de base de datos', 'Flujos elementales', and 'Impacto personalizado'. The search bar contains the text 'Búsqueda' and a search icon. Below the search bar, there are three suggestions: 'MASCARILLA', 'QUIRURGICA', and 'MASCARILLA QUIRURGICA'. The main content area is titled 'Todas las referencias' and displays a list of six product references. Each reference includes a description, a location, and a unit. The references are: 1. 'electricidad de alta tensión importada de PY | electricidad de alta tensión | Corte, U' (Brasil | 1 kWh Energía | Ecoinvent v3.5, corte); 2. 'mercado de la electricidad en media tensión | electricidad de media tensión | Corte, U' (Brasil | 1 kWh Energía | Ecoinvent v3.5, corte); 3. 'producción de electricidad, gas natural, central de ciclo combinado | electricidad de alta tensión | Corte, U' (Perú | 1 kWh Energía | Ecoinvent v3.5, corte); 4. 'producción de electricidad, gas natural, central eléctrica convencional | electricidad de alta tensión | Corte, U' (Perú | 1 kWh Energía | Ecoinvent v3.5, corte); 5. 'producción de electricidad, petróleo | electricidad de alta tensión | Corte, U' (Perú | 1 kWh Energía | Ecoinvent v3.5, corte); 6. 'producción de electricidad, eólica, turbina de 1-3MW, en tierra | electricidad de alta tensión | Corte, U' (Perú | 1 kWh Energía | Ecoinvent v3.5, corte). On the right side, there is a 'filtros' section with three categories: 'Base de datos' (with a dropdown arrow and a link 'Seleccionar base de datos'), 'Ubicación' (with a search box 'Filtrar por ubicación...'), and 'Categoría' (with a list of categories: R: Agricultura, silvicultura y pesca; B: Minería y canteras; C: Fabricación; D: Suministro de electricidad, gas, vapor y a...; E: Abastecimiento de agua; alcantarillado, g...; and Flujos elementales).

El cálculo de la **Huella energética** se determinó mediante revisión de literatura científica, el gasto energético para la producción de cada tipo de EPP (ver sección 2.2.5), expresado en KWh; luego se multiplicó por la cantidad de residuos de EPP generados en un mes, obteniendo de esta forma el gasto energético por tipo de EPP de forma mensual, expresado en KWh/mes.

$$HE = \#EPP_i \times GE_i$$

Donde

#EPP_i: número de residuos generados al mes por tipo de EPP.

GE_i: gasto energético para la producción de un EPP.

4.3. Población y muestra

Población: 345 habitantes del centro poblado de Cullhuay, considerando un crecimiento poblacional del 1,4% desde el último censo (INEI 2017)

En la presente investigación se tomó en cuenta como población a los habitantes ubicados en el centro poblado de Cullhuay en el distrito de Huaros,

provincia de Canta, región Lima, el cual consta de 345 personas, considerando las proyecciones de crecimiento poblacional para el año 2021 de 1,41%, ver Tabla 5.

Tabla 5

Tasa de crecimiento demográfico

Año	Tasa de crecimiento	Población
2017		320
2018	1.66	325
2019	1.71	330
2020	1.61	336
2021	1.41	341
2022		345

Nota: Tomado de Data Commons (2022)

Criterios de inclusión: esta población estuvo conformada por todos los pobladores que utilizaron equipos de protección personal en la pandemia COVID 19 (de uso obligatorio), fuese la condición que tuvieran, por lo que se consideraron personas con plena o limitada capacidad para responder a la encuesta (ancianos, niños, personas con discapacidad), en estos últimos casos los cuestionarios fueron dirigidos a familiares (unidades de información).

Muestra: 183 habitantes en el centro poblado de Cullhuay.

Fórmula de cálculo para una muestra finita:

$$n = N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q / ((N - 1) \cdot E^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q)$$

Donde:

n= Tamaño de muestra,

z= Valor Z de curva normal (1,96) (alfa=0,05),

P= Probabilidad de éxito (0,95),

Q= Probabilidad de fracaso (0,05),

N= Población (345 habitantes),

E= Margen de error (0,05)

Según aplicación de fórmula, a un nivel de confianza de 95% y margen de error de 5%, la muestra constará de $n= 183$ personas.

Unidad de análisis,

Según Hernández Sampieri, la unidad de análisis son los sujetos “que van a ser medidos” (2018), para este estudio la población son los pobladores del centro poblado Cullhuay, a quienes se les midió la cantidad de residuos de equipos de protección personal que generaron en el contexto de la pandemia COVID 19.

4.4. Lugar de estudio

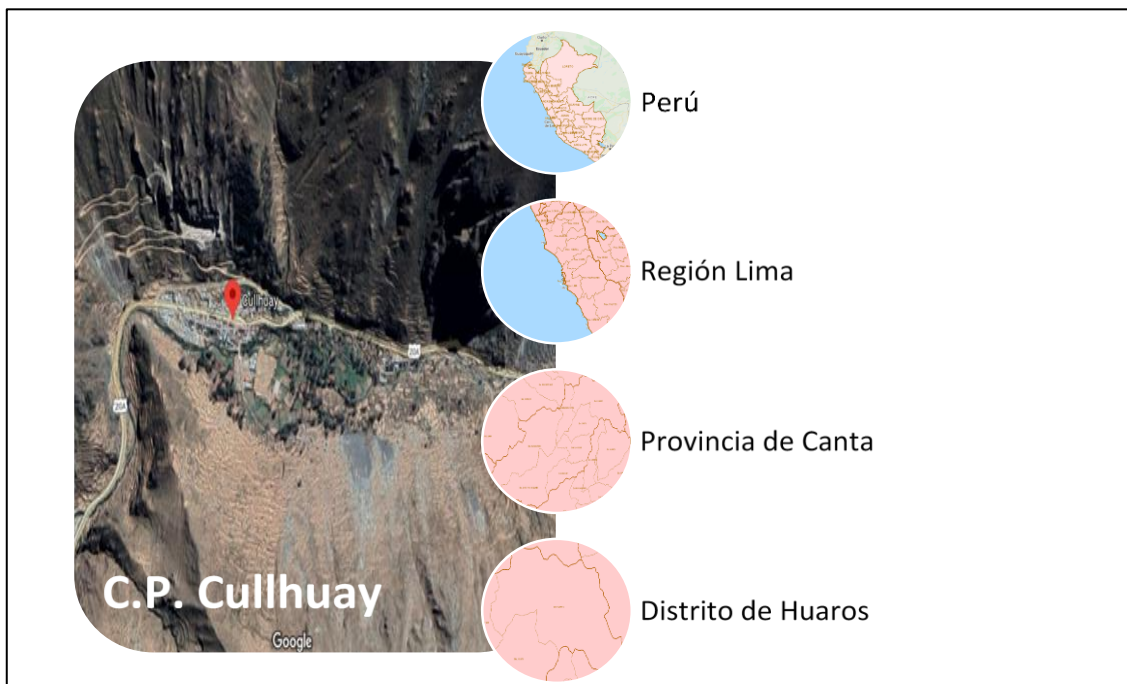
El estudio se desarrolló en el centro poblado de Cullhuay, en el distrito de Huaros, Provincia de Canta, Región Lima (ver Figura 7). El centro poblado presenta una población de 345 habitantes (INEI, 2017) y está ubicado sobre la margen derecha del Río Chillón.

El distrito de Huaros presenta un clima templado frío, el promedio de la precipitación pluvial anual es aproximadamente de 230 a 310 mm/s; siendo los meses de enero a marzo los de mayores precipitaciones, época de invierno. La temperatura media anual del ambiente es de 12 °C; la humedad relativa promedio de 60 a 70%.

La principal actividad económica del distrito de Huaros está basada en una agricultura tradicional, ubicados en distintos pisos ecológicos y distribuidas en terrazas construidas desde época prehispánica; en la parte alta pueden producir papa, maíz, habas y oca y en su parte baja hortalizas y frutas. Así también, la complementan con otras actividades como la piscícola y la ganadería de autoconsumo con el ganado vacuno, ovino y de camélidos.

Figura 7

Mapa situacional del centro poblado de Huaros



4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Las técnicas para la recolección de información, que permitieron alcanzar los objetivos de la presente investigación, son los siguientes:

- i. **Observación:** Registros fotográficos y observación directa del ámbito de estudio para calcular la frecuencia de generación de residuos por sectores (Ver Anexo 3)
- ii. **Análisis documental:** Revisión de fuentes primarias de información y resultados de la encuesta.
- iii. **Encuesta:** dirigida a los habitantes del centro poblado Cullhuay a través de un cuestionario.

Los instrumentos utilizados fueron:

- i. **El cuestionario:** que consto de siete preguntas, seis de ellas relacionadas a la frecuencia de uso (diario, inter diario, cada tres días, semanal y mensual) de cada tipo de EPP (mascarilla quirúrgica, mascarilla reutilizable,

mascarilla N95, guantes, careta facial y mamelucos impermeables). Por último, una pregunta acerca de cómo disponían sus residuos los pobladores del centro poblado (ver Anexo 02).

Este cuestionario se sometió a un proceso de validación y confiabilidad. En el proceso de validación los expertos asignaron una calificación, la cual estuvo dentro del rango que acepta el instrumento como valido (ver Tabla 6 y Anexo 04)

Tabla 6

Lista y valoración de expertos

Nombre del experto	Especialidad	Puntaje de valoración
Julio Patiño Tipacti	Medio ambiente y minería	85%
Javier Velásquez Aliaga	Medio ambiente	88,5%
Gino Acuña Aguilar	Medio ambiente	85%

Para el proceso de confiabilidad, se llevó a cabo una prueba piloto con 20 pobladores del centro poblado Cullhuay, donde con ayuda del estadístico alfa de Cronbach, procesado en el software estadístico SPSS versión 27, se determinó el grado de confiabilidad del cuestionario.

Se tuvo en cuenta los siguientes rangos del alfa de Cronbach y su interpretación, ver Tabla 7:

Tabla 7

Rangos de aceptación de confiabilidad

Rangos	Interpretación
0,53 a menos	Confiabilidad nula
0,54 a 0.59	Confiabilidad baja
0,6 a 0.65	Confiable
0,66 a 0.714	Muy confiable
0,72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Nota: Oviedo y campo (2005)

Para el cálculo del alfa de Cronbach se utilizó la siguiente fórmula:

$$\alpha = \left(\frac{n}{n-1}\right)\left(1 - \sum \frac{V_i}{VT}\right)$$

Donde:

n: número de ítems

Vi: se refiere a la varianza asociada con cada ítem

VT: se refiere a la varianza total de la escala

Una vez procesada esta ecuación en el software estadístico SPSS versión 27, se obtuvo como resultado un valor del estadístico alfa de Cronbach igual a 0,84 mayor a 0,72 (ver tabla 8), por lo que se asume una excelente confiabilidad del instrumento.

Tabla 8

Resultados de alfa de Cronbach

Numero de ítems	Estadístico alfa de Cronbach
21	0,84

Nota: Obtenido del software SPSS versión 27.

ii. Ficha de recolección de datos: ficha utilizada para recopilar información acerca del área de cada manzana (transecto), así como del número de residuos de EPP en botaderos asociados a cada manzana del centro poblado Cullhuay.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

El proyecto de investigación consideró tres salidas de campo, las mismas que cumplirán los siguientes objetivos:

SALIDA 1: Reconocimiento de ámbito de estudio

- a) Coordinación con los funcionarios del municipio.
- b) Entrevistas con funcionarios del municipio.
- c) Reconocimiento del lugar in situ.

SALIDA 2: Aplicación del cuestionario para la recolección de información

- a) Preparación de materiales (encuesta) e identificación de encuestadores.

- b) Identificación de la zona de estudio para ejecución de encuesta.
- c) Ejecución de la encuesta.
- d) Recopilación de información no prevista.

SALIDA 3: Levantamiento de información de los sectores o transectos

- a) Se dividirá la localidad en sectores o manzanas, para evaluar la densidad y frecuencia de residuos de equipos de protección personal, esto con ayuda de la ficha de recolección de datos.
- b) Para la recopilación de estos datos en cada sector, se tomó en cuenta los resultados obtenidos en la primera visita a campo.

Para el análisis de confiabilidad luego de la validación por los expertos, se utilizó el estadístico de alfa de Cronbach, donde se obtuvo un resultado mayor a 0,72; estableciendo una buena confiabilidad del instrumento (ver Tabla 8, pág. 50); posteriormente de recolectados los datos en campo de la frecuencia de uso de EPP, la densidad de residuos de EPP, la huella de carbono de estos residuos fue representados a través de la estadística descriptiva mediante tablas y graficas de frecuencias.

Por otro lado, para la verificación de la primera hipótesis se hizo uso de la estadística inferencial, en específico la estadística de chi cuadrado, un nivel de significancia de 5%, esto con el fin de corroborar si la frecuencia de uso de EPP es igual a lo reportado por la literatura.

4.7. Aspectos éticos en investigación

Los tesisistas se comprometen a proporcionar información veraz sin generar algún conflicto de intereses en su publicación, de lo contrario se someten a todo lo dispuesto en las regulaciones o normas de ética en investigación de la Universidad Nacional del Callao. (R-260-2019-CU-UNAC).

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

A continuación, se presentan los resultados descriptivos de la frecuencia de uso y cambio de equipos de protección personal.

Mascarilla quirúrgica

En la Tabla 9 y Figura 8, se puede observar que la mayor frecuencia de uso o cambio de mascarilla quirúrgica se da de forma diaria (53%), luego cada tres días (37,7%), seguido de una frecuencia inter diaria (9,3%).

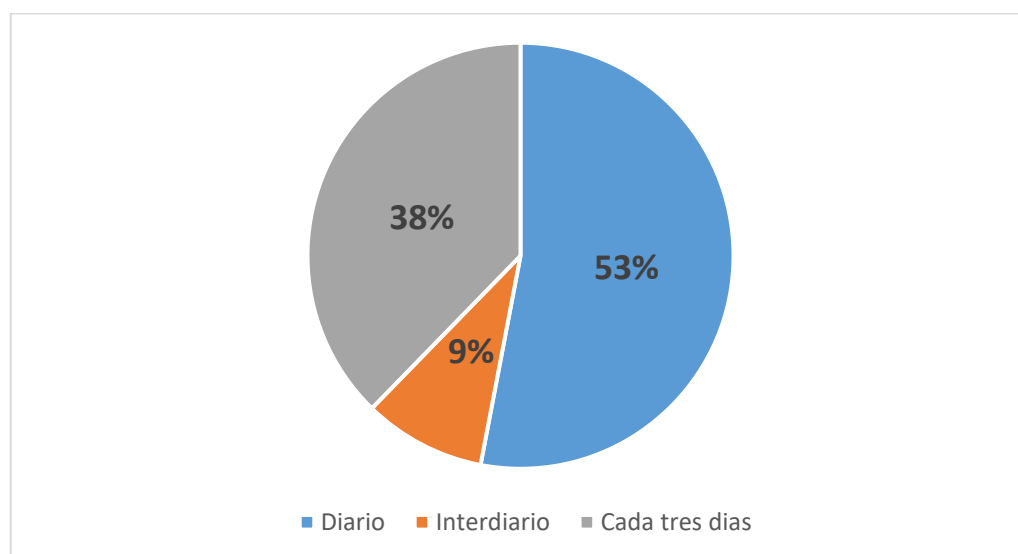
Tabla 9

Frecuencia de uso de mascarilla quirúrgica

Frecuencia	cantidad	Porcentaje
Diario	97	53,0%
Inter diario	17	9,3%
Cada tres días	69	37,7%
Total	183	100,0%

Figura 8

Frecuencia de uso de mascarilla quirúrgica



Mascarilla reutilizable

En cuanto a las mascarillas reutilizables se pudo observar que un 75% de los pobladores del centro poblado de Cullhuay usan este tipo de EPP, mientras que un 16% los cambian de forma mensual y un 9% de forma semanal. Ver Tabla 10 y Figura 9.

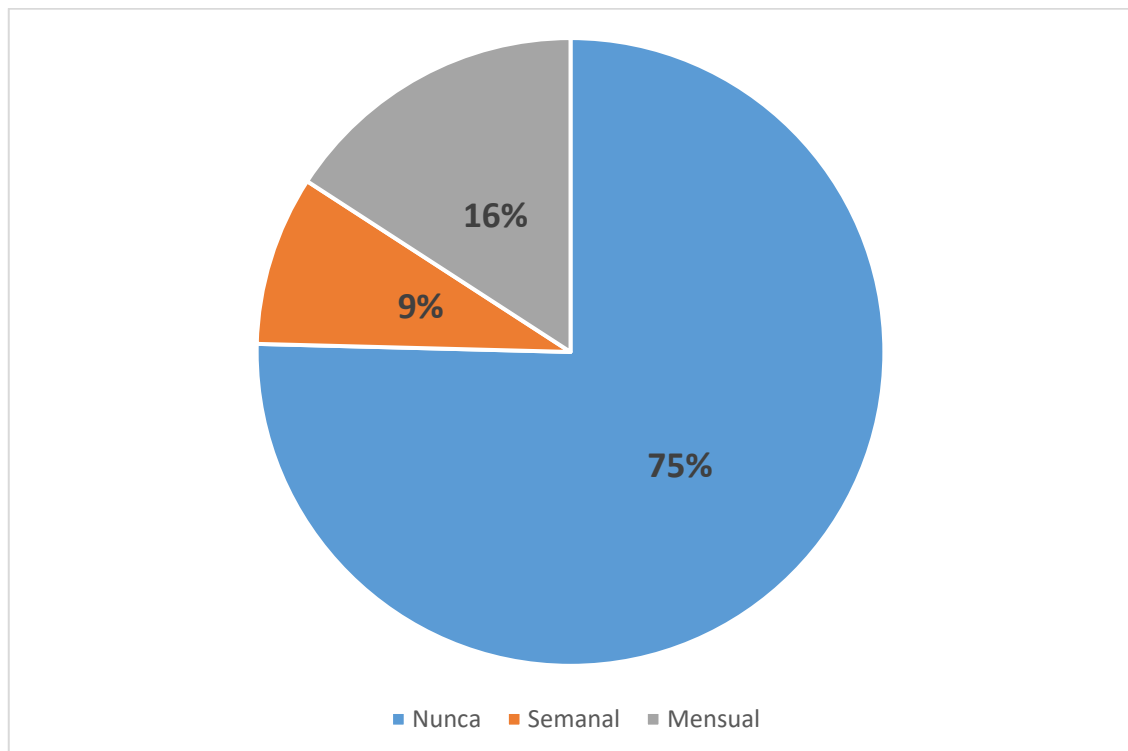
Tabla 10

Frecuencia de uso de mascarilla reutilizable

Frecuencia	cantidad	Porcentaje
Nunca	138	75%
Semanal	16	9%
Mensual	29	16%
Total	183	100%

Figura 9

Frecuencia de uso de mascarilla reutilizable



Mascarilla N95

El cambio o frecuencia de uso de las mascarillas N95 por parte de los pobladores del centro poblado de Cullhuay, fue de 41% cada tres días, 30% semanal y 3% de forma inter diaria, mientras que aproximadamente un 26% de los pobladores no prefieren o nunca usan este tipo de mascarilla. Ver Tabla 11 y Figura 10.

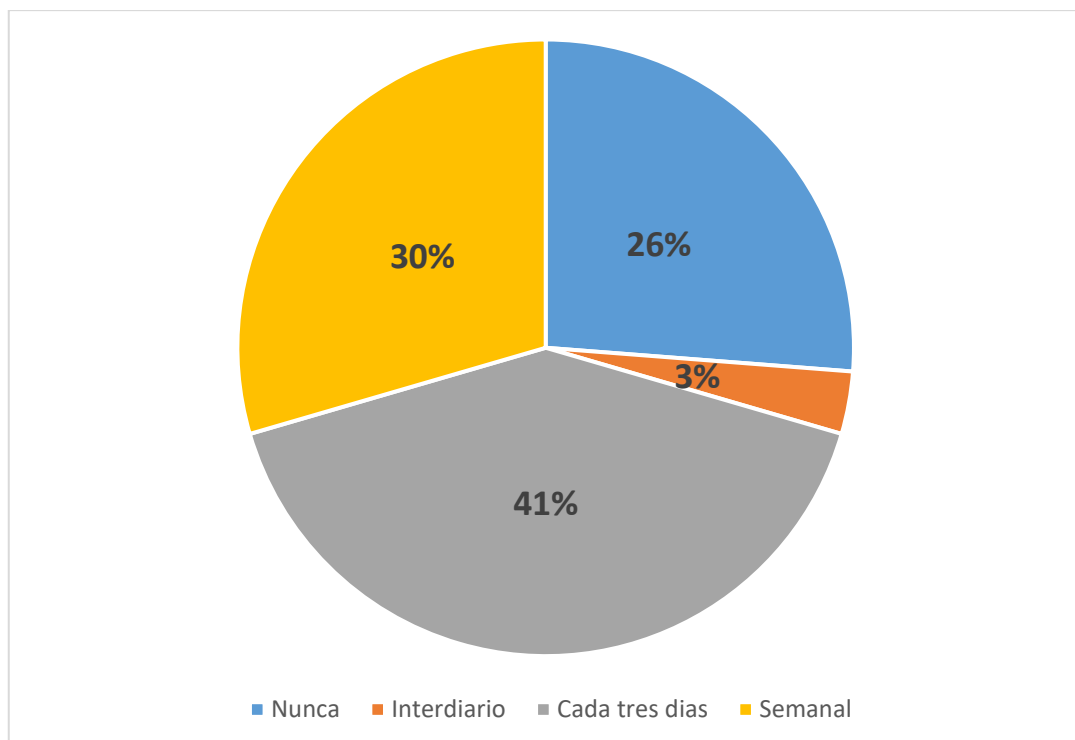
Tabla 11

Frecuencia de uso de mascarilla N95

Frecuencia	cantidad	Porcentaje
Nunca	48	26%
Inter diario	6	3%
Cada tres días	75	41%
Semanal	54	30%
Total	183	100%

Figura 10

Frecuencia de uso de mascarilla N95



Guantes

La frecuencia de uso o cambio de guantes en el centro poblado fue mínima en comparación a los EPP descritos anteriormente, donde solo el 4% de los pobladores lo cambian de forma inter diaria, el 2% cada tres días, y el 94% de los encuestados no tiene interés en utilizarlo. Ver Tabla 12 y Figura 11.

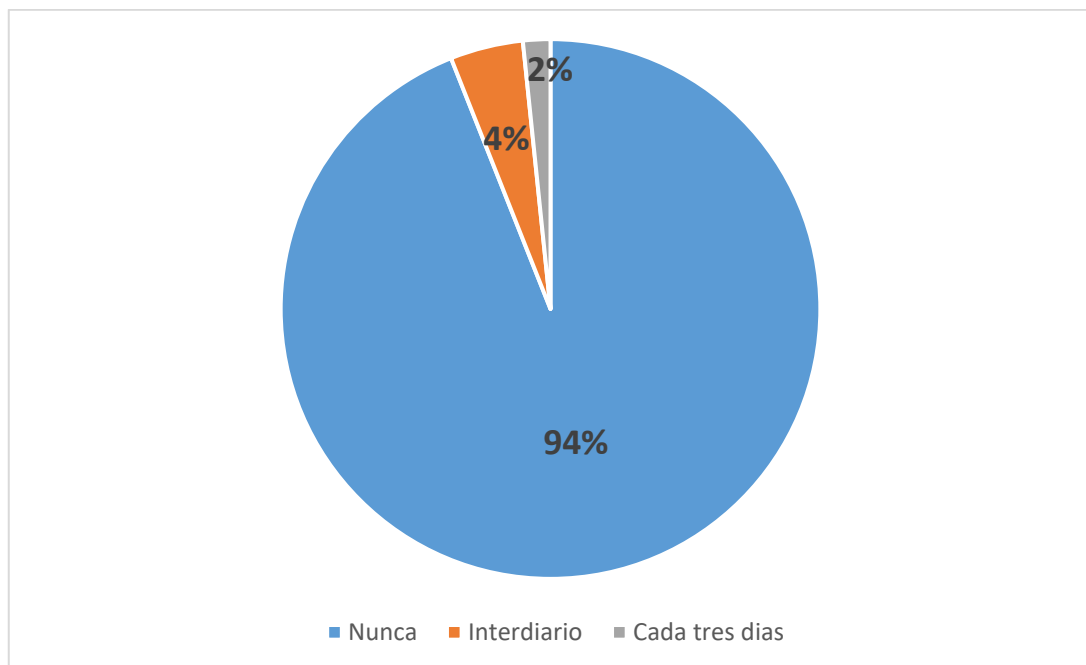
Tabla 12

Frecuencia de uso de guantes

Frecuencia	cantidad	Porcentaje
Nunca	172	94%
Inter diario	8	4%
Cada tres días	3	2%
Total	183	100%

Figura 11

Frecuencia de uso de guantes



Protector facial

La frecuencia de cambio de este tipo de EPP por parte de los pobladores del centro poblado Cullhuay, fue de un 36% de forma mensual, mientras que el 25% lo cambiaban de forma semanal; finalmente un 39% de los pobladores opta por no utilizar protector facial por considerar que es innecesario en la protección contra el COVID 19. Ver Tabla 13 y Figura 12.

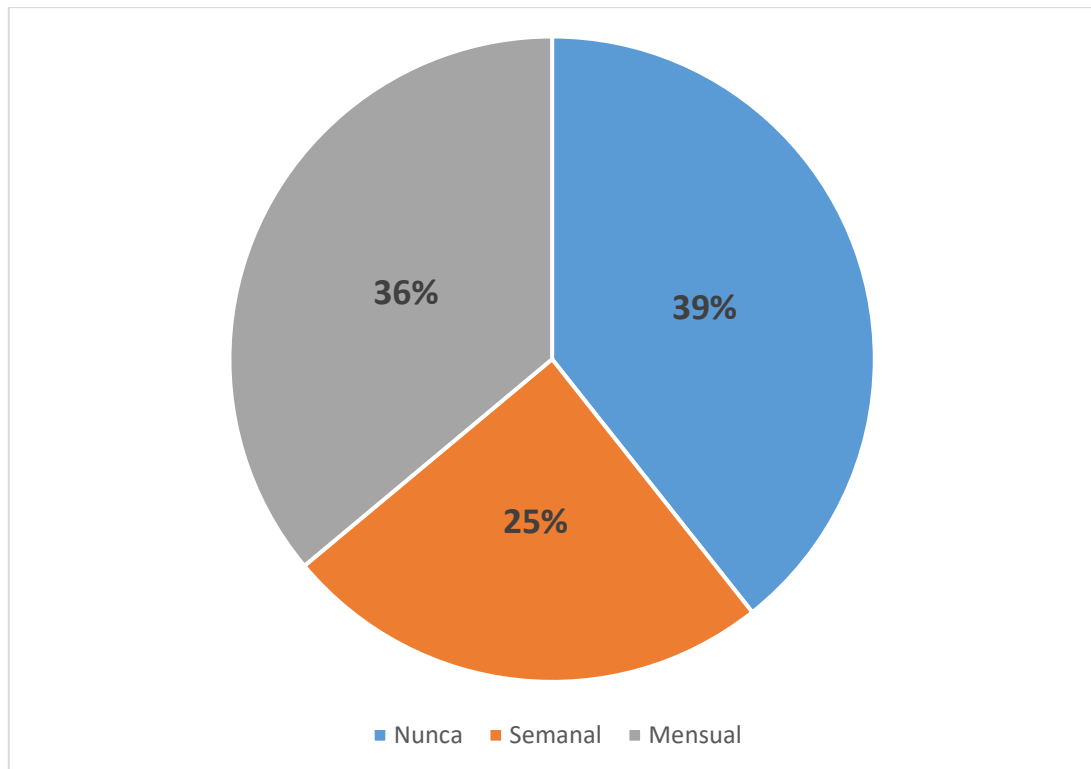
Tabla 13

Frecuencia de uso de protector facial

Frecuencia	cantidad	Porcentaje
Nunca	72	39%
Semanal	45	25%
Mensual	66	36%
Total	183	100%

Figura 12

Frecuencia de uso de protector facial



Mameluco impermeable

Con respecto al EPP, mameluco impermeable, las encuestas evidenciaron que casi todos los pobladores (98%) del centro poblado deciden no usar este tipo de EPP, considerándolo innecesario y poco práctico, por lo cual sólo el 2% de los encuestados refiere una frecuencia de cambio o uso cada tres días. Ver Tabla 14 y Figura 13.

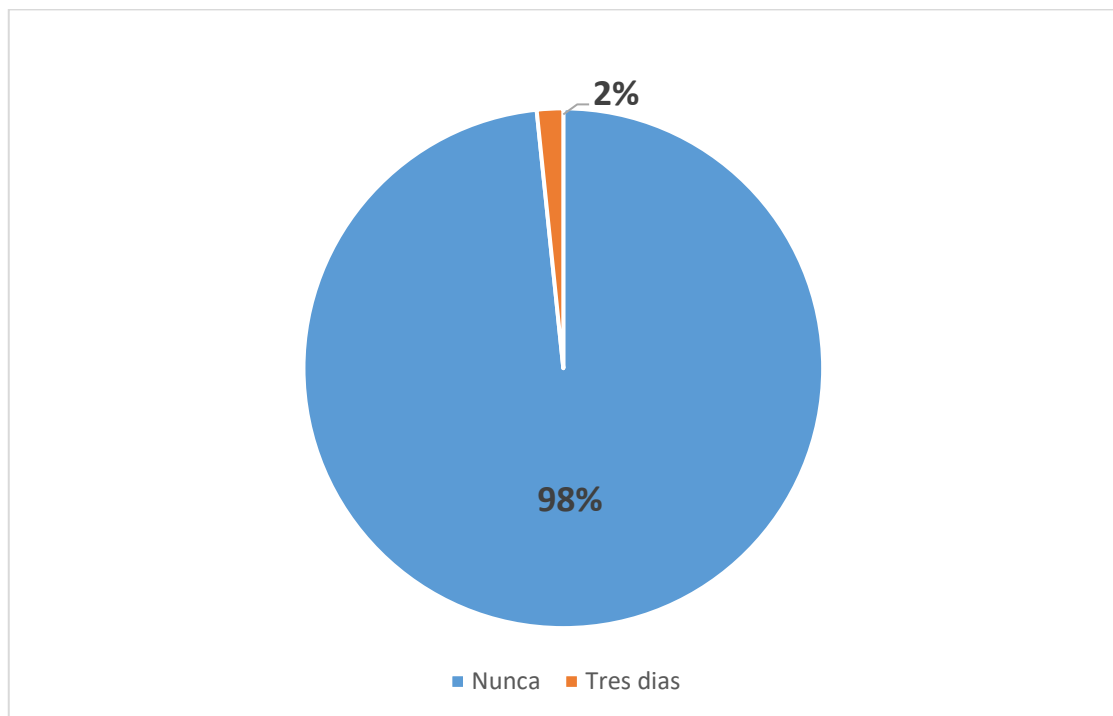
Tabla 14

Frecuencia de uso de mameluco impermeable

Frecuencia	cantidad	Porcentaje
Nunca	180	98%
Tres días	3	2%
Total	183	100%

Figura 13

Frecuencia de uso de mameluco impermeable



Generación de residuos de equipos de protección personal

La generación de residuos EPP, se determinó a partir de la frecuencia de uso o de cambio, descrita en la sección anterior, bajo el supuesto de que luego de cambiado o usado el EPP, este se convierte en un residuo.

En la Tabla 15 se presenta la cantidad mensual de residuos generados por tipo de EPP.

Tabla 15

Generación mensual de residuos de EPPs

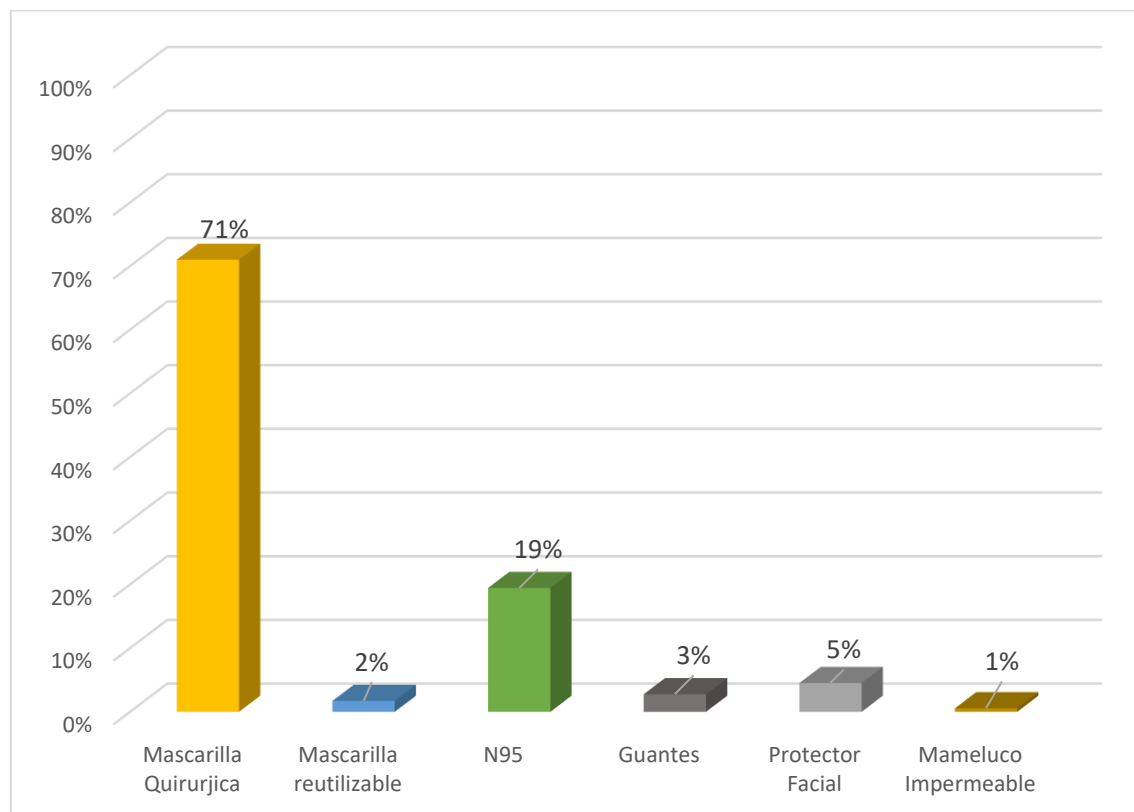
Tipo de EPP	Cantidad generada por mes (Unidades por mes)	Porcentaje de generación	Porcentaje según literatura (De la Torre et al., 2021)
Mascarilla Quirúrgica	3855	71%	87,7%
Mascarilla reutilizable N95	93	2%	
	1056	19%	
Guantes (pares)	150	3%	4,3%
Protector Facial	246	5%	6,5%
Mameluco Impermeable	30	1%	1,5%
Total, de EPP	5430	100%	100%

De la tabla anterior se puede deducir que la mascarilla quirúrgica es el EPP que mayor residuo genera (3855 unidades al mes), seguido de la mascarilla del tipo N95 (1056 unidades al mes), del protector facial (246 unidades al mes), guantes (150 unidades pares al mes), por último, los mamelucos impermeables (30 unidades al mes). Haciendo un total de 5430 unidades de EPP generadas mensualmente por los pobladores del centro poblado Cullhuay. Por otro lado, en la Figura 14 se presentan los porcentajes de generación de residuos según tipo de EPP en el centro poblado, estos porcentajes tienen similitudes con lo reportado por De la Torre et al., (2021) reportó que por cada 100 residuos de EPP encontrados en playas del Perú; 87,7% eran mascarillas; 6,5% eran protectores faciales; 4,3% guantes y 1,5% restantes pertenecían a otros tipos de

EPP, nuestro estudio reportó un 92% de residuos de mascarillas, 5% de protector facial, 3% guantes, 1% mamelucos, en el mismo orden que el citado autor.

Figura 14

Porcentaje de generación mensual de residuos de EPP.



Luego, con el fin de evaluar la distribución de los residuos de equipos de protección personal en botaderos en el centro poblado Cullhuay, se calculó la densidad de quipos de residuos de EPP, los resultados se muestran en la siguiente sección.

Densidad de residuos de equipos de protección personal

En la Figura 15, se puede observar la ubicación de los botaderos de los residuos de EPP en el centro poblado, mientras en la Tabla 16 se describe la ubicación en coordenadas UTM de los botaderos, así como los tipos de EPP registrados.

Figura 15

Ubicación de los botaderos de residuos de EPPs en el centro poblado Cullhuay, Canta, Lima, 2022.



Tabla 16

Botaderos de residuos de EPPs generados por los pobladores del centro poblado Cullhuay, Canta, Lima, 2022.

Punto	ESTE	NORTE	Mascarilla quirúrgica	Mascarilla reutilizable	KN95	Guantes	Careta	Total, EPPs
P1	333356.83	8739007.23	6	-	-	-	-	6
P2	333435.76	8739021.78	20	-	-	-	-	20
P3	333487.55	8739008.31	12	-	-	-	-	12
P4	333387.78	8739015.71	7	-	-	-	-	7
P5	333347.23	8739022.46	10	-	-	-	-	10
P6	333068.26	8739035.79	16	-	2	-	-	18
P7	333167.51	8739059.88	4	-	-	-	-	4
P8	333187.54	8739055.92	6	-	-	-	-	6

Por otro lado, en la Figura 16, se presenta gráficamente la división del centro poblado en manzanas, dando como resultado 78 manzanas. Asimismo, en la Tabla 17, se presentan el área de cada una de las manzanas, así como los resultados de densidad. Se puede observar que de sólo 8 manzanas (no. 14, 16, 31, 55, 58, 64, 66 y 77) se pudo calcular su densidad, pues sólo en estas manzanas se registraron botaderos con algún tipo de residuos de EPP.

Figura 16

Segmentación del centro del centro poblado Cullhuay, Huaros, Canta, Lima, 2022.



Tabla 17

Densidad de residuos de EPPs generados por los pobladores del centro poblado Cullhuay, Huaros, Canta, Lima, 2022.

Polígono	Área (m ²)	N° EPP	Densidad (N° EPP/ m ²)	Polígono	Área (m ²)	N° EPP	Densidad (N° EPP/ m ²)	Polígono	Área (m ²)	N° EPP	Densidad (N° EPP/ m ²)
1	42,87	-	-	27	45,30	-	-	53	99,05	-	-
2	57,89	-	-	28	40,63	-	-	54	48,64	-	-
3	82,15	-	-	29	29,91	-	-	55	44,18	12	0,27
4	64,90	-	-	30	128,71	-	-	56	116,16	-	-
5	39,34	-	-	31	197,80	10	0,050	57	47,98	-	-
6	29,55	-	-	32	81,55	-	-	58	71,96	7	0,097
7	47,76	-	-	33	73,16	-	-	59	46,10	-	-
8	23,77	-	-	34	90,15	-	-	60	34,65	-	-
9	35,59	-	-	35	56,17	-	-	61	127,70	-	-
10	32,60	-	-	36	165,44	-	-	62	80,41	-	-
11	45,67	-	-	37	70,22	-	-	63	112,24	-	-
12	44,83	-	-	38	48,08	-	-	64	65,87	6	0,091
13	44,88	-	-	39	50,59	-	-	65	116,35	-	-
14	83,36	4	0,047	40	21,53	-	-	66	118,65	20	0,168
15	149,93	-	-	41	37,20	-	-	67	163,96	-	-
16	102,87	6	0,058	42	47,14	-	-	68	231,27	-	-
17	56,24	-	-	43	27,49	-	-	69	148,67	-	-
18	41,09	-	-	44	28,98	-	-	70	195,59	-	-
19	38,55	-	-	45	46,15	-	-	71	184,38	-	-
20	76,65	-	-	46	68,30	-	-	72	182,58	-	-
21	48,73	-	-	47	39,99	-	-	73	173,21	-	-
22	43,23	-	-	48	39,48	-	-	74	78,10	-	-
23	31,76	-	-	49	48,88	-	-	75	150,66	-	-
24	67,49	-	-	50	43,74	-	-	76	117,12	-	-
25	45,27	-	-	51	54,49	-	-	77	81,91	18	0,22
26	49,50	-	-	52	60,63	-	-	78	171,32	-	-

De la tabla anterior se deduce que la densidad de equipos de protección personal en el centro poblado Cullhuay, para las manzanas que reportaron dicho indicador, tiene un mínimo de 0,047 EPP/m² y un máximo de 0,27 EPP/m², con una media de 0,125 ± 0,085 EPP/m².

Huella de carbono de residuos de equipos de protección personal

A continuación, se presenta la huella de carbono de los equipos de protección personal, considerando solo la mascarilla quirúrgica y la N95 pues tiene la mayor generación (71% y 19%), para ello se usó la metodología que se basa en ciclo de vida, donde se tomó en cuenta los materiales y la energía que se necesitan para la generación de cada tipo de EPP.

- **Mascarilla quirúrgica**

Los datos sobre los productos o componentes necesarios para la producción de mascarilla fueron obtenidos de literatura (ver sección 2.2.6), tal y como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18

Materiales y componentes para la producción de una mascarilla quirúrgica

Producto	Material	Unidad	Valor	Referencia
Primera capa	Polipropileno tejido	no g	0,638	
Segunda capa	Celulosa	g	0,725	
Tercera capa	Polipropileno tejido	no g	0,638	(Allison et al., 2020)
Hilo de nariz	Plástico de alta densidad	g	0,231	
Orejas	Polieterimida (material elástico)	g	0,444	
Energía		kWh/pieza	0,01	(Klemeš, Fan y Jiang, 2020)

Nota: Tomado de Allison et al., (2020) y Klemeš, Fan y Jiang, (2020).

Figura 17

Inventario para la producción de una mascarilla quirúrgica



Nota: Elaborado con el software Mobius de Ecochain para el análisis de ciclo de vida

En la figura anterior, se observa que el mayor impacto expresado en Kg de CO₂ equivalentes es ocasionado por el consumo de energía en la producción de mascarilla quirúrgica ($4,94 \times 10^{-3}$), asimismo la huella de carbono total en la producción de mascarilla fue de $6,00 \times 10^{-3}$ Kg de CO₂ eq.

Como complemento de estos resultados, en la Tabla 19, se presenta la cuantificación de todos los impactos en cada categoría (ver sección 2.2.8).

Tabla 19

Impacto ambiental de la mascarilla quirúrgica

Nombre de la categoría de impacto	Unidad*	Total
Agotamiento abiótico	kg Sb eq	$4,53 \times 10^{-9}$
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	$2,90 \times 10^{-5}$
Agotamiento abiótico (combustibles fósiles)	MJ	$6,34 \times 10^{-2}$
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	$1,32 \times 10^{-3}$
Eutrofización	kg PO ₄ --- eq	$3,30 \times 10^{-6}$
Agotamiento de la capa de ozono (ODP)	kg CFC-11 eq	$5,90 \times 10^{-11}$
Ecotoxicidad acuática marina	kg 1,4-DB eq	5,94
Oxidación fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	$1,01 \times 10^{-6}$
Ecotoxicidad acuática en agua dulce	kg 1,4-DB eq	$1,45 \times 10^{-4}$
Calentamiento global (GWP100a)	kg CO₂ eq	$6,00 \times 10^{-3}$
Acidificación	kg SO ₂ eq	$2,36 \times 10^{-5}$

Nota: Elaborado con el software Mobius de Ecochain para el análisis de ciclo de vida.
 (*) kg Sb eq (Kg equivalente de antimonio), kg 1,4-DB eq (un equivalente en kg de 1,4-diclorobenceno), MJ (Megajoule), kg PO₄--- eq (equivalentes en fosfatos), kg CFC-11 eq (equivalente en compuestos fluorocarbonados), kg C₂H₄ eq (equivalente en etileno), kg CO₂ eq (equivalente en carbono), kg SO₂ eq (equivalente en dióxido de azufre).

De la tabla anterior se puede observar que la fabricación o producción de una mascarilla quirúrgica de un solo uso genera mayor impacto en la categoría ecotoxicidad acuática marina.

- **Mascarilla N95**

Los datos sobre los productos o componentes necesarios para la producción de mascarilla filtrante sin válvula o N95, fueron obtenidos de literatura (ver sección 2.2.6), tal y como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20

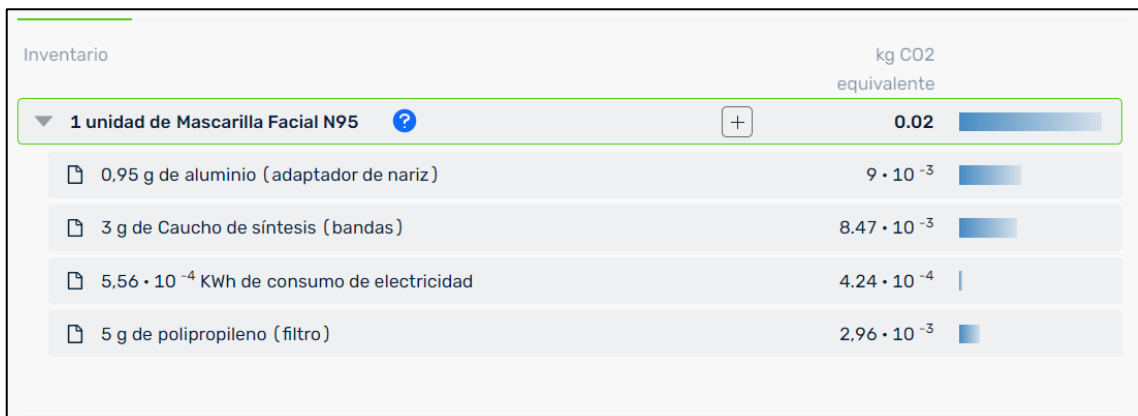
Materiales y componentes para la producción de una mascarilla N 95

Producto	Material	Unidad	Valor	Referencia
Mascarilla N95	Caucho de síntesis (bandas)	g	3	(Do Thi, Mizsey y Toth 2021)
	Polipropileno (filtro)	g	5	
	Aluminio (adaptador de nariz)	de g	0,95	
	Consumo electricidad	de kWh/pieza	5,56 10^{-4}	

Nota: Tomado de Do Thi, Mizsey y Toth (2021)

Figura 18

Inventario para la producción de una mascarilla N95



Nota: Elaborado con el software Mobius de Ecochain para el análisis de ciclo de vida

En la figura anterior, se observa que el mayor impacto expresado en Kg de CO₂ equivalentes es ocasionado por el material de aluminio en la producción de

maskarilla quirúrgica (9×10^{-3}), asimismo la huella de carbono total en la producción de maskarilla fue de 0,02 kg de CO₂ eq.

Como complemento de estos resultados, en la Tabla 21, se presenta la cuantificación de todos los impactos en cada categoría de impacto (ver sección 2.2.8).

Tabla 21

Impacto ambiental de la maskarilla N95

Nombre de la categoría de impacto	Unidad	Total
Agotamiento abiótico	kg Sb eq	$5,43 \times 10^{-8}$
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	$5,08 \times 10^{-5}$
Agotamiento abiótico (combustibles fósiles)	MJ	$3,33 \times 10^{-1}$
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	$7,07 \times 10^{-3}$
Eutrofización	kg PO ₄ --- eq	$8,61 \times 10^{-6}$
Agotamiento de la capa de ozono (ODP)	kg CFC-11 eq	$2,36 \times 10^{-9}$
Ecotoxicidad acuática marina	kg 1,4-DB eq	40,01
Oxidación fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	$6,97 \times 10^{-6}$
Ecotoxicidad acuática en agua dulce	kg 1,4-DB eq	$2,02 \times 10^{-4}$
Calentamiento global (GWP100a)	kg CO₂ eq	$2,09 \times 10^{-2}$
Acidificación	kg SO ₂ eq	$9,38 \times 10^{-5}$

Nota: Elaborado con el software Mobius de Ecochain para el análisis de ciclo de vida. (*) kg Sb eq (Kg equivalente de antimonio), kg 1,4-DB eq (un equivalente en kg de 1,4-diclorobenceno), MJ (Megajoule), kg PO₄--- eq (equivalentes en fosfatos), kg CFC-11 eq (equivalente en compuestos fluorocarbonados), kg C₂H₄ eq (equivalente en etileno), kg CO₂ eq (equivalente en carbono), kg SO₂ eq (equivalente en dióxido de azufre).

De la tabla anterior se puede observar que la fabricación o producción de una maskarilla N95 de un solo uso genera mayor impacto en la categoría ecotoxicidad acuática marina.

Con los datos obtenidos, en la Tabla 22 muestra el resumen de la huella de carbono de los equipos de protección personal, donde se puede observar que solo se tiene datos de las maskarillas quirúrgicas y N95, pues son las únicas significativas en porcentaje.

Tabla 22

Resumen de la huella de carbono de los equipos de protección personal del centro poblado Cullhuay, Huaros, Canta, Lima, 2022.

Tipo de EPP	Generación mensual	Contribución de CO ₂ (kgCO ₂ Eq) (Klemeš, Fan y Jiang, 2020)	Contribución de CO ₂ estimado por EPP en el centro poblado
Mascarilla quirúrgica	3855	0,006	23,13
Mascarilla reutilizable	93	-	-
Mascarilla N95	1056	0,02	21,12
Guantes	150	-	
Protector Facial	246	-	
Mameluco Impermeable	30	-	
Total	5430		44,25

De la tabla anterior se puede observar la contribución de emisiones de CO₂ por los residuos de equipos de protección personal se estima en 44,25 kilogramos de CO₂ equivalente de forma mensual.

Huella energética de residuos de equipos de protección personal

En la Tabla 23 se presenta la huella energética o gasto de energía que representa la producción de cada tipo de EPP.

Tabla 23

Resumen de la huella energética de los equipos de protección personal del centro poblado Cullhuay, Huaros, Canta, Lima, 2022.

Tipo de EPP	Generación mensual	Consumo de energía estimado por tipo de EPP	Huella energética estimada de forma mensual (KWh/mes)
Mascarilla quirúrgica	3855	0,01 KWh/pieza	38,55
Mascarilla reutilizable	93	0,0342 KWh/pieza	3,1806
Mascarilla N95	1056	0,000556 KWh/pieza	0,0587
Guantes (pares)	150	3×10^{-5} kWh/par	0,0045
Protector Facial	246	2,49MJ = 0,69 KWh /pieza	169,74
Mameluco Impermeable	30	0,00515MJ=0,00143 KWh /pieza	0,0429
Total	5430		211,5767

Nota: KWh (kilowatt-hora), MJ (megajoule).

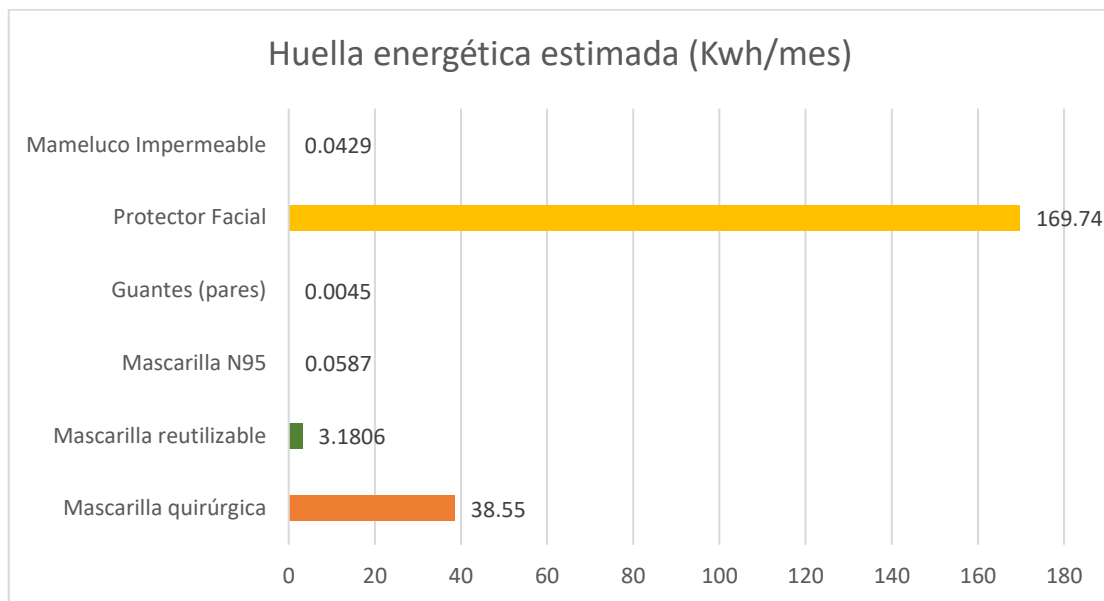
Los resultados del cuadro anterior se calcularon a partir del consumo de energía estimado pro tipo de EPP (ver sección 2.2.5, donde se detalla la obtención de

los datos) y de la cantidad de residuos de EPP generados en el centro poblado a partir de la frecuencia de uso. A partir de este cálculo se obtiene que los residuos sólidos de EPP, en centro poblado Cullhuay generan una huella energética total de 211,5767 Kwh (761.65 MJ).

Asimismo, en la Figura 19, se representa gráficamente los resultados de la tabla anterior.

Figura 19

Huella energética de residuos de EPP



En el gráfico anterior se observa que la mayor huella energética se obtiene del protector facial a pesar de que su generación es mucho menor a la mascarilla quirúrgica y mascarilla N95. Esto se puede explicar, según Prata et al., (2020), este tipo de EPP se encuentra constituido de plástico, cuya producción requiere de un consumo de energía de 30,82 MJ/kg, y además asumiendo que cada pieza del protector facial tiene un peso aproximado 81 g, se necesitaría 0,69 KWh para producir una pieza de este EPP. Por otro lado, la mascarilla quirúrgica tiene el segundo valor más alto de huella energética, debido a su generación o frecuencia de uso más alta que el resto de EPP. Asimismo, las menores huellas energéticas las obtuvieron las mascarillas reutilizables, N95, el mameluco impermeable y los guantes (contados por pares) en ese orden, debido a su bajo

consumo de energía para su producción y su menor generación como residuo o frecuencia de uso respecto a los demás tipos de EPP.

5.2. Resultados inferenciales

Resultados inferenciales de la primera hipótesis específica

Según reportes de De la Torre et al., (2021) identificó que el porcentaje de EPPs generados en localidades peruanas en el contexto COVID-19, son 87,7% para mascarillas, 6,5% para protectores faciales, 4,30% para guantes y 1,5% para mamelucos impermeables. Entonces se plantea la siguiente hipótesis.

H₀: El porcentaje de residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022 es igual a 87,7% para mascarillas, 6,5% para protectores faciales. 4,30% para guantes y 1,5% para mamelucos impermeables.

H_{A1}: El porcentaje de residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022 es diferente a 87,7% para mascarillas, 6,5% para protectores faciales. 4,30% para guantes y 1,5% para mamelucos impermeables.

Nivel de significancia (alfa) $\alpha = 5\%$ (0.05)

El estadístico de prueba es el Chi cuadrado de Bondad de ajuste

Tabla 24

Valores observados vs esperados

Tipo de residuo de EPP	Observados	Esperados	Residual
Mascarilla	5004	4762,1	241,9
Protectores Faciales	246	353,0	-107,0
Guantes	150	233,5	-83,5
otros	30	81,5	-51,5
Total	5430		

Nota: Calculado en el software SPSS.

Tabla 25*Prueba Chi cuadrado*

Tipo de residuos de EPP	
Chi-cuadrado	107,048
Grados de libertad	3
P valor	0,000

Nota: Calculado en el software SPSS.

Valor de P = 0,000 = 0,00%

Lectura del p valor

Con una probabilidad de error del 0,00% se afirma que “el porcentaje de residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022 es diferente a 87,7% para mascarillas, 6,5% para protectores faciales, 4,30% para guantes y 1,5% para mamelucos impermeables”.

Resultados inferenciales de la segunda hipótesis específica

Según lo repostado por Aragaw et al., (2022), obtuvo una densidad promedio de $1,54 \times 10^{-4}$ EPP / m², generados por el uso de equipos de protección personal en el contexto COVID-19. Por lo tanto, se plantea la siguiente hipótesis.

H₀: La generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022, tiene una densidad igual a lo reportado en la literatura de $1,54 \times 10^{-4}$ EPP / m².

H_{A2}: La generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022, tiene una densidad distinta a lo reportado en la literatura de $1,54 \times 10^{-4}$ EPP / m².

Nivel de significancia (alfa) $\alpha = 5\%$ (0,05)

El estadístico de prueba es el t de student para una sola muestra.

Tabla 26

Prueba t de student para densidad de generación de residuos de EPP

t	gl	P valor	Diferencia de medias
4,181	7	0,004	0,125

Nota: Calculado en el software SPSS.

Valor de P = 0,004 = 0,4%

Lectura del p valor

Con una probabilidad de error del 0,4% se afirma que “la generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022, tiene una densidad distinta a lo reportado en la literatura de $1,54 \times 10^{-4}$ EPP / m²”.

Resultados inferenciales de la tercera hipótesis específica

H₀: Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, no generan una huella de carbono en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

H_{A3}: Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, generan una huella de carbono en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

Nivel de significancia (alfa) $\alpha = 5\%$ (0,05)

El estadístico de prueba es el t de student para una sola muestra.

Tabla 27

Prueba t de student para huella de carbono

t	gl	P valor	Diferencia de medias
22,015	1	0,029	22,12

Nota: Calculado en el software SPSS.

Valor de P = 0,029 = 2,9%

Lectura del p valor

Con una probabilidad de error del 2,9% se afirma que “los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, generan una huella de carbono en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.”.

Resultados inferenciales de la cuarta hipótesis específica

H₀: Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, no generan una huella de energética en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

H_{A4}: Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, generan una huella de energética en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

Nivel de significancia (alfa) $\alpha = 5\%$ (0,05)

El estadístico de prueba es el t de student para una sola muestra.

Tabla 28

Prueba t de student para huella energética

t	gl	P valor	Diferencia de medias
1,278	5	0,257	35,262

Nota: Calculado en el software SPSS.

Valor de P = 0,257 = 25,7%

Lectura del p valor

Con una probabilidad de error del 25,7% **NO** se afirma que “los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, generan una huella de energética en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022”.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

Contrastación de la hipótesis general

H₀: Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 no generan un impacto ambiental en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

H_A: Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 generan un impacto ambiental en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

Los resultados indican que los residuos de equipos de protección personal generan un impacto en función de la emisión de gases efecto invernadero, en específico igual a 44,25 kg de CO₂ equivalente, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna de que “Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 generan un impacto ambiental en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022”.

Contrastación de la hipótesis específica 1

H₀: El porcentaje de residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022 es igual a 87,7% para mascarillas, 6,5% para protectores faciales, 4,3% para guantes y 1,5% para mamelucos impermeables.

H_{A1}: El porcentaje de residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022 es diferente a 87,7% para mascarillas, 6,5% para protectores faciales, 4,30% para guantes y 1,5% para mamelucos impermeables.

Con una probabilidad de error del 0,00% (menor a 5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que “el porcentaje de residuos

de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022 es diferente a 87,7% para mascarillas, 6,5% para protectores faciales. 4,30% para guantes y 1,5% para mamelucos impermeables”

Contrastación de la hipótesis específica 2

H₀: La generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022, tiene una densidad igual a lo reportado en la literatura de $1,54 \times 10^{-4}$ EPP / m².

H_{A2}: La generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022, tiene una densidad distinta a lo reportado en la literatura de $1,54 \times 10^{-4}$ EPP / m².

Con una probabilidad de error del 0,4% (menor a 5%) se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna de que “la generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022, tiene una densidad distinta a lo reportado en la literatura de $1,54 \times 10^{-4}$ EPP / m²”.

Contrastación de la hipótesis específica 3

H₀: Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, no generan una huella de carbono en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

H_{A3}: Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, generan una huella de carbono en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

Con una probabilidad de error del 2,9% (menor a 5%) se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna de que “los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, generan una huella de carbono en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022”.

Contrastación de la hipótesis específica 4

H₀: Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, no generan una huella de energética en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

H_{A4}: Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, generan una huella de energética en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.

Con una probabilidad de error del 25,7% (mayor a 5%) se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula de que “los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, no generan una huella de energética en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022”.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

La frecuencia de eliminación de residuos de EPP, basada en la frecuencia de uso de EPP en el centro poblado de Cullhuay en el año 2022, tuvo el siguiente orden, mascarillas faciales (mascarilla quirúrgica, N95 y reutilizable) protector facial, guantes, y mameluco impermeable, con porcentajes de 92%, 5%, 3% y 1% respectivamente; estos resultados son similares a lo reportado por Abedin et al., (2022) quienes contabilizaron mayores proporciones de residuos de mascarillas faciales (97,8%, 98,5% y 98,88%) para julio, agosto y septiembre del año 2021 respectivamente) en comparación de otros tipos de EPP, asimismo Hatami et al (2022) y Haddad et al (2021) reportaron una mayor generación de residuos de mascarillas faciales con valores del 95,3 % y 96,8% respectivamente. Por otro lado, dentro del uso de mascarillas faciales, el uso de la mascarilla quirúrgica fue la que mayor generación de residuos generó con un 71% del total, esto podría ser explicado por Allison et al., (2021), para quien la preferencia de usar mascarilla de un solo uso en lugar de máscaras reutilizables se debe a la percepción de una mayor higiene y conveniencia. Además, este autor advierte sobre los desechos plásticos no reciclables que generarían estas mascarillas de un solo uso o quirúrgicas. En el contexto nacional de De la Torre

et al., (2021) identificó que el porcentaje de EPPs generados en localidades peruanas en el contexto COVID-19, son 87,7% para mascarillas, 6,5% para protectores faciales. 4,30% para guantes y 1,5% para para mamelucos impermeables, similar en orden y magnitud a lo reportado en nuestra investigación. Klemeš, (2020) por su parte explica que el COVID-19 fue responsable de cambios estructurales y de comportamiento, lo que indujo a la generación de residuos, que en su mayoría son gestionados inadecuadamente, es por ello que autores como Torres y De la Torre (2021) y Vozzola et al., (2018), describen los beneficios de utilizar EPP reutilizables, pues minimizan los impactos de los EPP de un solo uso.

La densidad de residuos de equipos de protección personal tuvo una media de 0.125 EPP/m², distinta a lo reportado por Aragaw et al., (2022), quien reporto una media mucho menor e igual a $1,54 \times 10^{-4}$ EPP/m², esto podría explicarse por el tamaño del área considerado en cada estudio, donde Aragaw et al., (2022), utilizó transectos en la costa del lago Tana Bahir, mientras en este estudio se dividió por manzanas el centro poblado de Cullhuay.

En cuanto a la huella de carbono de la mascarilla quirúrgica, nuestro estudio reportó un valor de 6 g CO₂ eq. por g de mascarilla, que se asemeja a lo registrado por Vozzola et al., (2018) por alrededor de 3,60 g CO₂ eq. por g de mascarilla. Sin embargo, este valor se encuentra por debajo de lo reportado por Rizan et al., (2021), que estimó un rango de 22–31 g CO₂ eq. por mascarilla (mascarillas quirúrgicas tipo IIR y IIIR fabricadas en polipropileno), y de Klemeš et al., (2020), quien reportó 59 g CO₂ eq. por mascarilla o Allison et al., (2020) que informó 59,5 g de CO₂ eq. por mascarilla.

El valor de la huella de energía generada por las mascarillas quirúrgicas en el centro pobla de Cullhuay, igual a 38,55 KWh cada mes, es en magnitud muy inferior a la calculada en el estudio de Klemeš, Fan y Jiang, (2020) con un valor de 1,29TkWh al mes, esto explicado debido a que el cálculo en el estudio de este autor se realizó a nivel de nación (Reino Unido), a diferencia nuestra realizado en un centro poblado o localidad, aunque por el número de habitantes y la frecuencia de uso de este EPP, cabe esperar que el centro poblado de

Cullhuay genere una huella energética poco significativa con respecto a otras localidades.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Los autores de la investigación se responsabilizan por la información emitida en la presente tesis, estando de acuerdo con el Reglamento del Código de Ética de la Investigación de la UNAC, Resolución de Consejo Universitario N°260-2019-CU., donde se señala los principios éticos como norma de comportamiento conductual, por ello los tesisas somos responsables de los procedimientos de diseño, desarrollo de nuestra investigación.

VII. CONCLUSIONES

La eliminación de residuos de equipos de protección personal, basado en la frecuencia de uso de EPP en el centro poblado, es distinto a lo reportado en la literatura. Asimismo, el orden de generación de residuos de EPP es 71% para la mascarilla quirúrgica, 19% para la mascarilla N95, 5% para el protector facial, 3% para guantes, 2% para mascarilla reutilizable y 1 % para mameluco impermeable.

La densidad de generación de residuos de EPP en el centro poblado es distinta a los reportado en la literatura; además, se puede observar la existencia de sólo 8 botaderos en el centro poblado de Cullhuay, asumiendo que la mayoría de los residuos son dispuestos en otras áreas distintas a la localidad.

Los residuos de equipos de protección personal sí generan un impacto al medio ambiente, medido en función a la huella de carbono, con un valor estimado mensual de 44,25 kg de CO₂ eq.

Los residuos de equipos de protección personal no generan un gasto de energía significativo en función a la huella energética, con un valor estimado mensual de 211,5767 Kwh.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar la disposición final adecuada de los residuos de EPP, por parte de la municipalidad del centro poblado, y aunque la frecuencia de uso de estos EPP pueda disminuir a medida que la pandemia desaparezca y con ellas las restricciones, se recomienda seguir brindando información y capacitación acerca de los beneficios al ambiente que tiene el uso de EPP reutilizables.
2. Mejorar la gestión de residuos sólidos, tanto en la parte operativa (recojo) por parte de la municipalidad del centro poblado de Cullhuay–Huaros–Canta-Lima, como en la conciencia ambiental de los pobladores, para evitar la generación de botaderos informales de equipos de protección personal.
3. Se recomienda tener en cuenta los impactos al medio ambiente, medidos en emisiones de CO₂ que genera el uso de EPP, con el fin de generar conciencia en la población.
4. Se recomienda tener en cuenta esta investigación para futuros estudios de las huellas energéticas de otros tipos de residuos generados en el contexto de la pandemia COVID-19, y aunque la situación sanitaria parece haber concluido, estos residuos podrían estar generando un impacto no considerado para futuros planes de acción o gestión de residuos sólidos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEDIN, Jainal, et al., 2022. Amassing the Covid-19 driven PPE wastes in the dwelling environment of Chittagong Metropolis and associated implications. *Chemosphere* [en línea], vol. 297, pp 134022 [consulta: agosto 2022]. ISSN 0045-6535. DOI <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134022>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565352200515X>.

ALLISON, Ayse Lisa, et al., 2020. The environmental dangers of employing single-use face masks as part of a COVID-19 exit strategy. *UCL Open: Environment Preprint*. [en línea] DOI: 10.14324/111.444/000031.v1 Disponible en: https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10098876/1/Miodownik_Covid19-Masks-Journal-paper.submitted_redacted.pdf.

ALLISON, Ayse Lisa, et al., 2021. The impact and effectiveness of the general public wearing masks to reduce the spread of pandemics in the UK: a multidisciplinary comparison of single-use masks versus reusable face masks. *UCL Open Environment* [en línea] vol. 3 DOI: 10.14324/111.444/ucloe.000022 Disponible en: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10135645/>

ANTON, M. A, 2004. Capítulo 3. *Metodología del análisis del ciclo de vida. A Utilización del Análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo*. Tesis Doctoral. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6827/04CAPITOL3.pdf>

ARAGAW, Tadele, et al., 2022. Personal protective equipment (PPE) pollution driven by the COVID-19 pandemic along the shoreline of Lake Tana, Bahir Dar, Ethiopia. *Science of The Total Environment* [en línea] vol. 820, pp. 153261 [consulta: agosto 2022]. ISSN 0048-9697. DOI <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153261>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722003527>.

Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability.

AVILA MARCOS, R. y SENA MELGAREJO, V., 2020. *Revisión bibliográfica sistemática en el manejo sostenible de residuos domiciliarios biocontaminados durante la pandemia de Covid-19, en América Latina*. [en línea]. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo [consulta: agosto 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61186>.

BALAGUERA, Alejandra, et al., 2018. Life cycle assessment of road construction alternative materials: A literature review. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea]. Vol. 132, pp. 37-48. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.003>

BASADRE CENTURIÓN, R.A., 2021. *Nivel de conocimiento y generación de residuos sólidos por el uso de equipos de protección personal en pandemia COVID 19 en dos mercados de la ciudad de Tacna, 2021* [en línea]. Tesis de grado Universidad Privada de Tacna. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2216>.

BEHERA, B.C., 2021. Challenges in handling COVID-19 waste and its management mechanism: a review. *Environmental nanotechnology, monitoring & management* [en línea] vol. 15, pp. 100432 [consulta: agosto 2022]. ISSN 2215-1532. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215153221000076>.

BHAKTA SHARMA, Hari, et al., 2020. Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resources, conservation and recycling* [en línea] vol. 162, pp. 105052 [consulta: agosto 2022]. ISSN 0921-3449. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105052>.

BONGIOVANNI, R. y TUNINETTI, L., 2021. Huella de carbono y huella energética del etanol anhidro producido en una mini destilería “minidest” en origen. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias* [en línea] vol. 47, no. 2, pp. 273-284 [consulta: agosto 2022] ISSN 1669-2314. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1669-23142021000200273&script=sci_abstract&lng=en

BROOKS, S.K., WEBSTER, R.K., SMITH, L.E., WOODLAND, L., WESSELY, S. y GREENBERG, N., 2020. i Rubin, GJ (2020). The psychological impact of

quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The lancet* [en línea] vol. 395, no. 10227, pp. 912-920 [consulta: agosto 2022]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8).

CALVO, Cristina Marcelo, et al., 2020. Recomendaciones sobre el manejo clínico de la infección por el «nuevo coronavirus» SARS-CoV2. Grupo de trabajo de la Asociación Española de Pediatría (AEP). *Anales de pediatría. S.I: Elsevier* [en línea] vol 92, pp. 241-e1 [consulta: agosto 2022]. ISBN 1695-4033. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.02.001>.

CETRON, M. y LANDWIRTH, J., 2005. Public health and ethical considerations in planning for quarantine. *The Yale journal of biology and medicine* [en línea] vol. 78, no. 5, pp. 329 [consulta: agosto 2022] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2259156/>.

CHIN, A.W.H., CHU, J.T.S., PERERA, M.R.A., HUI, K.P.Y., YEN, H.-L., CHAN, M.C.W., PEIRIS, M. y POON, L.L.M., 2020. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *The Lancet Microbe* [en línea] vol. 1, no. 1, pp. e10 [consulta: agosto 2022] ISSN 2666-5247. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247\(20\)30003-3/fulltext?tp=1](https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247(20)30003-3/fulltext?tp=1).

Čuček, Lidija, Klemeš, Jiří Jaromír y Kravanja, Zdravko, 2015. Chapter 5 - Overview of environmental footprints. En: Klemeš, Jiří Jaromír. *Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability*. Butterworth-Heinemann, pp. 191-193. ISBN 978-0-12-799968-5. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799968-5.00005-1>

CUCINOTTA, D. y VANELLI, M., 2020. WHO declares COVID-19 a pandemic. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis* [en línea] vol. 91, no. 1, pp. 157 [consulta: agosto 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.23750/abm.v91i1.9397>.

DATA COMMONS (2022). Índice de Crecimiento demográfico en el Perú. https://datacommons.org/place/country/PER?utm_medium=explore&mprop=count&popt=Person&hl=es.

DE-LA-TORRE, Gabriel Enrique, et al., 2021. Occurrence of personal protective

equipment (PPE), associated with the COVID-19 pandemic along the coast of Lima, Peru. *Science of The Total Environment* [en línea], vol. 744, pp.145774 [consulta: agosto 2022]. ISSN 0048-9697. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145774>.

DO THI, Huyen Trang, MIZEY Peter y Toth, Andras Jozsef, 2021. Applicability of Membranes in Protective Face Masks and Comparison of Reusable and Disposable Face Masks with Life Cycle Assessment. *Sustainability* [en línea]. MDPI, vol. 13, no. 22 [consulta: Agosto del 2022]. ISSN: 2071-1050. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/22/12574>

EMILIE RIDARD, 2020. Mascarillas y guantes: nueva amenaza ecológica. 13 de octubre 2020 [en línea]. Disponible en: <https://www.swissinfo.ch/spa/mascarillas-y-guantes--nueva-amenaza-ecológica/46094470>. [consulta: agosto 2022].

ESTEBAN NIETO, Nicomedes Teodoro, 2018. Tipos de investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán* [en línea]. UNISDG-Institucional [consulta: octubre del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>

GÁLVEZ, J.S., 2020. La importancia de proteger nuestra piel al usar equipos de protección individual. *Enfermería Dermatológica* [en línea] vol. 14, no. 39, pp. 7-8 [consulta: agosto 2022]. ISSN 2386-4818. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7895711>.

HADDAD, Mohamed Ben, et al., 2021. Personal protective equipment (PPE) pollution associated with the COVID-19 pandemic along the coastline of Agadir, Morocco. *Science of The Total Environment* [en línea], vol. 798, pp. 149282 [consulta: agosto 2022]. ISSN 0048-9697. DOI <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149282>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721043552>.

HAQUE SAZZADUL, MD, et al., 2021. SARS-CoV-2 pandemic-induced PPE and single-use plastic waste generation scenario. *Waste Management & Research* [en línea] vol. 39, no. 1_suppl, pp. 3-17 [consulta: agosto 2022]. ISSN 0734-242X. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0734242X20980828>.

HATAMI, Tara, et al., 2022. Personal protective equipment (PPE) pollution in the Caspian Sea, the largest enclosed inland water body in the world. *Science of The Total Environment* [en línea], vol. 824, pp. 153771 [consulta: agosto 2022]. ISSN 0048-9697. DOI <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153771>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722008634>.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto, et al., 2018. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.

HO, Kin-Fai, et al., 2020. Medical mask versus cotton mask for preventing respiratory droplet transmission in micro environments. *Science of the Total Environment* [en línea] vol. 735, pp. 139510 [consulta: agosto 2022]. ISSN 0048-9697. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139510>.

INSTITUO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA INEI (2017). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de vivienda y II de Comunidades Indígenas. Sistema de Consulta de Base de Datos a nivel de Manzanas. <https://censos2017.inei.gob.pe/pubinei/index.asp>.

JI, B., ZHAO, Y., WEI, T. y KANG, P., 2021. Water science under the global epidemic of COVID-19: Bibliometric tracking on COVID-19 publication and further research needs. *Journal of environmental chemical engineering* [en línea] vol. 9, no. 4, pp. 105357 [consulta: agosto 2022]. ISSN 2213-3437. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105357>.

KLEMEŠ, Jiří, FAN, et al., 2020. Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea]. Elsevier: vol. 127, pág. 109883 [consulta: octubre del 2022]. ISSN: 1364-0321. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032120301763>

KLEMEŠ, Jiří, FAN, Yee Van y JIANG, Peng, 2020. The energy and environmental footprints of COVID-19 fighting measures – PPE, disinfection, supply chains. *Energy* [en línea]. Elsevier, vol. 211, pp. 118701 [consulta: agosto 2022] ISSN 0360-5442. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544220318090>

LEE, Amos Wei Lun, et al., 2021. Life cycle assessment of single-use surgical and embedded filtration layer (EFL) reusable face mask. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea]. Elsevier, vol. 170, pp. 105580 [consulta octubre del 2022]. ISSN: 0921-3449. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344921001877>

MOAZZEM, Shadia, CROSSIN, Enda, DAVER, Fugen y WANG, Lijing. 2018. Baseline Scenario of Carbon Footprint of Polyester T-Shirt. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics* [en línea]. Vol. 11, no. 1, pp. 1-4 [consulta: octubre del 2022]. DOI: 10.3993/jfbim00262. Disponible en: http://www.global-sci.org/uploads/Issue/JFBI/v11n1/111_1.pdf

NATIONAL HUMAN GENOME RESEARCH INSTITUTE, 2022. Virus. Julio 28, 2022 [en línea]. Disponible en: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Virus>. [consulta: agosto 2022].

NAUGHTON, Colleen, 2020. Will the COVID-19 pandemic change waste generation and composition? The need for more real-time waste management data and systems thinking. *Resources, conservation, and recycling* [en línea] vol. 162, pp. 105050 [consulta: agosto 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105050>.

O.I.T del, 2022. Equipos de protección personal. [en línea]. Disponible en: <https://www.ilo.org/global/topics/labour-administration-inspection/resources-library/publications/guide-for-labour-inspectors/personal-protective-equipment/lang--es/index.htm>. [consulta: agosto 2022].

OLATAYO, K.I., MATIVENGA, P.T. y MARNEWICK, A.L., 2021. COVID-19 PPE plastic material flows and waste management: Quantification and implications for South Africa. *Science of The Total Environment* [en línea] vol. 790, pp. 148190 [consulta: agosto 2022] ISSN 0048-9697. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148190>.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2020. Transmisión del SARS-CoV-2: repercusiones sobre las precauciones en materia de prevención de infecciones. 9 de julio 2020 [en línea], ISSN 00223530. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/333390>. [consulta: agosto 2022].

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2022. Las toneladas de desechos de la atención de salud en el contexto de la COVID-19 hacen patente la necesidad apremiante de mejorar los sistemas de gestión de desechos. 1 de febrero de 2022 [en línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/01-02-2022-tonnes-of-covid-19-health-care-waste-expose-urgent-need-to-improve-waste-management-systems>. [consulta: agosto 2022].

OVIEDO, Heidi Celina y CAMPOS – ARIAS, Adalberto, 2005. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría* [en línea]. Colombia: Scielo, vol. 32. No. 4. Pp. 573 – 580 [consulta: septiembre 2020]. ISSN 0034-7450. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502005000400009

PARIONA-PALOMINO, J. y ORMEÑO, W.M., 2022. Efectos del Covid-19 en el manejo de residuos sólidos. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas* [en línea] vol. 25, no. 49, pp. 83-91 [consulta: agosto 2022] ISSN 1682-3087. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/iigeo.v25i49.21882>.

PAULES, C.I., MARSTON, H.D. y FAUCI, A.S., 2020. Coronavirus infections—more than just the common cold. *Jama* [en línea] vol. 323, no. 8, pp. 707-708 [consulta: agosto 2022]. ISSN 0098-7484. Disponible en: [10.1001/jama.2020.0757](https://doi.org/10.1001/jama.2020.0757)

PEREVOCHTCHIKOVA, M., 2013. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y política pública* [en línea] vol. 22, no. 2, pp. 283-312 [consulta: agosto 2022] ISSN 1405-1079. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-10792013000200001&script=sci_abstract&tlng=en.

PRATA, Joana, et al., 2020. COVID-19 pandemic repercussions on the use and management of plastics. *Environmental science & technology* [en línea] vol. 54, no. 13, pp. 7760-7765 [consulta: agosto 2022]. ISSN 0013-936X. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02178>.

PULIDO, S., 2020. ¿Cuál es la diferencia entre brote, epidemia y pandemia? 12

de Marzo 2020 [en línea]. Disponible en: <https://gacetamedica.com/investigacion/cual-es-la-diferencia-entre-brote-epidemia-y-pandemia/>. [consulta: agosto 2022].

REYES-GONZÁLEZ, M.-Á., 2018. ¿Qué son los microorganismos? 2022, Julio 28 [en línea]. Disponible en: <https://conogasi.org/articulos/que-son-los-microorganismos/>.

RIZAN, Chantelle; REED, Malcolm; BHUTTA, Mahmood F. Environmental impact of personal protective equipment distributed for use by health and social care services in England in the first six months of the COVID-19 pandemic. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 2021, vol. 114, no 5, p. 250-263. <https://doi.org/10.1177/01410768211001583>.

SAAVEDRA-FARFÁN, E., 2020. Huella de carbono-emisiones de GEI por uso del sistema de iluminación de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú. *Tecnia* [en línea] vol. 30, no. 1, pp. 121-138. [consulta: agosto 2022]. ISSN 2309-0413. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21754/tecnica.v30i1.827>.

SÁNCHEZ-VILLENA, A.R. y DE LA FUENTE-FIGUEROLA, V., 2020. COVID-19: cuarentena, aislamiento, distanciamiento social y confinamiento, ¿son lo mismo? *Anales De Pediatría. S.I Elsevier* [en línea] vol 127, pp. 73 [consulta: agosto 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.05.001>.

SERVÍN TORRES, Erick, et al., 2020. Equipo de protección personal y COVID-19. *Cirujano general* [en línea] vol. 42, no. 2, pp. 116-123 [consulta: agosto 2022]. ISSN 1405-0099. Disponible en: <https://doi.org/10.35366/95370>.

SHIONG KHOO, Kuan, et al., 2021. Plastic waste associated with the COVID-19 pandemic: Crisis or opportunity? *Journal of hazardous materials* [en línea] vol. 417, pp. 126108 [consulta: agosto 2022] ISSN 0304-3894. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438942101072>.

SILVA, A.L.P., PRATA, J.C., DUARTE, A.C., BARCELÒ, D. y ROCHA-SANTOS, T., 2021. An urgent call to think globally and act locally on landfill disposable plastics under and after covid-19 pandemic: pollution prevention and

technological (Bio) remediation solutions. *Chemical Engineering Journal* [en línea] vol. 426, pp. 131201 [consulta: agosto 2022]. ISSN 1385-8947. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.131201>.

SINGH, N., TANG, Y., ZHANG, Z. y ZHENG, C., 2020. COVID-19 waste management: effective and successful measures in Wuhan, China. *Resources, conservation, and recycling* [en línea] vol. 163, pp. 105071 [consulta: agosto 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105071>.

SOMOCURCIO BERTOCCHI, J.A., 2017. Conocimiento de las medidas de bioseguridad en personal de salud. *Horizonte Médico (Lima)* [en línea] vol. 17, no. 4, pp. 53-57 [consulta: agosto 2022] ISSN 1727-558X. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24265/horizmed.2017.v17n4.09>.

TORRES, F.G. y DE-LA-TORRE, G.E., 2021. Face mask waste generation and management during the COVID-19 pandemic: An overview and the Peruvian case. *Science of the Total Environment* [en línea] vol. 786, pp. 147628 [consulta: agosto 2022]. ISSN 0048-9697. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147628>.

TORRES, W.B. y BRAVO, Z.S.B., 2021. Importancia de la Bioseguridad en Odontología, en tiempos de coronavirus. *Revista de salud pública del Paraguay* [en línea] vol. 11, no. 1, pp. 80-86 [consulta: agosto 2022]. ISSN 2307-3349. Disponible en: <http://revistas.ins.gov.py/index.php/rspp/article/view/7>.

UNIVERSIDAD PERUNANA DE CIENCIAS APLICADAS., 2020. La gestión de residuos sólidos y el Covid-19. Octubre 26, 2020 [en línea]. Disponible en: <https://noticias.upc.edu.pe/2020/10/26/gestion-residuos-solidos-covid-19/>. [consulta: agosto 2022].

URBAN, R.C. y NAKADA, L.Y.K., 2021. COVID-19 pandemic: Solid waste and environmental impacts in Brazil. *Science of The Total Environment* [en línea], vol. 755, pp. 142471. ISSN 0048-9697. DOI <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142471>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720360009>.

VOZZOLA, Eric; OVERCASH, Michael; GRIFFING, Evan. 2018. Environmental

considerations in the selection of isolation gowns: A life cycle assessment of reusable and disposable alternatives. *American journal of infection control*. vol. 46, no 8, p. 881-886.

WANG, J., ZHOU, M. y LIU, F., 2020. Reasons for healthcare workers becoming infected with novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China. *Journal of Hospital Infection* [en línea] vol. 105, no. 1 [consulta: agosto 2022]. Disponible en: <https://covid-19.conacyt.mx/jspui/bitstream/1000/4901/1/1107521.pdf>.

XU, Zhe, et al., 2020. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome. *The Lancet respiratory medicine* [en línea] vol. 8, no. 4, pp. 420-422 [consulta: agosto 2022]. ISSN 2213-2600. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30076-X](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30076-X).

ZAND, ALI Y HEIR, AZAR, 2020. Emerging challenges in urban waste management in Tehran, Iran during the COVID-19 pandemic. *Resources, conservation, and recycling* [en línea] vol. 162, pp. 105051 [consulta: agosto 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105051>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

Impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal generados en la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay–Huaros–Canta-Lima, 2022.								
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable	Dimensiones	Indicadores	Índice	Método	Técnica e instrumentos
<p>Problema general ¿Cuál es el impacto ambiental de los residuos de los equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima 2022?</p> <p>Problemas específicos 1. ¿Cuál es la frecuencia de uso de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima 2022? 2. ¿Cuál es la densidad de generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima 2022? 3. ¿Cuál es el valor de la huella de carbono de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia</p>	<p>Objetivo general Describir el impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022</p> <p>Objetivos específicos: 1. Medir la frecuencia de uso de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022. 2. Medir la densidad de generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022. 3. Medir la huella de carbono de los residuos de equipos de protección personal generados en el</p>	<p>Hipótesis general Los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima generan un impacto en el medio ambiente.</p> <p>Hipótesis específicas: 1. El porcentaje de residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022 es igual a 87,7% para mascarillas, 6,5% para protectores faciales, 4,30% para guantes y 1,5% para mamelucos impermeables. 2. La generación de residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, en el centro poblado de</p>	Impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19	Frecuencia de uso de equipos de protección personal	Número de veces de uso de equipos de protección personal, según tipo de EPPs	N° de veces/tiempo/tipo de equipos de protección personal	Cuantitativo	Entrevista - Cuestionario
				Densidad de generación de residuos de equipos de protección personal	Densidad de generación de residuos de equipos de protección personal por área	Cantidad/Área		
				Impacto de huella de carbono generados por los equipos de protección personal	Huella de carbono	Kg CO ₂ /Unidad equivalente		Cálculo
				Impacto de huella energética generados por los equipos de protección personal	Huella energética	KWh		

<p>COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay – Huaros – Canta - Lima 2022?</p> <p>4. ¿Cuál es el valor de la huella energética que producen los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima 2022?</p>	<p>contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de -Huaros-Canta-Lima, 2022.</p> <p>4. Medir la huella energética de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.</p>	<p>Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022, tiene una densidad igual a lo reportado en la literatura de $1,54 \times 10^{-4}$ EPP / m².</p> <p>3. Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, generan una huella de carbono en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.</p> <p>4. Los residuos de equipos de protección personal en el contexto de la pandemia COVID-19, generan una huella de energética en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.</p>						
--	---	---	--	--	--	--	--	--

Anexo 02. Instrumento para recolectar información acerca de la generación de residuos sólidos de equipos de protección personal

PROYECTO DE TESIS: "IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTA-LIMA, 2022"

Datos de encuestado:

Fecha			
Género		Edad	
Nivel educativo		Empleo	() Formal () Informal
Localidad (sector)			
Nº de integrantes de familia			


SECCIÓN 01: Preguntas relacionadas a los comportamientos y hábitos durante el COVID - 19 con respecto al confinamiento.


Durante el confinamiento los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Manténían la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)					
Saludaban con apretón de manos					
Salían frecuentemente de casa					
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Manténían la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)					
Saludaban con apretón de manos					
Salían frecuentemente de casa					


SECCIÓN 02: Preguntas relacionadas a la frecuencia de uso de equipos de protección personal.


Durante el confinamiento obligatorio los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usaban mascarilla más de 2 días					
Usaban mascarillas al menos 2 días					
Usaban mascarillas al menos 1 día					
Usaban guantes					
Usaban caretas o protector facial					
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usan mascarilla más de 2 días					
Usan mascarillas al menos 2 días					
Usan mascarillas al menos 1 día					
Usan guantes					
Usan caretas o protector facial					


1. Durante la crisis sanitaria por COVID-19, ¿Qué equipos de protección personal utilizó con frecuencia? (Marque una o varias opciones)


Mascarilla quirúrgica ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla reutilizable ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla N95 ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Guantes ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Protector Facial ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mameluco Impermeable	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

2. Durante la crisis sanitaria por COVID-19, ¿Cómo dispone los residuos de equipos de protección personal que genera?

Segrega o clasifica Recicla Otro

Anexo 03. Ficha de recolección de datos sobre la frecuencia, distribución e impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal

Transecto o sección de la localidad	Nombre o referencia del transecto	Densidad de generación de EPP (n/m ²)	Frecuencia por tipo de EPP (%)					Equivalente en kgCO ₂ /ud eq	Equivalente en MJ por pieza
			Mascarilla quirúrgica	Mascarilla reutilizable	N95	Guantes	Careta		
01									
02									
03									
04									
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Nota: n=cantidad d residuos de EPP

Anexo 04. Validación de instrumentos

Validación del instrumento

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellido y nombres: Patiño Tipacti, Julio Cesar
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe de Asuntos Ambientales – Compañía Minera Chungar S.A.C
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio ambiente en minería.
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Encuesta de medición de comportamiento y frecuencia de uso de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.
- 1.5. Autor del instrumento: Bernabel Matos Hector Alonso, Inga Huaman Wilder Alejandro y Quispe Haro, Wilmer David.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFUCIENCIA	Toma en cuenta aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y científicos										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGIA	La estrategia responde a una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.										X			

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

SI


85%

Patiño
Tipacti,
Julio Cesar

Firmado digitalmente por
Patiño Tipacti,
Julio Cesar
Fecha: 2022.08.19
11:22:33 -05'00'

Lima, 09 de julio del 2022

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

DATOS GENERALES				
Titulo	"IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTA-LIMA, 2022"			
Línea de investigación	CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL AMBIENTE			
Escuela	Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales			
Autores	Bachiller Hector Alonso Bernabel Matos Bachiller Wilder Alejandro Inga Huaman Bachiller Wilmer David Quispe Haro			
Asesor	MsC. Alex Willy Pilco Nuñez			
O: Describir el impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.				
Fecha		Hora		
Datos de recolección				
Nº	Detalle	SI	NO	Comentario
				
Nombre y Apellido: Julio Cesar Patiño Tipacti CIP: 93947 Grado: Ingeniero		Nombre y Apellido: CIP: Grado:	Nombre y Apellido: CIP: Grado:	
Especialista 1		Especialista 2		Especialista 3

Validación del instrumento

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellido y nombres: velasquez Aliaga, Javier
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Supervisor de operaciones MRS PERU SAC
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Encuesta de medición de comportamiento y frecuencia de uso de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.
- 1.5. Autor del instrumento: Bernabel Matos Hector Alonso, Inga Huaman Wilder Alejandro y Quispe Haro, Wilmer David.

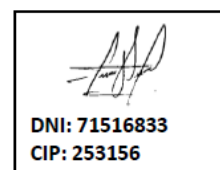
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y científicos										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde a una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.											X		

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

SI



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

88.5%

Lima, 30 de julio del 2022

DATOS GENERALES					
Título	"IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTALIMA, 2022"				
Línea de investigación	CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL AMBIENTE				
Escuela	Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales				
Autores	Bach. Hector Alonso Bernabel Matos Bach. Wilder Alejandro Inga Huaman Bach. Wilmer David Quispe Haro				
Asesor	MsC. Alex Willy Pilco Nuñez				
O: Describir el impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Cantalima, 2022.					
Fecha	30 de julio del 2022	Hora	18:15		
Datos de recolección					
N°	Detalle	SI	X	NO	Comentario
Nombre y Apellido: CIP: Grado:	Nombre y Apellido: CIP: Grado:				Nombre y Apellido: velasquez Aliaga, Javier CIP: 253156 Grado:
Especialista 1	Especialista 2		Especialista 3		

Validación del instrumento

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellido y nombres: Acuña Aguilar, Gino Benito
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Ingeniero de Medio Ambiente – Sociedad Minera Corona S.A.
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio ambiente en minería.
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Encuesta de medición de comportamiento y frecuencia de uso de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.
- 1.5. Autor del instrumento: Bernabel Matos Hector Alonso, Inga Huaman Wilder Alejandro y Quispe Haro, Wilmer David.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y científicos										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGIA	La estrategia responde a una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.										X			

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación


SI

85%



Lima, 09 de julio del 2022

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

DATOS GENERALES				
Título	"IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTA-LIMA, 2022"			
Línea de investigación	CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL AMBIENTE			
Escuela	Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales			
Autores	Bachiller Hector Alonso Bernabel Matos Bachiller Wilder Alejandro Inga Huaman Bachiller Wilmer David Quispe Haro			
Asesor	MsC. Alex Willy Pilco Nuñez			
O: Describir el impacto ambiental de los residuos de equipos de protección personal generados en el contexto de la pandemia COVID-19 en el centro poblado de Cullhuay-Huaros-Canta-Lima, 2022.				
Fecha		Hora		
Datos de recolección				
N°	Detalle	SI	NO	Comentario
 DNI: 46499185 CIP: 212988				
Nombre y Apellido: Gino Acuña Aguilar CIP: 212988 Grado: Ingeniero Especialista 1		Nombre y Apellido: CIP: Grado: Especialista 2		Nombre y Apellido: CIP: Grado: Especialista 3

Anexo 06. Evidencia de las encuestas

PROYECTO DE TESIS: "IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTA-LIMA, 2022"

Datos de encuestado:

Fecha	12-08-2022		
Género	Masculino	Edad	
Nivel educativo	Primaria	Empleo	() Formal (X) Informal
Localidad (sector)			
N° de integrantes de familia	05		

SECCIÓN 01: Preguntas relacionadas a los comportamientos y hábitos durante el COVID-19 con respecto al confinamiento.

Durante el confinamiento los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)					X
Saludaban con apretón de manos	X				
Salían frecuentemente de casa	X				
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)					X
Saludaban con apretón de manos	X				
Salían frecuentemente de casa			X		

SECCIÓN 02: Preguntas relacionadas a la frecuencia de uso de equipos de protección personal.

Durante el confinamiento obligatorio los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usaban mascarilla más de 2 días					X
Usaban mascarillas al menos 2 días		X			
Usaban mascarillas al menos 1 día		X			
Usaban guantes	X				
Usaban caretas o protector facial	X				
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usan mascarilla más de 2 días		X			
Usan mascarillas al menos 2 días		X			
Usan mascarillas al menos 1 día					X
Usan guantes	X				
Usan caretas o protector facial	X				

PROYECTO DE TESIS: "IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTA-LIMA, 2022"

Datos de encuestado:

Fecha	12-08-2022		
Género	Masculino	Edad	
Nivel educativo	Primaria	Empleo	() Formal (X) Informal
Localidad (sector)			
N° de integrantes de familia	06		

SECCIÓN 01: Preguntas relacionadas a los comportamientos y hábitos durante el COVID-19 con respecto al confinamiento.

Durante el confinamiento los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)					X
Saludaban con apretón de manos	X				
Salían frecuentemente de casa	X				
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)			X		
Saludaban con apretón de manos	X				
Salían frecuentemente de casa					X

SECCIÓN 02: Preguntas relacionadas a la frecuencia de uso de equipos de protección personal.


Durante el confinamiento obligatorio los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usaban mascarilla más de 2 días					X
Usaban mascarillas al menos 2 días	X				
Usaban mascarillas al menos 1 día	X				
Usaban guantes	X				
Usaban caretas o protector facial					X
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usan mascarilla más de 2 días			X		
Usan mascarillas al menos 2 días	X				
Usan mascarillas al menos 1 día	X				
Usan guantes	X				
Usan caretas o protector facial	X				


SECCIÓN 03: Durante la crisis sanitaria por COVID-19, ¿Qué EPP utilizó con frecuencia?
(Marque una o varias opciones)


Mascarilla quirúrgica <input checked="" type="checkbox"/>	Frecuencia de cambio
	<input checked="" type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla reutilizable ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla N95 ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro


Guantes ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Careta facial ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Otro


Mantelco Impermeable	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Otro

SECCIÓN 03: Durante la crisis sanitaria por COVID-19, ¿Qué EPP utilizó con frecuencia?
(Marque una o varias opciones)


Mascarilla quirúrgica <input checked="" type="checkbox"/>	Frecuencia de cambio
	<input checked="" type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla reutilizable ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla N95 ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Guantes ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Careta facial ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Otro

Mantelco Impermeable	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Otro

PROYECTO DE TESIS: "IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTA-LIMA, 2022"

Datos de encuestado:

Fecha	12-08-2022	Edad	46
Género	Remenino	Empleo	() Formal (X) Informal
Nivel educativo	Primaria		
Localidad (sector)			
Nº de integrantes de familia	09		

SECCIÓN 01: Preguntas relacionadas a los comportamientos y hábitos durante el COVID-19 con respecto al confinamiento.

Durante el confinamiento los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)					X
Saludaban con apretón de manos	X				
Salían frecuentemente de casa			X		
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)					X
Saludaban con apretón de manos	X				
Salían frecuentemente de casa			X		

SECCIÓN 02: Preguntas relacionadas a la frecuencia de uso de equipos de protección personal.

Durante el confinamiento obligatorio los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usaban mascarilla más de 2 días				X	
Usaban mascarillas al menos 2 días		X			
Usaban mascarillas al menos 1 día	X				
Usaban guantes	X				
Usaban caretas o protector facial	X				
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usan mascarilla más de 2 días					X
Usan mascarillas al menos 2 días		X			
Usan mascarillas al menos 1 día		X			
Usan guantes	X				
Usan caretas o protector facial	X				

PROYECTO DE TESIS: "IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTA-LIMA, 2022"

Datos de encuestado:

Fecha	12-08-2022	Edad	52
Género	Femenino	Empleo	() Formal (X) Informal
Nivel educativo	Secundaria		
Localidad (sector)			
Nº de integrantes de familia	06		


SECCIÓN 01: Preguntas relacionadas a los comportamientos y hábitos durante el COVID-19 con respecto al confinamiento.


Durante el confinamiento los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)					X
Saludaban con apretón de manos	X				
Salían frecuentemente de casa				X	
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)					X
Saludaban con apretón de manos		X			
Salían frecuentemente de casa					X


SECCIÓN 02: Preguntas relacionadas a la frecuencia de uso de equipos de protección personal.

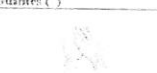
Durante el confinamiento obligatorio los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usaban mascarilla más de 2 días					X
Usaban mascarillas al menos 2 días		X			
Usaban mascarillas al menos 1 día		X			
Usaban guantes	X				
Usaban caretas o protector facial	X				
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usan mascarilla más de 2 días					X
Usan mascarillas al menos 2 días				X	
Usan mascarillas al menos 1 día		X			
Usan guantes	X				
Usan caretas o protector facial	X				


SECCIÓN 03: Durante la crisis sanitaria por COVID-19, ¿Qué EPP utilizó con frecuencia?
(Marque una o varias opciones)


Mascarilla quirúrgica ()	Frecuencia de cambio
	<input checked="" type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla reutilizable ()	Frecuencia de cambio
	<input checked="" type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

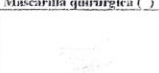
Mascarilla N95 ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input checked="" type="checkbox"/> Cada tres días <input checked="" type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro


Guantes ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

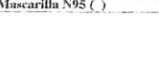
Careta facial ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Otro

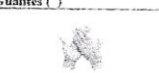
Mantelco Impermeable	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Otro


SECCIÓN 03: Durante la crisis sanitaria por COVID-19, ¿Qué EPP utilizó con frecuencia?
(Marque una o varias opciones)


Mascarilla quirúrgica ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input checked="" type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla reutilizable ()	Frecuencia de cambio
	<input checked="" type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla N95 ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input checked="" type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Guantes ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Careta facial ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Otro

Mantelco Impermeable	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Otro

PROYECTO DE TESIS: "IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTA-LIMA, 2022"

Datos de encuestado:

Fecha	12-08-22	Edad	28
Género	F	Empleo	() Formal (X) Informal
Nivel educativo	Secundario		
Localidad (sector)			
Nº de integrantes de familia	04		

SECCIÓN 01: Preguntas relacionadas a los comportamientos y hábitos durante el COVID-19 con respecto al confinamiento.

Durante el confinamiento los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)					X
Saludaban con apretón de manos	X				
Salían frecuentemente de casa		X			
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)		X			
Saludaban con apretón de manos	X				
Salían frecuentemente de casa					X

SECCIÓN 02: Preguntas relacionadas a la frecuencia de uso de equipos de protección personal.

Durante el confinamiento obligatorio los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usaban mascarilla más de 2 días			X		
Usaban mascarillas al menos 2 días				X	
Usaban mascarillas al menos 1 día					X
Usaban guantes	X				
Usaban caretas o protector facial		X			
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usan mascarilla más de 2 días		X			
Usan mascarillas al menos 2 días			X		
Usan mascarillas al menos 1 día					X
Usan guantes	X				
Usan caretas o protector facial	X				

PROYECTO DE TESIS: "IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL GENERADOS EN LA PANDEMIA COVID-19 EN EL CENTRO POBLADO DE CULLHUAY-HUAROS-CANTA-LIMA, 2022"

Datos de encuestado:

Fecha	12-08-22	Edad	26
Género	F	Empleo	() Formal (X) Informal
Nivel educativo	Secundaria		
Localidad (sector)			
Nº de integrantes de familia	03		


SECCIÓN 01: Preguntas relacionadas a los comportamientos y hábitos durante el COVID-19 con respecto al confinamiento.


Durante el confinamiento los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)					X
Saludaban con apretón de manos	X				
Salían frecuentemente de casa				X	
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Mantienen la distancia sugerida con las demás personas (1.50 m)			X		
Saludaban con apretón de manos	X				
Salían frecuentemente de casa					X


SECCIÓN 02: Preguntas relacionadas a la frecuencia de uso de equipos de protección personal.


Durante el confinamiento obligatorio los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usaban mascarilla más de 2 días				X	
Usaban mascarillas al menos 2 días				X	
Usaban mascarillas al menos 1 día					X
Usaban guantes	X				
Usaban caretas o protector facial		X			
En la actualidad los integrantes de su familia (usted):					
Ítems	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usan mascarilla más de 2 días			X		
Usan mascarillas al menos 2 días			X		
Usan mascarillas al menos 1 día					X
Usan guantes	X				
Usan caretas o protector facial	X				


1. Durante la crisis sanitaria por COVID-19, ¿Qué equipos de protección personal utilizó con frecuencia? (Marque una o varias opciones)


Mascarilla quirúrgica <input checked="" type="checkbox"/>	Frecuencia de cambio
	<input checked="" type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla reutilizable ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla N95 <input checked="" type="checkbox"/>	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input checked="" type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Guantes ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Protector Facial <input checked="" type="checkbox"/>	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input checked="" type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mameluco Impermeable	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

2. Durante la crisis sanitaria por COVID-19, ¿Cómo dispone los residuos de equipos de protección personal que genera?


() Segrega o clasifica () Recicla Otro


En la basura de la casa


1. Durante la crisis sanitaria por COVID-19, ¿Qué equipos de protección personal utilizó con frecuencia? (Marque una o varias opciones)


Mascarilla quirúrgica <input checked="" type="checkbox"/>	Frecuencia de cambio
	<input checked="" type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla reutilizable ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mascarilla N95 <input checked="" type="checkbox"/>	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input checked="" type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Guantes ()	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Protector Facial <input checked="" type="checkbox"/>	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input checked="" type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

Mameluco Impermeable	Frecuencia de cambio
	<input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Inter diario <input type="checkbox"/> Cada tres días <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Otro

2. Durante la crisis sanitaria por COVID-19, ¿Cómo dispone los residuos de equipos de protección personal que genera?

() Segrega o clasifica () Recicla Otro

junto con la basura de la casa

Anexo 07. Registro fotográfico

Entrevista con las autoridades locales alcalde de Huaros



Entrevista con la encargada del puesto de salud



Quema de basura en el botadero al ingreso del centro poblado



Recolección de residuos



Aplicación de la encuesta



