INFORME DE FUENTES FIJAS



INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

BOGOTÁ - CUNDINAMARCA

INF-FF-56

DICIEMBRE 2023

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO 4
2. INTRODUCCIÓN 5
2.1. OBJETIVOS 6
2.2. NORMATIVIDAD 6
3. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE MEDICIÓN 7
3.1. RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN 7
3.2. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN 7
3.3. EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS PARA EL ESTUDIO 8
3.4. DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIONES DE OXÍGENO, DIÓXIDO DE CARBONO Y MONÓXIDO DE CARBONO EN GASES DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS POR FUENTES FIJAS (MÉTODOS EPA 3A Y 10) 9
4. PROCEDIMIENTO DE CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD 12
4.1. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN 12
4.2. INSTRUMENTOS DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO 12
4.3. VALIDACIÓN DE DATOS 13
4.4. AUDITORIA DE LA MEDICIÓN Y ACCIONES CORRECTIVAS 13
4.5. DOCUMENTACIÓN 13
5. RESULTADOS 14
6. CONCLUSIONES 14
6.1. CALDERA 125 BHP 14

ANEXO A: Memorias de Cálculo y Formatos de Campo
ANEXO B: Acreditación
ANEXO C: Certificados de Calibración de Equipos
ANEXO D: Registro Fotográfico

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. LOCALIZACIÓN INSTITUTO NACIONAL DE SALUD 5

ILUSTRACIÓN 2. ANALIZADOR INSTRUMENTAL 8

ILUSTRACIÓN 3. TERMOCUPLA 8

ILUSTRACIÓN 4. DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIONES DE OXÍGENO, DIÓXIDO DE CARBONO Y MONÓXIDO DE CARBONO EN GASES DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS POR FUENTES FIJAS 10

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESULTADOS MONITOREO 4

TABLA 2. INFORMACIÓN GENERAL DE LA ENTIDAD EVALUADA Y MONITOREO 5

TABLA 3. METODOLOGÍA DE MUESTREO 7

TABLA 4. ENTIDAD RESPONSABLE DE LAS MEDICIONES 7

TABLA 5. PLAN DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO 9

TABLA 6. CRITERIOS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Y VALIDACIÓN DE MUESTRAS EN ESTUDIOS DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS 12

TABLA 7. DOCUMENTOS UTILIZADOS 13

TABLA 8. RESULTADOS MONITOREO 14

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe corresponde al Análisis de Combustión a la fuente fija denominada como Caldera 125 BHP, ubicada en el INSTITUTO NACIONAL DE SALUD, localizado en la ciudad de Bogotá, el día 10 de noviembre de 2023.

1.1. ERRORES IDENTIFICADOS

Durante el desarrollo del monitoreo realizado a la fuente de emisión evaluada, perteneciente al INSTITUTO NACIONAL DE SALUD se evidenció que la misma se ajusta a las especificaciones técnicas requeridas para realizar el monitoreo de emisiones atmosféricas según lo estipulado en la sección 1.1.3 de la Resolución 2153 del 2 de noviembre de 2010, mediante la cual se modifica el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas. Así mismo, no se presentó pérdida o alteración de la muestra, errores de toma de muestra o errores de análisis, cumpliendo de esta manera con los procedimientos establecidos de forma satisfactoria, dando cumplimiento a los criterios de calidad definidos para la metodología de referencia.

1.2. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos de la evaluación de la fuente anteriormente mencionada y que opera en el INSTITUTO NACIONAL DE SALUD se describen a continuación:

Tabla 1. Resultados Monitoreo

Fuente	Concentración de O_2 (%)	Concentración de CO_2 (%)	Concentración de CO (ppm)	Concentración de N_2 (%)	Temperatura de Chimenea (°C)	Temperatura Ambiente (°C)	Exceso de Aire (%)	Eficiencia de Combustión (%)
Caldera 125 BHP	4,4	9,2	1	86,4	116,9	20,6	23,9	96,22

Fuente: *Airwa Consulting S.A.S., 2023*

2. INTRODUCCIÓN

Los monitoreos de emisiones atmosféricas por fuentes fijas tienen como propósito fundamental hacer el seguimiento al estado de preservación del recurso aire, velando porque la posible carga de contaminantes gaseosos producidos por las actividades relacionadas con el proceso industrial evaluado, cumplan con lo establecido por las autoridades ambientales en el territorio nacional. Teniendo en cuenta lo anterior la empresa *ASSA CONSULTORIA S.A.S.* contrató los servicios del *LABORATORIO AIRWA CONSULTING S.A.S.* para realizar el análisis de combustión de las fuentes fijas pertenecientes al INSTITUTO NACIONAL DE SALUD, con el fin de cumplir los lineamientos normativos establecidos en la Resolución 6982 de 2011 de la Secretaría Distrital de Ambiente.

A continuación, se presenta la información de la entidad contratante:

Tabla 2. Información General de la Entidad Evaluada y Monitoreo

RAZÓN SOCIAL				INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
NIT	X	**C.C**	**---**	899.999.403-4
DIRECCIÓN EMPRESA				Avenida Calle 26 # 51-20
TELEFONO				601 2207700
e-mail				contactenos@ins.gov.co
DIRECCIÓN MONITOREO				Avenida Calle 26 # 51-20
FECHA DE MONITOREO				2023-11-10
PLAN DE MONITOREO				PM-099
RESPONSABLE DEL MONITOREO				Edwin Esteban Bedoya

***Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE SALUD**, 2023*

A continuación, se presenta la ubicación geográfica del lugar donde se encuentra ubicada la fuente evaluada

Ilustración 1. Localización INSTITUTO NACIONAL DE SALUD



***Fuente:** Airwa Consulting S.A.S., Google Earth. 2023*

2.1. OBJETIVOS

- Realizar el análisis de gases de combustión CO, CO_2 y O_2 de la fuente denominada Caldera 125 BHP perteneciente al INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

- Establecer a partir de las mediciones realizadas y las condiciones de operación de la fuente denominada Caldera 125 BHP, el exceso de aire y la eficiencia de combustión de la misma.

- Reportar los resultados de los análisis de gases de combustión CO, CO_2 y O_2, y el cálculo de exceso de oxígeno y eficiencia de combustión, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo II, Artículo 4, Parágrafo Quinto de la Resolución 6982 de 2011 expedida por la Secretaría Distrital de Ambiente.

2.2. NORMATIVIDAD

Los resultados de estas mediciones serán reportados según lo establecido en la normatividad ambiental aplicable (Resolución 6982 de 2011 de la Secretaría Distrital de Ambiente).

Se da cumplimiento a las disposiciones de la Resolución 6982 del 27 de diciembre de 2011 de la Secretaría Distrital de Ambiente, Capítulo II, Artículo 4, Parágrafo Quinto “Las calderas nuevas y existentes que funcionen en el distrito capital en el perímetro urbano, deberán realizar un análisis semestral de los gases de combustión CO, CO_2 y O_2, Así mismo se deberá calcular el exceso de oxígeno y eficiencia de combustión, y calibrar su caldera con base en los resultados obtenidos, la información de los análisis de los gases y los soportes de las medidas de calibración y eficiencia deberán estar disponibles cuando la Autoridad Ambiental así los disponga.”

3. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE MEDICIÓN

3.1. RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN

A continuación, se realiza la descripción de las metodologías utilizadas para las actividades de muestreo y la entidad responsable del mismo:

Tabla 3. Metodología de Muestreo

Variable	Método	Técnica Analítica
Determinación de las concentraciones de Oxígeno y Dióxido de Carbono en gases de emisiones atmosféricas por fuentes fijas.	US EPA e-CFR título 40 capítulo I- parte 60 Apéndice A Método 3A	Celdas Electroquímicas
Determinación de la concentración de Monóxido de Carbono en gases de emisiones atmosféricas por fuentes fijas.	US EPA e-CFR título 40 capítulo I- parte 60 Apéndice A Método 10	Celdas Electroquímicas

Fuente: *Airwa Consulting S.A.S., 2023*

Tabla 4. Entidad Responsable de las Mediciones

LABORATORIO RESPONSABLE DE LAS MEDICIONES	
Entidad	Airwa Consulting S.A.S.
NIT	901.260.565-2
Acreditación del Servicio	Resolución N° 1475 del 30 de Octubre 2023 “Por la cual se amplía la acreditación a la Sociedad Airwa Consulting S.A.S., para producir información cuantitativa física, química y biótica, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las Autoridades Ambientales competentes, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y se toman otras determinaciones”.
Dirección	Carrera 28 # 42-33 Sur
Teléfono	314 211 2962
Correo Electrónico	contacto@airwa.com.co

Fuente: *Airwa Consulting S.A.S., 2023*

3.2. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

El sistema de monitoreo requerido consta de dos (2) componentes principales como se observa a continuación:

1. Analizador instrumental para determinación de gases de combustión.
2. Termocupla para medición de temperatura de chimenea.

Ilustración 2. Analizador Instrumental

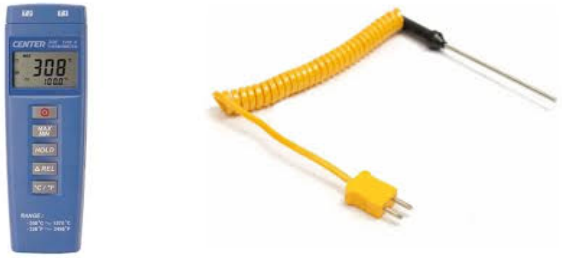


***Fuente**: Static-Int-Testo*

Sistema de Termocuplas

El sistema de termocuplas mide y reporta la temperatura del gas de chimenea. Consta de termocupla tipo K, cables de extensión, conectores tipo macho/hembra, un selector de canales y un display digital de temperatura de compensación externa.

Ilustración 3. Termocupla



***Fuente**: Apex Instruments*

3.3. EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS PARA EL ESTUDIO

Los equipos utilizados durante el monitoreo y calibrados externamente se presentan en la Tabla 5 Los certificados de calibración se presentan en el Anexo C del presente documento.

Tabla 5. Plan de Calibración y Mantenimiento

Nombre	Código Equipo	Fecha de Calibración	Frecuencia Calibración	Mantenimiento Preventivo o Verificación	Mantenimiento Correctivo
Analizador de Gases	AW-FF-08	2023-08-14	Dos Años	Previo Uso	No ha requerido
Termohigrómetro de Campo	AW-FF-07	2023-02-20	Anual	Posterior a Uso	No ha requerido
Barómetro	AW-FF-23	2023-03-22	Anual	Previo Uso	No ha requerido
Termopar	AW-FF-06	2023-02-18	Anual	Posterior a Uso	No ha requerido

Fuente: *Airwa Consulting S.A.S., 2023*

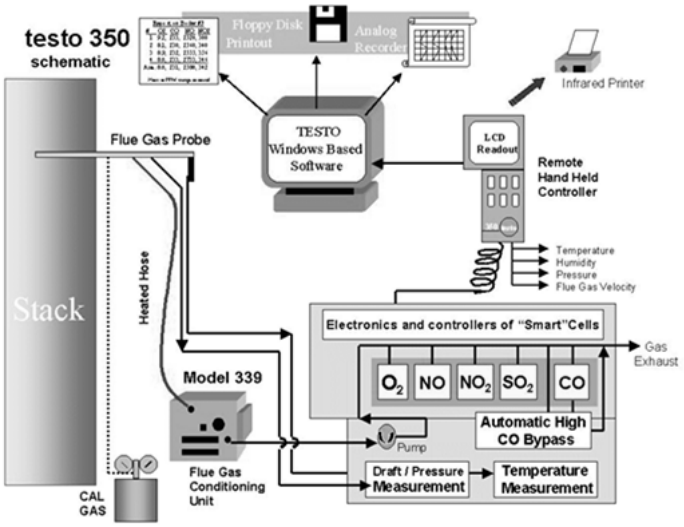
3.4. Determinación de Concentraciones de Oxígeno, Dióxido de Carbono y Monóxido de Carbono en Gases de Emisiones Atmosféricas por Fuentes Fijas (Métodos EPA 3A y 10)

Mediante estos métodos se establecen los procedimientos para la medición de Oxígeno (O_2) Dióxido de Carbono (CO_2) y Monóxido de Carbono (CO) en fuentes estacionarias de emisiones atmosféricas mediante el uso de un analizador de combustión instrumental.

A partir de gases patrón de baja, media y alta concentración con incertidumbre igual o inferior a +/- 2,0%, se realiza la calibración y verificación inicial, tanto del instrumento de medición (error de calibración del analizador) como del sistema de recolección y acondicionamiento de muestra (system bias) descrito en las secciones 6.1 y 6.2 del método US EPA 7E.
Posteriormente se determina el número de puntos transversales a monitorear llevando a cabo una prueba de estratificación, bajo la metodología descrita en la sección 8.1 del método US EPA 7E, donde se hacen las siguientes aclaraciones:

- Si se va a efectuar medición simultánea de varios contaminantes en el mismo ducto, una prueba de estratificación utilizando un solo contaminante satisface el requisito.
- La prueba de estratificación no se requiere para chimeneas pequeñas (menores a 4 pulgadas de diámetro o diámetro equivalente para ductos rectangulares)
- Alternativamente, para ductos grandes la prueba de estratificación debe hacerse en 12 puntos transversales.
- La recolección de la muestra se realiza siguiendo los pasos descritos en el método US EPA 7E; alternando purgas y mediciones por lapsos mayores a 2 veces el tiempo de respuesta del analizador.
- Luego de la corrida, se debe repetir un chequeo del system bias para dos puntos de calibración, inyectando primero el gas patrón de bajo nivel y a continuación el de nivel alto. Si el sistema aprueba dicho criterio se procede a la validación del drift y finalización del monitoreo, de lo contrario la lectura es inválida, y se demanda la toma de acciones correctivas.

Ilustración 4. Determinación de Concentraciones de Oxígeno, Dióxido de Carbono y Monóxido de Carbono en Gases de Emisiones Atmosféricas por Fuentes Fijas



Fuente: *Environmental Technology Verification Report*

Con los datos determinados, el porcentaje de nitrógeno (N_2) se obtiene de restar al 100%, el porcentaje dióxido de carbono (CO_2), el porcentaje de oxígeno (O_2) y el porcentaje de monóxido de carbono (CO). Una vez se ha determinado el porcentaje de CO_2, CO y O_2 se procederá a determinar el peso molecular seco del gas.

$$\mathrm{PM} = 0{,}44 * (\%\mathrm{CO_2}) + 0{,}32 * (\%\mathrm{O_2}) + 0{,}28 * (\%\mathrm{CO}) + 0{,}28 * (\%\mathrm{N_2})$$

Cálculo del Peso Molecular Húmedo

Calcular el peso molecular del gas de chimenea de la siguiente manera:

$$\mathrm{Ms} = \mathrm{Md}(1 - \mathrm{Bws}) + 18{,}0\mathrm{Bws}$$

Donde:

M_d	=	Peso molecular seco, g/g-mole (lb/lb-mole).
B_{WS}	=	Humedad de la corriente de gas.

NOTA: Para procesos que emitan esencialmente *aire, no necesita realizarse un análisis. Se recomienda el uso de un peso molecular seco de 29 g/g-mol.*

Cálculo de Porcentaje de Exceso de Aire.

La siguiente ecuación se utiliza para la determinación del porcentaje de exceso de aire a partir de los datos obtenidos de concentración de CO_2, O_2, N_2 y CO.

$$\%EA = \frac{\%\mathrm{O_2} - 0{,}5\%\mathrm{CO}}{0{,}264\%\mathrm{N_2} - (\%\mathrm{O_2} - 0{,}5\%\mathrm{CO})} * 100$$

Para la ecuación anterior se asume que el combustible utilizado tiene poca concentración de N_2. Además, se asume que todo el O_2 presente en el aire se utiliza durante el proceso de combustión y no se necesita O_2 adicional.

Por último, se precede a calcular la eficiencia de combustión mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$qA = (TH - TA)\left[\frac{A2}{21 - O_2)}\right] + B$$

$$n = 100 - qA$$

TH: Temperatura de gases de combustión (ºC)

TA: Temperatura Ambiente (ºC)

A2 - B: factores específicos del combustible

21: Nivel de Oxígeno del aire

O_2 : Nivel de oxígeno en la fuente (%)

qA : Pérdida de gases por Combustión

n : Rendimiento / Eficiencia (%)

4. PROCEDIMIENTO DE CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

4.1. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Para la evaluación de emisiones atmosféricas, todos los métodos de medición empleados siguieron los procedimientos establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos tanto para la toma de muestra como para la recuperación. Una vez las muestras son recuperadas y aseguradas en sus respectivos contendores, estas son etiquetadas a fin de identificarlas de forma inequívoca y asegurando su trazabilidad desde campo hasta el laboratorio.

Los formatos y registros de campo, así como la cadena de custodia que demuestran el manejo, rotulación y marcación adecuada de las muestras de campo, de acuerdo con lo definido por el método de referencia y en conformidad con los Criterios de Aseguramiento de la Calidad y/o Validación de Muestras, se encuentran en el Anexo A, del presente informe.

Tabla 6. Criterios de Aseguramiento de Calidad y Validación de Muestras en Estudios de Emisiones Atmosféricas

Variable	Método	Criterios de Aseguramiento de la Calidad y/o Validación de Muestras
Determinación de Concentraciones de Oxígeno y Dióxido de Carbono en Emisiones de Fuentes Fijas (Procedimiento del Analizador Instrumental)	CFR título 40 capítulo I -EPA parte 60 Apéndice A Método 3A	Incertidumbre Gases Patrón ≤2,0% ACE ≤ ±2,0% de Span System Bias ≤ ± 5,0% de Span Drift ≤ 3,0% Purga mínima de dos veces el Tiempo de Respuesta del Sistema Registro de al menos un dato válido por minuto durante la medición
Determinación de la Concentración de Monóxido de Carbono en Emisiones de Fuentes Fijas (Procedimiento del Analizador Instrumental)	CFR título 40 capítulo I -EPA parte 60 Apéndice A Método 10	

Fuente: *US EPA – Emission Measurement Center*

4.2. INSTRUMENTOS DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los procedimientos de calibración de los equipos utilizados se basan en la metodología acorde a cada una de las variables y es definida por cada proveedor. Los mantenimientos preventivos realizados a cada equipo son desarrollados a nivel interno por personal capacitado para tal fin. Las calibraciones externas son realizadas por proveedores que cumplen los requisitos de los métodos propios y de la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 garantizando la trazabilidad de las mediciones y el uso de materiales de referencia. Las calibraciones internas realizadas al analizador automático son desarrolladas mediante el uso de gases patrón con certificación de vigencia que garantiza la trazabilidad y los datos obtenidos. El Span definido para la calibración del analizador depende de cada contaminante que pretenda determinarse.

4.3. VALIDACIÓN DE DATOS

La validación de los datos se realiza en diferentes niveles, mediante la revisión por parte del personal de Campo y la Dirección Técnica. Esta revisión incluye todos los datos de campo disponibles, en este filtro se deben identificar los datos que indican eventos no conformes instrumentos fuera de calibración, fallas en los chequeos, actividades de ajuste, errores de fecha y hora, pérdida de tasa de isocinetismo, incongruencia de datos con los criterios establecidos en los métodos de referencia, datos perdidos o fuentes locales de contaminación inusual. Los criterios de validación específicos para cada método se describen en detalle en la Tabla 6. Criterios de Aseguramiento de Calidad y Validación de Muestras en Estudios de Emisiones Atmosféricas. Adicionalmente en cumplimiento de los requisitos de la norma NTC ISO / IEC 17025 la hoja de cálculo ISOCALC utilizada para captura, procesamiento, cálculo y reporte de resultados se encuentra validada en su funcionamiento a fin de asegurar la pertinencia de su uso.

4.4. AUDITORIA DE LA MEDICIÓN Y ACCIONES CORRECTIVAS

Continuando con los lineamientos establecidos por la Norma ISO/IEC 17025, durante la actividad de monitoreo se contempla el proceso de Mejora del sistema de gestión, en el cual se registran todos los hallazgos surgidos durante la ejecución del muestreo (detectados por personal interno, el cliente INSTITUTO NACIONAL DE SALUD, interventoría o la autoridad ambiental). Las correcciones son llevadas a cabo de acuerdo con los criterios técnicos encontrados durante la realización de las mediciones. Posteriormente se efectúa la retroalimentación correspondiente de acuerdo al sistema de gestión del laboratorio.

4.5. DOCUMENTACIÓN

Dentro del sistema de gestión de calidad, se cuenta con procedimientos para el control de documentos y registros donde se asegura que la documentación utilizada durante la ejecución de las actividades es vigente y contiene la información necesaria para reportar resultados veraces y trazables. Durante la ejecución de los servicios se utilizan formatos que soportan cada una de las actividades realizadas, estos documentos se listan a continuación:

Tabla 7. Documentos Utilizados

Documento	Código
Plan de Muestreo	AW-F-65
ISOCALC Fuentes Fijas	AW-F-31

Fuente: *Airwa Consulting S.A.S.*

Los formatos mencionados anteriormente son diligenciados con la información suministrada por el INSTITUTO NACIONAL DE SALUD y con los datos obtenidos durante el monitoreo. Éstos son diligenciados con letras y números legibles y sin enmendaduras. Para el caso de los datos obtenidos en los métodos US-EPA, los registros se realizan en la hoja de cálculo ISOCALC, la cual adopta los formatos presentes en el “Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica generada por Fuentes Fijas”, y se pueden evidenciar en el Anexo A del presente informe

5. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el análisis de parámetros de combustión, se presentan a continuación:

Nota 1: Los resultados presentados se relacionan solamente con las muestras relacionadas y sometidas a ensayos y/o muestreo.

Tabla 8. Resultados Monitoreo

Fuente	Concentración de O_2 (%)	Concentración de CO_2 (%)	Concentración de CO (ppm)	Concentración de N_2 (%)	Temperatura de Chimenea (°C)	Temperatura Ambiente (°C)	Exceso de Aire (%)	Eficiencia de Combustión (%)
Caldera 125 BHP	4,4	9,2	1	86,4	116,9	20,6	23,9	96,22

Fuente: *Airwa Consulting S.A.S., 2023*

6. CONCLUSIONES

6.1. Caldera 125 BHP

- Durante el desarrollo del monitoreo de parámetros de combustión para la Caldera 125 BHP, el porcentaje de exceso de aire fue de 23,9%, con temperatura de gases de combustión de 116,9°C y una eficiencia de combustión del 96,22%.
- Los resultados obtenidos durante el monitoreo de parámetros de combustión desarrollado son considerados satisfactorios con base al porcentaje de eficiencia de combustión superior al 90% para la fuente fija evaluada.

EMITIDO Y APROBADO POR:

Katerine Medina Rozo
DIRECCIÓN TÉCNICA

2023-12-05
FECHA

FIN DEL INFORME

ANEXO A: Memorias de Cálculo y Formatos de Campo

ANEXO B: Acreditación

ANEXO C: Certificados de Calibración de Equipos

ANEXO D: Registro Fotográfico